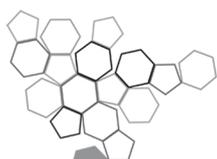


# ANALISI DELLE TENDENZE EVOLUTIVE DEI NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA NELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Delibera del Consiglio SNPA n.269/25 del 23.01.2025



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

# ANALISI DELLE TENDENZE EVOLUTIVE DEI NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA NELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Delibera del Consiglio SNPA n.269/25 del 23.01.2025

---

PUBBLICAZIONI TECNICHE SNPA 2025

ISBN 978-88-448-1245-4 | Roma, Febbraio 2025

Il Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n. 132 di "Istituzione del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente e disciplina dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale" (ISPRA).

Il SNPA è composto dall'ISPRA, ente pubblico nazionale di ricerca che ne coordina le attività, e dalle agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano.

Attraverso la cooperazione a rete, il Sistema lavora per raggiungere prestazioni tecniche ambientali uniformi sull'intero territorio nazionale, a vantaggio della tutela dell'ambiente e a beneficio della popolazione, dell'attività delle imprese e del sistema pubblico in generale. Le prestazioni tecniche riguardano le attività ispettive e di controllo ambientale, il monitoraggio dello stato dell'ambiente, il controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, il supporto alle attività in campo ambientale dello Stato, delle Regioni e degli enti locali, la ricerca finalizzata a tali scopi nonché la raccolta, l'organizzazione e diffusione dei dati e delle informazioni ambientali che sono riferimenti ufficiali dell'attività di tutta la pubblica amministrazione.

Il Sistema produce documenti tecnici quali Report ambientali SNPA, Linee guida SNPA, Pubblicazioni tecniche SNPA e pareri vincolanti in base alla legge. Organo deliberativo del Sistema è, ai sensi dell'art. 10 della Legge n. 132/2016, il Consiglio del Sistema Nazionale, presieduto dal Presidente dell'ISPRA e composto dai rappresentanti legali delle agenzie e dal Direttore generale dell'Istituto.

Le persone che agiscono per conto delle componenti del Sistema non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in queste pubblicazioni.

Citare questo documento come segue:

SNPA, Analisi delle tendenze evolutive dei nitrati di origine agricola nelle acque superficiali e sotterranee>, Pubblicazioni tecniche SNPA, Delibera del Consiglio SNPA n.269/25 del 23.01.2025

ISBN 978-88-448-1245-4

© Pubblicazioni tecniche SNPA 2025

La collana Pubblicazioni tecniche SNPA raccoglie elaborazioni prodotte dal Sistema e derivanti dalle attività di approfondimento scientifico e tecnico, anche progettuale, che accrescono la conoscenza su una tematica e sono propedeutiche alla eventuale produzione di Report ambientali SNPA o di Linee guida SNPA.

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Coordinamento della pubblicazione online:

Daria Mazzella – ISPRA

Copertina:

Sonia Poponessi – Ufficio Grafica ISPRA

Febbraio 2025

Abstract

Le evoluzioni temporali delle concentrazioni dei nitrati di origine agricola nelle acque superficiali e sotterranee sono state analizzate con metodi statistici non parametrici, utilizzando i *test di Mann-Kendall* e *Pettitt* per identificare rispettivamente i trend e le inversioni di tendenza. Applicando in via sperimentale i *test* anzidetti a serie di dati multiquadriennali (casi studio agenziali), si è superato il limite del semplice confronto tra medie aritmetiche quadriennali consecutive previste dalla "Direttiva Nitrati" (Dir. 91/676/CEE). I risultati mostrano che il *test di Mann-Kendall* fornisce una valutazione più robusta e accurata dei trend rispetto alla media aritmetica, mentre il *test di Pettitt* evidenzia cambiamenti significativi nell'andamento della serie storica o inversioni di tendenza, cruciali per valutare l'efficacia delle misure di gestione agronomica. I risultati suggeriscono inoltre l'importanza di impiegare, in particolare per analisi di lungo periodo, l'approccio statistico avanzato anche al fine comparativo e per una valutazione degli errori di stima.

The temporal evolution of nitrate concentrations from agricultural sources in surface and groundwater has been analyzed using non-parametric statistical methods, specifically applying the *Mann-Kendall* and *Pettitt tests* to identify trends and trend reversals, respectively. By experimentally applying these *tests* to multi-year data series (agency case studies), the limitations of the simple comparison between consecutive four-year arithmetic means, as required by the "Nitrates Directive" (Dir. 91/676/EEC), were overcome. The results demonstrate that the *Mann-Kendall* method provides a more robust and accurate trend assessment compared to the arithmetic mean, while the *Pettitt test* highlights significant changes or reversals in the historical data series, which are crucial for evaluating the effectiveness of agronomic management measures. Furthermore, the findings suggest the importance of employing advanced statistical approaches, especially for long-term analyses, to enhance comparative assessments and evaluate estimation errors.

Parole chiave: direttiva nitrati, analisi delle tendenze, inquinamento, metodi statistici, monitoraggio, ZVN

Keywords: nitrates directive, trend analyses, pollution, statistical methods, monitoring

#### Redattori/Autori

Adolfo Mottola (ARPA Campania)  
Stefano Menichetti (ARPA Toscana)  
Marco Marcaccio (ARPA Emilia-Romagna)  
Silvana Salvati (ISPRA)  
Marilena Insolubile (ISPRA)  
Massimo Peleggi (ISPRA)

#### Percorso istruttorio

Documento elaborato nell'ambito dell'articolazione istruttorie del Consiglio SNPA Rete Tematica RR TEM 09 "Acque superficiali e sotterranee"

Linea di Attività RR TEM 09 14 "Applicazione Direttiva Nitrati", condiviso nell'ambito del Comitato Tecnico Operativo (CTO)

Documento adottato dal Consiglio SNPA, con Delibera del Consiglio SNPA del 23/01/2025

#### Referee

Paola De Marco, Paola Russo (ARPA Abruzzo)  
Cristiano Gramegna (ARPA Campania)  
Elisa Zanut (ARPA Friuli-Venezia-Giulia)  
Caterina Cossio (ARPA Lazio)  
Valentina Civano (ARPA Liguria)  
Andrea Fazzone (ARPA Lombardia)  
Debora Mancaniello (ARPA Marche)  
Erminia Sgaramella, Marcella Placentino, Caterina Rotolo (ARPA Puglia)  
Antonietta Fiorenza (ARPA Piemonte)  
Susanna Cavalieri (ARPA Toscana)  
Catia Monauni (ARPA Trento)  
Alessandra Cingolani, Sonia Renzi (ARPA Umbria)  
Ivano Tanduo, Manuela Cason, Francesca Ragusa (ARPA Veneto)

#### Ringraziamenti

Si ringraziano inoltre:

Maria Camilla Mignuoli, Riccardo Boiocchi, Giancarlo De Gironimo (ISPRA)  
Teresa Trabace (ARPA Basilicata)  
Adriano Amendola (ARPA Campania)  
Daniela Lucchini, Marianna Mazzei (ARPA Emilia-Romagna)  
Davide Brandolin, Pietro Rossin (ARPA Friuli-Venezia-Giulia)  
Alberto Di Ludovico (ARPA Lazio)  
Valeria Marchesi, Laura Tremolada (ARPA Lombardia)  
Valter Vacca (ARPA Marche)  
Maurizio Testa (ARPA Sardegna), Mario Lorrari (Regione Sardegna)  
Virginia Palumbo (ARPA Sicilia)  
Andrea Pontalti (ARPA Trento)

#### Coordinamento editoriale

Adolfo Mottola (ARPA Campania)

# SOMMARIO

|  |     |
|--|-----|
| PREMESSA.....  | 6   |
| SINTESI.....   | 7   |
| INTRODUZIONE .....   | 8   |
| CAPITOLO I: ANALISI DELLE TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI.....   | 9   |
| 1.1. ANALISI DELLE TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI CON IL METODO PREVISTO DALLA DN (DIFFERENZE TRA MEDIE ARITMETICHE DI QUADRIENNI CONSECUTIVI)..... | 9   |
| 1.2. ANALISI DELLE TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI CON IL METODO DELLA STATISTICA NON PARAMETRICA ( <i>TEST</i> DI MANN-KENDALL).....                | 11  |
| 1.3. ANALISI DELLE INVERSIONI DI TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI CON IL METODO DELLA STATISTICA NON PARAMETRICA ( <i>TEST</i> DI PETTITT) .....      | 12  |
| CAPITOLO 2: MODALITA' OPERATIVA.....   | 14  |
| CAPITOLO 3: CASI STUDIO AGENZIALI .....  | 27  |
| 3.1. ABRUZZO .....   | 27  |
| 3.2. CAMPANIA .....  | 60  |
| 3.3. EMILIA ROMAGNA.....   | 89  |
| 3.4. FRIULI-VENEZIA GIULIA .....   | 107 |
| 3.5. LAZIO .....   | 129 |
| 3.6. LIGURIA .....   | 144 |
| 3.7. LOMBARDIA.....  | 149 |
| 3.7. MARCHE .....  | 164 |
| 3.8. PUGLIA .....  | 172 |
| 3.9. TOSCANA.....  | 191 |
| 3.10. UMBRIA .....   | 198 |
| 3.11. VENETO.....  | 208 |
| CAPITOLO 4: CONCLUSIONI.....   | 214 |

## PREMESSA

Il sistema agricolo è uno dei settori produttivi maggiormente idroesigenti e con l'uso di nutrienti, fertilizzanti e prodotti fitosanitari, determina un impatto rilevante sul territorio e sulle risorse idriche. I nitrati provenienti dalle pratiche agricole rappresentano una delle cause principali di inquinamento dei corpi idrici da fonti diffuse. Le cause di tale inquinamento sono da ricercare nell'impiego eccessivo di fertilizzanti chimici e in altre pratiche agricole non corrette, quali il mancato ricorso alle rotazioni colturali, la cattiva gestione dell'irrigazione o le errate tecniche di spandimento.

L'inquinamento delle acque provocato da nitrati di origine agricola è un problema comune a tutti i paesi europei ed è stato ritenuto un problema ambientale significativo a livello europeo già all'inizio degli anni '90. Con la «Direttiva Nitrati» (91/676/CEE), preso atto che i nitrati di origine agricola erano la causa principale dell'inquinamento proveniente da fonti diffuse delle risorse idriche, l'Unione Europea si è posta l'obiettivo di ridurre o prevenire questo tipo di inquinamento attraverso programmi di monitoraggio che prevedono controlli periodici finalizzati a rilevare la concentrazione di nitrati nelle acque (superficiali e sotterranee) e la designazione di Zone Vulnerabili da Nitrati (ZVN), corrispondenti alle porzioni di territorio che drenano verso le acque inquinate da nitrati o affette da eutrofizzazione o che potrebbero divenire inquinate, se non si interviene. In tali aree devono essere definiti e attuati i Programmi d'Azione, ovvero una serie di misure che gli agricoltori sono obbligati ad adottare nella gestione aziendale allo scopo di migliorare lo stato di qualità delle acque, nelle quali l'utilizzazione agronomica degli effluenti e la fertilizzazione azotata dei terreni deve essere limitata e regolamentata. Proprio al fine di definire l'efficacia delle misure adottate per migliorare lo stato di qualità delle acque e contenere/ridurre la concentrazione dei nitrati risulta essenziale, oltre all'esame dei risultati dei campionamenti eseguiti sui corpi idrici, anche l'analisi delle tendenze evolutive delle concentrazioni di nitrati nell'ambito di un arco temporale definito.

Il presente Documento è finalizzato a realizzare uno studio relativo all'analisi delle tendenze evolutive della concentrazione dei nitrati di origine agricola attraverso l'applicazione sperimentale di un metodo statistico robusto, quale il *test di Mann-Kendall*, e l'analisi delle inversioni di tendenza, applicando il *test di Pettitt*, su serie temporali ampie (maggiore o uguale di due quadrienni di monitoraggio consecutivi). Il metodo di *Mann-Kendall* è un *test* non parametrico utilizzato per rilevare la presenza di un trend in una serie temporale, senza fare assunzioni sulla distribuzione dei dati. Si basa sul confronto tra tutte le coppie di dati, verificando se i valori successivi sono maggiori o minori rispetto ai precedenti. Se ci sono più aumenti che diminuzioni, il trend è crescente; viceversa, è decrescente. Questo metodo è particolarmente utile in analisi ambientali e, più in generale, climatiche, idrologiche, idrogeologiche per identificare significativi incrementi, decrementi o assenze di tendenza nel tempo. Il metodo di *Pettitt* è un *test* statistico non parametrico usato per rilevare un punto di cambiamento in una serie temporale, ossia quando i dati mostrano una brusca variazione in un certo momento; attraverso il confronto fra tutte le coppie di dati prima e dopo ogni possibile punto di "rottura", si individua il punto in cui c'è la maggiore differenza tra i due gruppi. Questo *test* è utile per identificare cambiamenti improvvisi, come variazioni ambientali e, più in generale, climatiche, idrologiche, idrogeologiche, senza richiedere che i dati seguano una distribuzione specifica.

L'attività ha previsto, nella fase preliminare, la definizione e condivisione di un questionario specifico per l'acquisizione dei dati di monitoraggio disponibili, per quadrienni e per periodi temporali più ampi, per ciascun corpo idrico e per ciascuna stazione di monitoraggio delle Reti Nitrati delle acque superficiali e sotterranee per consentire l'applicazione dei metodi statistici. Attraverso il questionario sono state raccolte, altresì, informazioni su eventuali esperienze agenziali con riferimento al tipo di software o di codici informatici utilizzati per l'analisi delle tendenze evolutive di concentrazioni di sostanze nelle acque superficiali e sotterranee. L'attività è proseguita attraverso la comparazione tra gli esiti dell'analisi delle tendenze dei nitrati secondo la procedura prevista dalla Direttiva 91/676/CEE, la quale richiede il confronto tra le medie aritmetiche di 2 quadrienni consecutivi, e i risultati ottenuti applicando il *test di Mann-Kendall* sugli stessi quadrienni, oltre che su serie temporali più estese (multiquadriennali) capaci di fornire informazioni sulle evoluzioni delle concentrazioni nel lungo periodo. L'applicazione del *test di Pettitt* ha permesso di indagare la presenza o assenza di inversioni di tendenze statistiche su serie storiche con almeno 14 anni di dati al fine di rilevare bruschi cambiamenti evolutivi nel lungo periodo della concentrazione dei nitrati di origini agricola.

## SINTESI

Il documento è finalizzato a realizzare uno studio sperimentale sull'analisi delle tendenze evolutive dei nitrati, mediante l'applicazione dei metodi statistici non parametrici di *Mann-Kendall* e di *Pettitt* ad ampie serie storiche di dati di concentrazione di nitrati nei corpi idrici.

I *test* statistici non parametrici sono metodi di analisi che non fanno assunzioni specifiche sulla distribuzione di probabilità dei dati. Ciò li rende particolarmente utili quando si lavora con dati che non seguono una distribuzione ben definita o nota. I *test* non parametrici sono flessibili e robusti poiché funzionano su un'ampia gamma di distribuzioni di dati e situazioni; in generale dovrebbero essere preferiti, con particolare riferimento ai *test* succitati, quando i dati non si distribuiscono ad esempio secondo una normale (gaussiana), o comunque non si è in grado di dimostrarlo.

Il metodo di *Mann-Kendall* è utilizzato per rilevare la presenza di un trend in una serie temporale e si basa sul confronto tra tutte le coppie di dati, verificando se i valori successivi sono maggiori o minori rispetto ai precedenti. Se ci sono più aumenti che diminuzioni, il trend è crescente; viceversa, è decrescente.

Il metodo di *Pettitt* è un *test* statistico non parametrico usato per rilevare un punto di cambiamento in una serie temporale, ossia quando i dati mostrano una brusca variazione in un certo momento; attraverso il confronto fra tutte le coppie di dati prima e dopo ogni possibile punto di "rottura", si individua il punto in cui c'è la maggiore differenza tra i due gruppi.

Per l'elaborazione dei dati di monitoraggio mediante i metodi di *Mann-Kendall* e di *Pettitt*, nella fase sperimentale è stato utilizzato il TOOL statistico per la valutazione delle tendenze sviluppato utilizzando il Software R, reso disponibile nel Portale SINTAI (Sistema Informativo per la Tutela delle Acque Italiane) dell'ISPRA e utilizzato per l'applicazione delle metodologie statistiche già richiamate, contemplate nel MLG n. 161/2017 ISPRA: "Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee".

Il monitoraggio della concentrazione di nitrati nelle acque superficiali e sotterranee rappresenta uno degli adempimenti connessi con la Direttiva 91/676/CEE (Direttiva Nitrati), al fine di individuare le acque inquinate o a rischio di inquinamento

L'articolo 10 della Direttiva, inoltre, prevede che a decorrere dalla sua notifica gli Stati Membri presentino, ogni quattro anni, una relazione alla Commissione Europea sullo stato di attuazione della Direttiva sul territorio nazionale.

La relazione deve contenere, tra l'altro, oltre ai risultati del monitoraggio della concentrazione dei nitrati nelle acque superficiali e sotterranee, anche l'analisi dell'evoluzione della concentrazione media e massima di nitrati nei quadrienni esaminati.

Attualmente la modalità operativa definita dalla Commissione Europea per la valutazione dei trend delle concentrazioni di nitrati prevede il confronto tra le medie di due quadrienni consecutivi di monitoraggio. Tale modalità potrebbe rappresentare una limitazione alla sua efficacia, in quanto la valutazione delle tendenze può risultare determinante per l'individuazione/ampliamento/aggiornamento delle ZVN.

Proprio al fine di valutare la maggiore o minore efficacia e robustezza del metodo delle medie aritmetiche rispetto al metodo di *Mann-Kendall*, è stata condotta un'analisi approfondita attraverso una serie di casi studio reali basati su dati di monitoraggio della concentrazione di nitrati nei corpi idrici, con i quali sono stati confrontati i risultati ottenuti dall'elaborazione di lunghe serie storiche di concentrazioni di nitrati. L'applicazione del *test di Pettitt*, inoltre, ha permesso di indagare la presenza o assenza di inversioni di tendenze statistiche su serie storiche con almeno 14 anni di dati al fine di rilevare bruschi cambiamenti evolutivi nel lungo periodo della concentrazione dei nitrati di origini agricola.

L'attività ha previsto, nella fase preliminare, la definizione e condivisione di un questionario specifico per l'acquisizione dei dati di monitoraggio della concentrazione di nitrati, per quadrienni e per periodi temporali ampi, rilevati nei corpi idrici della Rete Nitrati delle acque superficiali e sotterranee. Attraverso il questionario sono state raccolte, altresì, informazioni su eventuali esperienze agenziali con riferimento al tipo di software o di codici informatici utilizzati per l'analisi delle tendenze evolutive di concentrazioni di sostanze nelle acque superficiali e sotterranee.

Dall'analisi dei casi studio agenziali è emerso che, in un numero non irrilevante di situazioni, si riscontra una discordanza significativa tra le tendenze calcolate mediante il metodo di *Mann-Kendall* e quelle ottenute utilizzando la media aritmetica. In particolare, è stato osservato che esiste una probabilità, ossia una frequenza di casi non accettabile, in cui il metodo della media aritmetica può portare a una sovrastima o sottostima significativa della reale tendenza, o dell'assenza di tendenza rilevata invece con il metodo di *Mann-Kendall*. È anche emerso che il metodo di *Pettitt* è in grado di rilevare cambiamenti evolutivi su lungo periodo la cui evidenza è determinante per riconoscere un netto e significativo cambiamento di gestione agronomica.

## INTRODUZIONE

La Direttiva Nitrati ha l'obiettivo di proteggere le risorse idriche superficiali e sotterranee dall'inquinamento causato dai nitrati di origine agricola e a prevenire qualsiasi ulteriore inquinamento di questo tipo, attraverso programmi di monitoraggio che prevedono controlli periodici finalizzati a rilevare la concentrazione di nitrati nelle acque (superficiali e sotterranee) e la designazione di Zone Vulnerabili da Nitrati (ZVN), corrispondenti alle porzioni di territorio che drenano verso le acque inquinate da nitrati o affette da eutrofizzazione o che potrebbero divenire inquinate, se non si interviene. In tali aree devono essere definiti e attuati i Programmi d'Azione, ovvero una serie di misure che gli agricoltori sono obbligati ad adottare nella gestione aziendale allo scopo di migliorare lo stato di qualità delle acque, nelle quali l'utilizzazione agronomica degli effluenti e la fertilizzazione azotata dei terreni deve essere limitata e regolamentata. Proprio al fine di definire l'efficacia delle misure adottate per migliorare lo stato di qualità delle acque e contenere/ridurre la concentrazione dei nitrati risulta essenziale, oltre all'esame dei risultati dei campionamenti eseguiti sui corpi idrici, anche l'analisi delle tendenze evolutive delle concentrazioni di nitrati nell'ambito di un arco temporale definito.

Inoltre, l'articolo 10 della Direttiva Nitrati prevede che, a decorrere dalla sua notifica, gli Stati Membri presentino, ogni quattro anni, una relazione alla Commissione Europea sullo stato di attuazione della Direttiva sul territorio nazionale.

La relazione d'obbligo comunitaria in ottemperanza all'art. 10 della Direttiva è predisposta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) in sinergia con il MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica), con il contributo del MASAF (Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste).

La relazione deve contenere, tra l'altro, i risultati del monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee e l'analisi delle tendenze evolutive della concentrazione dei nitrati. La concentrazione di nitrati è rilevata sulle stazioni di campionamento della rete di monitoraggio, la cui definizione unitamente alla definizione degli specifici programmi di monitoraggio è di competenza delle Regioni. Le Agenzie regionali/provinciali, pur non avendo competenze dirette, sono comunque coinvolte nella predisposizione delle reti e dei programmi di monitoraggio, con differenti modalità, dalle rispettive Regioni/Province Autonome. Le attività di monitoraggio, invece, sono eseguite istituzionalmente dalle ARPA/APPA.

I cicli di monitoraggio hanno durata quadriennale, con frequenze di campionamento principalmente legate all'analisi di rischio di inquinamento. I risultati dei programmi di monitoraggio indicano che le concentrazioni di nitrati variano nel tempo, pertanto, l'analisi delle tendenze evolutive è essenziale per valutare l'efficacia delle misure adottate al fine di ridurre l'inquinamento e per identificare le aree dove si renda necessario l'adozione di misure aggiuntive. Le concentrazioni di nitrati nelle acque dipendono, tra l'altro, in misura considerevole dalle precipitazioni atmosferiche, dal deflusso superficiale, dalla filtrazione nel sottosuolo insaturo, nonché dai fenomeni di trasporto nel sottosuolo saturo (corpi idrici sotterranei). Sulla base, infatti, dei dati di monitoraggio dei nitrati di origine agricola nelle acque superficiali e sotterranee, gli Stati Membri devono individuare, designare, aggiornare le Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN), che comprendono le aree che drenano verso le acque inquinate affette da eutrofizzazione, nonché quelle a rischio di inquinamento se non si adottano misure adeguate, tenendo in considerazione anche l'evoluzione temporale (trend) delle concentrazioni di nitrati di origine agricola.

Attualmente la modalità operativa definita dalla Commissione europea per la valutazione dei trend delle concentrazioni di nitrati non prevede l'utilizzo di tecniche statistiche robuste, selezionate in funzione della loro adeguatezza allo scopo, ma un semplice confronto tra le medie di due quadrienni consecutivi di monitoraggio. Tale modalità potrebbe rappresentare una limitazione alla sua efficacia, tenuto conto che la valutazione dei trend può essere determinante per l'individuazione/ampliamento/aggiornamento di ZVN.

L'analisi delle tendenze evolutive della concentrazione di nitrati di origine agricola con metodi statistici non parametrici (*test Mann-Kendall* e *test di Pettitt*), utilizzati nel presente documento tecnico, può quindi rappresentare un approccio alternativo per approfondire il quadro delle conoscenze delle reali tendenze evolutive e delle inversioni di tendenza della presenza di nitrati nelle acque superficiali e sotterranee, ovvero rappresentare un strumento statistico più robusto per integrare e sostenere ulteriormente i contenuti tecnici della Relazione quadriennale della Direttiva Nitrati, anche al fine di fornire un quadro più esaustivo per rappresentare l'efficacia degli interventi e delle misure adottate per contenere l'inquinamento diffuso da nitrati di origine agricola nei corpi idrici.

Si ritiene infatti che due cicli quadriennali di monitoraggio potrebbero essere in molti casi insufficienti per cogliere la reale evoluzione nel tempo della concentrazione di nitrati nelle acque superficiali e sotterranee e soprattutto l'instaurarsi o meno di processi d'inversione. I fenomeni coinvolti nella migrazione dei nitrati dal suolo alle acque di superficie e sino a quelle profonde sono caratterizzati, oltretutto, da scale temporali (causa – effetto) non di breve periodo. In particolar modo ciò è evidente nelle acque sotterranee ove i sistemi idrogeologici presentano caratteristici tempi di risposta che riflettono un intrinseco ritardo fenomenologico tra l'input e l'output.

# CAPITOLO I: ANALISI DELLE TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI

## 1.1. ANALISI DELLE TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI CON IL METODO PREVISTO DALLA DN (DIFFERENZE TRA MEDIE ARITMETICHE DI QUADRIENNI CONSECUTIVI)

La procedura per il calcolo delle tendenze evolutive è prevista nell'ambito del "reporting" in ottemperanza dell'art.10 della Direttiva Nitrati, ma, ad oggi, la stima della tendenza è stata eseguita calcolando la differenza, misurata in ogni Stazione di Monitoraggio, tra la media delle concentrazioni medie annuali del periodo di monitoraggio quadriennale corrente e la media delle concentrazioni medie annuali del periodo di monitoraggio quadriennale precedente, come definito dalle Linee Guida europee in ottemperanza alla Direttiva Nitrati. In particolare viene definito in EIONET DATA DICTIONARY (cfr. <https://www.eea.europa.eu/en>) con la denominazione "TREND VALUE" quanto segue: "Trends between the current and previous reporting periods based on annual average (mean) values" (cfr <https://dd.eionet.europa.eu/dataelements/58046>). La metodologia di calcolo è letteralmente così riportata: The difference between the average NO<sub>3</sub> concentration of the current reporting period and the average of the previous reporting period (avg.current RP - avg. previous RP) in mg/L. Trends can only be calculated for monitoring stations at the same location (X,Y) and measurements at the same depth.

Tale procedura indica che a differenze positive tra le concentrazioni medie di nitrati di due quadrienni di monitoraggio consecutivi sia associato un TREND VALUE positivo e, di contro, a differenze negative sia associato un TREND VALUE negativo. Nondimeno, relativamente alla elaborazione delle Relazioni Quadriennali, così come esemplificato nella guida "Status and trends of aquatic environment and agricultural practice: Development guide for Member States' reports Nitrates' Directive 91/676/EEC", è descritta una distinzione in classi di tendenza comunque basata sul criterio del confronto tra medie aritmetiche secondo quanto segue:

Trend classes between previous and current monitoring period for NO<sub>3</sub>:

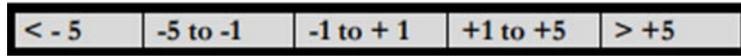
trends for NO<sub>3</sub> concentrations based on average values (mg/l)

Figura 1.1a: Classi di tendenze evolutive della concentrazione di nitrati di origine agricole basate sulla media aritmetica

| (NO <sub>3</sub> ) Trend |        | Change in nitrate    |
|--------------------------|--------|----------------------|
| Increasing               | Strong | > + 5 mg/l           |
|                          | Weak   | >+1 and ≤+5 mg/l     |
| Stable                   |        | ≥ - 1 and ≤ + 1 mg/l |
| Decreasing               | Weak   | ≥ -5 and < -1 mg/l   |
|                          | Strong | < - 5 mg/l           |

Nella guida sopra citata viene anche definita una distinzione in classi di tendenza (identiche alla precedente tabella) basata però sui valori massimi di concentrazione, anziché medi, di nitrati riscontrati in due quadrienni consecutivi di monitoraggio:

Figura 1.1b: Classi di tendenze evolutive della concentrazione di nitrati di origine agricola basate sui valori massimi trends in groundwater for NO3 concentrations based on maximum values (mg/l):



In tutti i casi, il confronto tra medie aritmetiche, così come il mero confronto dei valori massimi quadriennali, non è di per sé sufficiente ad individuare una reale tendenza alla crescita, alla decrescita o a definire una situazione di stabilità evolutiva della concentrazione dei nitrati tra due cicli di monitoraggio di durata quadriennale.

Un approccio statisticamente più robusto, che nonostante consideri comunque il confronto delle medie di due quadrienni consecutivi, dovrebbe però tenere conto delle incertezze di misura, quindi dello "scarto" delle medie annue rispetto alla media del quadriennio di appartenenza. Un modo per stimare lo "scarto" è rappresentato dalla Deviazione Standard dei valori annuali dei Nitrati indicata con il simbolo  $\sigma_x$ .

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

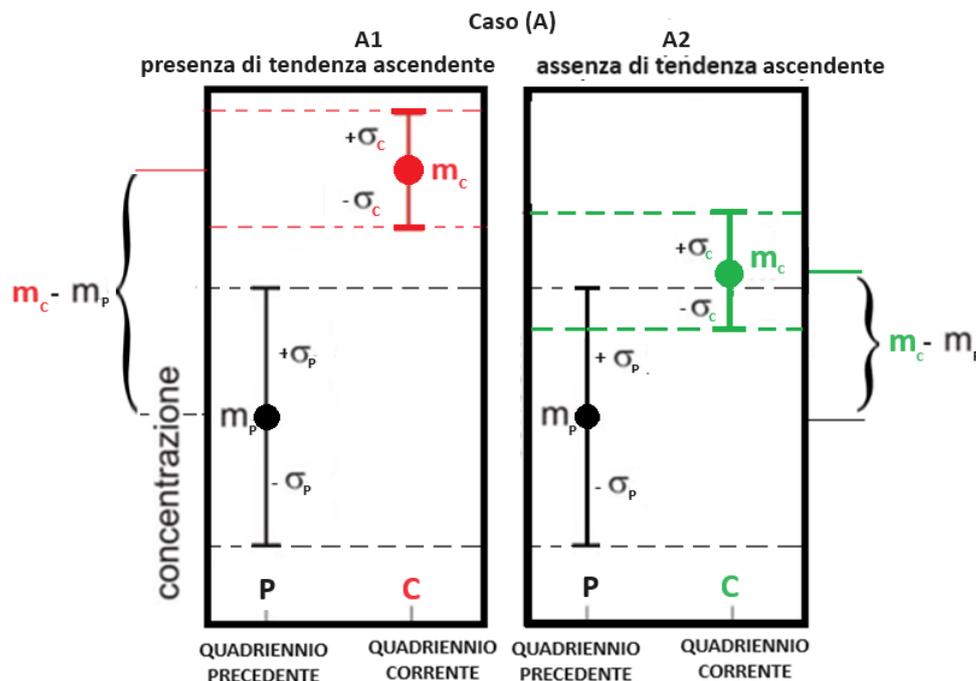
in cui  $x_i$  rappresentano le singole concentrazioni annuali,  $\bar{x}$  rappresenta la media aritmetica delle medie annuali del quadriennio considerato.

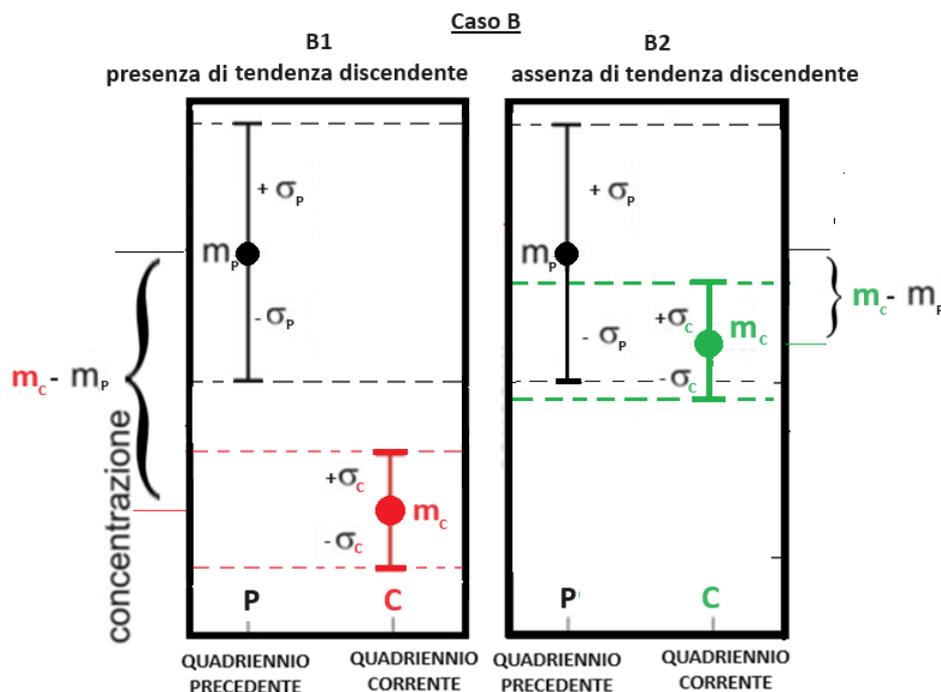
Per stimare invece l'incertezza di misura da attribuire alla media aritmetica quadriennale è necessario calcolare la

deviazione standard della media:  $\sigma_{\bar{x}}$

che è rappresentata dalla deviazione standard delle singole misure moltiplicata per il fattore  $1/\sqrt{N}$ , dove N rappresenta il numero delle medie annuali nel quadriennio. Come riportato nella LGM ISPRA SNPA N. 161/2017, affinché quindi si possa ritenere che vi sia una tendenza evolutiva ascendente (fig. 2, caso A) è necessario che la differenza tra le medie aritmetiche annuali del quadriennio corrente (QC) e del quadriennio precedente (QP) sia maggiore della somma delle corrispondenti deviazioni standard delle medie,  $\sigma_c$ ,  $\sigma_p$ ; vale a dire che gli intervalli di confidenza delle due medie aritmetiche ( $m_c$  e  $m_p$ ) non debbono sovrapporsi per indentificare una reale tendenza evolutiva ascendente (cfr. caso A - A1)

Figura 1.2: Presenza / assenza di tendenze evolutive ascendenti (caso A) e discendenti (caso B)





Affinché, invece, si possa ritenere che vi sia una tendenza evolutiva discendente (fig. 2, caso B) è necessario che la differenza tra la media aritmetica del quadriennio corrente (QC) e del quadriennio precedente (QP) sia minore della somma delle corrispondenti deviazioni standard delle medie annuali,  $\sigma_c, \sigma_p$ ; vale a dire che gli intervalli di confidenza delle due medie aritmetiche ( $m_c$  e  $m_p$ ) non devono sovrapporsi per indentificare una reale tendenza evolutiva discendente (cfr. caso B - B1). Nondimeno, si potrebbe essere maggiormente confidenti quando il confronto tra le medie aritmetiche sia maggiormente significativo ai fini della valutazione delle tendenze evolutive se si considera il doppio del valore delle deviazioni standard delle medie,  $2\sigma_c, 2\sigma_p$

In ogni caso, la valutazione delle incertezze di misura associate alla media aritmetica quadriennale non è prevista nell'elaborazione della Relazione Quadriennale predisposta in ottemperanza alla Direttiva Nitrati, in cui anche piccolissime differenze di concentrazioni medie tra quadrienni che risultino superiori a 1 mg/l o inferiori a -1 mg/l sarebbero da considerarsi tendenze significative, rispettivamente crescenti o decrescenti.

Tuttavia, anche se si tenesse conto dell'analisi degli errori di misura succitati, e quindi delle incertezze caratterizzanti le medie aritmetiche quadriennali, il metodo del confronto tra medie rimane un metodo statisticamente poco robusto. Si considerino, ad esempio, quei casi non poco frequenti, in cui nel quadriennio corrente e/o nel quadriennio precedente sono disponibili, sulla base di quanto previsto dal programma di monitoraggio, poche misure di concentrazione di nitrato, che comporterebbero deviazioni standard della media con scarso significato statistico; a meno di situazioni in cui vi siano notevoli differenze di concentrazione tra le medie, le tendenze derivate avrebbero uno scarsissimo significato analitico (nonché ambientale).

Per tutto quanto sopra rappresentato, si è ritenuto quanto mai opportuno, nell'ambito delle attività del Sistema Nazionale di Protezione Ambientale (SNPA), realizzare uno studio sperimentale finalizzato ad eseguire una prima analisi delle tendenze evolutive dei nitrati considerando un arco temporale molto più ampio di quello contemplato fino ad oggi dalla Direttiva Nitrati, mediante l'applicazione del *test* statistico non parametrico di *Mann-Kendall* e l'analisi delle inversioni di tendenza, applicando il *test di Pettitt*, considerando sempre serie temporali più estese ovvero superiori a 2 quadrienni (multiquadriennali).

## 1.2. ANALISI DELLE TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI CON IL METODO DELLA STATISTICA NON PARAMETRICA (TEST DI MANN-KENDALL)

Il *test di Mann-Kendall* è un metodo statistico non parametrico utilizzato per valutare la presenza di una tendenza monotona in una serie di dati. Una breve sintesi sul metodo si propone di spiegare il criterio di funzionamento di questo *test* non parametrico, evidenziandone l'utilizzo, l'ipotesi nulla e la procedura di calcolo. Il *test di Mann-Kendall* si basa sul confronto delle differenze tra le coppie di dati all'interno di una serie temporale. In particolare, per una serie di dati di dimensione  $n$ , il *test* confronta il segno delle

differenze tra ogni coppia successiva di dati. Se la maggior parte delle coppie presenta un trend positivo (crescita monotona), il *test* fornirà una valutazione positiva del trend. L'ipotesi nulla ( $H_0$ ) del *test di Mann-Kendall* afferma che non esiste alcuna tendenza monotona nella serie di dati, mentre l'ipotesi alternativa ( $H_1$ ) sostiene che non si può escludere la presenza di una tendenza monotona – sia essa positiva o negativa. L'utilizzo di un *test* non parametrico è particolarmente utile quando non si può verificare alcuna supposizione sulle distribuzioni dei dati e quando la relazione tra le variabili non è lineare. La procedura di calcolo del *test di Mann-Kendall* può essere riassunta nei seguenti passaggi:

1. Ordinare i dati in ordine cronologico o in base ad altre variabili indipendenti significative;
2. Calcolare le differenze tra le coppie di dati all'interno della serie;
3. Assegnare un segno a ciascuna delle differenze calcolate;
4. Calcolare la statistica del *test* S, che rappresenta la somma dei segni delle differenze positive;
5. Calcolare la statistica di varianza V, che rappresenta una misura della dispersione dei segni delle differenze;
6. Calcolare la statistica Z, che rappresenta la relazione tra S e V e segue approssimativamente una distribuzione normale standard;
7. Valutare il P-Value associato alla statistica Z, che indica la probabilità che l'ipotesi nulla sia vera. Valori di P-Value inferiori a un livello di significatività prefissato (ad esempio,  $\alpha=0,05$ ) suggeriscono che l'ipotesi nulla viene rifiutata e si conclude che una tendenza monotona è presente nella serie di dati.

Il *test* non parametrico di *Mann-Kendall* è un metodo di analisi statistica ampiamente utilizzato per valutare la presenza di una tendenza monotona in una serie di dati. La sua natura non parametrica lo rende flessibile e adatto all'analisi di una vasta gamma di dati, senza richiedere, come accennato, alcuna supposizione sulle distribuzioni dei dati o sulla forma della relazione tra le variabili. La procedura di calcolo è relativamente semplice, facilitando l'applicazione pratica in diversi contesti scientifici. Un utile approfondimento applicativo del *test di Mann-Kendall* applicato alle acque sotterranee in ottemperanza del DM 6 Luglio 2016 è rappresentato dalla LGM ISPRA – SNPA n. 161 / 2017 a cui si rimanda.

In particolare con la seguente analisi si vuole analizzare, in alternativa al metodo del confronto delle medie aritmetiche tra quadrienni consecutivi esposto nel paragrafo precedente, il metodo statistico del *test* di MANN – KENDALL, applicandolo a serie temporali estese comprendenti un numero di quadrienni di monitoraggio compreso tra un minimo di 2 (ovvero 8 anni di monitoraggio) e un massimo di 4 (ovvero -16 anni di monitoraggio).

Per poter applicare il *test di Mann-Kendall* secondo i criteri di applicabilità del MLG ISPRA – SNPA n. 161 / 2017 ad una serie di casi studio sul territorio nazionale, è stata condotta preliminarmente una indagine presso le Agenzie, al fine di ricercare il numero di dati di monitoraggio disponibili, per quadrienni, per ciascun corpo idrico e per ciascuna stazione di monitoraggio delle Reti Nitrati delle acque superficiali e sotterranee. E' stato pertanto predisposto e somministrato un questionario specifico in cui sono state raccolte oltre alle informazioni succitate, anche le varie esperienze Agenziali circa l'utilizzo generale del *test di Mann-Kendall* e, in subordine, del *Test di Pettitt* per la determinazione di *change point*, eventualmente indicativo di punti di inversione di tendenza. Il questionario mirava anche a raccogliere informazioni circa le eventuali esperienze agenziali con riferimento al tipo di software o di codici informatici utilizzati per l'analisi delle tendenze evolutive di concentrazioni di sostanze nelle acque superficiali e sotterranee e non necessariamente in maniera esclusiva per i nitrati.

### 1.3. ANALISI DELLE INVERSIONI DI TENDENZE DEI NITRATI AGRICOLI CON IL METODO DELLA STATISTICA NON PARAMETRICA (TEST DI PETTITT)

Come già visto, l'analisi delle inversioni di tendenza non viene affrontata in maniera approfondita nell'ambito della Direttiva Nitrati; inoltre, non è definito un approfondimento nella guida "Status and trends of aquatic environment and agricultural practice: Development guide for Member States' reports Nitrates' Directive 91/676/EEC". Nella guida stessa non viene trattata dal punto di vista statistico l'individuazione dei cambiamenti di tendenza, in particolare su estesa scala temporale. Nella guida si fa riferimento alle variazioni di tendenza solo in maniera implicita con il solito criterio dalla differenza tra le medie aritmetiche dei due quadrienni di monitoraggio consecutivi. Con un approccio statistico, invece, peraltro basato su scale temporali di ampia estensione è possibile individuare, se esiste nella serie storica, quello che si chiama *change-point* (punto di cambiamento) che costituisce un concetto importante nel campo dell'analisi delle serie temporali e si riferisce all'individuazione di un punto temporale in cui si verifica un cambiamento significativo nella distribuzione dei dati. È da precisare che questo fenomeno (presenza di *change-point*) può essere causato da diversi fattori come ad esempio cambiamenti nella tendenza, oscillazioni stagionali o effetti di eventi esterni, per cui una volta individuata l'esistenza di uno o più *change-point* nella serie storica, questi vanno ben compresi e classificati in base alla loro origine. Il *test* non parametrico di Pettitt è un metodo ampiamente utilizzato per affrontare il *change-point* nelle serie temporali senza necessità di dover fare assunzione alcuna sulla distribuzione specifica dei dati e si basa sul confronto delle somme cumulative dei dati prima e dopo un dato punto temporale. L'ipotesi nulla del *test* è che non ci sia alcun punto di cambiamento e si assuma la stessa distribuzione dei dati per l'intero periodo temporale. Per effettuare il *test*, vengono seguiti i seguenti passaggi:

1. Calcolo delle somme cumulative (S) dei dati iniziali fino al tempo t per ogni t nell'intervallo di osservazione;

2. Calcolo delle somme cumulative invertite (U) dei dati rimanenti a partire dal tempo  $t+1$ ;
3. Calcolo della statistica di prova (Z) data da  $Z = \max(S) + \max(U)$ ;
4. Calcolo del valore critico di Pettitt (U) utilizzando le tavole di distribuzione.

Per quanto riguarda l'interpretazione del *test* è da tenere presente che l'ipotesi nulla viene rifiutata se il valore calcolato della statistica di prova è maggiore del valore critico. Ciò indica la presenza di un change-point nella serie storica. Se il valore calcolato è inferiore o uguale al valore critico, l'ipotesi nulla viene accettata, indicando che non vi è evidenza sufficiente per supportare l'esistenza di un change-point.

Per quanto riguarda i vantaggi e le limitazioni del *test di Pettitt* c'è da dire che una delle principali caratteristiche del *test* è la sua non parametricità, che lo rende robusto, come già anticipato, rispetto a distribuzioni non normali dei dati. Inoltre, il *test* non richiede supposizioni sulla struttura del processo stocastico sottostante, rendendolo flessibile ed applicabile in diverse situazioni. Tuttavia, il *test di Pettitt* può essere sensibile alle serie storiche di lunghezza limitata e può non essere in grado di rilevare change-point in presenza di trend o componenti stagionali.

La sua flessibilità e robustezza lo rendono uno dei metodi più utilizzati nel campo dell'analisi delle serie storiche. Tuttavia, è importante considerare le limitazioni del *test di Pettitt*, come la sensibilità alle serie di dati di breve lunghezza e la sua incapacità di rilevare alcuni modelli di cambiamento nei dati. Per tutti questi motivi di utilità del *test di Pettitt* si ritiene di fondamentale importanza utilizzarlo in via sperimentale per l'individuazione di inversioni di tendenze evolutive delle concentrazioni di nitrati di origine agricola con applicazione a casi presentati dalle Agenzie presenti sul territorio nazionale. Un importante approfondimento applicativo del *test di Pettitt* è rappresentato dalla LGM ISPRA – SNPA n. 161 / 2017 con riferimento alle acque sotterranee in ottemperanza al DM 6 Luglio 2016, a cui si rimanda.

## CAPITOLO 2: MODALITA' OPERATIVA

È stato predisposto un questionario in formato Excel (Allegato 1 "RR TEM 09\_02\_QUESTIONARIO") al fine di effettuare una ricognizione come base conoscitiva dei dati disponibili circa le numerosità delle stazioni di monitoraggio su cui è possibile applicare il *test di Mann-Kendall* e il *test di Pettitt*. Il riferimento per le estensioni delle serie temporali del monitoraggio secondo la consistenza dei dati riportata nella LGM ISPRA – SNPA n. 161 / 2017 secondo il seguente schema:

Figura 2.1: Consistenza dei dati per il TEST di MANN-KENDALL:

| Frequenza di monitoraggio | Numero minimo di anni | Numero massimo di anni | Numero minimo di misure |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Annuale                   | 8                     | 15                     | 8                       |

Figura 2.2: Consistenza dei dati per il Test di Pettitt

| Frequenza di monitoraggio | Numero minimo di anni | Numero massimo di anni | Numero minimo di misure |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Annuale                   | 14                    | 30                     | 14                      |

Il questionario mirava inoltre a rilevare l'esperienza delle Agenzie circa l'utilizzo, in generale, dei metodi statistici non parametrici: *test di Mann-Kendall* e *test di Pettitt*.

Per le seguenti tipologie di acque superficiali e sotterranee su cui sono potenzialmente applicabili il *test di Mann-Kendall* e *test di Pettitt*:

| TIPOLOGIE DI ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE<br>PER L'APPLICAZIONE DEL TEST DI MANN KENDALL e TEST DI PETTITT |
|--|
| ACQUE SOTTERRANEE  |
| ACQUE FLUVIALI   |
| ACQUE DI TRANSIZIONE   |
| ACQUE DI LAGHI E INVASI  |
| ACQUE MARINO COSTIERE  |

sono riportate le seguenti tabelle di sintesi per ciascuna Agenzia con riferimento al numero di stazioni di monitoraggio dei nitrati (nelle tabelle l'asterisco è usato per una delle seguenti condizioni: non disponibilità del dato, assenza di stazione, assenza di rete, assenza di corpo idrico, informazione non comunicata ai fini del report).

Tabella 2.1: Potenziale di applicabilità del test Mann - Kendall / numero stazioni (periodo di monitoraggio 2016-2023).

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST MANN - KENDALL / NUMERO STAZIONI |                     |                           | NON APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  | APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  |
|---|---------------------|---------------------------|---|---|
|   |                     |                           | PERIODO 2023 - 2016   | PERIODO 2023 - 2016   |
|   |                     |                           | monitoraggio ultimi 2 quadrienni  | monitoraggio ultimi 2 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA         | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO < 8 | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO = 8 |
| 1   | ARPA ABRUZZO        | ACQUE SOTTERRANEE         | 306/387   | 81/387  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 55/125  | 70/125  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/0   | 0/0   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 6/7   | 1/7   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/7   | 7/7   |
| 2   | ARPA CAMPANIA       | ACQUE SOTTERRANEE         | 176/287   | 111/287   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 9/94  | 85/94   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/12  | 12/12   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 4/14  | 8/14  |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 7/23  | 1/7   |
| 3   | ARPA EMILIA-ROMAGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 621/621   | 0/621   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 15/77   | 62/77   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/16  | 16/16   |
| 4   | ARPA LAZIO          | ACQUE SOTTERRANEE         | 247/308   | 60/307  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 139/158   | 19/158  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 13/24   | 11/24   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 4/6   | 2/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 5/16  | 11/16   |
| 5   | ARPA LIGURIA        | ACQUE SOTTERRANEE         | 2/54  | 52/54   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 11/13   | 2/13  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 6   | ARPA LOMBARDIA      | ACQUE SOTTERRANEE         | 200/250   | 50/250  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 60/224  | 164/224   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 7   | ARPA MARCHE         | ACQUE SOTTERRANEE         | 100/100   | 0/100   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 68/68   | 0/68  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST MANN - KENDALL / NUMERO STAZIONI |               |                           | NON APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  | APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  |
|---|---------------|---------------------------|---|---|
|   |               |                           | PERIODO 2023 - 2016<br>monitoraggio ultimi 2 quadrienni                                     | PERIODO 2023 - 2016<br>monitoraggio ultimi 2 quadrienni                                     |
| PROG.   | ARPA / APPA   | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO < 8 | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO = 8 |
| 8   | ARPA PIEMONTE | ACQUE SOTTERRANEE         | 32/315  | 283/315   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 31/113  | 82/113  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/2   | 2/2   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 9   | ARPA PUGLIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 308/308   | 0/308   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 2/38  | 36/38   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/15  | 15/15   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/6   | 6/6   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 18/84   | 66/84   |
| 10  | ARPA SARDEGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 467/638   | 171/638   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 142/142   | 0/142   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 115/115   | 0/115   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 23/23   | 0/23  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 43/43   | 0/43  |
| 11  | ARPA TOSCANA  | ACQUE SOTTERRANEE         | 396/433   | 37/433  |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 248/302   | 54/302  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 11/11   | 0/11  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 21/37   | 16/37   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 12  | APPA TRENTO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 31/47   | 16/47   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 226/279   | 53/279  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 3/10  | 7/10  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 13  | ARPA UMBRIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 71/234  | 163/234   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 35/81   | 46/81   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/9   | 8/9   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 14  | ARPA VENETO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 200/299   | 99/299  |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 28/172  | 144/172   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/29  | 29/29   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/56  | 55/56   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/13  | 13/13   |

Tabella 2.2: Potenziale di applicabilità del *test* Mann - Kendall / numero stazioni (periodo di monitoraggio 2012-2023).

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST MANN - KENDALL / NUMERO STAZIONI |                     |                           | NON APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  | APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  |
|---|---------------------|---------------------------|---|---|
|   |                     |                           | PERIODO 2023 - 2012   | PERIODO 2023 - 2012   |
|   |                     |                           | monitoraggio ultimi 3 quadrienni  | monitoraggio ultimi 3 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA         | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO < 8 | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO ≥ 8 |
| 1   | ARPA ABRUZZO        | ACQUE SOTTERRANEE         | 233/423   | 190/423   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 17/141  | 124/141   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/0   | 0/0   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/4   | 2/4   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/7   | 7/7   |
| 2   | ARPA CAMPANIA       | ACQUE SOTTERRANEE         | 157/322   | 165/322   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 109/195   | 86/195  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 36/48   | 12/48   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 18/28   | 8/28  |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 8/13  | 1/13  |
| 3   | ARPA EMILIA-ROMAGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 273/670   | 397/670   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 5/77  | 72/77   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 15/15   | 0/15  |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 5/5   | 0/5   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/16  | 16/16   |
| 4   | ARPA LAZIO          | ACQUE SOTTERRANEE         | 209/309   | 100/309   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 71/158  | 87/158  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 7/24  | 17/24   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 3/6   | 3/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 4/16  | 12/16   |
| 5   | ARPA LIGURIA        | ACQUE SOTTERRANEE         | 2/54  | 52/54   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 5/13  | 8/13  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 6   | ARPA LOMBARDIA      | ACQUE SOTTERRANEE         | 7/250   | 243/250   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 27/224  | 197/224   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 7   | ARPA MARCHE         | ACQUE SOTTERRANEE         | 10/100  | 90/100  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 7/68  | 61/68   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST MANN - KENDALL / NUMERO STAZIONI |               |                           | NON APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  | APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  |
|---|---------------|---------------------------|---|---|
|   |               |                           | PERIODO 2023 - 2012   | PERIODO 2023 - 2012   |
|   |               |                           | monitoraggio ultimi 3 quadrienni  | monitoraggio ultimi 3 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA   | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO < 8 | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO ≥ 8 |
| 8   | ARPA PIEMONTE | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/315   | 315/315   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 20/113  | 93/113  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/2   | 2/2   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 9   | ARPA PUGLIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 308/308   | 0/308   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 2/38  | 36/38   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/15  | 15/15   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/6   | 6/6   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/84  | 84/84   |
| 10  | ARPA SARDEGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 405/638   | 233/638   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 39/142  | 103/142   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 99/115  | 16/115  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/23  | 23/23   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 14/43   | 29/43   |
| 11  | ARPA TOSCANA  | ACQUE SOTTERRANEE         | 270/451   | 181/451   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 210/325   | 115/325   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 10/11   | 1/11  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 14/42   | 28/42   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 12  | APPA TRENTO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 20/50   | 30/50   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 252/336   | 84/336  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 4/12  | 8/12  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 13  | ARPA UMBRIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 62/247  | 185/247   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 38/88   | 50/88   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/10  | 9/10  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 14  | ARPA VENETO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 36/299  | 263/299   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 58/172  | 114/172   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/29  | 29/29   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/56  | 55/56   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/13  | 13/13   |

Tabella 2.3: Potenziale di applicabilità del test Mann - Kendall / numero stazioni (periodo di monitoraggio 2008-2023).

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST MANN - KENDALL / NUMERO STAZIONI |                     |                           | NON APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  | APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  |
|---|---------------------|---------------------------|---|---|
|   |                     |                           | PERIODO 2023 - 2008   | PERIODO 2023 - 2008   |
|   |                     |                           | monitoraggio ultimi 4 quadrienni  | monitoraggio ultimi 4 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA         | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO < 8 | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO COMPRESI TRA $8 \leq X \leq 15$ |
| 1   | ARPA ABRUZZO        | ACQUE SOTTERRANEE         | 265/556   | 286/556   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 62/188  | 94/188  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/0   | 0/0   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 3/6   | 3/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/7   | 7/7   |
| 2   | ARPA CAMPANIA       | ACQUE SOTTERRANEE         | 137/336   | 199/336   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 109/201   | 72/201  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 36/48   | 12/48   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 18/28   | 8/28  |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 8/13  | 5/13  |
| 3   | ARPA EMILIA-ROMAGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 262/699   | 437/699   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 2/65  | 63/65   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 5/16  | 11/16   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/5   | 3/5   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/16  | 16/16   |
| 4   | ARPA LAZIO          | ACQUE SOTTERRANEE         | 206/309   | 103/309   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 96/158  | 65/158  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 3/24  | 21/24   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/6   | 5/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 4/16  | 12/16   |
| 5   | ARPA LIGURIA        | ACQUE SOTTERRANEE         | 2/54  | 52/54   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 4/13  | 8/13  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 6   | ARPA LOMBARDIA      | ACQUE SOTTERRANEE         | 6/250   | 217/250   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 8/224   | 112/224   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 7   | ARPA MARCHE         | ACQUE SOTTERRANEE         | 5/100   | 95/100  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 5/68  | 63/68   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST MANN - KENDALL / NUMERO STAZIONI |               |                           | NON APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  | APPLICABILITA' DEL METODO MANN - KENDALL  |
|---|---------------|---------------------------|---|---|
|   |               |                           | PERIODO 2023 - 2008   | PERIODO 2023 - 2008   |
|   |               |                           | monitoraggio ultimi 4 quadrienni  | monitoraggio ultimi 4 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA   | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO < 8 | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO COMPRESI TRA $8 \leq X \leq 15$ |
| 8   | ARPA PIEMONTE | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/315   | 315/315   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 4/113   | 42/113  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/2   | 2/2   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 9   | ARPA PUGLIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 160/308   | 148/308   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 2/38  | 36/38   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/15  | 15/15   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/6   | 6/6   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/84  | 84/84   |
| 10  | ARPA SARDEGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 366/638   | 229/638   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 30/142  | 112/142   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 56/115  | 59/115  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/23  | 23/23   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 9/43  | 34/43   |
| 11  | ARPA TOSCANA  | ACQUE SOTTERRANEE         | 217/498   | 281/498   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 261/436   | 175/436   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 5/11  | 6/11  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 12/46   | 34/46   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 217/498   | 281/498   |
| 12  | APPA TRENTO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 29/60   | 31/60   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 254/341   | 87/341  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 5/13  | 8/13  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 13  | ARPA UMBRIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 216/407   | 191/407   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 30/91   | 61/91   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/11  | 9/11  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   | *   |
| 14  | ARPA VENETO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 35/299  | 264/299   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 2/172   | 170/172   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/29  | 29/29   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/56  | 55/55   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/13  | 13/13   |

Tabella 2.4: Potenziale di applicabilità del test di Pettitt / numero stazioni (periodo di monitoraggio 2008-2023).

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST DI PETTITT / NUMERO STAZIONI |                     |                           | APPLICABILITA' DEL TEST DI PETTITT  |
|---|---------------------|---------------------------|---|
|   |                     |                           | PERIODO 2023 - 2008   |
|   |                     |                           | monitoraggio ultimi 4 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA         | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO $\geq 14$ |
| 1   | ARPA ABRUZZO        | ACQUE SOTTERRANEE         | 72/556  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 86/188  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/0   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 7/7   |
| 2   | ARPA CAMPANIA       | ACQUE SOTTERRANEE         | 68/336  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 35/201  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/48  |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/28  |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/13  |
| 3   | ARPA EMILIA-ROMAGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 298/699   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 46/65   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/16  |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/5   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 15/16   |
| 4   | ARPA LAZIO          | ACQUE SOTTERRANEE         | 70/309  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 37/158  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 12/24   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 11/16   |
| 5   | ARPA LIGURIA        | ACQUE SOTTERRANEE         | 38/54   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 2/13  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 6   | ARPA LOMBARDIA      | ACQUE SOTTERRANEE         | 143/250   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 163/224   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 7   | ARPA MARCHE         | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/100   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 0/68  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
|   |                     | ACQUE SOTTERRANEE         | 314/315   |

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST DI PETTITT / NUMERO STAZIONI |               |                           | APPLICABILITA' DEL TEST DI PETTITT  |
|---|---------------|---------------------------|---|
|   |               |                           | PERIODO 2023 - 2008   |
|   |               |                           | monitoraggio ultimi 4 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA   | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO $\geq 14$ |
| 8   | ARPA PIEMONTE | ACQUE FLUVIALI            | 85/113  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/2   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 9   | ARPA PUGLIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/308   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 0/38  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/15  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/6   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/84  |
| 10  | ARPA SARDEGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 43/638  |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 10/142  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/115   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/23  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/43  |
| 11  | ARPA TOSCANA  | ACQUE SOTTERRANEE         | 100   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 400/498   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 70/436  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/11  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 21/46   |
| 12  | APPA TRENTO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 25/60   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 30/341  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 5/13  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 13  | ARPA UMBRIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 118/407   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 36/91   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 9/11  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 14  | ARPA VENETO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 185/299   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 124/172   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 27/29   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 26/56   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 13/13   |

Tabella 2.5: Potenziale di applicabilità del test di Pettitt / numero stazioni (periodo di monitoraggio 2004-2023).

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST PETTITT / NUMERO STAZIONI |                     |                           | APPLICABILITA' DEL TEST DI PETTITT  |
|--|---------------------|---------------------------|---|
|  |                     |                           | PERIODO 2023 - 2004   |
|  |                     |                           | monitoraggio ultimi 5 quadrienni  |
| PROG.  | ARPA / APPA         | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO $\geq 14$ |
| 1  | ARPA ABRUZZO        | ACQUE SOTTERRANEE         | 72/556  |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | 86/188  |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/6   |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 7/7   |
| 2  | ARPA CAMPANIA       | ACQUE SOTTERRANEE         | 108/345   |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | 36/209  |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/48  |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/28  |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/13  |
| 3  | ARPA EMILIA-ROMAGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 333/737   |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | *   |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/16  |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/5   |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 15/16   |
| 4  | ARPA LAZIO          | ACQUE SOTTERRANEE         | 103/309   |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | 51/158  |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 14/24   |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 4/6   |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 12/16   |
| 5  | ARPA LIGURIA        | ACQUE SOTTERRANEE         | 38/54   |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | 2/13  |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 6  | ARPA LOMBARDIA      | ACQUE SOTTERRANEE         | *   |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | *   |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 7  | ARPA MARCHE         | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/100   |
|  |                     | ACQUE FLUVIALI            | 39/68   |
|  |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|  |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
|  |                     | ACQUE SOTTERRANEE         | 315/315   |

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST PETTITT / NUMERO STAZIONI |               |                           | APPLICABILITA' DEL TEST DI PETTITT  |
|--|---------------|---------------------------|---|
|  |               |                           | PERIODO 2023 - 2004   |
|  |               |                           | monitoraggio ultimi 5 quadrienni  |
| PROG.  | ARPA / APPA   | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO $\geq 14$ |
| 8  | ARPA PIEMONTE | ACQUE FLUVIALI            | 98/113  |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/2   |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 9  | ARPA PUGLIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/308   |
|  |               | ACQUE FLUVIALI            | 0/38  |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/15  |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/6   |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/84  |
| 10   | ARPA SARDEGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 43/638  |
|  |               | ACQUE FLUVIALI            | 10/42   |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 11   | ARPA TOSCANA  | ACQUE SOTTERRANEE         | 198/542   |
|  |               | ACQUE FLUVIALI            | 104/449   |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 2/11  |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 25/56   |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 198/542   |
| 12   | APPA TRENTO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 26/61   |
|  |               | ACQUE FLUVIALI            | 39/360  |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 5/14  |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 13   | ARPA UMBRIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 126/415   |
|  |               | ACQUE FLUVIALI            | 37/102  |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 9/13  |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 14   | ARPA VENETO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 187/299   |
|  |               | ACQUE FLUVIALI            | 135/172   |
|  |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 27/29   |
|  |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 26/56   |
|  |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 13/13   |

Tabella 2.6: Potenziale di applicabilità del *Test Pettitt* / numero stazioni (periodo di monitoraggio 2000-2023).

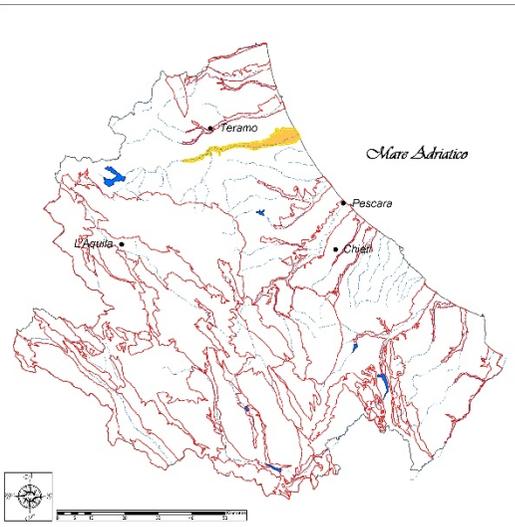
| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST DI PETTITT / NUMERO STAZIONI |                     |                           | APPLICABILITA' DEL TEST DI PETTITT  |
|---|---------------------|---------------------------|---|
|   |                     |                           | PERIODO 2023 - 2000   |
|   |                     |                           | monitoraggio ultimi 6 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA         | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO $\geq 14$ |
| 1   | ARPA ABRUZZO        | ACQUE SOTTERRANEE         | 72/556  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 86/188  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 1/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 7/7   |
| 2   | ARPA CAMPANIA       | ACQUE SOTTERRANEE         | 113/346   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 46/210  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/48  |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/28  |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/13  |
| 3   | ARPA EMILIA-ROMAGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | 358/832   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | *   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/16  |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/5   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 15/16   |
| 4   | ARPA LAZIO          | ACQUE SOTTERRANEE         | 103/309   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 51/158  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | 18/24   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 6/6   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 12/16   |
| 5   | ARPA LIGURIA        | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/54  |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 0/13  |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 6   | ARPA LOMBARDIA      | ACQUE SOTTERRANEE         | *   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | *   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 7   | ARPA MARCHE         | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/100   |
|   |                     | ACQUE FLUVIALI            | 39/68   |
|   |                     | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |                     | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |                     | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
|   |                     | ACQUE SOTTERRANEE         | 315/315   |

| POTENZIALE APPLICABILITA' TEST DI PETTITT / NUMERO STAZIONI |               |                           | APPLICABILITA' DEL TEST DI PETTITT  |
|---|---------------|---------------------------|---|
|   |               |                           | PERIODO 2023 - 2000   |
|   |               |                           | monitoraggio ultimi 6 quadrienni  |
| PROG.   | ARPA / APPA   | TIPOLOGIA DI RETE NITRATI | NUMERO DI STAZIONI (su totale stazioni del periodo) CON NUMERO DI ANNI DI CAMPIONAMENTO $\geq 14$ |
| 8   | ARPA PIEMONTE | ACQUE FLUVIALI            | 105/113   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 2/2   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 9   | ARPA PUGLIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 0/308   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 0/38  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 0/15  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 0/6   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 0/84  |
| 10  | ARPA SARDEGNA | ACQUE SOTTERRANEE         | *   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | *   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | *   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 11  | ARPA TOSCANA  | ACQUE SOTTERRANEE         | 216/552   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 116/449   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 4/11  |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 27/56   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 216/552   |
| 12  | APPA TRENTO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 26/61   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 39/360  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 5/14  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 13  | ARPA UMBRIA   | ACQUE SOTTERRANEE         | 133/415   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 38/103  |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | *   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 9/13  |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | *   |
| 14  | ARPA VENETO   | ACQUE SOTTERRANEE         | 187/299   |
|   |               | ACQUE FLUVIALI            | 135/172   |
|   |               | ACQUE MARINO COSTIERE     | 27/29   |
|   |               | ACQUE DI TRANSIZIONE      | 26/56   |
|   |               | ACQUE DI LAGHI E INVASI   | 13/13   |

## CAPITOLO 3: CASI STUDIO AGENZIALI

### 3.1. ABRUZZO

#### ARPA ABRUZZO

| Corpo Idrico Sottterraneo:   | PIANA DEL VOMANO                  |                |             |               |
|--|-----------------------------------|----------------|-------------|---------------|
|  | AREA                              | 68 Km2         |             |               |
|  | QUOTA                             | max: n.d.      | media: n.d. | Min: n.d.     |
|  | POPOLAZIONE                       | Abitanti: n.d. |             | Densità: n.d. |
|  | <b>Uso prevalente del Suolo</b>   |                |             |               |
|  | - Aree Agricole                   | n.d.           |             | n.d.          |
|  | - Aree Urbane                     | n.d.           |             | n.d.          |
|  | - Boschi e Arbusteti              | n.d.           |             | n.d.          |
|  | - Ambienti Umidi                  | n.d.           |             | n.d.          |
|  | - ZVNA                            | SI: X          | NO:         | IN PARTE:     |
|  | <b>Uso prevalente delle Acque</b> |                |             |               |
|  | Consumo Umano                     |                |             |               |
|  | Irriguo                           | X              |             |               |
| Industriale  | X                                 |                |             |               |
| Termominerale  |                                   |                |             |               |
| Tutela ecosistemi  | X                                 |                |             |               |

**DESCRIZIONE**

L'acquifero è costituito da depositi alluvionali di fondo valle con uno spessore massimo di 30 m. Indagini svolte alla fine degli anni '70 hanno evidenziato un drenaggio dalla falda verso il fiume nel tratto mediano della vallata ed una inversione dei rapporti nella parte terminale del tronco vallivo, dove si individua una fascia di drenaggio preferenziale che si sviluppa in destra orografica coincidente con un paleoalveo. Negli ultimi anni si osservano locali fenomeni di ingressione marina.

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA PER IL CORPO IDRICO SOTTERRANEO DELLA PIANA DEL VOMANO (REGIONE ABRUZZO) |                     |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI   |                     |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| GWB: PIANA DEL VOMANO   |                     | '00  | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08   | '09   | '10    | '11    | '12    | '13    | '14    | '15   | '16   | '17   | '18   | '19   | '20   | '21   | '22   | '23   |
| Stazioni  | Slope<br>mg/L<br>*y | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |     |     |     |     |     |     |     |       |       |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   |                     | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |     |     |     |     |     |     |     |       |       |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   |                     | MEDIA  |     |     |     |     |     |     |     |       |       |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO7P  | 0,47                |  |     |     |     |     |     |     |     | 32    | 29    | 11     | 20     | 21,75  | 29,25  | 23,50  | 20,00 | 17,67 | 22,10 | -     | -     | 23,10 |       |       |       |
| IT13VO9P  | -3                  |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 50     | 57     | 53,00  | 59,25  | 52,75  | 52,50 | 41,67 | 43,97 | 38,90 | 28,65 | 22,00 |       |       |       |
| IT13VO12P   | -3,12               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 60,00  | 23,00  | 43,50  | 52,00  | 27,80  | 44,50 | 44,65 | 38,25 | 40,60 | 61,50 | 39,10 | 29,50 | 13,75 | 18,25 |
| IT13VO13P   | -3,73               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 66,00  | 57,00  | 52,75  | 71,00  | 40,40  | 60,00 | 44,23 | 38,75 | 23,40 | 28,00 | 31,50 | -     | -     | -     |
| IT13VO15P   | -10,3               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 113,00 | 127,00 | 91,60  | 101,00 | 123,67 | 86,25 | 77,53 | 38,80 | 65,17 | 30,90 |       |       |       |       |
| IT13VO16P   | -2                  |  |     |     |     |     |     |     |     | 17,00 | 79,00 | 51,00  | 41,00  | 51,25  | 41,00  | 36,50  | 28,67 | 29,67 | 31,27 | 25,00 | 31,60 | 34,70 |       |       |       |
| IT13VO17P   | 0                   |  |     |     |     |     |     |     |     | 25,00 | 17,00 | 26,00  | 14,00  | 33,75  | 40,25  | 32,50  | 38,75 | 32,00 | 25,00 | 27,00 | 33,93 | 28,96 |       |       |       |
| IT13VO18P   | -1,71               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 102,15 | 115,97 | 98     | 97,33  | 111,00 | -     | -     | -     | -     | -     | 88,30 |       |       |       |
| IT13VO19P   | 0                   |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 38,20  | 36,35  | 27,25  | 24,67  | 37,75  | 38,75 | 32,93 | 35,23 | 36,50 | 40,50 | 17,80 |       |       |       |
| IT13VO20P   | 0                   |  |     |     |     |     |     |     |     | 44    | 40    | 36     | 35     | 22,00  | 28,75  | 30,75  | 30,50 | 30,20 | 26,23 | 61,20 |       |       |       |       |       |
| IT13VO23P   | -1,75               |  |     |     |     |     |     |     |     | 42    | 43    | 37     | 41     | 36,25  | 33,00  | 35,00  | 36,25 | 32,75 | 29,83 | 25,40 | 23,53 | 23,40 |       |       |       |
| IT13VO24P   | -3,08               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 106    | 75     | 85,67  | 56,50  | 67,50  | 90,50 | -     | -     | -     | -     | 49,00 |       |       |       |
| IT13VO25P   | -6,11               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 87,40  | 94,33  | 106,00 | 68,33  | 100,00 | 90,75 | 50,00 | 92,00 | 49,00 | 34,13 | 46,00 |       |       |       |
| IT13VO26P   | -6,13               |  |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 77     | 90     | 67,00  | 58,17  | 85,33  | 42,50 | 39,55 | 27,67 | 48,25 | 20,93 |       |       |       |       |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

|  |       |       |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IT13VO27P  | 0     |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 70   | 64   | 82,00 | 82,00 | 83,00 | 67,00 | 39,00 | 68,70 | 43,10 | 54,70 | 40,07 |       |       |       |
| IT13VO29P  | -2,08 |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 42   | 41   | 39,25 | 40,50 | 32,60 | 44,00 | 37,50 | 19,85 | 34,00 | 22,03 | -     | 20,10 | 17,70 |       |
| IT13VO36P  | -3,82 |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 73   | 77   | 58,00 | 72,00 | 71,00 | 61,00 | 49,75 | 65,20 | 29,80 | 14,50 | 20,10 | 17,70 |       |       |
| IT13VO41P  | 0     |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 0,70 | 0,75 | 0,90  | 0,83  | 2,00  | 1,00  | 1,35  | 1,10  | 0,50  | 7,47  | 0,80  |       |       |       |
| IT13VO42P  | 0     |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 24   | 3    | 65,60 | 66,33 | 89,60 | 60,00 | 25,58 | 71,25 | 28,00 | 26,85 | 42,75 |       |       |       |
| IT13VO50P  | -2,18 |       |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       | 25,00 | -     | -     | 0,50  | 16,30 | 12,05 | 11,67 | 6,20  |       |
| IT13VO55P  | -2,74 |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 54   | 53   | 54    | 56    | 45,50 | 49,00 | 38,68 | 32,80 | 35,00 | 0,50  |       |       |       |       |
| IT13VO78P  | 0     |       |  |  |  |  |  |  |  |  | 50   | 81   | 76,00 | 76,67 | 87,60 | 79,75 | 61,33 | 62,15 | 69,00 | 73,50 | 67,40 | 91,70 | 84,63 | 69,85 |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall |       |       |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO7P   | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO9P   | 0     | -5,88 |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |       |
| IT13VO12P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO13P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO15P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO16P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO17P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO18P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO19P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO20P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO23P  | -1,17 | -2,32 |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO24P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO25P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO26P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO27P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO29P  | -1,26 | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | c.p.  |       |       |
| IT13VO36P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO41P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO42P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO50P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| IT13VO55P  | 0     | 0     |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | inv.  |       |       |
| IT13VO78P  | NA    | NA    |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| GWB:<br>STAZIONI DI<br>MONITORAGGIO | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|---|
|                                     | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |
| IT13VO7P                            |  | 28,58  | 22,90  | 23,63  | 19,88  | 23,10   |
| IT13VO9P                            |  | 53,10  | 53,55  | 54,38  | 39,23  | 22,00   |
| IT13VO12P                           |  | 33,87  | 41,25  | 39,42  | 45,93  | 52,15   |
| IT13VO13P                           |  | 45,00  | 61,45  | 54,13  | 34,05  | 31,50   |
| IT13VO15P                           |  | 125,57   | 119,67   | 102,41   | 58,64  | -   |
| IT13VO16P                           |  | 69,45  | 46,97  | 40,07  | 30,26  | 34,70   |
| IT13VO17P                           |  | 18,13  | 20,34  | 36,31  | 29,71  | 28,96   |
| IT13VO18P                           |  | 118,74   | 109,06   | 106,61   | -  | 88,30   |
| IT13VO19P                           |  | 65,63  | 37,59  | 32,60  | 35,58  | 17,80   |
| IT13VO20P                           |  | 36,42  | 38,64  | 28,00  | 35,77  | -   |
| IT13VO23P                           |  | 46,84  | 40,66  | 35,43  | 28,49  | 23,40   |
| IT13VO24P                           |  | 89,00  | 90,50  | 75,04  | -  | 49,00   |
| IT13VO25P                           |  | 98,77  | 94,33  | 93,50  | 49,16  | 46,00   |
| IT13VO26P                           |  | 99,85  | 83,40  | 62,79  | 33,38  | -   |
| IT13VO27P                           |  | 108,44   | 67,05  | 79,06  | 51,07  | 40,07   |
| IT13VO29P                           |  | 26,61  | 41,33  | 38,47  | 28,98  | 18,90   |
| IT13VO36P                           |  | -  | 75,29  | 65,36  | 44,83  | 38,51   |
| IT13VO41P                           |  | -  | 0,85   | 1,15   | 2,87   | 0,80  |
| IT13VO42P                           |  | -  | 13,71  | 65,60  | 35,45  | 42,75   |
| IT13VO50P                           |  | -  | -  | -  | 12,75  | 11,55   |
| IT13VO55P                           |  | -  | 53,40  | 51,13  | 32,07  | -   |
| IT13VO78P                           |  | -  | 65,57  | 81,73  | 65,07  | 78,40   |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| GWB:<br>STAZIONI DI<br>MONITORAGGIO | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) - m(1996-1999) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) - m(2000-2003) | ND_TREND VALUE*<br>m(2008-2011) - m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) - m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2016-2019) |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| IT13VO7P                            | N.D.   | N.D.   | -5,68  | 0,73   | -3,74  | 3,22   |
| IT13VO9P                            | N.D.   | N.D.   | 0,45   | 0,83   | -15,14   | -17,23   |
| IT13VO12P                           | N.D.   | N.D.   | 7,38   | -1,83  | 6,51   | -20,78   |
| IT13VO13P                           | N.D.   | N.D.   | 16,45  | -7,32  | -20,08   | -2,55  |
| IT13VO15P                           | N.D.   | N.D.   | -5,90  | -17,26   | -43,77   | N.D.   |
| IT13VO16P                           | N.D.   | N.D.   | -22,48   | -6,90  | -9,81  | 4,44   |
| IT13VO17P                           | N.D.   | N.D.   | 2,21   | 15,97  | -6,60  | -0,75  |
| IT13VO18P                           | N.D.   | N.D.   | -9,68  | -2,45  | N.D.   | N.D.   |
| IT13VO19P                           | N.D.   | N.D.   | -28,04   | -4,99  | 2,98   | -17,78   |
| IT13VO20P                           | N.D.   | N.D.   | 2,22   | -10,64   | 7,77   | N.D.   |
| IT13VO23P                           | N.D.   | N.D.   | -6,18  | -5,23  | -6,94  | -5,09  |
| IT13VO24P                           | N.D.   | N.D.   | 1,50   | -15,46   | N.D.   | N.D.   |
| IT13VO25P                           | N.D.   | N.D.   | -4,44  | -0,83  | -44,34   | -3,16  |
| IT13VO26P                           | N.D.   | N.D.   | -16,45   | -20,61   | -29,42   | N.D.   |
| IT13VO27P                           | N.D.   | N.D.   | -41,39   | 12,01  | -27,99   | -11,00   |
| IT13VO29P                           | N.D.   | N.D.   | 14,72  | -2,86  | -9,49  | -10,08   |
| IT13VO36P                           | N.D.   | N.D.   | N.D.   | -9,93  | -20,53   | -6,33  |
| IT13VO41P                           | N.D.   | N.D.   | N.D.   | 0,30   | 1,72   | -2,07  |
| IT13VO42P                           | N.D.   | N.D.   | N.D.   | 51,89  | -30,15   | 7,30   |
| IT13VO50P                           | N.D.   | N.D.   | N.D.   | N.D.   | N.D.   | -1,20  |
| IT13VO55P                           | N.D.   | N.D.   | N.D.   | -2,28  | -19,06   | N.D.   |
| IT13VO78P                           | N.D.   | N.D.   | N.D.   | 16,16  | -16,66   | 13,33  |

| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |        |  |  |
|---|--------|--|--|
| IT13VO7P  | 0,20   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | 0,20   |
| IT13VO9P  | -31,55 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -31,55   |
| IT13VO12P   | -16,10 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -16,10   |
| IT13VO13P   | -29,95 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -29,95   |
| IT13VO15P   | -61,03 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -61,03   |
| IT13VO16P   | -12,27 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -12,27   |
| IT13VO17P   | 8,62   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | 8,62   |
| IT13VO18P   | -20,76 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -20,76   |
| IT13VO19P   | -19,79 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -19,79   |
| IT13VO20P   | -2,88  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -2,88  |
| IT13VO23P   | -17,26 |  | ND TREND VALUE<br>m(2020-2023) - m(2008-2011)  |
|   |        |  | -17,26   |
| IT13VO24P   | -41,50 |  | ND TREND VALUE<br>m(2020-2023) - m(2008-2011)  |
|   |        |  | -41,50   |
| IT13VO25P   | -48,33 |  | ND TREND VALUE<br>m(2020-2023) - m(2008-2011)  |
|   |        |  | -48,33   |
| IT13VO26P   | -50,03 |  | m(2016-2019) - m(2008-2011)                    |
|   |        |  | -50,03   |
| IT13VO27P   | -26,98 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2008-2011) |
|   |        |  | -26,98   |
| IT13VO29P   | -22,43 |  | ND TREND VALUE<br>m(2020-2023) - m(2008-2011)  |
|   |        |  |  |

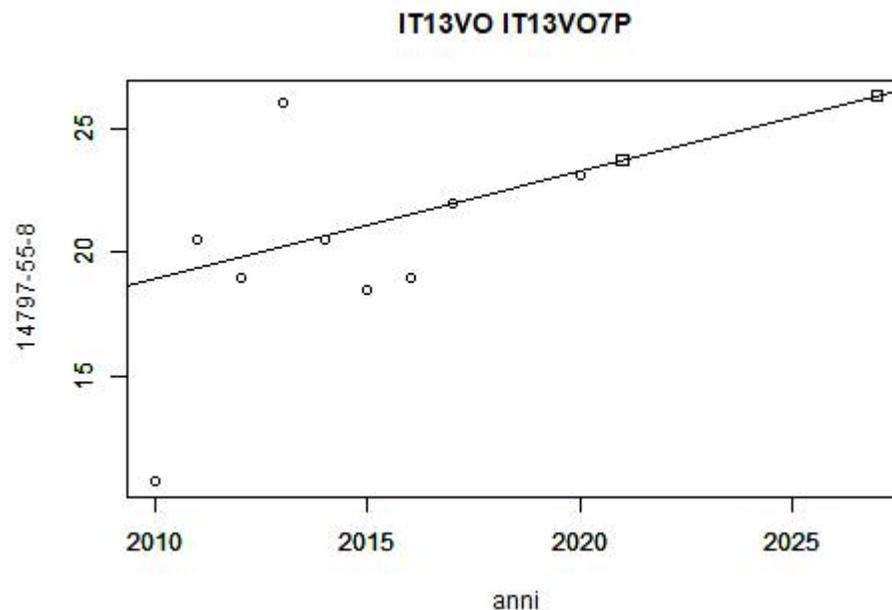


PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) PER IL CORPO IDRICO SOTTERRANEO DELLA PIANA DEL VOMANO (REGIONE ABRUZZO) |      |      |      |      |      |      |      |      |        |        |        |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| IT13VO20P  |      |      |      |      |      |      |      |      | 2,22   | -10,64 | 7,77   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO23P  |      |      |      |      |      |      |      |      | -6,18  | -5,23  | -6,94  | -5,09  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO24P  |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,50   | -15,46 |        |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO25P  |      |      |      |      |      |      |      |      | -4,44  | -0,83  | -44,34 | -3,16  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO26P  |      |      |      |      |      |      |      |      | -16,45 | -20,61 | -29,42 |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO27P  |      |      |      |      |      |      |      |      | -41,39 | 12,01  | -27,99 | -11,00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO29P  |      |      |      |      |      |      |      |      | 14,72  | -2,86  | -9,49  | -10,08 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO36P  |      |      |      |      |      |      |      |      |        | -9,93  | -20,53 | -6,33  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO41P  |      |      |      |      |      |      |      |      |        | 0,30   | 1,72   | -2,07  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO42P  |      |      |      |      |      |      |      |      |        | 51,89  | -30,15 | 7,30   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO50P  |      |      |      |      |      |      |      |      |        |        |        |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO55P  |      |      |      |      |      |      |      |      |        | -2,28  | -19,06 |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT13VO78P  |      |      |      |      |      |      |      |      |        | 16,16  | -16,66 | 13,33  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| CONFRONTO tra TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA) PER IL CORPO IDRICO SOTTERRANEO DELLA PIANA DEL VOMANO (Regione Abruzzo) |                           |  |  |  |
|--|---------------------------|--|--|--|
|  | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA FINE – INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/l) / anno |
| IT13VO7P   | INCREASING                | 0,47                                       | STABLE   | 0,20 / 12 = 0,017  |
| IT13VO9P   | DECREASING                | -3   | DECREASING STRONG  | -31,55 / 12 = -2,629   |
| IT13VO12P  | DECREASING                | -3,12                                      | DECREASING STRONG  | -16,10 / 12 = -1,342   |
| IT13VO13P  | DECREASING                | -3,73                                      | DECREASING STRONG  | -29,95 / 12 = -2,496   |
| IT13VO15P  | DECREASING                | -10,3                                      | DECREASING STRONG  | -61,03 / 8 = -7,629  |
| IT13VO16P  | DECREASING                | -2   | DECREASING STRONG  | -12,27 / 12 = -1,014   |
| IT13VO17P  | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG  | 8,62 / 12 = 0,718  |
| IT13VO18P  | DECREASING                | -1,71                                      | DECREASING STRONG  | -20,76 / 12 = -1,730   |
| IT13VO19P  | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG  | -19,79 / 12 = -1,649   |
| IT13VO20P  | NO TREND                  | 0  | DECREASING WEAK  | -2,88 / 8 = -0,360   |
| IT13VO23P  | DECREASING                | -1,75                                      | DECREASING STRONG  | -17,26 / 12 = -1,438   |
| IT13VO24P  | DECREASING                | -3,08                                      | DECREASING STRONG  | -41,50 / 12 = -3,458   |
| IT13VO25P  | DECREASING                | -6,11                                      | DECREASING STRONG  | -48,33 / 12 = -4,027   |
| IT13VO26P  | DECREASING                | -6,13                                      | DECREASING STRONG  | -50,03 / 8 = -6,254  |
| IT13VO27P  | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG  | -26,98 / 12 = -2,248   |
| IT13VO29P  | DECREASING                | -2,08                                      | DECREASING STRONG  | -22,43 / 12 = -1,869   |
| IT13VO36P  | DECREASING                | -3,82                                      | DECREASING STRONG  | -36,78 / 12 = -0,650   |
| IT13VO41P  | NO TREND                  | 0  | STABLE   | -0,05 / 12 = -0,004  |
| IT13VO42P  | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG  | 29,04 / 12 = 2,420   |
| IT13VO50P  | DECREASING                | -2,18                                      | DECREASING WEAK  | -1,20 / 4 = -0,300   |
| IT13VO55P  | DECREASING                | -2,74                                      | DECREASING STRONG  | -21,33 / 8 = -2,666  |
| IT13VO78P  | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG  | 12,83 / 12 = 1,069   |

Figura 3.1. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO7P

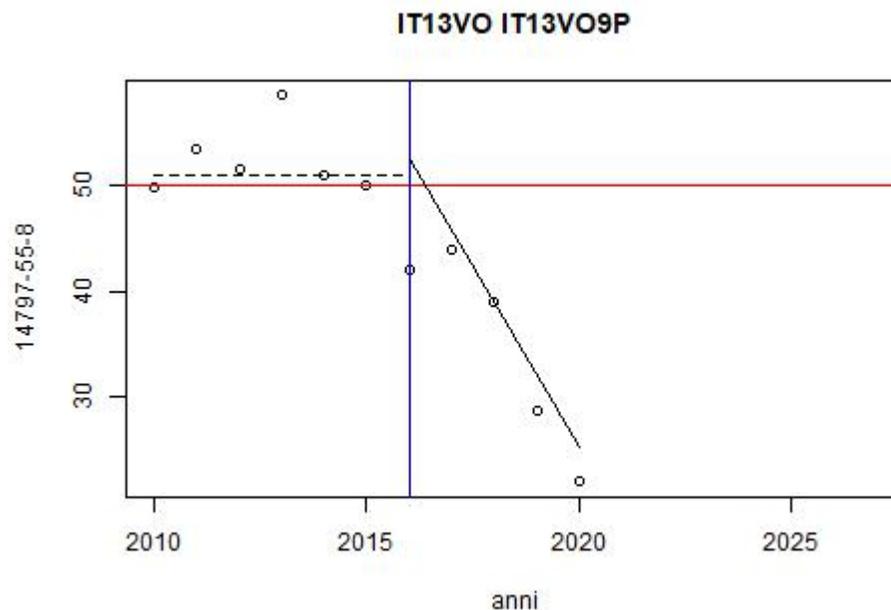


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO7P

Nel periodo 2008-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO7P** un andamento variabile negli ultimi quattro quadrienni.  
 Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.  
 Invece, l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO7P** mostra tendenza statistica in incremento.  
 Il numero di annualità della serie storica (13 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.2. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO9P

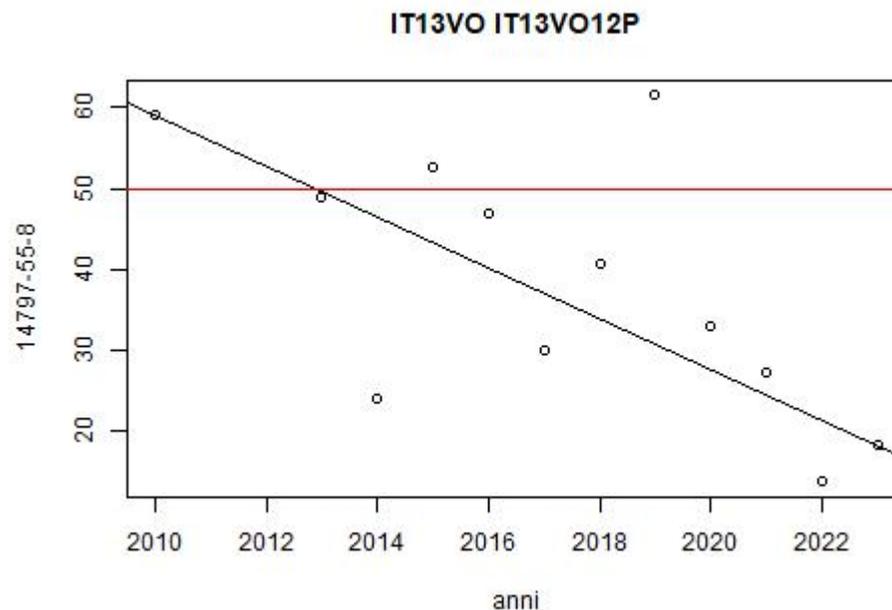


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO9P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO9P** un andamento in decrescita negli ultimi due quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO9P** mostra una tendenza statistica in decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2016 in cui lo slop passa da 0 a -5,88.

Figura 3.3. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO12P

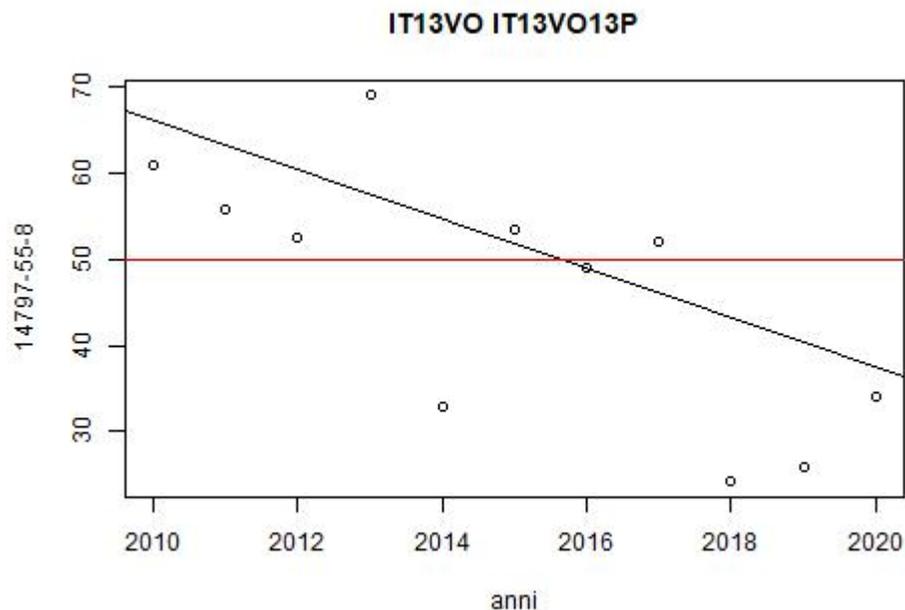


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO12P

Nel periodo 2010-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO12P un andamento variabile negli ultimi quattro quadrienni. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO12P mostra una tendenza statistica in decrescita. Il numero di annualità della serie storica (14 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.4. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO13P

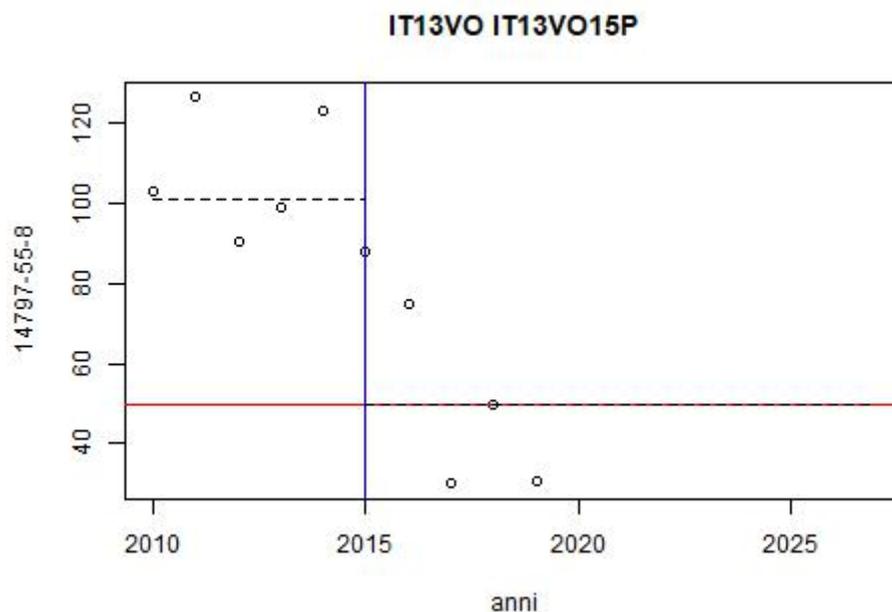


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO13P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO13P una evidenza una decrescita variabile della concentrazione negli ultimi tre quadrienni.  
 Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli.  
 Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO13P mostra una tendenza statistica in decrescita.  
 Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.5. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO15P

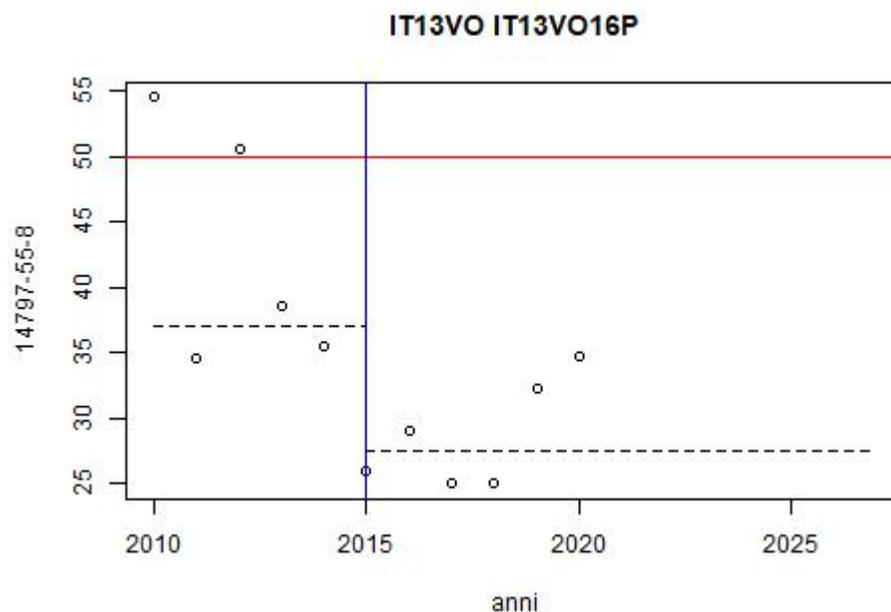


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO15P

Nel periodo 2010-2019 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO15P** una forte decrescita negli ultimi tre quadrienni.  
 Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli.  
 Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO15P** mostra una tendenza statistica in decrescita.  
 Il numero di annualità della serie storica (10 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2015.

Figura 3.6. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO16P

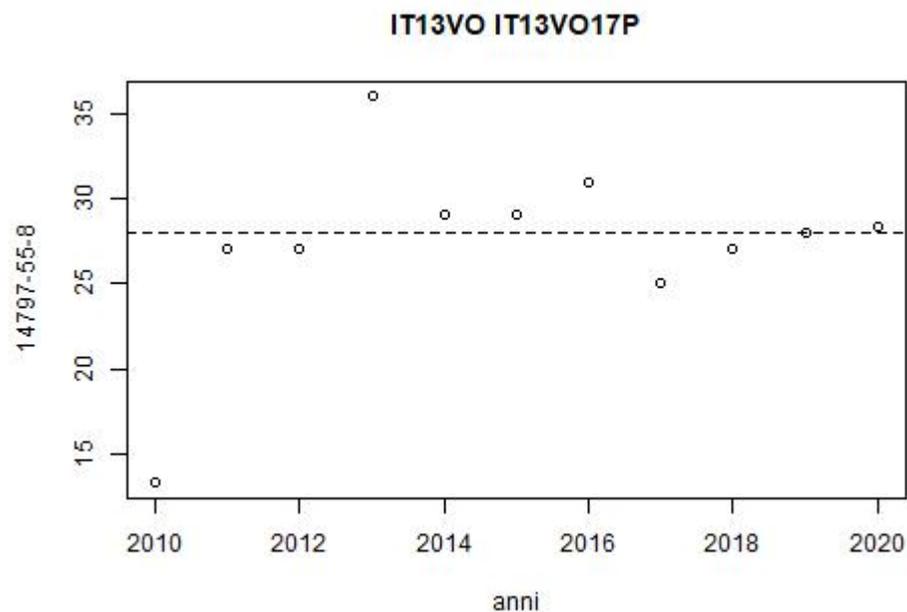


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO16P

Nel periodo 2008-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO16P** una tendenza in crescita nell'ultimo quadriennio. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. Lo stesso, dicasi per l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO16P** che mostra una tendenza statistica in decrescita. Il numero di annualità della serie storica (13 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2015.

Figura 3.7. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO17P

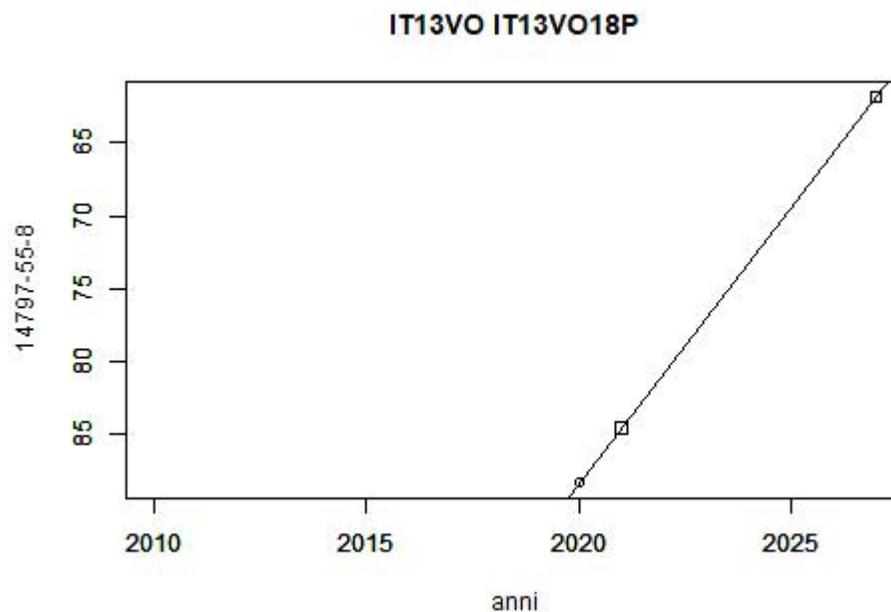


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO17P

Nel periodo 2008-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO17P una tendenza in crescita negli ultimi due quadrienni. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un forte incremento della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Mentre, l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO17P mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (13 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.8. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO18P

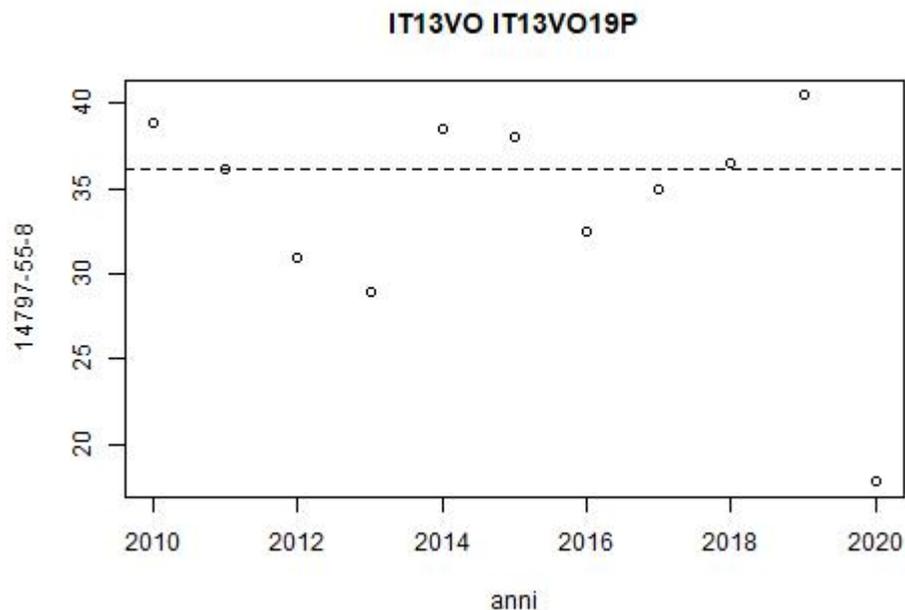


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO18P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO18P una tendenza in decrescita.  
 Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli.  
 Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO18P mostra una tendenza statistica in decrescita.  
 Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.9. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO19P

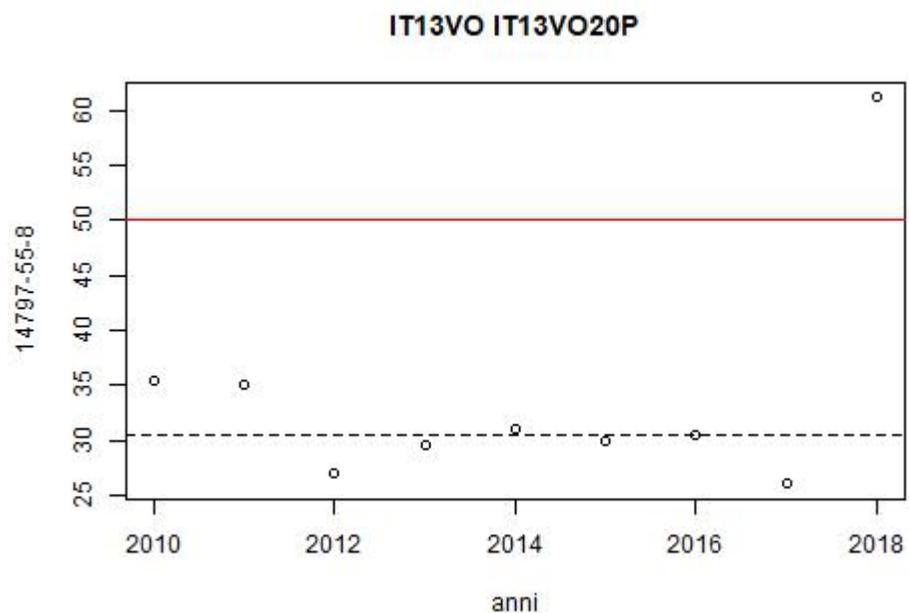


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

**IT13VO19P**

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO19P** una sorta un andamento variabile negli ultimi quattro quadrienni. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia evidenzia una forte decrescita della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. Invece, l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO19P** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.10. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO20P

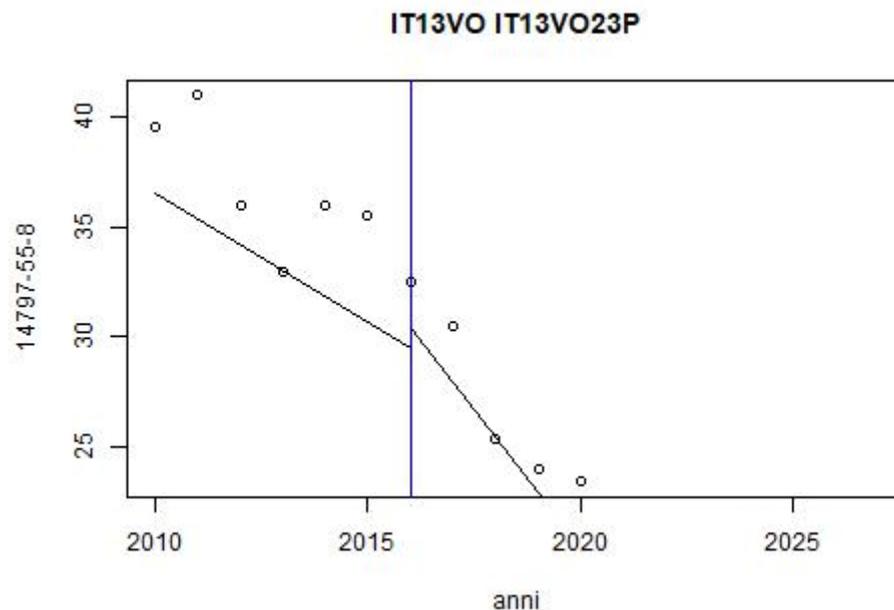


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO20P

Nel periodo 2008-2018 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO20P un andamento variabile negli ultimi tre quadrienni. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una lieve decrescita concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO20P mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.11. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO23P

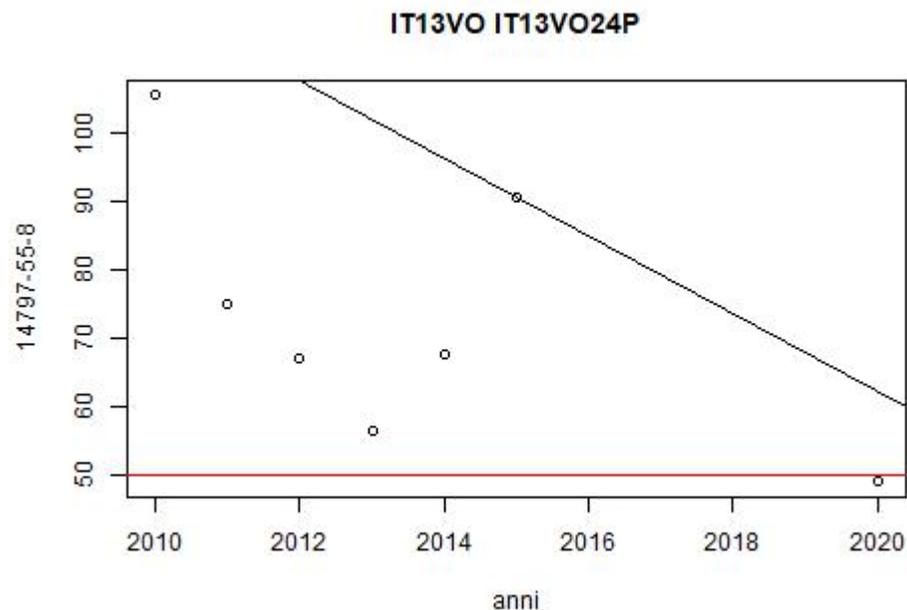


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO23P

Nel periodo 2008-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO23P** una sorta di stazionarietà negli ultimi quattro quadrienni. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO23P** mostra una tendenza statistica in decrescita. Il numero di annualità della serie storica (13 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2016 in cui lo slop passa da -1,17 a -2,32.

Figura 3.12. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO24P

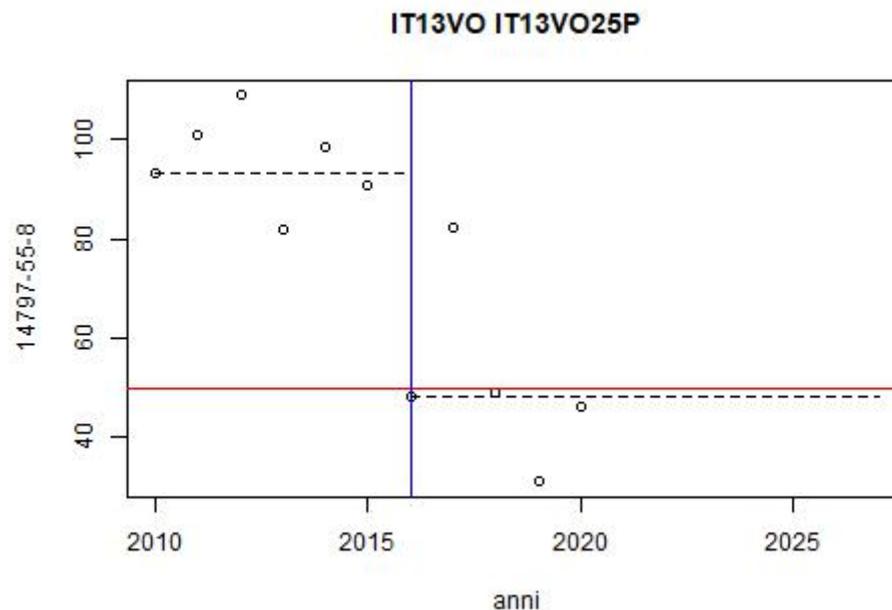


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO24P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO24P** una decrescita nell'ultimo quadriennio.  
 Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.  
 Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO24P** mostra una tendenza statistica in decrescita.  
 Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.13. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO25P

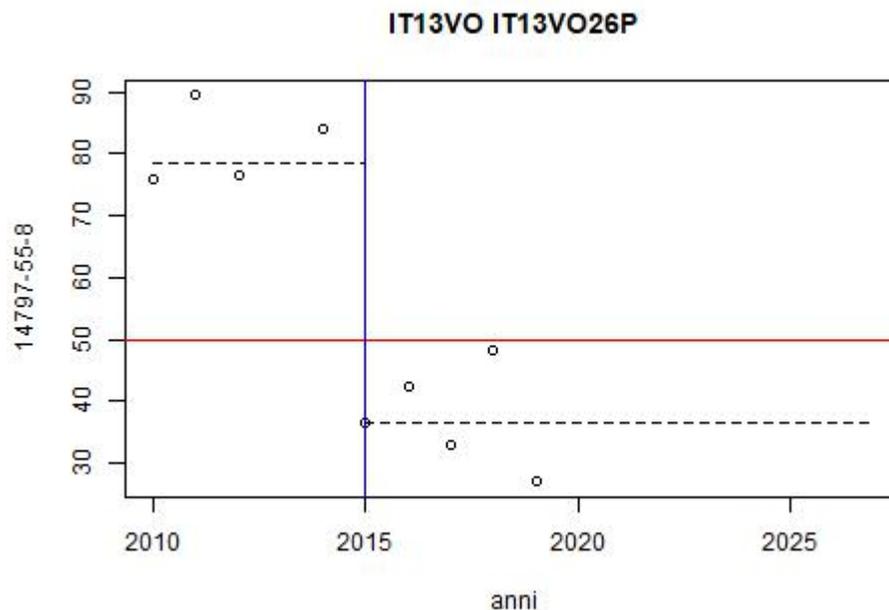


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO25P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO25P una sorta di stazionarietà negli ultimi tre quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO25P mostra una tendenza statistica in forte decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2016.

Figura 3.14. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO26P

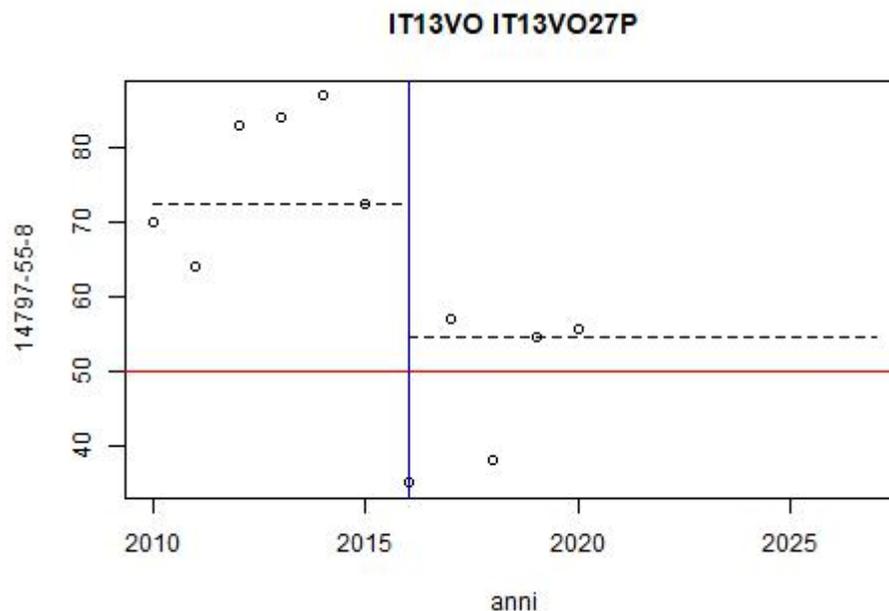


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO26P

Nel periodo 2010-2019 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO26P** una sorta di stazionarietà. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO26P** mostra una forte tendenza statistica alla decrescita. Il numero di annualità della serie storica (10 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2015.

Figura 3.15. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO27P

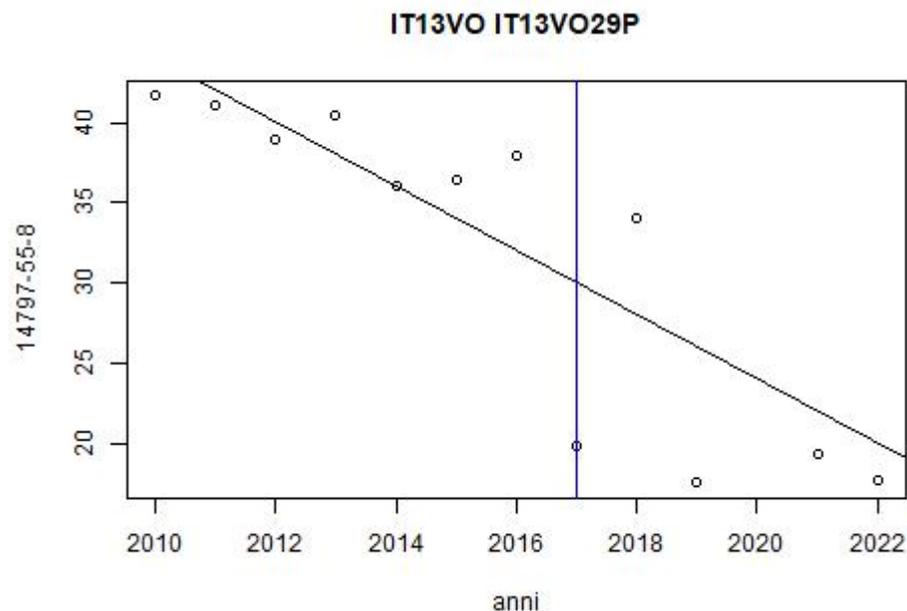


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO27P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO27P** un lieve decremento negli ultimi due quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Di contro, l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO27P** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2016.

Figura 3.16. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO29P

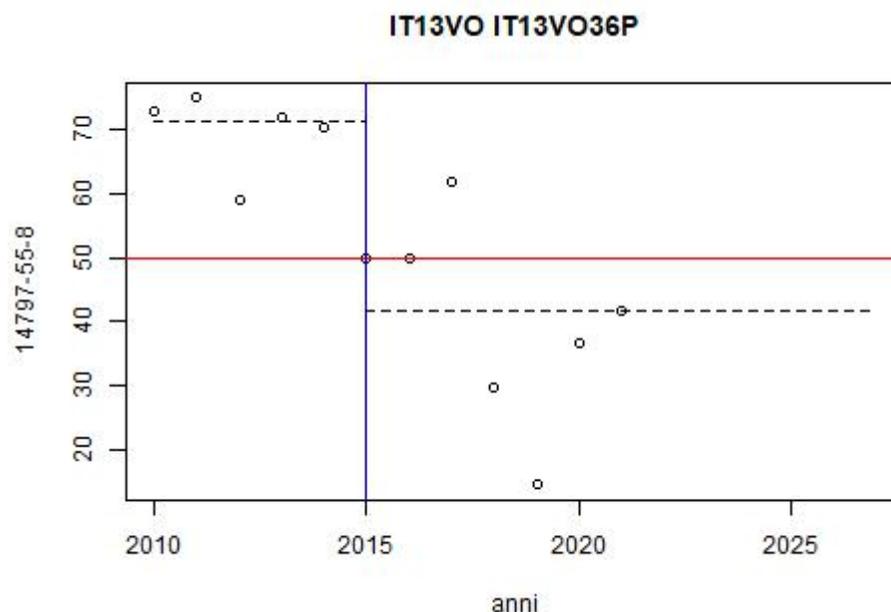


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO29P

Nel periodo 2010-2022 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO29P una sorta di decrescita negli ultimi due quadrienni.  
 Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.  
 Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO29P mostra una tendenza statistica in decrescita.  
 Il numero di annualità della serie storica (13 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, un change point nell'anno 2017 in cui lo slop passa da -1,26 a 0.

Figura 3.17. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO36P

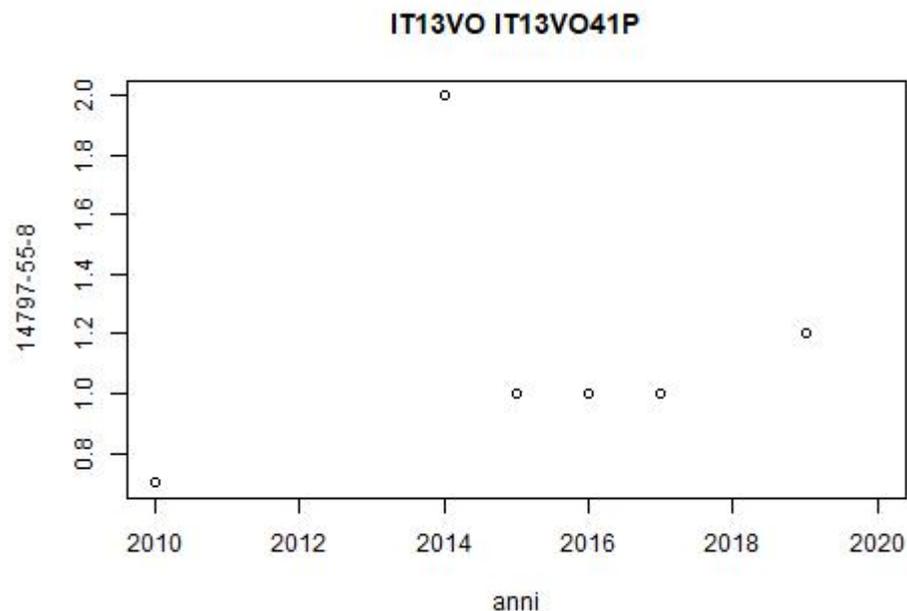


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

**IT13VO36P**

Nel periodo 2010-2021 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO36P** una sorta di stazionarietà negli ultimi tre quadrienni. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un forte decrescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO36P** mostra una tendenza statistica in decrescita. Il numero di annualità della serie storica (12 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2015.

Figura 3.18. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO41P

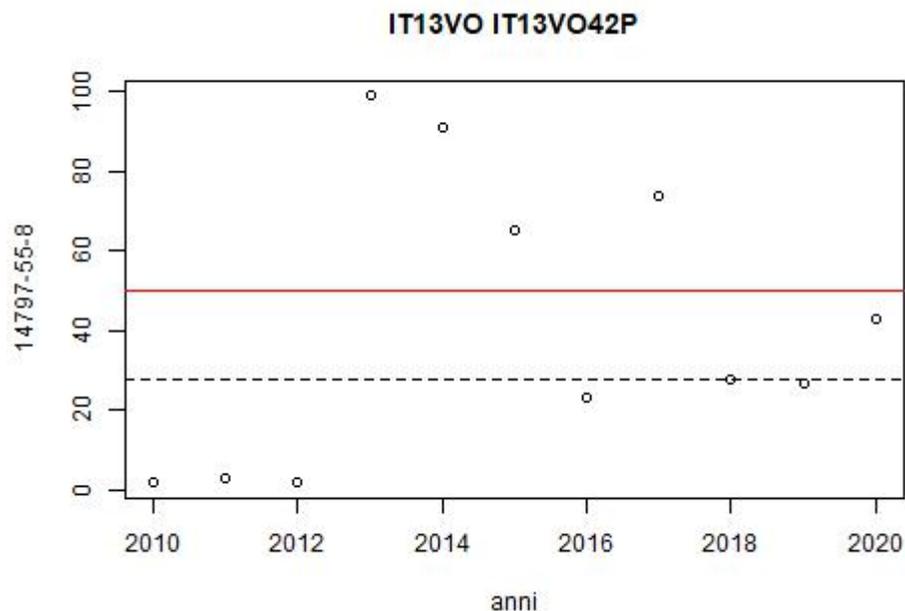


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO41P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO41P** una lieve decrescita nell'ultimo quadriennio. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO41P** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.19. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO42P

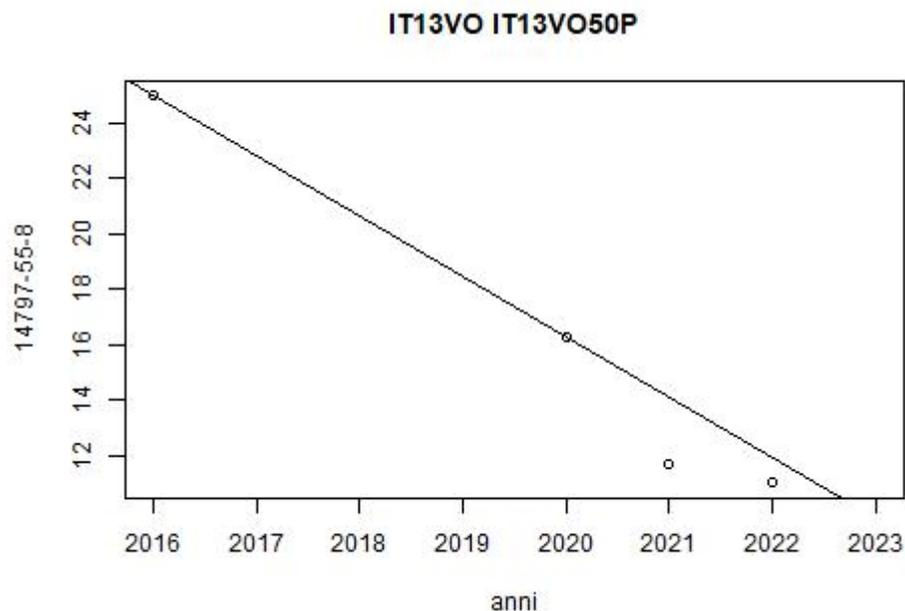


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO42P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO42P un andamento variabile. Di contro, la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un forte incremento della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. Mentre, l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO42P mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

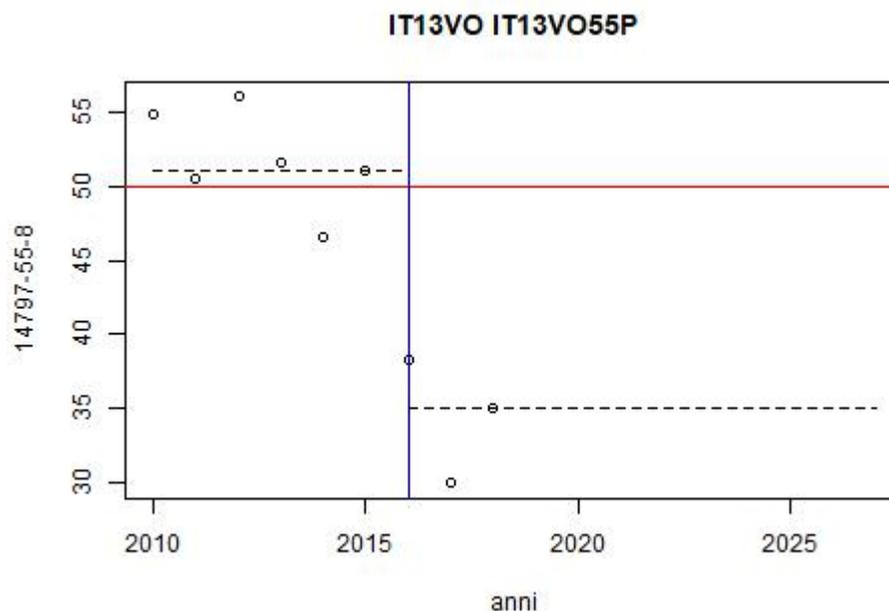
Figura 3.20. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO50P



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)**

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>IT13VO50P</b> | <p>Nel periodo 2016-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione <b>IT13VO50P</b> una diminuzione delle concentrazioni.</p> <p>Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una lieve diminuzione della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.</p> <p>Anche l'applicazione del <i>test di Mann-Kendall</i> alla serie storica della stazione <b>IT13VO50P</b> mostra la presenza di una tendenza statistica in decrescita.</p> <p>Il numero di annualità della serie storica (8 anni) consente l'applicazione del <i>test di Pettitt</i> che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.</p> |
|------------------|---|

Figura 3.21. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO55P

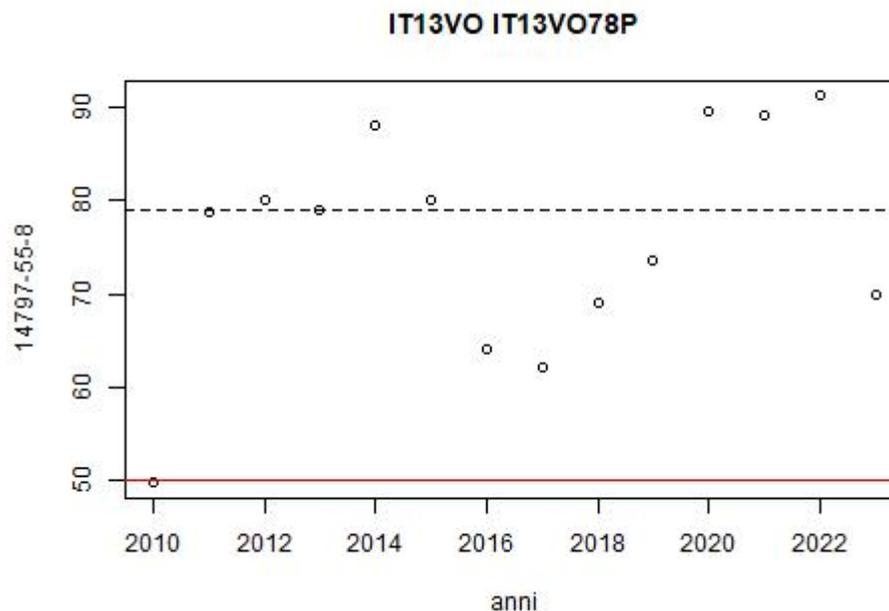


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO55P

Nel periodo 2010-2019 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione IT13VO55P una lieve diminuzione della concentrazione. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un forte decremento concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione IT13VO55P mostra la presenza una tendenza statistica in decrescita. Il numero di annualità della serie storica (10 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2016.

Figura 3.22. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana del Vomano (Regione Abruzzo) – Stazione di Monitoraggio IT13VO IT13VO78P



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

IT13VO78P

Nel periodo 2010-2020 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **IT13VO78P** un incremento nell'ultimo quadriennio. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte crescita della media annuale dei nitrati agricoli. Mentre l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **IT13VO78P** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (14 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATISTICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|--|--|---|
| Stazioni di monitoraggio   | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| IT13VO7P   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO9P   | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO12P  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO13P  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO15P  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO16P  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT13VO17P  | PRESENTI   | ASSENTI   |
| IT13VO18P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO19P  | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO20P  | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO23P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO24P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO25P  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO26P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO27P  | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO29P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO36P  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO41P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO42P  | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO50P  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT13VO55P  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT13VO78P  | PRESENTI   | ASSENTI   |

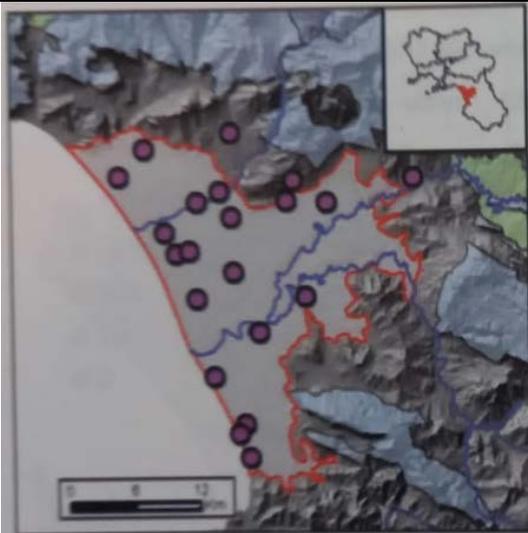
\*Differenze Quantitative ritenute ASSENTI se entro la tolleranza di 10 mg/L su 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| IT13VO7P  |  |   |
| IT13VO9P  |  |   |
| IT13VO12P   |  |   |
| IT13VO13P   |  |   |
| IT13VO15P   |  |   |
| IT13VO16P   |  |   |
| IT13VO17P   |  |   |
| IT13VO18P   |  |   |
| IT13VO19P   |  |   |
| IT13VO20P   |  |   |
| IT13VO23P   |  |   |
| IT13VO24P   | 7/22   | 12/22   |
| IT13VO25P   |  |   |
| IT13VO26P   |  |   |
| IT13VO27P   |  |   |
| IT13VO29P   |  |   |
| IT13VO36P   |  |   |
| IT13VO41P   |  |   |
| IT13VO42P   |  |   |
| IT13VO50P   |  |   |
| IT13VO55P   |  |   |
| IT13VO78P   |  |   |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 31,8% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza decrescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e 54,5% per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

3.2. CAMPANIA

**ARPA CAMPANIA**

| Corpo Idrico Sotterraneo:  | PIANA SELE                        |                       |                                  |           |
|--|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------|
|    | AREA                              | 430 Km2               |                                  |           |
|  | QUOTA                             | max: 312              | media: 38                        | Min0      |
|  | POPOLAZIONE                       | Abitanti 156241       | Densità: 363 ab./km <sup>2</sup> |           |
|  | <b>Uso prevalente del Suolo</b>   |                       |                                  |           |
|  | Aree Agricole                     | 374,3 km <sup>2</sup> | 87%                              |           |
|  | Aree Urbane                       | 33,5 km <sup>2</sup>  | 7,8%                             |           |
|  | Boschi e Arbusteti                | 21,5 km <sup>2</sup>  | 5%                               |           |
|  | Ambienti Umidi                    | 1,1 km <sup>2</sup>   | 0,2 %                            |           |
|  | ZVNA                              | SI: x                 | NO:                              | IN PARTE: |
|  | <b>Uso prevalente delle Acque</b> |                       |                                  |           |
| Consumo Umano  | X                                 |                       |                                  |           |
| Irriguo  | X                                 |                       |                                  |           |
| Industriale  | X                                 |                       |                                  |           |
| Termominerale  |                                   |                       |                                  |           |
| Tutela ecosistemi  | X                                 |                       |                                  |           |
| <b>DESCRIZIONE</b>   |                                   |                       |                                  |           |
| <p>Dal punto di vista idrogeologico si individua un acquifero multistrato, comprendente generalmente una falda libera superficiale e più falde confinate profonde. Nella parte più settentrionale della piana, tra il Vallone del Tenza ed il Fiume Fuorni, si distingue una falda libera a causa della presenza di depositi sabbioso – ghiaioso – conglomeratici molto permeabili. La piana è costituita da una potente successione di depositi clastici continentali, marini e fluvio – lacustri, con spessori di alcune migliaia di metri. Si distinguono acque con facies bicarbonato – calciche, a mineralizzazione debole e, in prossimità della costa, acque con facies solfato – alcalina, a forte mineralizzazione.</p> |                                   |                       |                                  |           |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI

|                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| GWB: PIANA SELE | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12 | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '23 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

|          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Stazioni | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|          | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| Stazioni | Slope<br>mg/L * y | MEDIA |       |       |       |       |       |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
|----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
|          |                   | '04   | '05   | '06   | '07   | '08   | '09   | '10 | '11   | '12   | '13   | '14   | '15   | '16   | '17   | '18   | '19   | '20   | '21   | '22   | '23   |  |  |  |
| Sel1     | 0                 | 0,88  | 0,95  | 1,44  | 1,96  | 2,64  | 1,26  |     | 1,10  | 1,60  | 2,05  | 0,52  | 1,20  | 2,00  | 1,20  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel10    | 0                 | 20,68 | 28,78 | 25,63 | 29,90 | 1,73  | 34,33 |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel11    | 0                 | 30,88 | 29,38 | 30,47 | 26,15 | 0,53  | 12,11 |     | 64,05 | 50,00 | 34,50 | 47,15 | 44,00 | 44,00 | 30,50 | 35,50 | 12,00 | 38,50 | 30,50 |       |       |  |  |  |
| Sel12    | 0                 | 15,88 | 17,00 | 13,06 | 15,50 | 14,73 | 9,13  |     | 28,65 | 26,80 | 19,00 | 23,70 |       | 62,00 | 15,00 | 20,00 | 14,50 | 22,50 | 30,00 | 17,00 | 26,50 |  |  |  |
| Sel13    | 0                 | 28,63 | 23,38 | 49,63 | 29,83 | 1,73  | 24,22 |     | 62,30 | 58,50 | 48,50 | 48,00 | 47,50 | 75,00 | 30,00 | 46,00 | 50,00 |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel17    | -1,36             | 39,67 | 53,00 | 53,00 | 3,01  | 1,47  | 1,83  |     | 43,55 | 5,74  | 4,90  | 35,77 | 5,80  | 11,40 | 13,50 | 36,00 | 30,00 | 0,88  | 14,50 | 1,00  | 1,00  |  |  |  |
| Sel18    | 0                 | 17,75 | 15,13 | 13,51 | 15,13 | 31,67 | 17,17 |     | 18,85 | 20,05 | 24,00 | 23,77 | 23,50 | 29,00 | 16,00 | 13,50 |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel19    | 0                 | 11,75 | 22,44 | 18,69 | 16,36 | 20,33 | 12,20 |     | 18,00 | 10,20 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel2     | -6,43             | 26,83 | 22,63 | 20,75 | 9,65  | 1,67  | 2,04  |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel21    | 5,63              | 17,67 | 39,13 | 53,00 | 28,93 | 1,33  | 26,47 |     | 90,90 | 73,95 | 76,00 | 83,00 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel22    | 0                 | 1,03  | 1,21  | 1,29  | 1,10  | 2,20  | 6,87  |     | 1,14  | 0,28  | 0,75  | 1,15  | 0,75  | 0,40  | 3,15  | 2,30  | 2,30  | 0,73  | 1,50  | 1,00  | 1,50  |  |  |  |
| Sel24    | 0                 | 56,00 | 47,75 | 62,75 | 14,33 | 46,33 | 16,00 |     | 29,90 | 24,60 | 19,00 | 17,53 | 31,00 | 51,00 | 49,00 | 49,00 |       | 48,00 | 33,00 |       |       |  |  |  |
| Sel3     | -0,375            | 17,38 | 16,25 | 12,13 | 14,04 | 14,33 | 15,69 |     | 25,40 | 23,35 | 17,50 | 21,00 | 20,00 | 24,00 | 15,50 | 17,00 | 12,00 | 16,50 | 9,50  | 10,00 | 15,50 |  |  |  |
| Sel5     | 0                 | 22,63 | 16,25 | 17,27 | 20,86 |       | 24,91 |     | 27,70 | 21,60 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
| Sel6     | -0,134            | 6,80  | 5,75  | 4,36  | 6,16  | 4,67  | 3,43  |     | 5,20  | 7,25  | 3,15  | 2,45  | 4,90  | 5,00  | 5,00  | 4,00  | 4,50  | 5,50  | 5,00  | 3,00  | 4,00  |  |  |  |
| Sel7     | 0                 | 0,80  | 0,76  | 0,68  | 0,80  | 14,33 | 22,55 |     | 11,86 | 0,98  | 16,50 | 2,20  | 1,50  | 17,00 | 0,85  | 3,00  | 1,20  | 0,55  | 1,00  | 0,50  | 0,50  |  |  |  |

TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall

|       |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Sel1  | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel10 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel11 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel12 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel13 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel17 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel18 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel19 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel2  | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel21 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel22 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel24 | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel3  | 0  | 0  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel5  | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel6  | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sel7  | NA | NA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|---|--|
| Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000 -2003)   | Direttiva Nitrati Quadriennio 2 (2004 -2007) | Direttiva Nitrati Quadriennio 3 (2008 -2011) | Direttiva Nitrati Quadriennio 4 (2012 -2015) | Direttiva Nitrati Quadriennio 5 (2016 -2019) | Direttiva Nitrati Quadriennio 6 (2020-2023) | Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000 -2003) |
| Media Aritmetica   | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                             |
| Sel1   |  | 1,31   | 1,67   | 1,34   | 1,60  |  |
| Sel10  |  | 26,24  | 18,03  |  |   |  |
| Sel11  |  | 29,22  | 25,56  | 43,91  | 30,50                                       | 34,50  |
| Sel12  |  | 15,36  | 17,50  | 23,17  | 27,88                                       | 24,00  |
| Sel13  |  | 32,86  | 29,42  | 50,63  | 50,25                                       |  |
| Sel17  |  | 37,17  | 15,62  | 13,05  | 22,73                                       | 4,34   |
| Sel18  |  | 15,38  | 22,56  | 22,83  | 19,50                                       |  |
| Sel19  |  | 17,31  | 16,84  | 10,20  |   |  |
| Sel2   |  | 19,96  | 1,85   |  |   |  |
| Sel21  |  | 34,68  | 39,57  | 77,65  |   |  |
| Sel22  |  | 1,16   | 3,40   | 0,73   | 2,04  | 1,18   |
| Sel24  |  | 45,21  | 30,74  | 23,03  | 49,67                                       | 40,50  |
| Sel3   |  | 14,95  | 18,47  | 20,46  | 17,13                                       | 12,88  |
| Sel5   |  | 19,25  | 26,31  | 21,60  |   |  |
| Sel6   |  | 5,77   | 4,43   | 4,44   | 4,63  | 4,38   |
| Sel7   |  | 0,76   | 16,25  | 5,30   | 5,51  | 0,64   |

|       | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) -m(1996-1999) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) - m(2000-2003) | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) - m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) - m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2016-2019) |
|-------|---|--|--|--|--|--|
| Sel1  |   |  | 0,36   | -0,32  | 0,26   |  |
| Sel10 |   |  | -8,21  |  |  |  |
| Sel11 |   |  | -3,65  | 18,35  | -13,41   | 4,00   |
| Sel12 |   |  | 2,14   | 5,66   | 4,71   | -3,88  |
| Sel13 |   |  | -3,45  | 21,21  | -0,38  |  |
| Sel17 |   |  | -21,55   | -2,57  | 9,67   | -18,38   |
| Sel18 |   |  | 7,18   | 0,27   | -3,33  |  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

|       | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) - m(1996-1999) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) - m(2000-2003) | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) - m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) - m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2016-2019) |
|-------|--|--|--|--|--|--|
| Sel19 |  |  | -0,46  | -6,64  |  |  |
| Sel2  |  |  | -18,11   |  |  |  |
| Sel21 |  |  | 4,89   | 38,08  |  |  |
| Sel22 |  |  | 2,25   | -2,67  | 1,31   | -0,86  |
| Sel24 |  |  | -14,46   | -7,71  | 26,63  | -9,17  |
| Sel3  |  |  | 3,53   | 1,99   | -3,34  | -4,25  |
| Sel5  |  |  | 7,06   | -4,71  |  |  |
| Sel6  |  |  | -1,33  | 0,01   | 0,19   | -0,25  |
| Sel7  |  |  | 15,49  | -10,95   | 0,22   | -4,88  |

TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica)

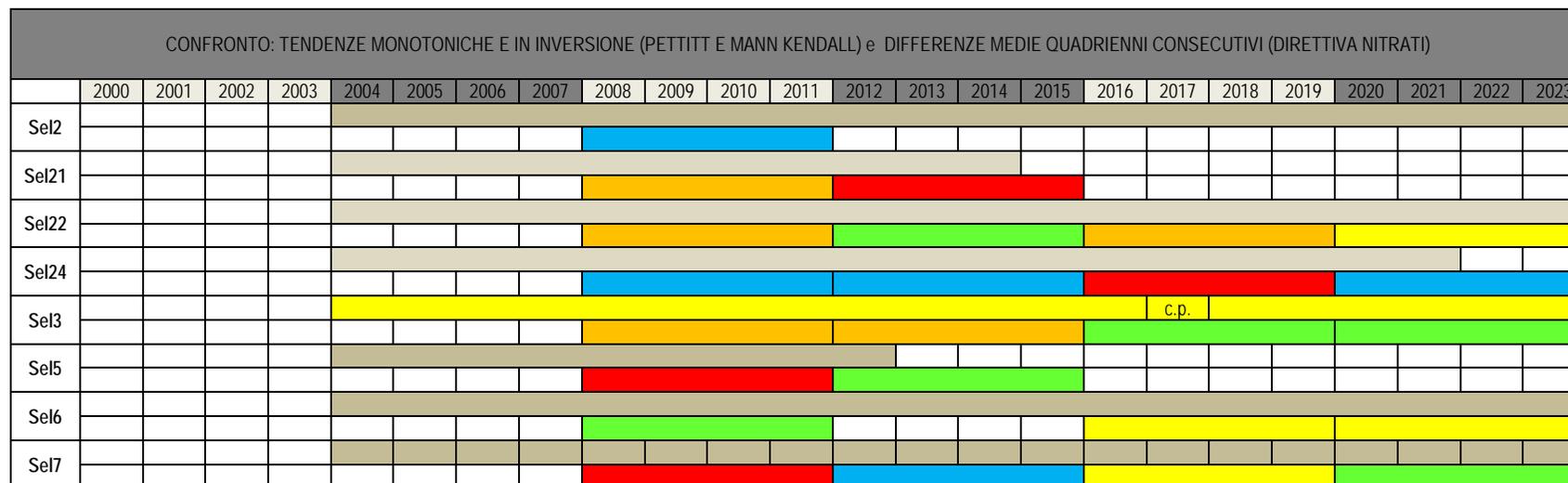
|       |        |   |        |  |
|-------|--------|---|--------|--|
| Sel1  | 0,29   | ND TREND VALUE*<br>m(2016 -2019) - m(2004-2007) | 0,29   |  |
| Sel10 | -8,21  | ND TREND VALUE*<br>m(2008 -2011) - m(2004-2007) | -8,21  |  |
| Sel11 | 5,28   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004-2007)  | 5,28   |  |
| Sel12 | 8,64   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004-2007)  | 8,64   |  |
| Sel13 | 17,39  | ND TREND VALUE*<br>m(2016 -2019) - m(2004-2007) | 17,39  |  |
| Sel17 | -32,83 | ND TREND VALUE*<br>m(2016 -2019) - m(2004-2007) | -32,83 |  |
| Sel18 | 4,12   | ND TREND VALUE*<br>m(2016 -2019) - m(2004-2007) | 4,12   |  |
| Sel19 | -7,11  | ND TREND VALUE*<br>m(2012 -2015) - m(2004-2007) | -7,11  |  |
| Sel2  | -18,11 | ND TREND VALUE*                                 |        |  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

|       |       |   |  |
|-------|-------|---|--|
|       |       | m(2008 -2011) – m(2004-2007)                    |  |
|       |       | -18,11  |  |
| Sel21 | 42,97 | ND TREND VALUE*<br>m(2012 -2015) – m(2004-2007) |  |
|       |       | 42,97   |  |
| Sel22 | 0,02  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2004-2007)  |  |
|       |       | 0,02  |  |
| Sel24 | -4,71 | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2004-2007)  |  |
|       |       | -4,71   |  |
| Sel3  | -2,07 | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2004-2007)  |  |
|       |       | -2,07   |  |
| Sel5  | 2,35  | ND TREND VALUE*<br>m(2012 -2015) – m(2004-2007) |  |
|       |       | 2,35  |  |
| Sel6  | -1,39 | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2004-2007)  |  |
|       |       | -1,39   |  |
| Sel7  | -0,12 | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2004-2007)  |  |
|       |       | -0,12   |  |

| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Sel1   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel10  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel11  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel12  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel13  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel17  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel18  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sel19  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

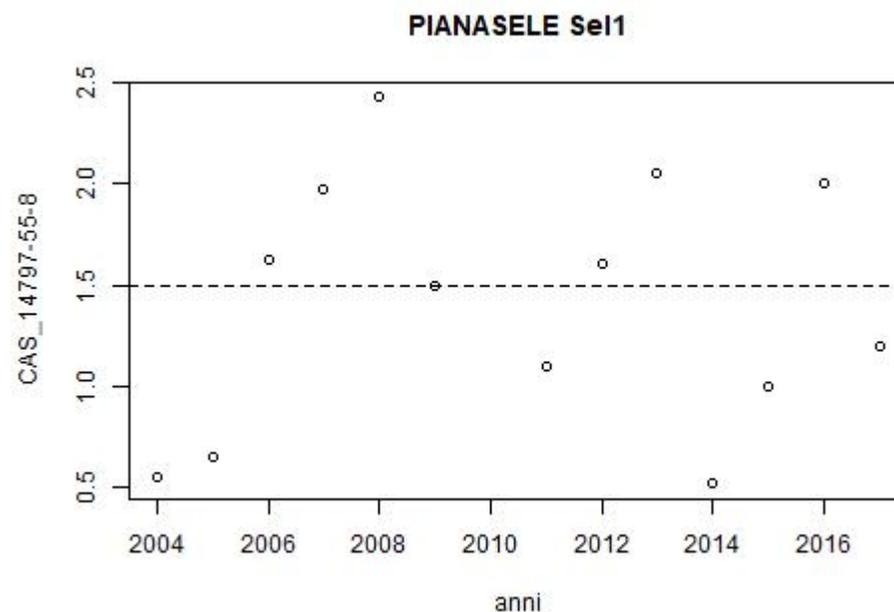
PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025



CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA)

|       | TENDENZA (MANN - KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA<br>FINE - INIZIO SERIE STORICA ) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE -<br>INIZIO SERIE STORICA )<br>(mg/l) / anno |
|-------|---------------------------|--|--|---|
| Sel1  | NO TREND                  | 0  | STABLE   | 0,29/10 = 0,029   |
| Sel10 | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG  | -8,21/4 = -2,052  |
| Sel11 | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG  | 5,28/16 = 0,33  |
| Sel12 | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG  | 8,64/16 = 0,54  |
| Sel13 | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG  | 17,39/10 = 1,739  |
| Sel17 | DECREASING                | -1,36                                      | DECREASING STRONG  | -32,83/16 = -2,052  |
| Sel18 | NO TREND                  | 0  | INCREASING WEAK  | 4,12/10 = 0,412   |
| Sel19 | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG  | -7,11/6 = -1,185  |
| Sel2  | DECREASING                | -6,43                                      | DECREASING STRONG  | -18,11/4 = -4,528   |
| Sel21 | INCREASING                | 5,63                                       | INCREASING STRONG  | 42,97/6 = 7,162   |
| Sel22 | NO TREND                  | 0  | STABLE   | 0,02/16 = 0,0013  |
| Sel24 | NO TREND                  | 0  | DECREASING WEAK  | -4,71/16 = -0,294   |
| Sel3  | DECREASING                | -0,375                                     | DECREASING WEAK  | -2,07/16 = -0,129   |
| Sel5  | NO TREND                  | 0  | INCREASING WEAK  | 2,35/6 = 0,392  |
| Sel6  | DECREASING                | -0,134                                     | DECREASING WEAK  | -1,39/16 = -0,087   |
| Sel7  | NO TREND                  | 0  | STABLE   | -0,12/16 = 0,008  |

Figura 3.23. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel1



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

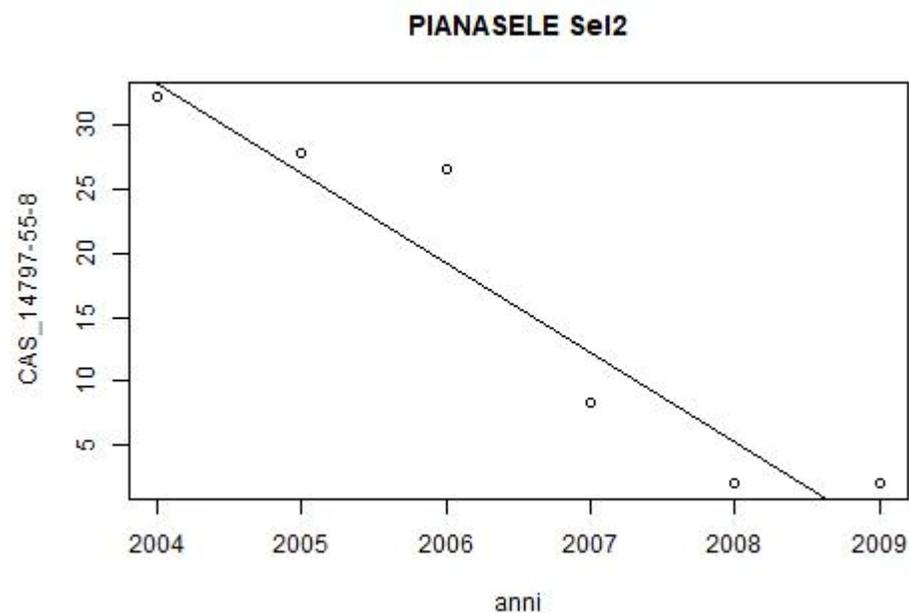
Sel1

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2017. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel1 una sorta di stazionarietà nei 4 quadrienni consecutivi. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.

Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel1 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita.

Il numero di annualità della serie storica (12 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.24. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel2



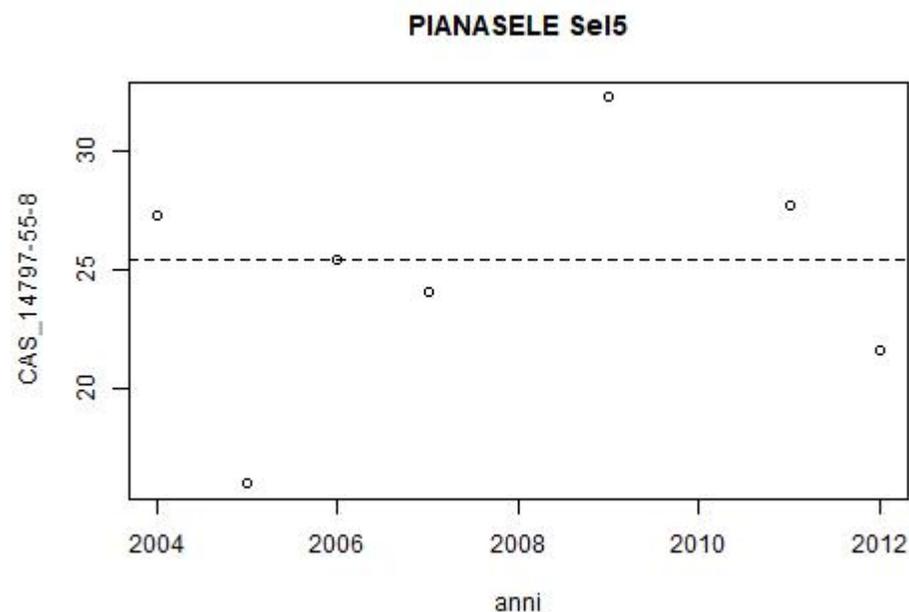
## DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel2

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2009. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel2 un decremento forte tra i 2 quadrienni consecutivi. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia il decremento forte della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.

L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel2 mostra la presenza di una tendenza alla diminuzione. Il numero di annualità della serie storica (12 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*

Figura 3.25. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel5

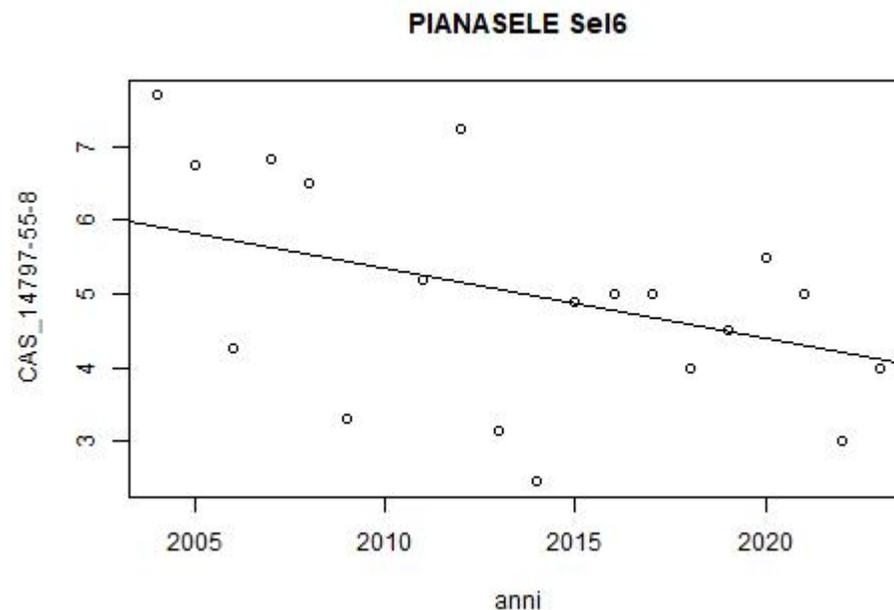


**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

Sel5

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2012. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel5 prima un forte incremento e poi una debole diminuzione della concentrazione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (2 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento debole della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel5 mostra la presenza di un comportamento stabile non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non è applicabile per la limitata lunghezza della serie storica (12 anni).

Figura 3.26. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel6

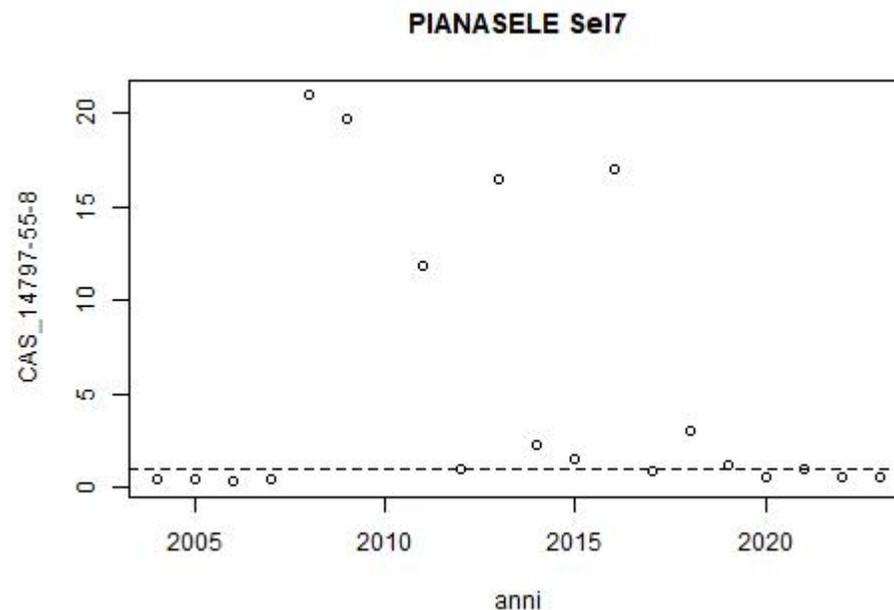


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel6

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel6 una lieve variabilità della concentrazione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo per poi stabilizzarsi (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia l'incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel6 mostra la presenza una tendenza alla diminuzione. Gli esiti *test di Pettitt* mostrano assenza di inversione.

Figura 3.27. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel7

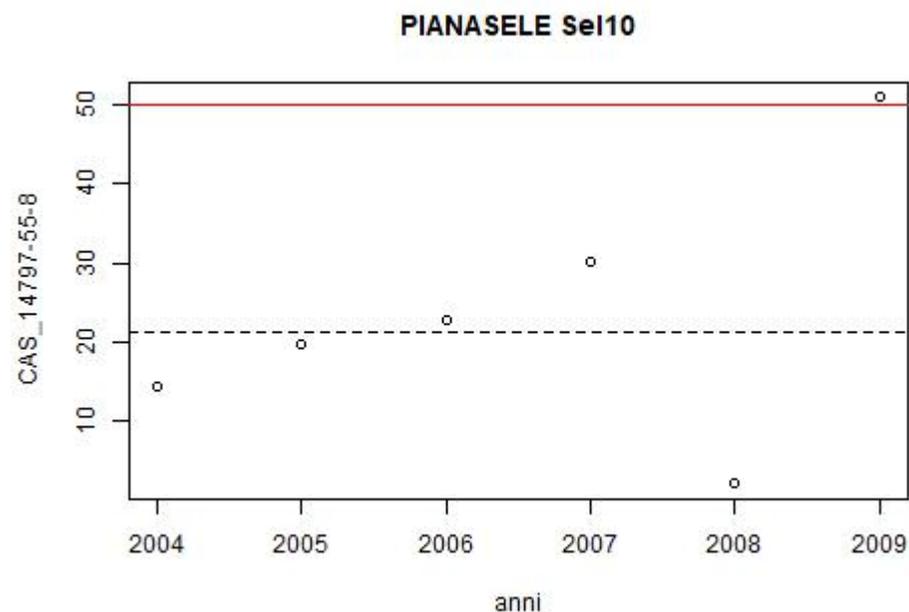


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel7

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel7 una grande variabilità di tendenza della concentrazione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stabilità della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel7 mostra la presenza di un comportamento stabile non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Gli esiti del *test di Pettitt* mostrano assenza di inversione.

Figura 3.28. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel10

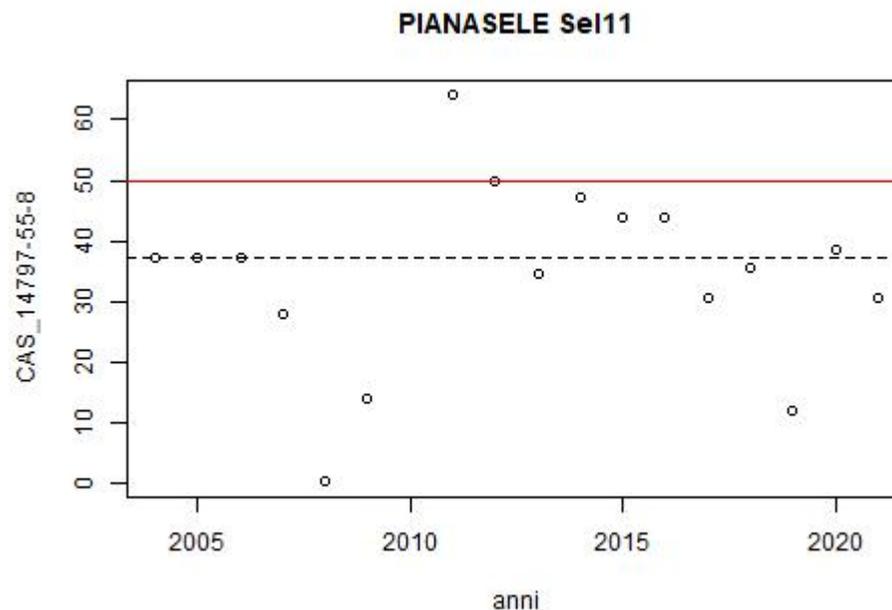


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel10

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2009. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel10 tendenza alla forte diminuzione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (2 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un decremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel10 mostra la presenza di un comportamento stabile non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non è applicabile per la limitata lunghezza della serie storica.

Figura 3.29. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel11.

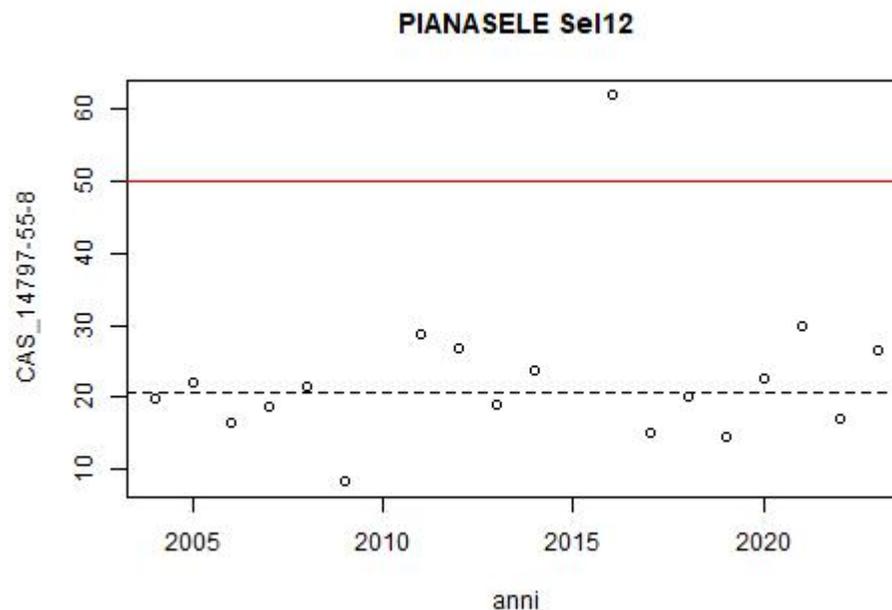


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel11

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2021. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel11 una grande variabilità di tendenza della concentrazione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel11 mostra invece la presenza di un comportamento stabile non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Gli esiti *test di Pettitt* mostrano assenza di inversione.

Figura 3.30. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel12.

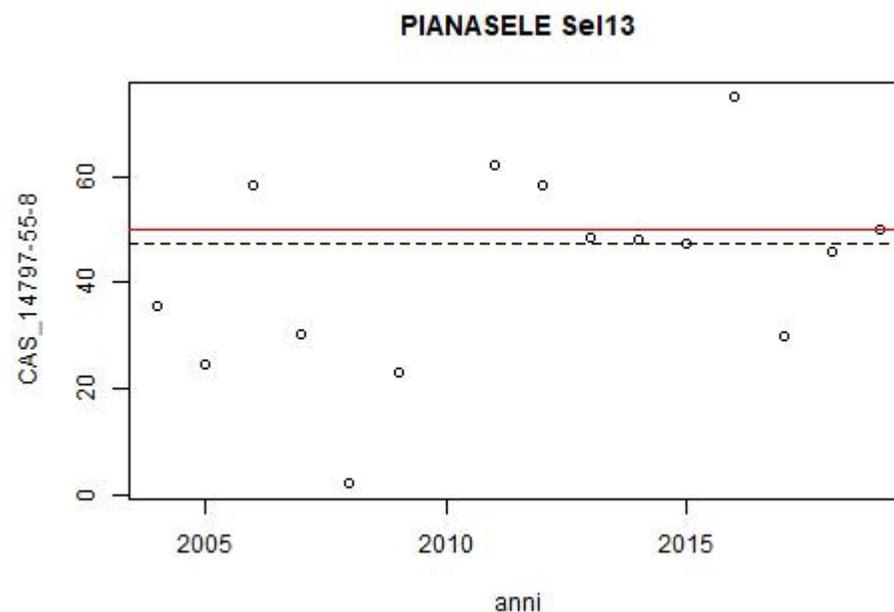


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel12

Nel periodo 2004-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel12 elevata variabilità di tendenza nei 5 quadrienni. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia le tendenze alla forte crescita della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel12 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (20 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.31. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel13.

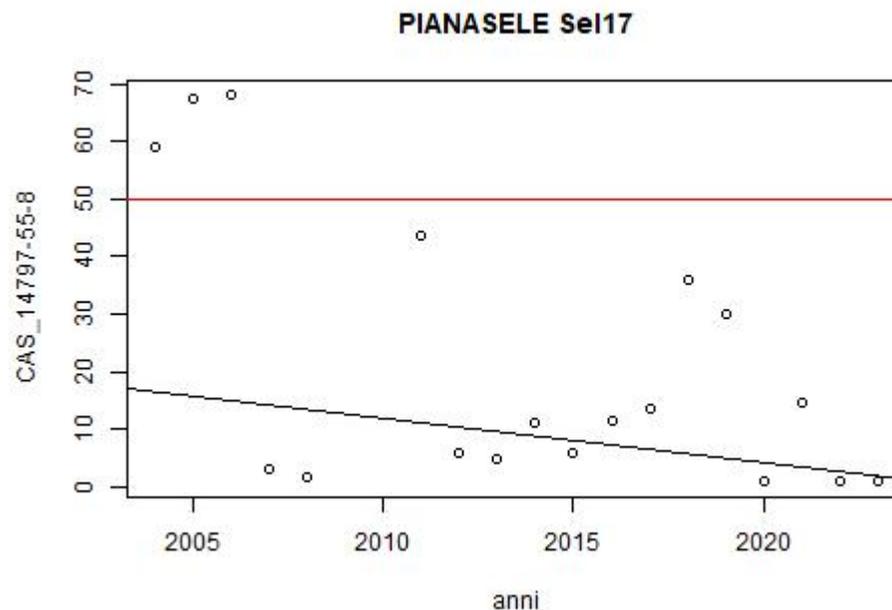


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel13

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2019. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel13 una grande variabilità della concentrazione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (4 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia l'incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel13 mostra la presenza di un comportamento stabile non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Gli esiti del *test di Pettitt* mostrano assenza di inversione.

Figura 3.32. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel17.

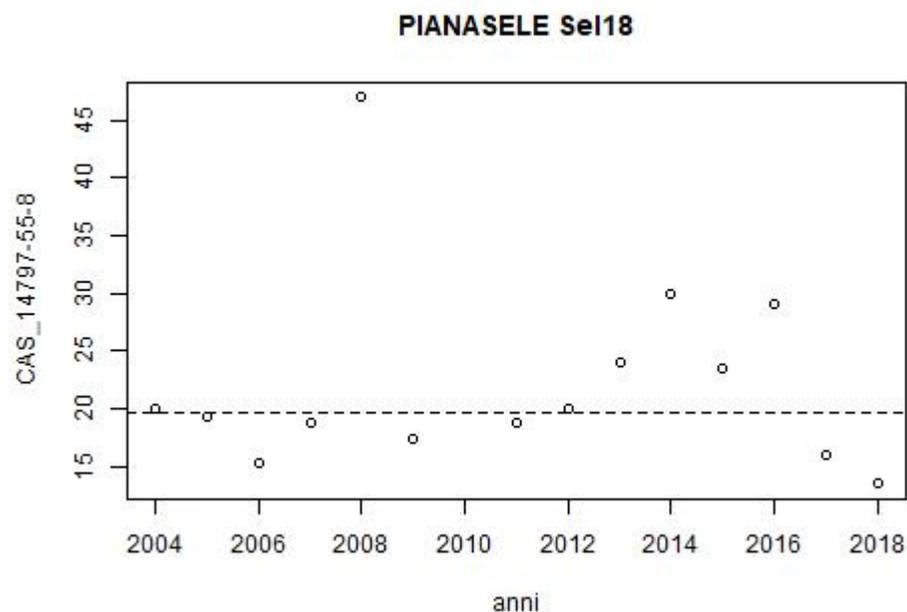


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel17

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel17 variabilità di tendenza di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (4 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un decremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel17 mostra la presenza di una tendenza decrescente. Gli esiti del *test di Pettitt* mostrano assenza di inversione.

Figura 3.33. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel18.

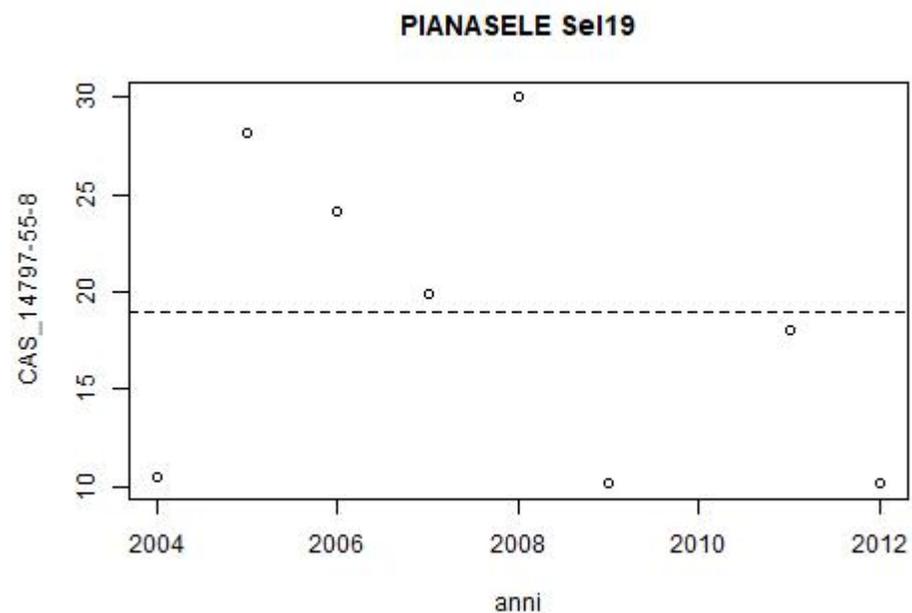


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel18

Nel periodo 2004-2018 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel18 una sorta di variabilità di tendenza negli ultimi tre quadrienni. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento debole della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel18 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (14 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nel periodo temporale indagato.

Figura 3.34. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel19.

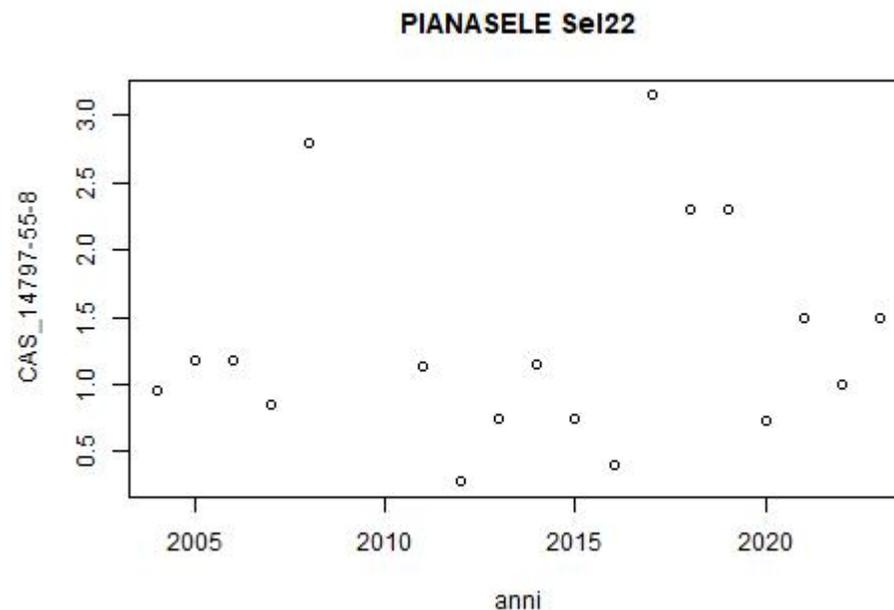


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel19

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2012. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel19 variabilità di tendenza di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (3 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un decremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel19 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non è applicabile a causa della limitata lunghezza della serie storica.

Figura 3.35. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel22.

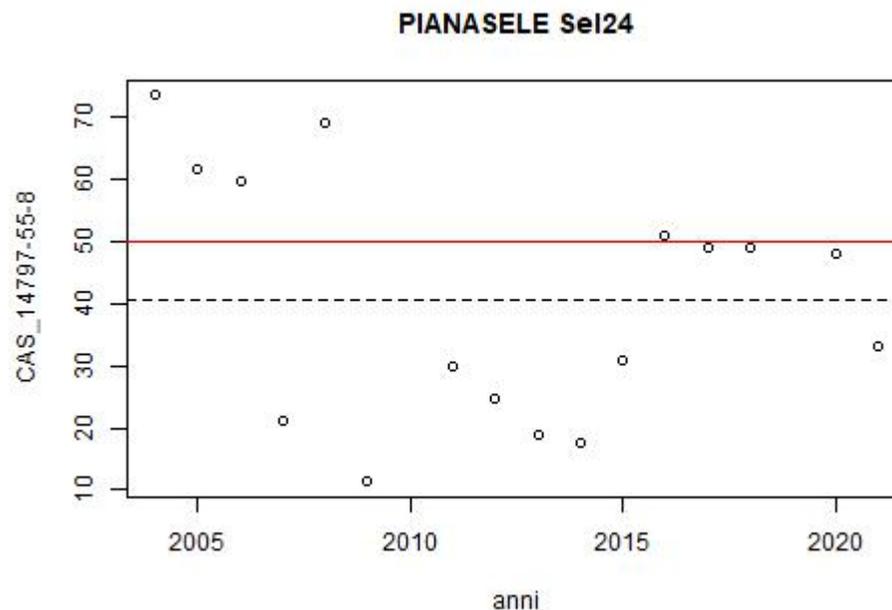


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel22

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel22 variabilità di tendenza di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stabilità della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel22 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non mostra change point o inversioni di tendenza.

Figura 3.36. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel24.

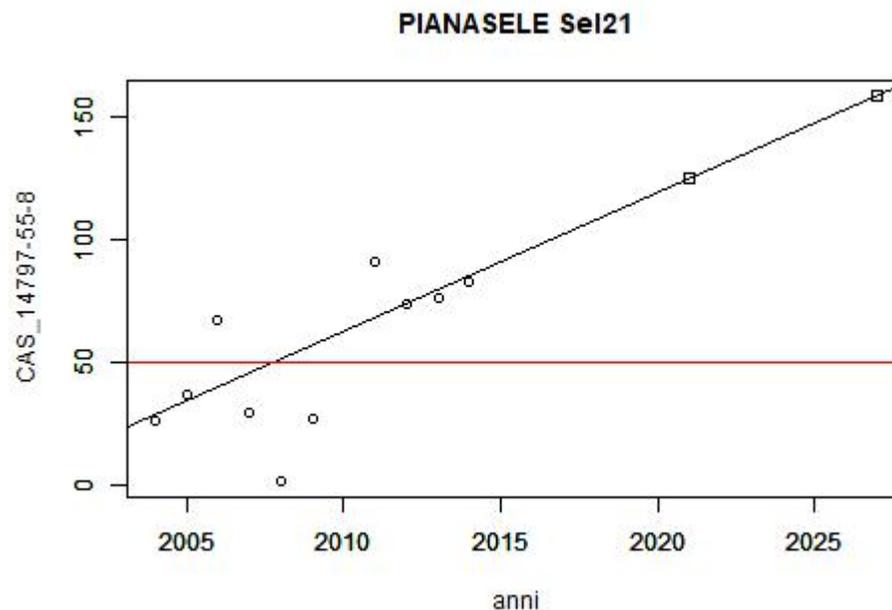


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel24

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2021. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel24 variabilità di tendenza di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un decremento debole della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel24 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non mostra change point o inversioni di tendenza.

Figura 3.37. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel21.

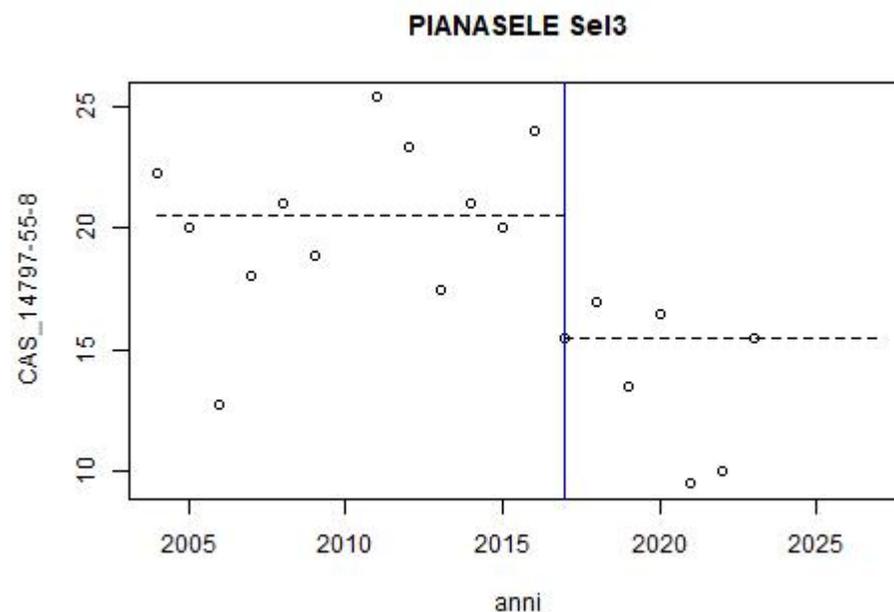


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel21

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2014. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel21 una relativa omogeneità di tendenza alla crescita di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (3 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel21 mostra la presenza di una tendenza all'incremento. Il *test di Pettitt* mostra un change point non evidente in corrispondenza dell'anno 2010.

Figura 3.38. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo della Piana Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio Sel3.



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

Sel3

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione Sel3 una relativa alternanza di tendenza di nitrati agricoli (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un decremento debole della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione Sel3 mostra la presenza di una tendenza al decremento. Il *test di Pettitt* mostra un change point in corrispondenza dell'anno 2010.

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

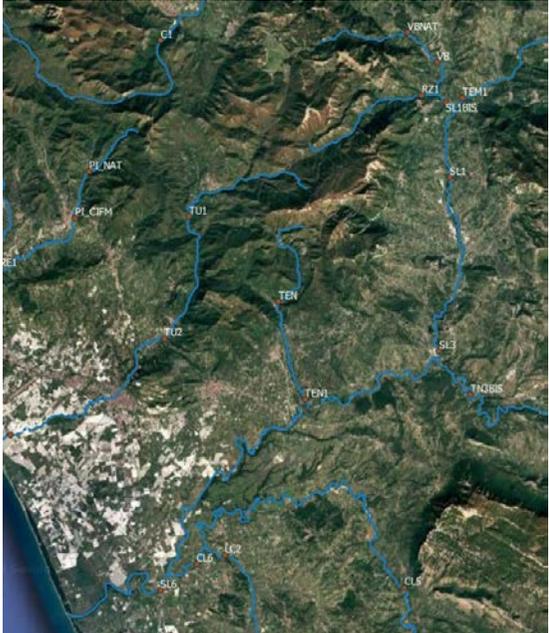
| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| Sel1  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| Sel10   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| Sel11   | PRESENTI   | PRESENTI(SOVRASTIMA)                                  |
| Sel12   | PRESENTI   | PRESENTI(SOVRASTIMA)                                  |
| Sel13   | PRESENTI   | PRESENTI(SOVRASTIMA)                                  |
| Sel17   | PRESENTI   | PRESENTI(SOVRASTIMA)                                  |
| Sel18   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| Sel19   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| Sel2  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| Sel21   | ASSENTI  | PRESENTI(SOVRASTIMA)                                  |
| Sel22   | ASSENTI  | ASSENTI   |
| Sel24   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| Sel3  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| Sel5  | PRESENTI   | PRESENTI(SOVRASTIMA)                                  |
| Sel6  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| Sel7  | ASSENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute ASSENTI se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| Sel1  |  |   |
| Sel10   |  |   |
| Sel11   |  |   |
| Sel12   |  |   |
| Sel13   |  |   |
| Sel17   |  |   |
| Sel18   |  |   |
| Sel19   |  |   |
| Sel2  | 9/16   | 12/16   |
| Sel21   |  |   |
| Sel22   |  |   |
| Sel24   |  |   |
| Sel3  |  |   |
| Sel5  |  |   |
| Sel6  |  |   |
| Sel7  |  |   |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 56,3% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e 75,0% per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

## ARPA CAMPANIA

| Corpo Idrico Superficiale:  | BASSO SELE           |                       |
|---|----------------------|-----------------------|
|   | Ampiezza bacino      | 3.236 Km <sup>2</sup> |
|   | Lunghezza Totale     | 64 Km                 |
|   | Quote sorgenti       | 420 m s.l.m.          |
|   | Regioni interessate  | Campania              |
|   | Provincia            | Avellino / Salerno    |
|   | N° comuni del bacino | 12                    |
|   | Stazioni monitorate  | 6                     |
| <b>DESCRIZIONE</b>  |                      |                       |
| <p>Il Fiume Sele nasce in Irpinia dalle pendici del Monte Cervialto con il nome di Vallone delle Brecce. Nei pressi di Caposele (Av) riceve le acque dell'omonima sorgente che alimenta anche i suoi affluenti Rio Zagarone e Fiume Temete nonché l'Acquedotto Pugliese. Lungo il medio corso, presso Contursi terme, riceve sia il contributo di numerose sorgenti idrotermali sia le acque dell'affluente Fiume Tanàgro, subendo un notevole incremento della portata. Entrando nella piana incontra la diga di Persano che ne sbarra il corso formando il bacino artificiale tutelato dall'omonima area protetta dell'oasi naturalistica di Serre Persano. Nella Piana riceve le acque dall'altro importante affluente di sinistra idrografica, il Fiume Calore e della rete dei canali realizzati con le opere di bonifica prima di sfociare nel Golfo di Salerno presso Paestum.</p> |                      |                       |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA                    |  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
|---|--|--|--|--|--|---|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|-------|------|------|------|-----|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI   |  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| SWB: F.SELE   |  | '00  | '01  | '02  | '03  | '04   | '05 | '06 | '07  | '08 | '09  | '10  | '11 | '12  | '13  | '14 | '15  | '16  | '17  | '18  | '19   | '20  | '21  | '22  | '23 |
| Stazioni  | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
|   | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="color: green;">■ Decreasing</span> <span style="color: yellow;">■ No Trend</span> <span style="color: red;">■ Increasing</span> </div> |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
|   | Slope mg/L * y   | MEDIA  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| ITF15SL6  | 0  |  |  |  |  |   |     |     | 7,76 |     | 4,46 | 1,38 |     | 2,43 | 9,52 |     | 6,64 | 4,65 | 4,87 | 6,64 | 11,00 | 4,67 | 3,25 | 4,00 |     |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall                        |  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| ITF15SL6  | 0  | 0  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)        |  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| SWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO   | Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000 -2003)   | Direttiva Nitrati Quadriennio 2 (2004 -2007) | Direttiva Nitrati Quadriennio 3 (2008 -2011) | Direttiva Nitrati Quadriennio 4 (2012 -2015) | Direttiva Nitrati Quadriennio 5 (2016 -2019) | Direttiva Nitrati Quadriennio 6 (2020-2023) |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
|   | Media Aritmetica   | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                            |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| ITF15SL6  |  |  | 4,53   | 5,98   | 5,7  | 5,73  |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
|   | ND TREND VALUE* m(2000-2003) –m(1999-1996)   | ND TREND VALUE* m(2004-2007) – m(2000-2003)  | ND TREND VALUE* m(2008-2011) – m(2004-2007)  | ND TREND VALUE* m(2015-2012) – m(2008-2011)  | ND TREND VALUE* m(2019-2016) – m(2012-2015)  | ND TREND VALUE* m(2023-2020) – m(2016-2019) |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| ITF15SL6  |  |  |  | 1,45   | -0,28  | 0,03  |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
| ITF15SL6  | ND TREND VALUE* m(2020-2023) – m(2000-2003)  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |
|   | 1,2  |  |  |  |  |   |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |       |      |      |      |     |

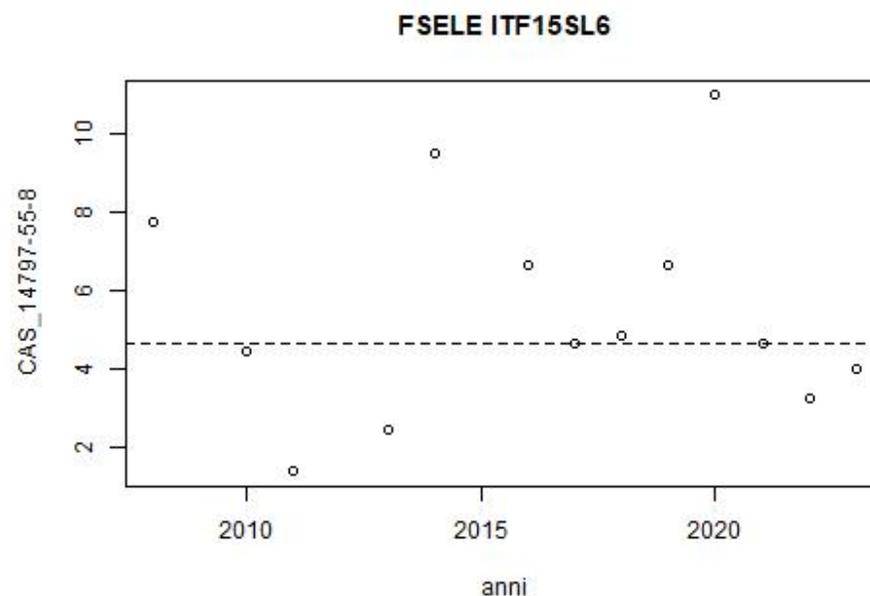
CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI)

|          | MEDIA'00 | MEDIA'01 | MEDIA'02 | MEDIA'03 | MEDIA'04 | MEDIA'05 | MEDIA'06 | MEDIA'07 | MEDIA'08 | MEDIA'09 | MEDIA'10 | MEDIA'11        | MEDIA'12 | MEDIA'13 | MEDIA'14 | MEDIA'15 | MEDIA'16 | MEDIA'17 | MEDIA'18 | MEDIA'19 | MEDIA'20 | MEDIA'21 | MEDIA'22 | MEDIA'23 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ITF15SL6 | NO TREND |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | INCREASING WEAK |          |          | STABLE   |          |          |          | STABLE   |          |          |          |          |          |

CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA)

|          | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA<br>FINE – INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE -<br>INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
|----------|---------------------------|---------------------------------------|---|--|
| ITF15SL6 | NO TREND                  | 0                                     | INCREASING WEAK   | 1,2/12 = 0,1   |

Figura 3.39. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale del Basso Sele (Regione Campania) – Stazione di Monitoraggio FSELE ITF15SL6.



## DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI D-EI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

ITF15SL6

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2008 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione ITF15SL6 un incremento debole seguito da stabilità della concentrazione dei nitrati agricoli (4 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento debole della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione ITF15SL6 mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non mostra un change point o inversione di tendenza.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| ITF15SL6  | PRESENTI   | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| ITF15SL6  | 1 / 1   | Nessun caso / casi totali                        |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 100% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di nessun caso / casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

3.3. EMILIA ROMAGNA

**ARPA EMILIA-ROMAGNA**

| Corpo Idrico Sotterraneo:   |                                   | CONOIDE ALLUVIONALE SECCHIA LIBERO |          |                     |  |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|----------|---------------------|--|
|   | AREA                              | 86 Km <sup>2</sup>                 |          |                     |  |
|   | QUOTA                             | max:                               | media:   | min:                |  |
|   | POPOLAZIONE                       | Abitanti                           | Densità: | ab./km <sup>2</sup> |  |
|   | <b>Uso prevalente del Suolo</b>   |                                    |          |                     |  |
|   | Aree Agricole                     | 15,8 km <sup>2</sup>               | 6,3%     |                     |  |
|   | Aree Urbane                       | 0,7 km <sup>2</sup>                | 0,3%     |                     |  |
|   | Boschi e Arbusteti                | 232,6 km <sup>2</sup>              | 93,4%    |                     |  |
|   | Ambienti Umidi                    | 0 km <sup>2</sup>                  | 0 %      |                     |  |
|   | ZVNA                              | SI: X                              | NO:      | IN PARTE:           |  |
|   | <b>Uso prevalente delle Acque</b> |                                    |          |                     |  |
| Consumo Umano   | Si                                |                                    |          |                     |  |
| Irriguo   | Si                                |                                    |          |                     |  |
| Industriale   | Si                                |                                    |          |                     |  |
| Termominerale   | No                                |                                    |          |                     |  |
| Tutela ecosistemi   |                                   |                                    |          |                     |  |
| <b>DESCRIZIONE</b>  |                                   |                                    |          |                     |  |
| <p>Corpo Idrico Sotterraneo di Conoide Alluvionale con acquifero libero. Acquifero mono strato, costituito da ghiaie più o meno amalgamate con spessori decametrici ed estensione chilometrica in zona apicale e spessori fino a 20-30 metri, alternati a depositi fini più a valle. Elevata circolazione idrica con marcato rapporto idrico da fiume a falda e scarsa compartimentazione del sistema acquifero nelle parti apicali con settori di falda libera e falde confinate più a valle. Composti azotati storicamente presenti, la cui fonte principale di inquinamento proviene dalla zona di interconoide e dall'adiacente conoide del Tiepido. In posizione distale l'aumento progressivo del carico nitrico è da attribuire a dispersioni dirette dalla superficie topografica in corrispondenza del margine est della conoide del Secchia, mentre l'alimentazione diretta del fiume nel margine ovest, con acque a bassissime concentrazioni di composti azotati, limita il fenomeno di arricchimento. In profondità, la presenza di carichi azotati insiste nell'acquifero fino a 70-110 m, con aumento del carico azotato in corrispondenza dei principali pozzi di prelievo acquedottistico della città di Modena.</p> |                                   |                                    |          |                     |  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |  |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| GWB:   | '00  | '01   | '02 | '03  | '04  | '05  | '06  | '07  | '08  | '09  | '10  | '11  | '12  | '13  | '14  | '15  | '16  | '17  | '18  | '19  | '20  | '21  | '22  | '23  |      |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="color: green;">■ Decreasing</span> <span style="color: yellow;">■ No Trend</span> <span style="color: red;">■ Increasing</span> </div> |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  | Slope<br>mg/L * y  | MEDIA |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MO25-00  | -0.41  |       |     | 23.4 | 25.9 | 31.5 | 29.3 | 22.5 | 19.5 | 20.5 | 30   | 30.5 | 22   | 20   | 26   | 24   | 20   | 17.5 | 14.5 | 21   | 20   | 18   | 18.5 | 16.5 | 25   |
| MO26-01  | 0  |       |     | 36   | 43.2 | 47.5 | 65.6 | 61.5 | 60   | 55   | 61   | 57.5 | 41   | 55.5 | 62.5 | 63   | 61   | 57.5 | 51.5 | 48   | 49   | 49   | 50.5 | 46   | 47.5 |
| MO27-01  | -0.33  |       |     |      |      |      |      |      |      | 38   | 37.5 | 38   | 36   | 37.5 | 36   | 38   | 36   | 36   | 35.5 | 35   | 35   | 34   | 33   | 33.5 | 33.5 |
| MO36-00  | 1.06   |       |     | 39.4 | 35.5 | 40   | 43.7 | 45.5 | 50   | 51.5 | 49   | 49   | 50.5 | 59.5 | 62   | 62   | 60.5 | 63.5 | 63   | 61.5 | 60   | 56   | 54.5 | 51   | 55.5 |
| MO58-00  | 0  |       |     | 46.6 | 57.7 | 40   | 46.6 | 54.5 | 67.5 | 62   | 69   | 64.5 | 65   | 67.5 | 68   | 65.5 | 53   | 63.5 | 53.5 | 56   | 43   | 32   | 32   | 23.5 | 34   |
| MO59-00  | -0.56  |       |     | 35.1 | 42.1 | 42.5 | 41.4 | 38.5 | 36.5 | 35   | 37.5 | 36   | 40.5 | 34.5 | 36.5 | 39   | 42   | 34   | 30.5 | 31.5 | 31   | 33   | 29.5 | 24.5 | 33   |
| MO61-02  | 0  |       |     |      |      |      |      |      | 60.5 | 47.5 | 39.5 | 53.5 | 63.5 | 42.5 | 57   | 60   | 52.5 | 52.5 | 55.5 | 55   | 52.5 | 53   | 54   | 53.5 | 54   |
| MO71-01  | -0.26  |       |     | 50.3 | 45.5 | 54.1 | 46   | 49   | 45.5 | 26   | 42   | 37.5 | 40   | 42   | 40   | 42   | 43.5 | 44   | 45   | 45   | 40   | 40   | 42.5 | 41.5 |      |
| MO72-01  | 0.33   |       |     | 52.9 | 53   | 51.5 | 49.5 | 53   | 55   | 55   | 49   | 52   | 53.5 | 57.5 | 59   | 56.5 | 57   | 59   | 60   | 58.5 | 53   | 57.5 | 56.5 | 56.5 |      |
| MO73-01  | -0.18  |       |     | 4.55 | 6.25 | 9.4  | 8    | 2.25 | 6    | 12.5 | 15.5 | 12.5 | 7    | 6.5  | 3.5  | 4.25 | 7    | 2    | 5    | 6    | 5    | 3.5  | 3.75 | 5    |      |
| RE50-00  | -0.26  |       |     | 8.6  | 5.05 | 8.5  | 7.5  | 6.5  | 5    | 5    | 10.5 | 9.5  | 7    | 4.5  | 10   | 6    | 5.5  | 4    | 2    | 5    | 4    | 2    | 3    | 2    | 3.5  |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall     |  |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MO36-00  |  |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | c.p. |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|---|
| GWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO  | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|  | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |
| MO25-00  | 24.7   | 25.7   | 25.8   | 22.5   | 18.3   | 19.5  |
| MO26-01  | 39.6   | 58.7   | 53.6   | 60.5   | 51.5   | 48.3  |
| MO27-01  |  |  | 37.4   | 36.9   | 35.4   | 33.5  |
| MO36-00  | 37.5   | 44.8   | 50.0   | 61.0   | 62.0   | 54.3  |
| MO58-00  | 52.1   | 52.1   | 65.1   | 63.5   | 54.0   | 30.4  |
| MO59-00  | 38.6   | 39.7   | 37.3   | 38.0   | 31.8   | 30.0  |
| MO61-02  |  | 60.5   | 51.0   | 53.0   | 53.9   | 53.6  |
| MO71-01  | 50.3   | 48.7   | 37.8   | 41.0   | 44.4   | 41.0  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

|         |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|
| MO72-01 | 52.9   | 51.8   | 52.8   | 56.6   | 58.6   | 55.9   |
| MO73-01 | 4.6  | 6.5  | 11.6   | 5.3  | 5.0  | 4.3  |
| RE50-00 | 6.8  | 6.9  | 8.0  | 6.5  | 3.8  | 2.6  |
|         | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) - m(1999-1996) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) - m(2000-2003) | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) - m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2015-2012) - m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2019-2016) - m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2016-2019) |
| MO25-00 |  | 1  | 0.1  | -3.3   | -4.2   | 1.2  |
| MO26-01 |  | 19.1   | -5.1   | 6.9  | -9   | -3.2   |
| MO27-01 |  |  | 37.4   | -0.5   | -1.5   | -1.9   |
| MO36-00 |  | 7.3  | 5.2  | 11   | 1  | -7.7   |
| MO58-00 |  | 0  | 13   | -1.6   | -9.5   | -23.6  |
| MO59-00 |  | 1.1  | -2.4   | 0.7  | -6.2   | -1.8   |
| MO61-02 |  | 60.5   | -9.5   | 2  | 0.9  | -0.3   |
| MO71-01 |  | -1.6   | -10.9  | 3.2  | 3.4  | -3.4   |
| MO72-01 |  | -1.1   | 1  | 3.8  | 2  | -2.7   |
| MO73-01 |  | 1.9  | 5.1  | -6.3   | -0.3   | -0.7   |
| RE50-00 |  | 0.1  | 1.1  | -1.5   | -2.7   | -1.2   |

TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica)

|         |       |  |  |
|---------|-------|--|--|
| MO25-00 | 0.2   | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |  |
|         |       | 0.2  |  |
| MO26-01 | -22.3 | ND TREND VALUE*<br>M(2023-2020) - m(2000-2003) |  |
|         |       | -22.3  |  |
| MO27-01 | -1.4  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2008-2011) |
|         |       |  | -1.4   |
| MO36-00 | -15   | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |  |
|         |       | -15  |  |
| MO58-00 | -23.6 | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |  |
|         |       | -23.6  |  |
| MO59-00 | -2.9  | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |  |
|         |       |  |  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

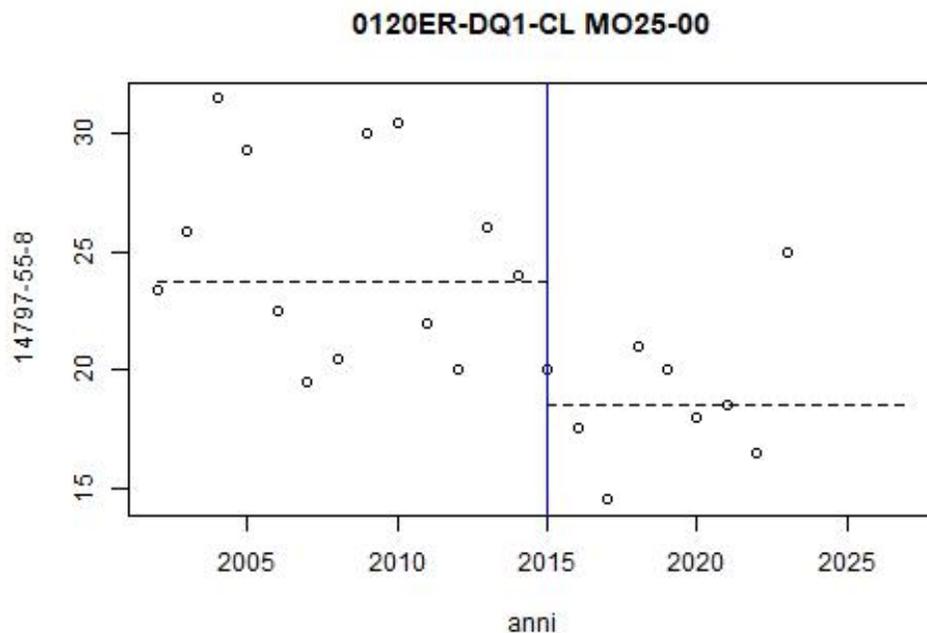
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |      |  |
|---|------|--|
|   |      | -2.9   |
| MO61-02   | 9.2  | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2004-2007) |
|   |      | 9.2  |
| MO71-01   | -1.8 | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |
|   |      | -1.8   |
| MO72-01   | -1.6 | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |
|   |      | -1.6   |
| MO73-01   | -2.6 | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |
|   |      | -2.6   |
| RE50-00   | -1.3 | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2000-2003) |
|   |      | -1.3   |

| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | MEDIA'00 | MEDIA'01 | MEDIA'02 | MEDIA'03 | MEDIA'04 | MEDIA'05 | MEDIA'06 | MEDIA'07 | MEDIA'08 | MEDIA'09 | MEDIA'10 | MEDIA'11 | MEDIA'12 | MEDIA'13 | MEDIA'14 | MEDIA'15 | MEDIA'16 | MEDIA'17 | MEDIA'18 | MEDIA'19 | MEDIA'20 | MEDIA'21 | MEDIA'22 | MEDIA'23 |
| MO25-00  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO26-01  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO27-01  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO36-00  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO58-00  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO59-00  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO61-02  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO71-01  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO72-01  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MO73-01  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| RE50-00  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA)

|         | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA<br>ARITMETICA FINE – INIZIO SERIE<br>STORICA ) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE<br>STORICA)<br>(mg/l) / anno |
|---------|---------------------------|--|---|--|
| MO25-00 | DECREASING                | -0.41                                      | STABLE  | 0.2/20=0.01  |
| MO26-01 | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG   | -22.3/20=-1.12   |
| MO27-01 | DECREASING                | -0.33                                      | DECREASING WEAK   | -1.4/12=-0.12  |
| MO36-00 | INCREASING                | 1.06                                       | DECREASING STRONG   | -15/20=-0.75   |
| MO58-00 | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG   | -23.6/20=-1.18   |
| MO59-00 | DECREASING                | -0.56                                      | DECREASING WEAK   | -2.9/20=-0.15  |
| MO61-02 | NO TREND                  | 0  | INCREASING STRONG   | 9.2/16=0.58  |
| MO71-01 | DECREASING                | -0.26                                      | DECREASING WEAK   | -1.8/20=-0.09  |
| MO72-01 | INCREASING                | 0.33                                       | DECREASING WEAK   | -1.6/20=-0.08  |
| MO73-01 | DECREASING                | -0.18                                      | DECREASING WEAK   | -2.6/20=-0.13  |
| RE50-00 | DECREASING                | -0.26                                      | DECREASING WEAK   | -1.3/20=-0.07  |

Figura 3.40. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO25-00.

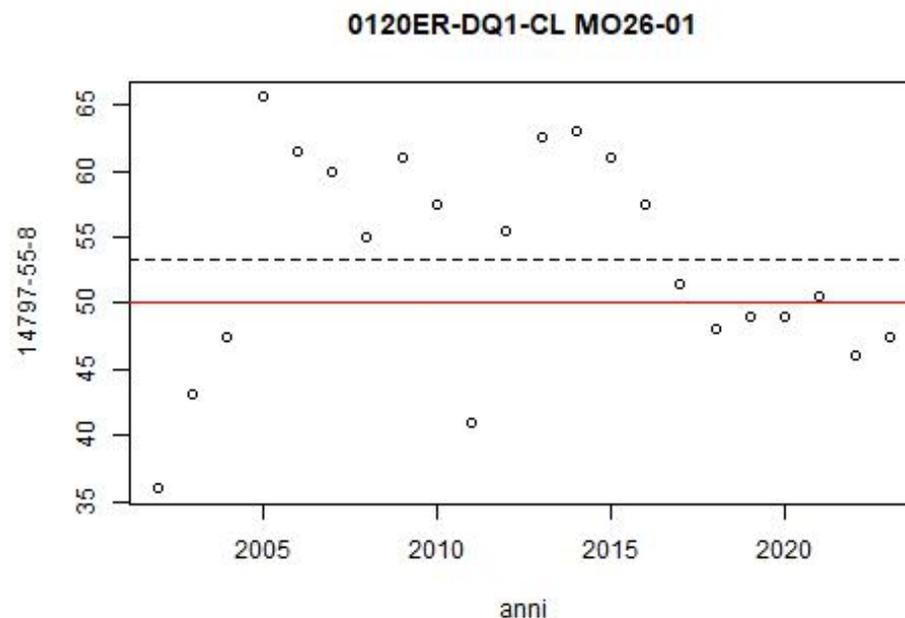


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO25-00

Nel periodo 2002-2023 per la stazione di monitoraggio MO25-00 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione stazionaria, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a 0.2 mgL/quadriennio (slope=0.01 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, invece, un trend lievemente decrescente (slope=-0.41 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2015 senza però evidenziare una inversione di tendenza.

Figura 3.41. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO26-01.

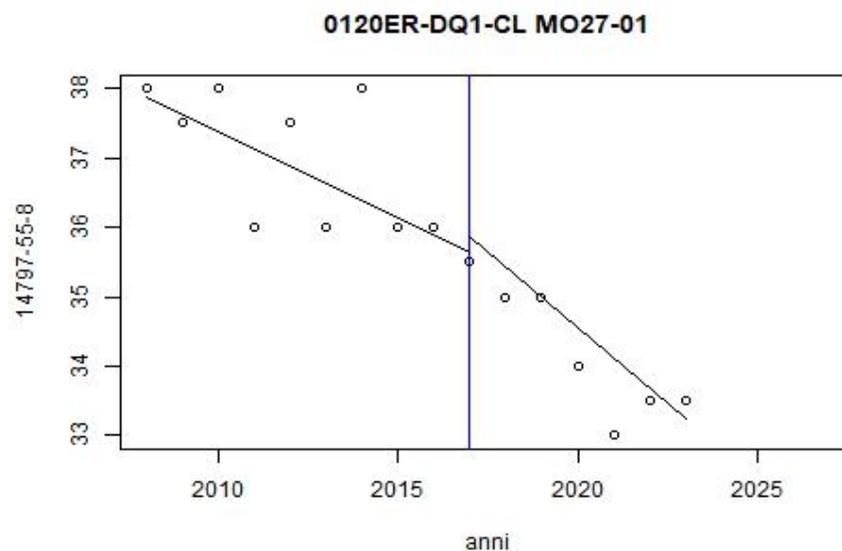


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO26-01

Nel periodo 2002-2023 per la stazione di monitoraggio MO26-01 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL), l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in forte diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -22.3mgL/quadriennio (slope=-1.12 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, invece, un trend stazionario (slope=0 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* non evidenzia inversioni di tendenza significative.

Figura 3.42. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO27-01.

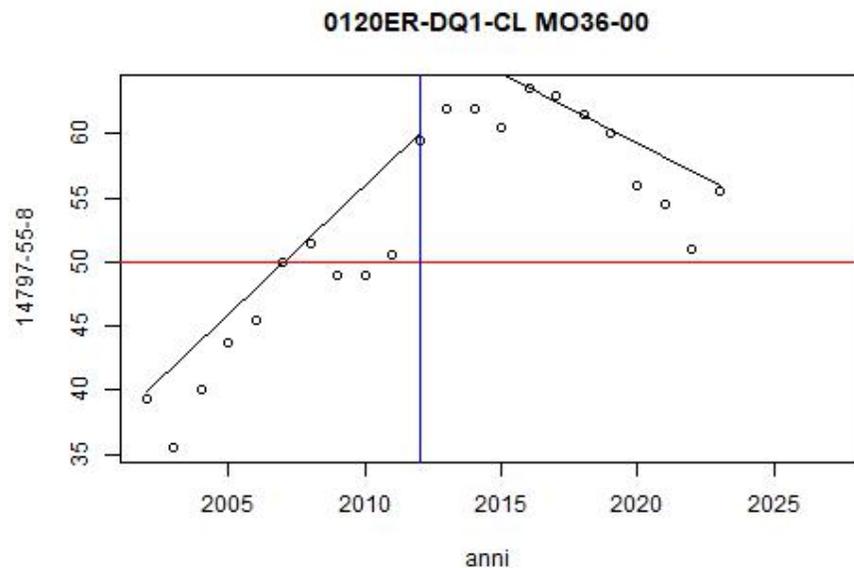


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO27-01

Nel periodo 2008-2023 per la stazione di monitoraggio MO27-01 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL), l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in leggera diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -1.4mgL/quadriennio (slope=-0.12 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, in accordo, un trend in leggera diminuzione (slope=-0.33 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2017 senza però evidenziare una inversione di tendenza, in quanto si evince solo un aumento della tendenza dal 2017 al 2023, con un trend che risulta per l'intero periodo sempre negativo.

Figura 3.43. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO36-00.

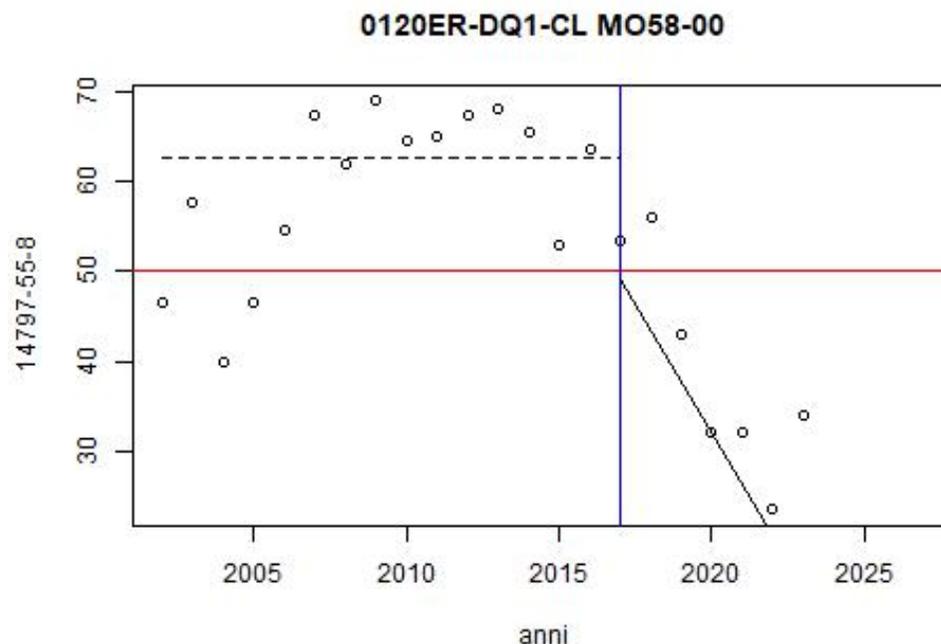


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO36-00

Nel periodo 2002-2023 per la stazione di monitoraggio MO36-00 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL), l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in forte diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -15mgL/quadriennio (slope=-0.75 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, invece, un trend in aumento (slope=1.06 mg/L/anno). Infatti, usando lo slope monotonic, la proiezione delle concentrazioni dei nitrati al 2027 risulta pari a 75.9 mg/L, che non risulta rispondere ai dati disponibili fino al 2023. Il *test di Pettitt* evidenzia una inversione di tendenza ambientalmente significativa nel 2012, anno in cui si osserva la variazione della distribuzione delle concentrazioni di nitrati che da un trend in aumento passa ad un trend in diminuzione.

Figura 3.44. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO58-00.

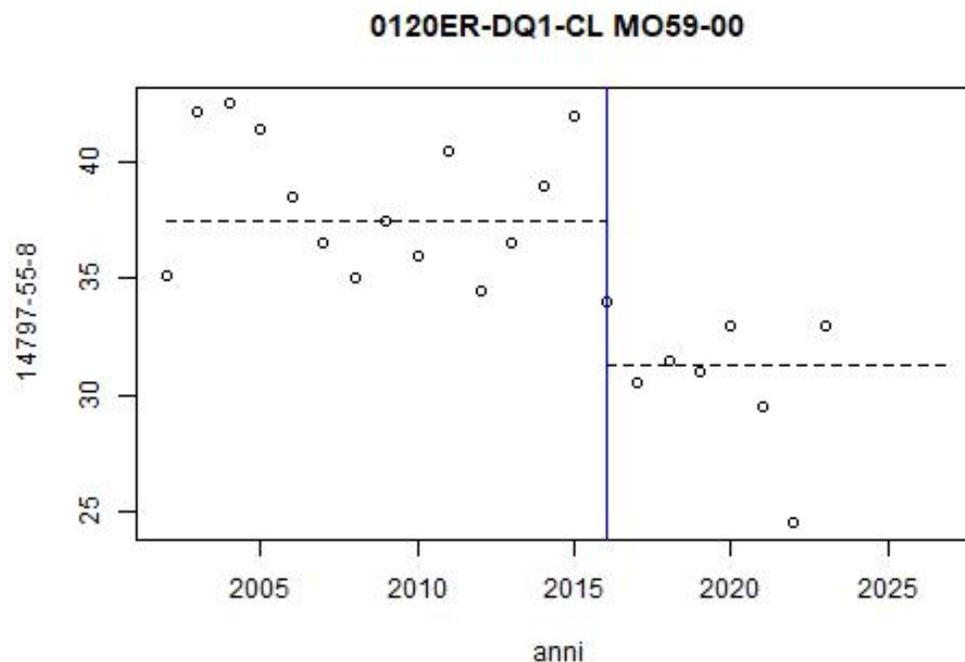


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO58-00

Nel periodo 2002-2023 per la stazione di monitoraggio MO58-00 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in forte diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -23.6mg/L/quadriennio (slope=-1.18 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, invece, un trend stazionario (slope=0 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2017 senza però evidenziare una inversione di tendenza.

Figura 3.45. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO59-00.

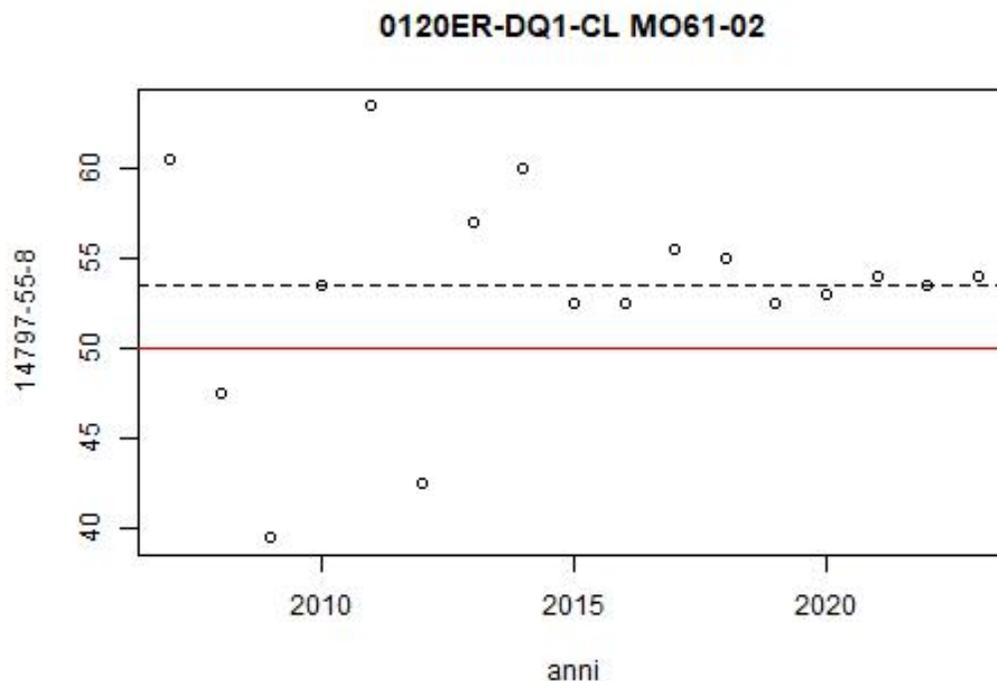


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO59-00

Nel periodo 2002-2023 per la stazione di monitoraggio MO59-00 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in lieve diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a  $-2.96 \text{ mg/L/quadriennio}$  ( $\text{slope} = -0.15 \text{ mg/L/anno}$ ). Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, in accordo, un trend lieve diminuzione ( $\text{slope} = -0.56 \text{ mg/L/anno}$ ). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2016 senza però evidenziare una inversione di tendenza.

Figura 3.46. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO61-02.

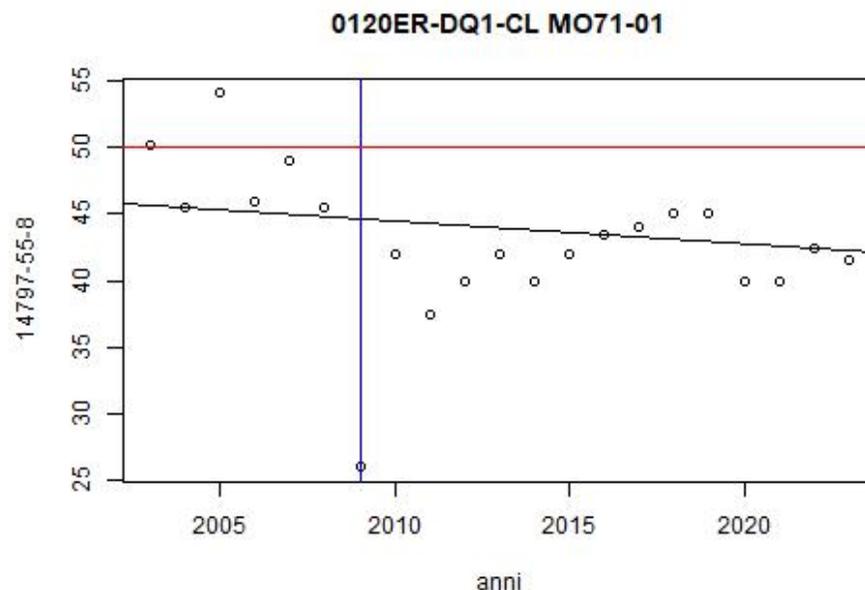


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO61-02

Nel periodo 2007-2023 per la stazione di monitoraggio MO61-02 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in forte aumento, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a 9.2mg/L/quadriennio (slope=0.58 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, invece, un trend stazionario (slope=0 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* non evidenzia inversioni di tendenza significative.

Figura 3.47. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO71-01.

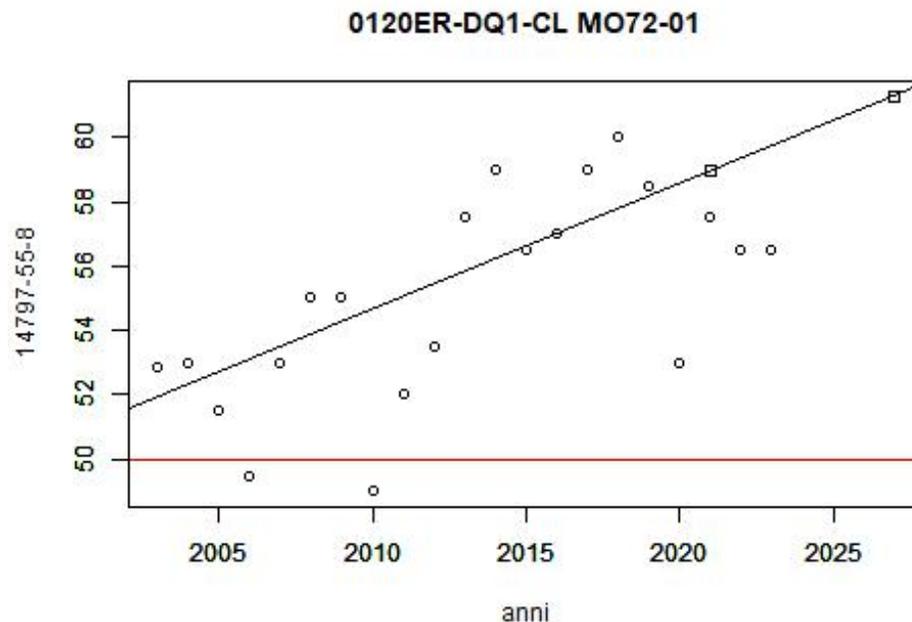


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO71-01

Nel periodo 2003-2023 per la stazione di monitoraggio MO71-01 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in lieve diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -1.8mg/L/quadriennio (slope=-0.09 mg/L/anno). Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, in accordo, un trend in diminuzione (slope=-0.26 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2009 senza però evidenziare una inversione di tendenza.

Figura 3.48. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO72-01.

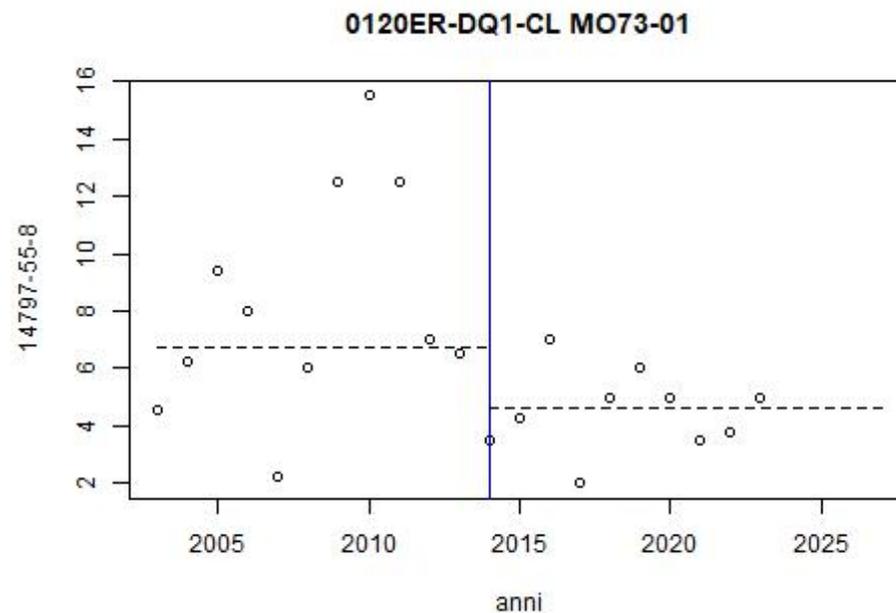


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO72-01

Nel periodo 2003-2023 per la stazione di monitoraggio MO72-01 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in lieve diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -1.6 mg/L/quadiennio (slope=-0.08 mg/L/anno). L'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, invece, un trend in aumento (slope=0.33 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* non evidenzia inversioni di tendenza significative.

Figura 3.49. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL MO73-01.

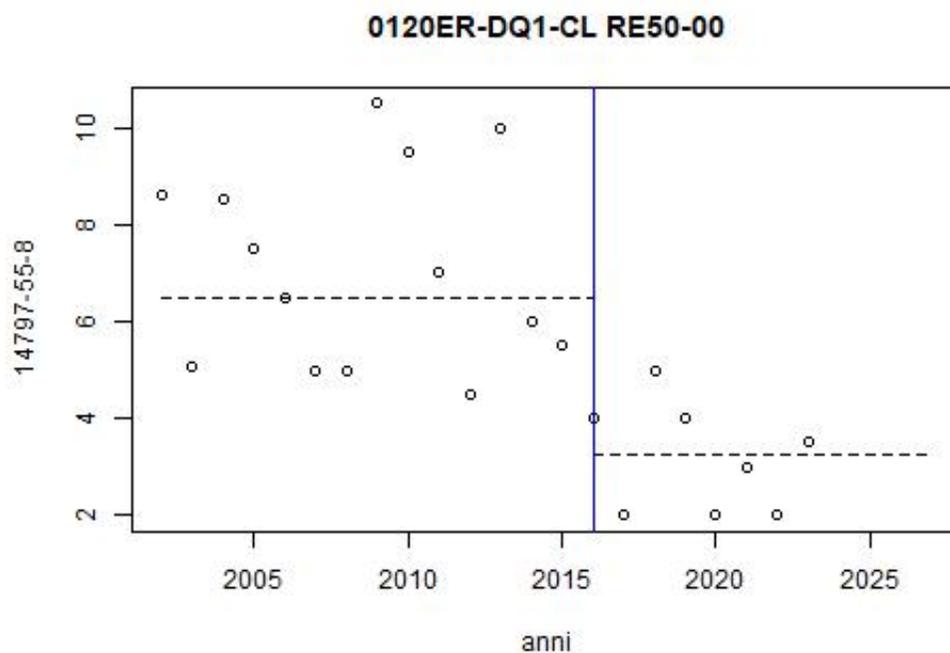


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MO73-01

Nel periodo 2003-2023 per la stazione di monitoraggio MO73-01 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in lieve diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a -2.6mg/L/quadriennio (slope=-0.13 mg/L/anno). Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, in accordo, un trend in diminuzione (slope=-0.18 mg/L/anno). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2014 senza però evidenziare una inversione di tendenza.

Figura 3.50. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo del Conoide Alluvionale Secchia Libero (Regione Emilia-Romagna) – Stazione di Monitoraggio 0120ER-DQ1-CL RE50-00.



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

RE50-00

Nel periodo 2002-2023 per la stazione di monitoraggio RE50-00 ubicata nel Corpo idrico di Conoide alluvionale del Secchia libero (0120ER-DQ1-CL) l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della concentrazione di nitrati, prevista dalla Direttiva, evidenzia una situazione in lieve diminuzione, con una differenza di medie aritmetiche tra inizio e fine serie storica pari a  $-1.3 \text{ mg/L/quadriennio}$  ( $\text{slope} = -0.07 \text{ mg/L/anno}$ ). Anche l'applicazione del *test di Mann-Kendall* all'intera serie storica mostra, in accordo, un trend in diminuzione ( $\text{slope} = -0.26 \text{ mg/L/anno}$ ). Il *test di Pettitt* mostra una potenziale differenza di distribuzione delle concentrazioni nell'anno 2016 senza però evidenziare una inversione di tendenza.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI)                   |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| MO25-00   | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO26-01   | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO27-01   | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO36-00   | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO58-00   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| MO59-00   | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO61-02   | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO71-01   | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| MO72-01   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| MO73-01   | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| RE50-00   | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI   | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI    |
| MO25-00   | 6/11   | 11/11   |
| MO26-01   |  |   |
| MO27-01   |  |   |
| MO36-00   |  |   |
| MO58-00   |  |   |
| MO59-00   |  |   |
| MO61-02   |  |   |
| MO71-01   |  |   |
| MO72-01   |  |   |
| MO73-01   |  |   |
| RE50-00   |  |   |

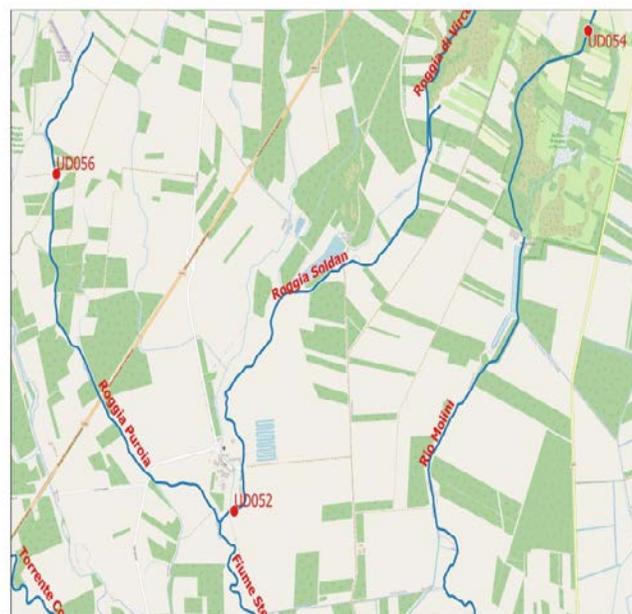
Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 54,5% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di 100,0% per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

## 3.4. FRIULI-VENEZIA GIULIA

## ARPA FRIULI VENEZIA GIULIA

Corpo idrico: 06AS6T44

|                           |  |               |
|---------------------------|--|---------------|
| CATEGORIA                 | Acque superficiali interne               |               |
| CODICE EUROPEO            | ITARW11MG01100010FR                      |               |
| BACINO                    | Bacino Scolante Laguna di Marano e Grado |               |
| DENOMINAZIONE             | Roggia Soldan                            |               |
| CONDIZIONI DI NATURALITA' | Naturale                                 |               |
| MACROTIPO                 | C/Ca                                     |               |
| COMUNE                    | Bertiolo (località Sterpo)               |               |
| RETE DI MONITORAGGIO      | Operativa                                |               |
| STAZIONE                  | Lat. (WGS84)                             | Long. (WGS84) |
| IT06UD052                 | 45,90231                                 | 13,05159      |

**CARATTERISTICHE AMBIENTALI**

Il corpo idrico si estende dalla zona del Biotopo "Risorgive di Virco" fino alla confluenza con la roggia Puroia che origina il fiume Stella. Il territorio considerato è inserito nel SIC "Risorgive dello Stella" (IT3320026). Le principali pressioni antropiche rilevabili per il corpo idrico in esame sono attribuibili all'attività agricola e all'itticoltura. La funzionalità fluviale del tratto monitorato risente dello sfruttamento agricolo del territorio circostante, soprattutto in riferimento alla sponda sinistra, dove la vegetazione perifluviale viene fortemente limitata nella sua estensione.

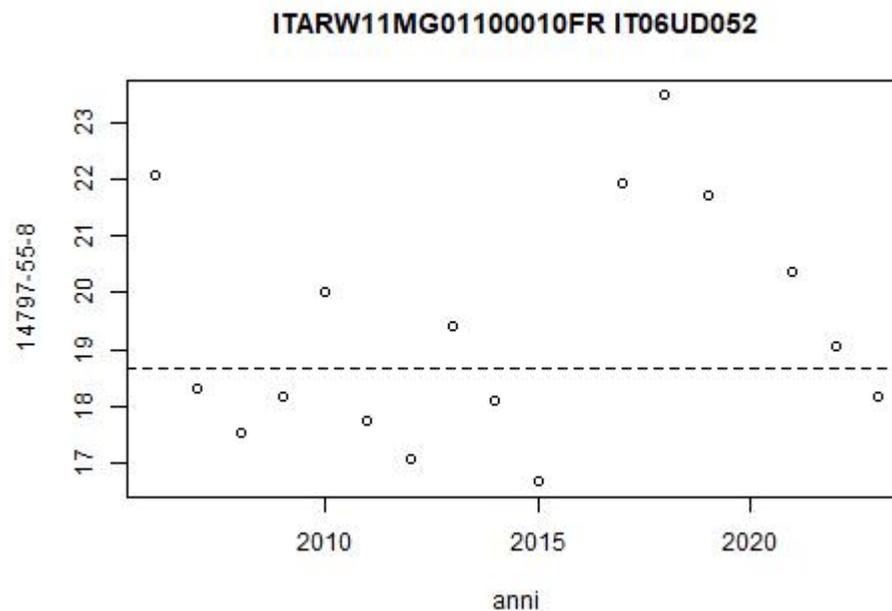
**PRESSIONI SIGNIFICATIVE**

1.8 - Puntuale - Impianti di acquacoltura; 2.2 - Diffuso - Agricoltura; 4.1.2 - Alterazione fisica dell'alveo/area riparia /sponda - Agricoltura; 4.1.4 - Alterazione fisica dell'alveo/fascia riparia/sponda - Altro.





Figura 3.51. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Roggia Soldan (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITARW11MG01100010FR IT06UD052



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06UD052

Nel periodo 2006-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione un trend leggermente in aumento. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* invece denota un'assenza di tendenza evolutiva e di inversione sulla serie storica considerata.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE SIGNIFICATIVE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| IT06UD052   | PRESENTI   | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

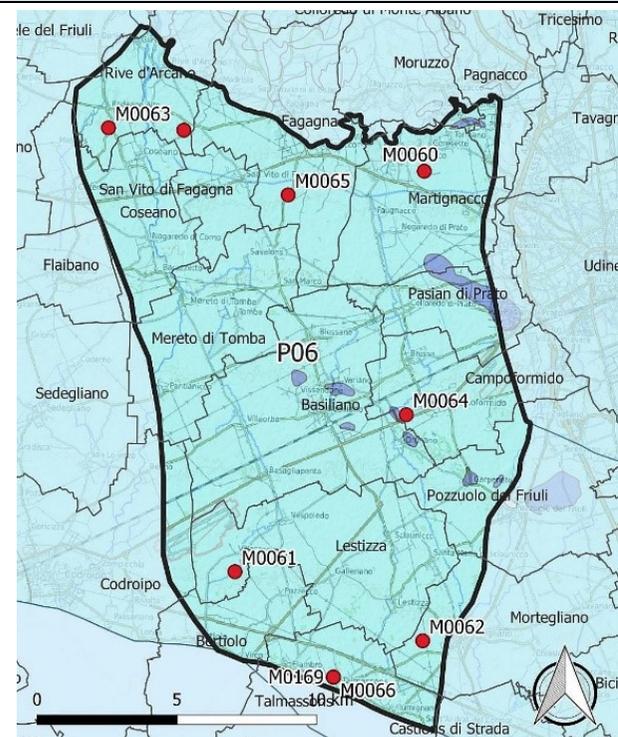
| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| IT06UD052   | 1 / 1   | Nessun caso / casi totali                        |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 100% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e nessun caso / casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

Corpo idrico: P06

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| CATEGORIA            | Acque sotterranee              |
| DENOMINAZIONE        | Alta pianura friulana centrale |
| TIPOLOGIA            | Corpi idrici di alta pianura   |
| CODICE EUROPEO       | ITAGW00010000FR                |
| SUPERFICIE (Kmq)     | 259,1                          |
| RETE DI MONITORAGGIO | Operativa                      |

| STAZIONE  | Lat. (WGS84) | Long. (WGS84) |
|-----------|--------------|---------------|
| IT06M0060 | 46,0945      | 13,1509       |
| IT06M0061 | 45,9651      | 13,0678       |
| IT06M0062 | 45,9444      | 13,1551       |
| IT06M0063 | 46,1059      | 13,0044       |
| IT06M0064 | 46,0165      | 13,1452       |
| IT06M0065 | 46,0859      | 13,0882       |
| IT06M0066 | 45,9321      | 13,1144       |
| IT06M0169 | 45,9321      | 13,1144       |
| IT06M0192 | 46,1057      | 13,0392       |



**CARATTERISTICHE AMBIENTALI**

*Litologie prevalenti:*

- Sedimenti fluvioglaciali (Pleistocene Superiore) Corpo idrico freatico di alta pianura.

*Comuni interessati:* Basiliano, Bertiolo, Campoformido, Castions di Strada, Codroipo, Coseano, Fagagna, Lestizza, Martignacco, Mereto di Tomba, Mortegliano, Moruzzo, Pagnacco, Pasian di Prato, Pozzuolo del Friuli, Rive d'Arcano, San Daniele del Friuli, San Vito di Fagagna, Talmassons (UD).

**SIGNIFICATIVE**

2.1 – Dilavamento superfici urbane; 2.2 – Agricoltura

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|--|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| GWB: P06 - Alta pianura friulana centrale                                    |  | '96  | '97 | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06  | '07  | '08  | '09  | '10  | '11  | '12  | '13  | '14  | '15  | '16  | '17  | '18  | '19  | '20  | '21  | '22  | '23  |      |      |      |      |      |      |  |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017) |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|  | Slope<br>mg/L * y  | <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <span style="color: green;">■</span> Decreasing                     <span style="color: yellow;">■</span> No Trend                     <span style="color: red;">■</span> Increasing                 </div> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|  | MEDIA  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0060  | -1,35  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      | 52,2 | 45,9 | 48,7 | 47,2 | 44,3 | 47,0 | 39,3 | 38,8 | 37,2 | 31,7 | 38,5 | 36,2 | 35,5 |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0061  | 0  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 34,2 | 36,1 | 30,9 | 31,4 | 32,5 | 30,0 | 34,2 | 37,2 | 32,8 | 29,7 | 31,8 | 29,0 | 30,9 | 34,2 | 36,7 | 31,3 | 32,7 | 33,0 |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0062  | 0  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 42,1 | 41,5 | 37,4 | 53,9 | 48,2 | 47,0 | 44,1 | 45,3 | 45,0 | 39,3 | 43,9 | 40,0 | 41,9 | 52,0 | 45,0 | 44,9 | 44,5 | 41,5 |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0063  | 0  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 35,3 | 25,8 | 35,9 | 23,0 | 26,3 | 41,0 | 45,1 | 31,0 | 37,3 | 42,7 | 32,2 | 28,4 | 21,6 | 22,2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0064  | -0,467   |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 26,9 | 28,5 | 26,9 | 24,9 | 24,5 | 25,6 | 24,5 | 26,8 | 23,3 | 23,7 | 21,0 | 22,0 | 19,2 | 25,3 | 22,2 | 21,5 | 18,3 | 20,1 | 19,5 |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0065  | -0,763   |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 34,4 | 35,2 | 38,7 | 51,0 | 46,6 | 45,1 | 41,3 | 42,7 | 51,9 | 45,4 | 34,6 | 32,6 | 37,1 | 36,6 | 36,0 | 34,4 | 26,8 | 25,0 |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0066  | 0  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 40,9 | 41,0 | 37,8 | 36,1 | 38,3 | 37,0 | 37,6 | 28,4 | 35,4 | 13,0 | 15,6 | 15,9 | 14,7 | 13,7 | 16,9 | 17,1 | 13,5 | 14,3 | 16,0 |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0169  | -0,192   |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 16,2 | 17,2 | 15,9 | 15,8 | 14,7 | 14,7 | 15,7 | 21,9 | 13,7 | 33,4 | 33,1 | 35,1 | 34,7 | 34,9 | 41,5 | 39,3 | 36,1 | 34,5 | 35,0 |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0192  | 0  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 29,6 | 28,4 | 29,9 | 26,7 | 23,0 |  |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall     |  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0060  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0061  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0062  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0063  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0064  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0065  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0066  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0169  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| IT06M0192  | NA   | NA   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |    |   |   |   |   |   |   |   |
|--|----|---|---|---|---|---|---|---|
| GWB:<br>STAZIONI<br>MONITORAGGIO   | DI | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio<br>(1996-1999) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000-2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004-2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008-2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012-2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016-2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|  |    | Media Aritmetica                                | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  |
| IT06M0060  |    |   |   |   | 48,9  | 44,5  | 36,5  | 35,9  |
| IT06M0061  |    |   |   | 35,1  | 31,2  | 33,5  | 31,5  | 33,4  |
| IT06M0062  |    |   |   | 41,8  | 46,6  | 43,4  | 44,4  | 44  |
| IT06M0063  |    |   |   | 48,5  | 33,9  | 35,8  | 24  |   |
| IT06M0064  |    |   |   | 41,2  | 24,9  | 23,7  | 22,1  | 19,8  |
| IT06M0065  |    |   |   | 34,8  | 45,4  | 45,3  | 35,2  | 30,6  |
| IT06M0066  |    |   |   | 59,9  | 37,2  | 23,1  | 15,3  | 15,2  |
| IT06M0169  |    |   |   | 24,6  | 15,2  | 25,5  | 36,5  | 36,2  |
| IT06M0192  |    |   |   |   |   |   | 29,55   | 26,96   |
|  |    |   | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003)-m(1996-<br>1999)  | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007)-m(2000-<br>2003)  | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011)-m(2004-<br>2007)  | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015)-m(2008-<br>2011)  | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019)-m(2012-<br>2015)  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2016-<br>2019)  |
| IT06M0060  |    |   |   |   |   | -4,4  | -8  | -0,6  |
| IT06M0061  |    |   |   |   | -3,9  | 2,3   | -2  | 1,9   |
| IT06M0062  |    |   |   |   | 4,8   | -3,2  | 1   | -0,4  |
| IT06M0063  |    |   |   |   | -14,6   | 1,9   | -11,8   |   |
| IT06M0064  |    |   |   |   | -16,3   | -1,2  | -1,6  | -2,3  |
| IT06M0065  |    |   |   |   | 10,7  | -0,1  | -10,1   | -4,6  |
| IT06M0066  |    |   |   |   | -22,7   | -14,1   | -7,8  | -0,1  |
| IT06M0169  |    |   |   |   | -9,4  | 10,3  | 11  | -0,3  |
| IT06M0192  |    |   |   |   |   |   |   | -2,59   |

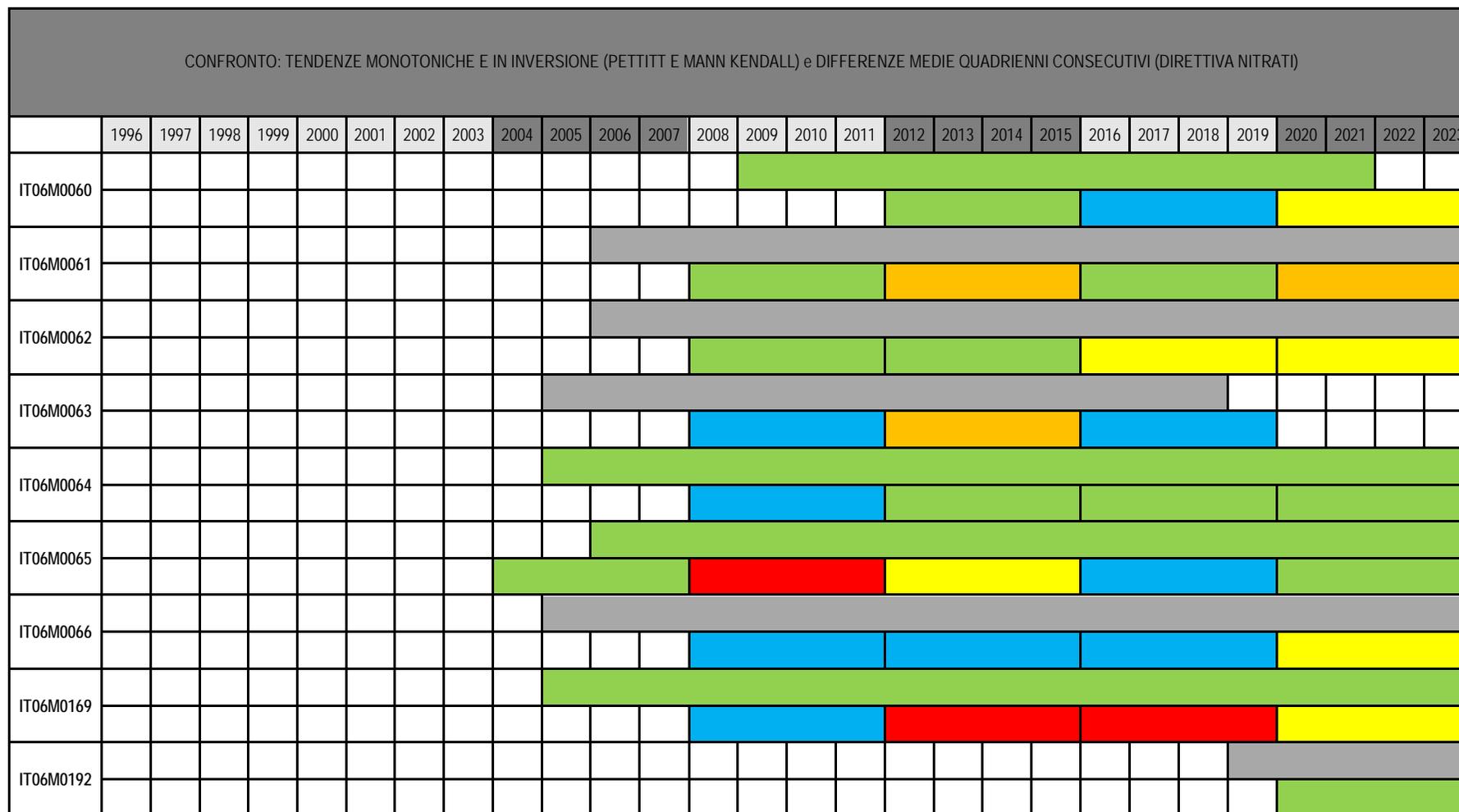
TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica)

|           |       |  |  |       |
|-----------|-------|--|--|-------|
| IT06M0060 | -13   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2008-2011) | -13   |
| IT06M0061 | -1,7  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2004-2007) | -1,7  |
| IT06M0062 | 2,2   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2004-2007) | 2,2   |
| IT06M0063 | -24,5 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019)-m(2004-2007) | -24,5 |
| IT06M0064 | -21,4 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2004-2007) | -21,4 |
| IT06M0065 | -4,2  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2004-2007) | -4,2  |
| IT06M0066 | -44,7 |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023)-m(2004-2007) | -44,7 |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

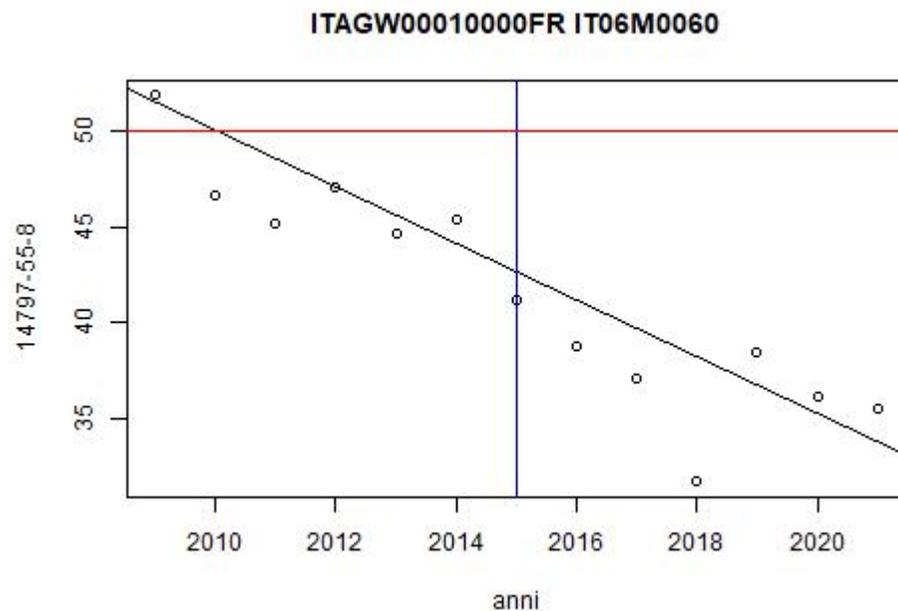
|          |       |  |   |
|----------|-------|--|---|
| IT06M169 | 11,6  |  | ND TREND<br>VALUE*<br>$m(2020-2023)-m(2004-2007)$ |
|          |       |  | 11,6  |
| IT06M192 | -2,59 |  | ND TREND VALUE*<br>$m(2020-2023)-m(2016-2019)$    |
|          |       |  | -2,59   |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025



| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |  |  |   |
|---|---------------------------|--|--|---|
|   | TENDENZA (MANN - KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA FINE - INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/l) / anno |
| IT06M0060   | DECREASING                | -1,35                                      | DECREASING STRONG  | -13/13 = -1   |
| IT06M0061   | NO TREND                  | 0  | DECREASING WEAK  | -1,7/18 = -0,09   |
| IT06M0062   | NO TREND                  | 0  | INCREASING WEAK  | 2,2/18 = 0,12   |
| IT06M0063   | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG  | -24,5/14 = -1,75  |
| IT06M0064   | DECREASING                | -0,467                                     | DECREASING STRONG  | -21,4/19 = -1,13  |
| IT06M0065   | DECREASING                | -0,763                                     | DECREASING WEAK  | -4,2/18 = -0,23   |
| IT06M0066   | NO TREND                  | 0  | DECREASING STRONG  | -44,7/19 = -2,35  |
| IT06M0169   | DECREASING                | -0,192                                     | INCREASING STRONG  | 11,6/19 = 0,61  |
| IT06M0192   | NO TREND                  | 0  | DECREASING WEAK  | -2,59/5 = 0,52  |

Figura 3.52. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0060

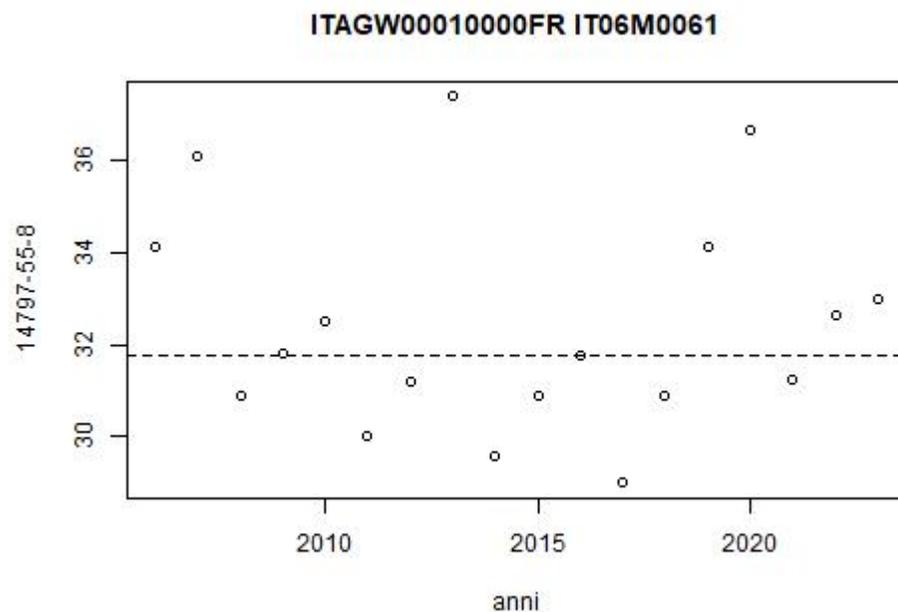


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0060

Nel periodo 2009-2021 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una forte diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. Tale diminuzione è confermata anche dalla statistica di Mann - Kendall, con anno di inversione individuato nel 2015

Figura 3.53. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0061



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0061

Nel periodo 2006-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una leggera diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. La statistica di Mann – Kendall non rileva invece alcuna tendenza.

Figura 3.54. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0062

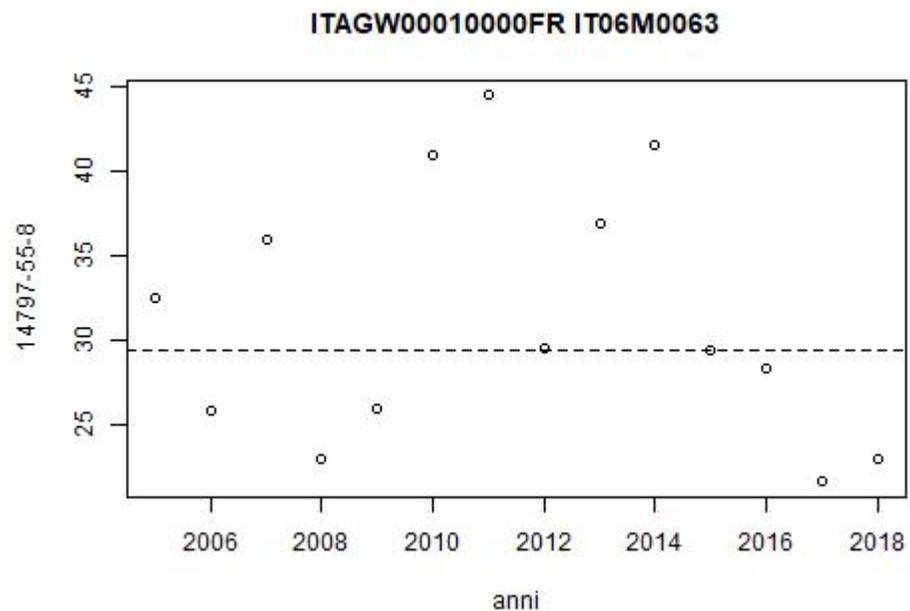


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0062

Nel periodo 2006-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione un leggero aumento nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. La statistica di Mann - Kendall non rileva invece alcuna tendenza significativa.

Figura 3.55. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0063

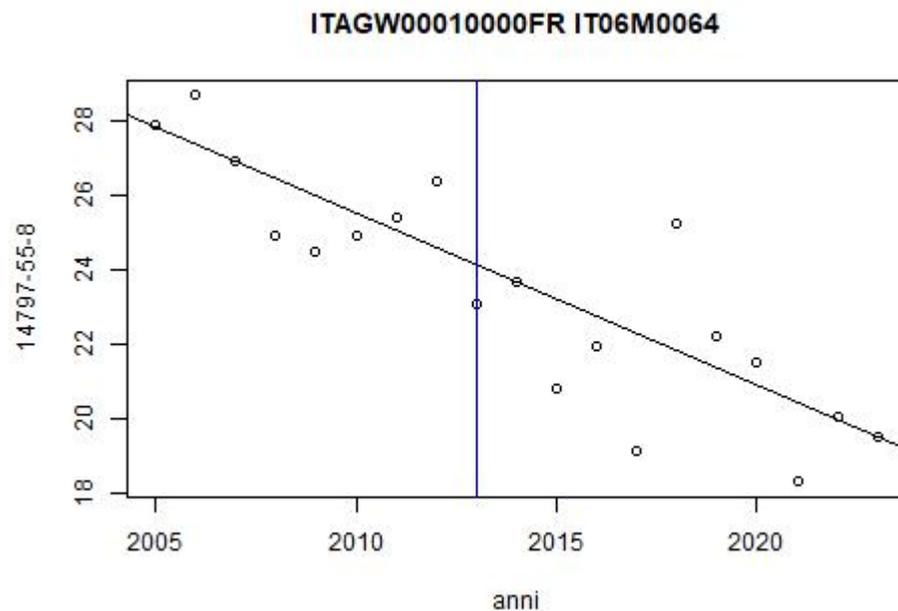


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0063

Nel periodo 2005-2018 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una forte diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. Tale diminuzione non è confermata dalla statistica di Mann - Kendall, che non evidenzia tendenze significative.

Figura 3.56. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0064

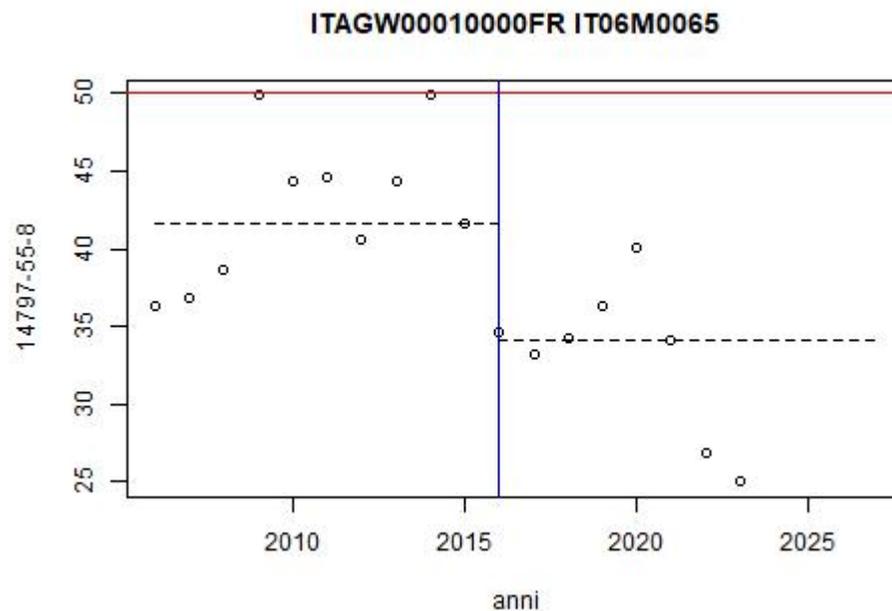


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0064

Nel periodo 2005-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una forte diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. Tale diminuzione è confermata anche dalla statistica di Mann – Kendall, con anno di inversione individuato nel 2013.

Figura 3.57. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0065

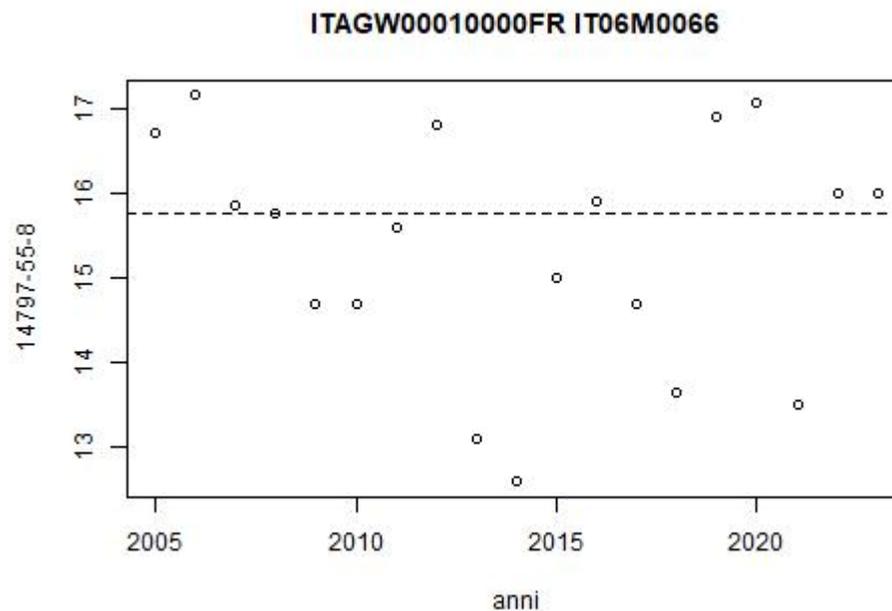


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

**IT06M0065**

Nel periodo 2006-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una leggera diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. Tale diminuzione è confermata anche dalla statistica di Mann – Kendall, con anno di inversione individuato nel 2016.

Figura 3.58. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0066

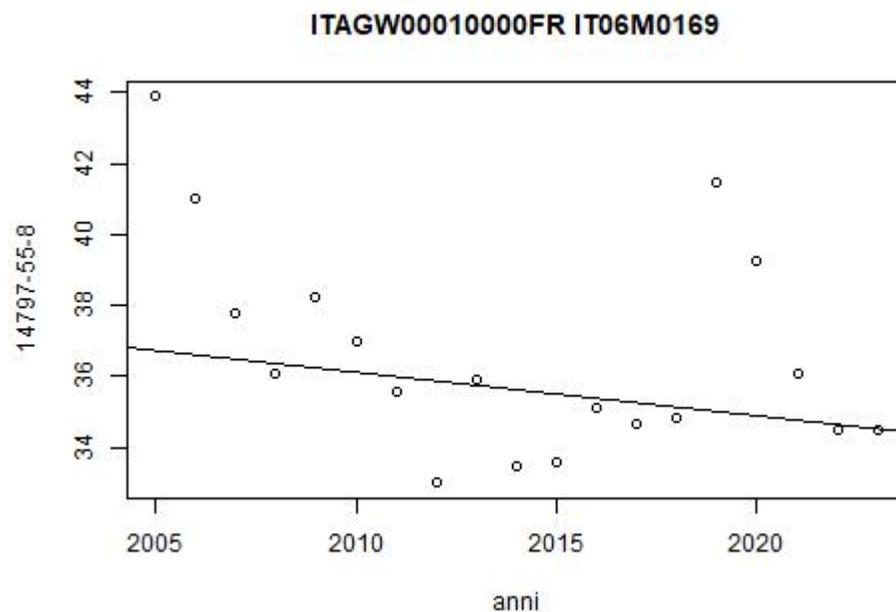


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0066

Nel periodo 2005-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una forte diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. Tale diminuzione non è confermata dalla statistica di Mann - Kendall, che non evidenzia tendenze significative.

Figura 3.59. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0169

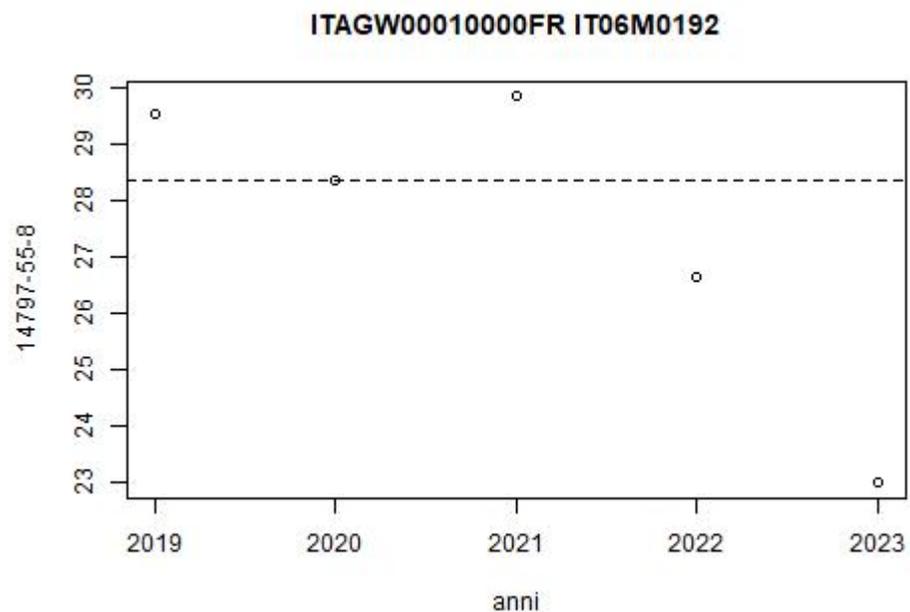


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

**IT06M0169**

Nel periodo 2005-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione un forte trend in aumento nel confronto tra l'ultimo e il primo quadriennio considerato. Questo è l'unico caso per i dati FVG utilizzati in cui c'è discordanza con la statistica di Mann – Kendall, che denota in trend in diminuzione.

Figura 3.60. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Alta pianura friulana centrale (Regione Friuli-Venezia Giulia) – Stazione di Monitoraggio ITAGW00010000FR IT06M0192



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT06M0192

Nel periodo 2019-2023, con un pool di dati meno numeroso rispetto alle stazioni precedenti, l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione una leggera diminuzione nel confronto tra il trend dell'ultimo e il primo quadriennio considerato. La statistica di Mann – Kendall non rileva invece alcuna tendenza significativa.

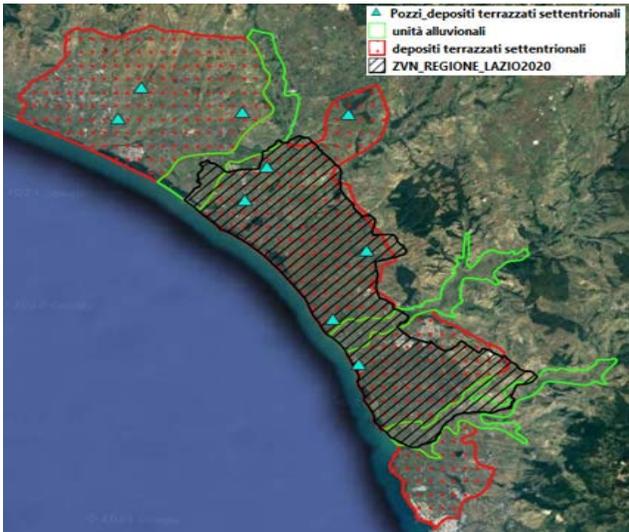
| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE SIGNIFICATIVE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| IT06M0060   | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT06M0061   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| IT06M0062   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| IT06M0063   | PRESENTI   | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| IT06M0064   | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT06M0065   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| IT06M0066   | PRESENTI   | PRESENTI (sottostima)                                 |
| IT06M0169   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| IT06M0192   | PRESENTI   | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| IT06M0060<br>IT06M0061<br>IT06M0062<br>IT06M0063<br>IT06M0064<br>IT06M0065<br>IT06M0066<br>IT06M0169<br>IT06M0192                                   | 7/9   | 2/9  |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 77,8% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e 22,2% per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

## 3.5. LAZIO

| ARPA LAZIO   |                          |   |                       |        |
|--|--------------------------|---|-----------------------|--------|
| Corpo Idrico Sotterraneo:  |                          | Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali<br>IT12-DQ008 |                       |        |
|    | AREA                     | 298.5 Km <sup>2</sup>   |                       |        |
|  | QUOTA                    | Max: 162 m  | Min.: 0 m             |        |
|  | Uso prevalente del Suolo |   |                       |        |
|  | - Aree Agricole          | 268.5 km <sup>2</sup>   | 89.9 %                |        |
|  | - Aree Urbane            | 15.7 km <sup>2</sup>  | 5.3 %                 |        |
|  | - Boschi e Arbusteti     | 12.5 km <sup>2</sup>  | 4.2 %                 |        |
|  | - Ambienti Umidi         | 1.4 km <sup>2</sup>   | 0.5 %                 |        |
|  | - Corpi idrici           | 0.4 km <sup>2</sup>   | 0.1 %                 |        |
|  | Presenza ZVNA            |   |                       |        |
|  | ■ Sì                     | <input type="checkbox"/> No   | 127.1 km <sup>2</sup> | 42.6 % |
| Uso prevalente delle Acque   |                          |   |                       |        |
| Consumo Umano  | X                        |   |                       |        |
| Irriguo  | X                        |   |                       |        |
| Industriale  |                          |   |                       |        |
| Termominerale  |                          |   |                       |        |
| Tutela ecosistemi  |                          |   |                       |        |
| <b>DESCRIZIONE</b>   |                          |   |                       |        |
| <p>Nell'intorno all'abitato di Tarquinia la sequenza pliocenica inferiore è evoluta in una sedimentazione di ambiente costiero, con l'instaurarsi di una maggiore attività organica e la conseguente deposizione di sedimenti biocalcarenitici ("Calccare di Tarquinia"); mentre nel comune di Montalto di Castro, lungo la valle del Torrente Arrone, nei pressi di Guado dell'Olmo, e nella valle del Fiume Fiora, la sedimentazione acquista un carattere marcatamente conglomeratico. La circolazione idrica sotterranea si esplica nell'ambito degli orizzonti più permeabile costituendo con un presumibile andamento della superficie piezometrica che, sostanzialmente, ricalca i motivi morfologici della topografia. Le principali sorgenti alimentate da questo sistema sono di tipo lineare, per opera del drenaggio operato dai principali torrenti e fiumi nei tratti in cui incontrano la tavola d'acqua.</p> |                          |   |                       |        |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
|--|----------------------|--|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|--------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| GWB:<br>Unità dei<br>terrazzati<br>setteentrionali                           | Depositi<br>costieri | '00  | '01 | '02  | '03  | '04  | '05  | '06  | '07   | '08   | '09   | '10  | '11   | '12  | '13  | '14    | '15   | '16   | '17  | '18  | '19    | '20   | '21   | '22   | '23  |
| Stazioni   | Slope<br>mg/L *<br>y | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
|  |                      | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
|  |                      | MEDIA  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P001   | 0                    |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      | 172  | 126    | 151   | 141   | -    | -    | 187,25 | 210   | 160,3 | 141,3 | 77,3 |
| IT12DQ008_P002   | 1,62                 |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      | 64,6 | 59,3   | 62,3  | 63,8  | -    | -    | 61,5   | 74,3  | 74,8  | 82,8  | 75,8 |
| IT12DQ008_P003   | -4                   |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      | 153,13 | 149,2 | 152,6 | -    | -    | 138,25 | 147,7 | 128,3 | 139   | 119  |
| IT12DQ008_P004   | 1,8                  |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      | 71,4 | 67,2   | 76,8  | 77,2  | -    | -    | 80     | 83,3  | 81,3  | 86,3  | 76,8 |
| IT12DQ008_P005   | 0                    |  |     | 42,7 | 47,7 | 29,7 | 69,8 | 107  | 52,33 | 43,71 | 45,33 | 51,6 | 53,73 | 45,6 | -    | -      | -     | 45,1  | 37,7 | 33,4 | 58,5   | 52,67 | 47,5  | 62    | 52,3 |
| IT12DQ008_P006   | 0                    |  |     | 24,7 | 25,7 | -    | 22,6 | 36   | 21,8  | 21,5  | 23,2  | 24,4 | 25,2  | 23   | -    | -      | -     | 31,9  | 17,3 | 33,8 | 36,3   | 22,33 | 31,75 | 31,25 | 35,8 |
| IT12DQ008_P007   | 1,71                 |  |     | 28,7 | 26   | 22,5 | 43   | 45,4 | 33    | 35,6  | 39,4  | 38   | 39    | 45   | -    | -      | -     | 47,1  | 49,6 | 53,6 | 57     | 61,67 | 58,25 | 60,25 | 57,7 |
| IT12DQ008_P008   | 0                    |  |     | 55,3 | 61,5 | 38   | 63,9 | 88   | 63,7  | 72,1  | 62,9  | 65,5 | 72,6  | 78   | -    | -      | -     | 81    | 95,5 | 84,4 | -      | 60,67 | 57    | 61,75 | 54,3 |
| IT12DQ008_P009   | 1,28                 |  |     |      |      | 47   | 49   | 62,9 | 42,3  | 51,3  | 49,9  | 49   | 47    | 55   | 60   | 49     | 61    | 58    | -    | -    | -      | 71    | 65,25 | 68,5  | 62,5 |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall     |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P001   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P002   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        | c.p.  |       |       |      |
| IT12DQ008_P003   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P004   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      | inv. |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P005   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P006   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P007   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      | cp   |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P008   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        |       |       |      |      |        |       |       |       |      |
| IT12DQ008_P009   |                      |  |     |      |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |      |        | Inv.  |       |      |      |        |       |       |       |      |

\*Sono state inserite nello studio delle tendenze mediante statistica non parametrica le stazioni DQ008\_P001, DQ008\_P002, DQ008\_P004 e DQ008\_P009 per le quali si disponevano dati prodotti in un progetto pilota; i punti sono entrati nella rete ai sensi della Direttiva Nitrati nel quadriennio 2020-2023.

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|---|
| GWB:<br>Unità dei Depositi<br>terrazzati costieri<br>setteentrionali                     | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|  | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |
| STAZIONI<br>MONITORAGGIO   |  |  |  |  |  |   |
| IT12DQ008_P001   | ---  | ---  | ---  | 149,6*   | 164,03*  | 147,19  |
| IT12DQ008_P002   | ---  | ---  | ---  | 63,4*  | 62,3*  | 76,9  |
| IT12DQ008_P003   | ---  | ---  | ---  | 151,15*  | 145,43*  | 133,48  |
| IT12DQ008_P004   | ---  | ---  | ---  | 71,8*  | 78,6*  | 81,9  |
| IT12DQ008_P005   | 45,15  | 64,7   | 48,6   | 45   | 40,3   | 53,63   |
| IT12DQ008_P006   | 25,2   | 26,9   | 23,6   | 23   | 28,5   | 30,27   |
| IT12DQ008_P007   | 27,3   | 35,6   | 37,9   | 45   | 50,6   | 59,46   |
| IT12DQ008_P008   | 58,4   | 63,5   | 68,3   | 78   | 88,6   | 58,44   |
| IT12DQ008_P009   | -  | 50,2   | 49,4   | 56   | 58   | 66,81   |
| GWB:<br>Unità dei Depositi<br>terrazzati costieri<br>setteentrionali                     | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) –m(1996-1999)      | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) – m(2000-2003)     | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) – m(2004-2007)     | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) – m(2008-2011)     | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) – m(2012-2015)     | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2016-2019)    |
| STAZIONI<br>MONITORAGGIO   |  |  |  |  |  |   |
| IT12DQ008_P001   | ---  | ---  | ---  | ---  | 14,43*   | -16,84*   |
| IT12DQ008_P002   | ---  | ---  | ---  | ---  | -1,1*  | 14,6*   |
| IT12DQ008_P003   | ---  | ---  | ---  | ---  | -5,72  | -11,95  |
| IT12DQ008_P004   | ---  | ---  | ---  | ---  | 6,8  | 3,3   |
| IT12DQ008_P005   | ---  | 19,55  | -16,1  | -3,6   | -4,7   | 13,28   |
| IT12DQ008_P006   | ---  | 1,7  | -3,3   | -0,6   | 5,5  | 1,81  |
| IT12DQ008_P007   | ---  | 8,3  | 2,3  | 7,1  | 5,6  | 8,84  |
| IT12DQ008_P008   | ---  | 5,1  | 4,8  | 9,98   | 10,6   | -30,14  |
| IT12DQ008_P009   | ---  | ---  | -0,8   | 6,6  | 2  | 8,81  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |        |  |  |  |
|---|--------|--|--|--|
| IT12DQ008_P001  | 2,41   |  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2012-2015) |
|   |        |  |  | -2,41  |
| IT12DQ008_P002  | 13,5   |  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2012-2015) |
|   |        |  |  | 13,5   |
| IT12DQ008_P003  | -17,67 |  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2012-2015) |
|   |        |  |  | -17,67   |
| IT12DQ008_P004  | 10,1   |  |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2012-2015) |
|   |        |  |  | 10,1   |
| IT12DQ008_P005  | 8,48   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2000-2003) |  |  |
|   |        |  |  | 8,48   |
| IT12DQ008_P006  | 5,09   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2000-2003) |  |  |
|   |        |  |  | 5,09   |
| IT12DQ008_P007  | 32,16  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2000-2003) |  |  |
|   |        |  |  | 32,16  |
| IT12DQ008_P008  | 0,04   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2000-2003) |  |  |
|   |        |  |  | 0,04   |
| IT12DQ008_P009  | 16,61  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004-2007) |  |  |
|   |        |  |  | 16,61  |

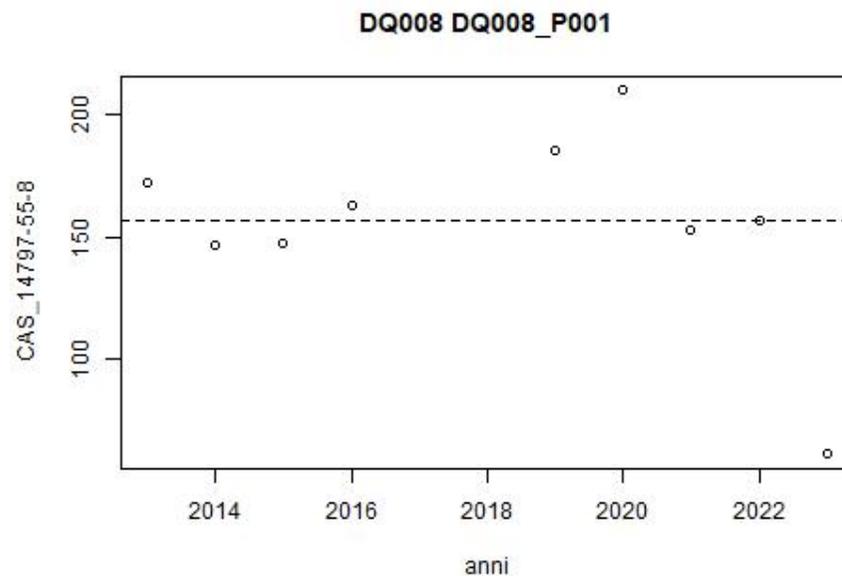
| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| IT12DQ008_P001   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P002   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P003   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P004   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTIT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| IT12DQ008_P005  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P006  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P007  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P008  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| IT12DQ008_P009  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |  |   |  |
|---|---------------------------|--|---|--|
|   | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA FINE – INIZIO SERIE STORICA ) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/l) / anno |
| IT12DQ008_P001  | NO TREND                  | 0  | STABLE  | -2,41/8= -0,30   |
| IT12DQ008_P002  | INCREASING                | 1,62                                       | INCREASING WEAK   | 13,5/8 = 1,69  |
| IT12DQ008_P003  | DECREASING                | -4   | DECREASING WEAK   | -17,67/8 = -2,21   |
| IT12DQ008_P004  | INCREASING                | 1,8  | INCREASING WEAK   | 10,1/8 = 1,26  |
| IT12DQ008_P005  | NO TREND                  | 0  | STABLE  | 8,48/20= 0,42  |
| IT12DQ008_P006  | NO TREND                  | 0  | STABLE  | 5,09/20 = 0,25   |
| IT12DQ008_P007  | INCREASING                | 1,71                                       | INCREASING WEAK   | 32,16/20= 1,61   |
| IT12DQ008_P008  | NO TREND                  | 0  | STABLE  | 0,04/20 = 0,00   |
| IT12DQ008_P009  | INCREASING                | 1,28                                       | STABLE  | -16,61/16 = -1,04  |

Figura 3.61. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P001

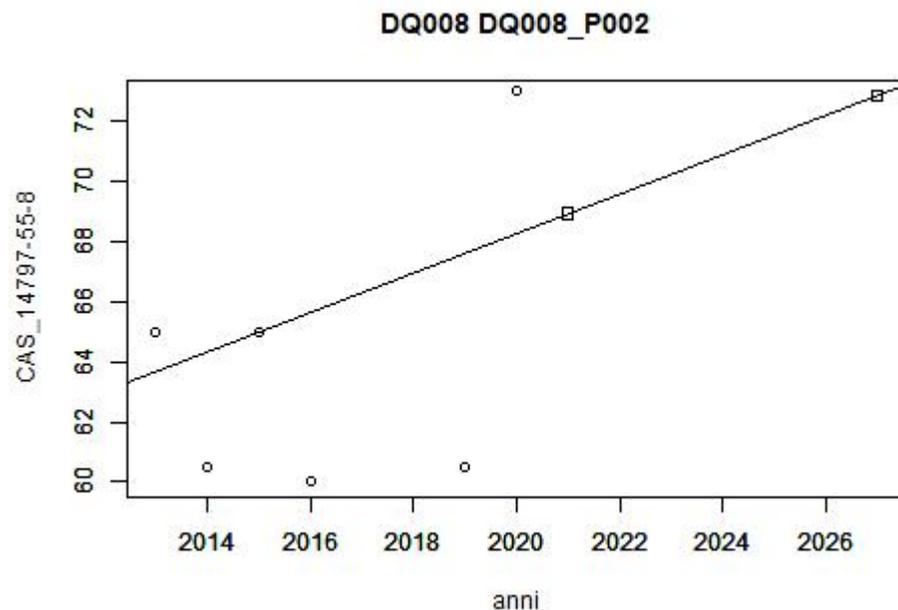


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

DQ008\_P001

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2013 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P001** un aumento nel quadriennio 2016-2019 e un pari decremento nel quadriennio successivo 2020-2023. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli, non registrando la variazione del quadriennio intermedio. Allo stesso modo l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P001** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il numero di annualità della serie storica (9 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.62. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P002

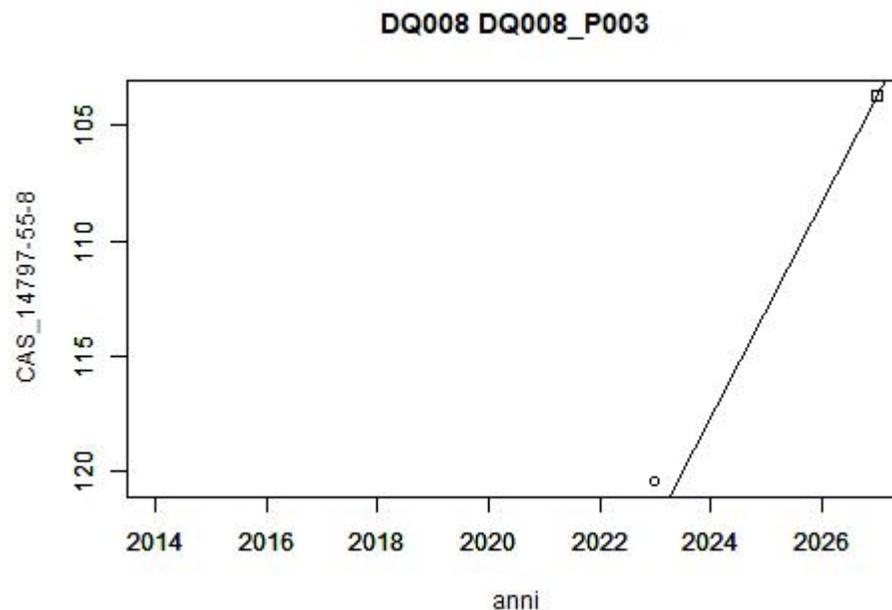


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

DQ008\_P002

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2013 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P002** una relativa stazionarietà alla crescita di nitrati agricoli tra i primi due quadrienni successivi e una variazione di tendenza con una forte crescita per il terzo e ultimo quadriennio. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P002** mostra la presenza di una tendenza all'incremento. Il numero di annualità della serie storica (9 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

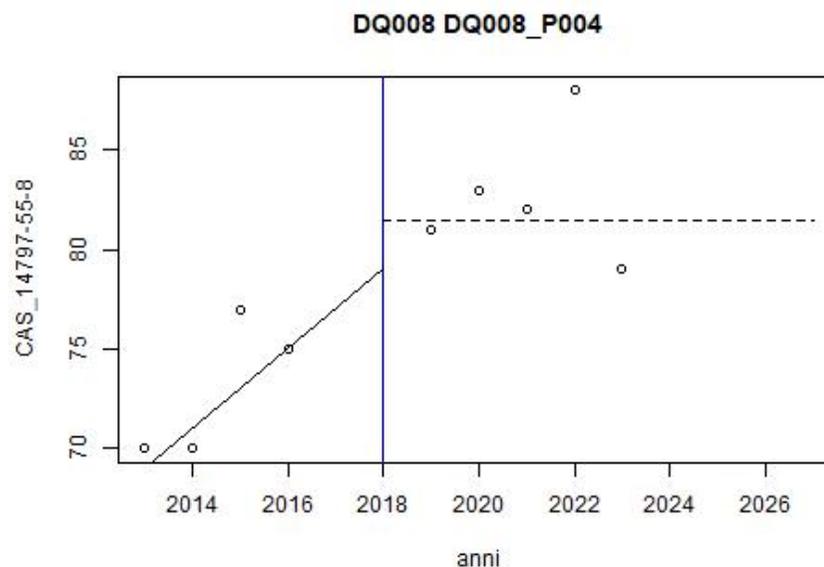
Figura 3.63. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P003



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>DQ008_P003</b> | <p>Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2014 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione <b>DQ008_P003</b> un decremento forte tra i 2 quadrienni consecutivi. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia il decremento forte della concentrazione della media annuale dei nitrati agricoli.</p> <p>L'applicazione del <i>test di Mann-Kendall</i> alla serie storica della stazione <b>DQ008_P003</b> mostra la presenza di una tendenza alla diminuzione. Il numero di annualità della serie storica (8 anni) non consente l'applicazione del <i>test di Pettitt</i>.</p> |
|-------------------|---|

Figura 3.64. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P004



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

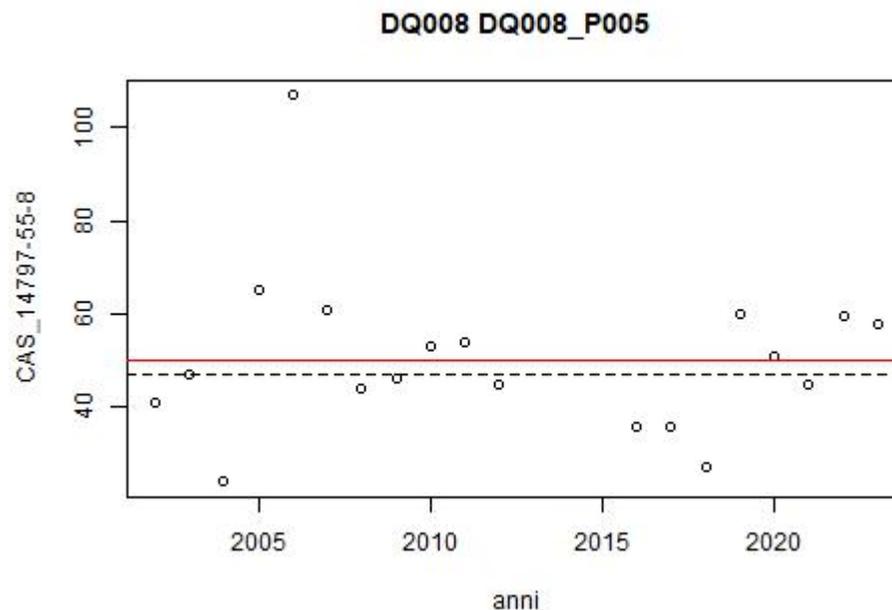
IT12DQ008\_P004

Nel periodo 2013-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P004** un andamento di crescita nei tre quadrienni consecutivi, con una crescita che tende a rallentare nell'ultimo quadriennio. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un forte incremento della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli.

L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P004** mostra una tendenza statistica in crescita che va a stabilizzarsi.

Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che rileva, rispetto al periodo temporale indagato, una inversione di tendenza significativa nell'anno 2018 in cui lo slop passa da 1,8 a 0.

Figura 3.65. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P005

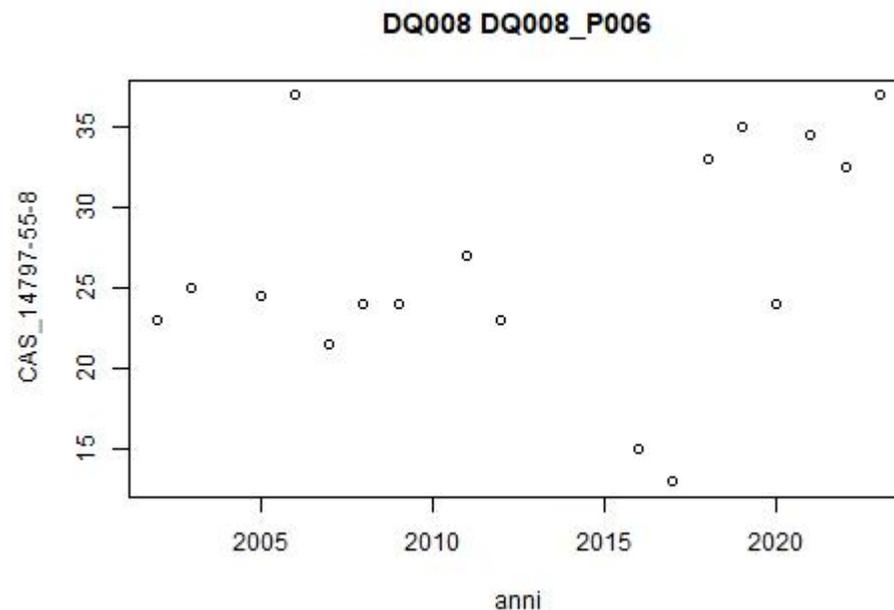


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT12DQ008\_P005

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2002 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P005** una grande variabilità di tendenza della concentrazione di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (6 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P005** mostra invece la presenza di un comportamento stabile non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Gli esiti *test di Pettitt* mostrano assenza di inversione.

Figura 3.66. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P006

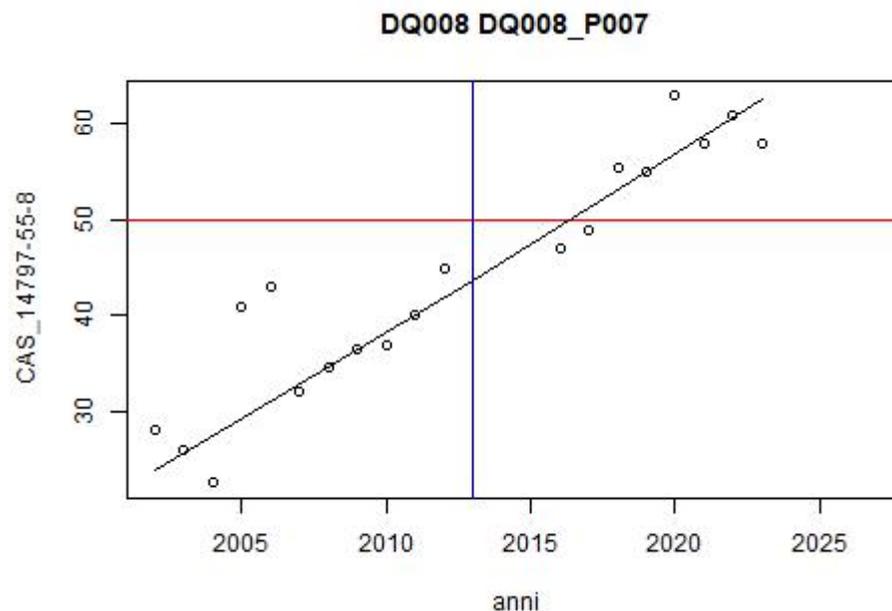


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT12DQ008\_P006

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2002 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P006** variabilità di tendenza di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (6 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la tendenza all'aumento della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P006** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non mostra change point o inversioni di tendenza.

Figura 3.67. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P007

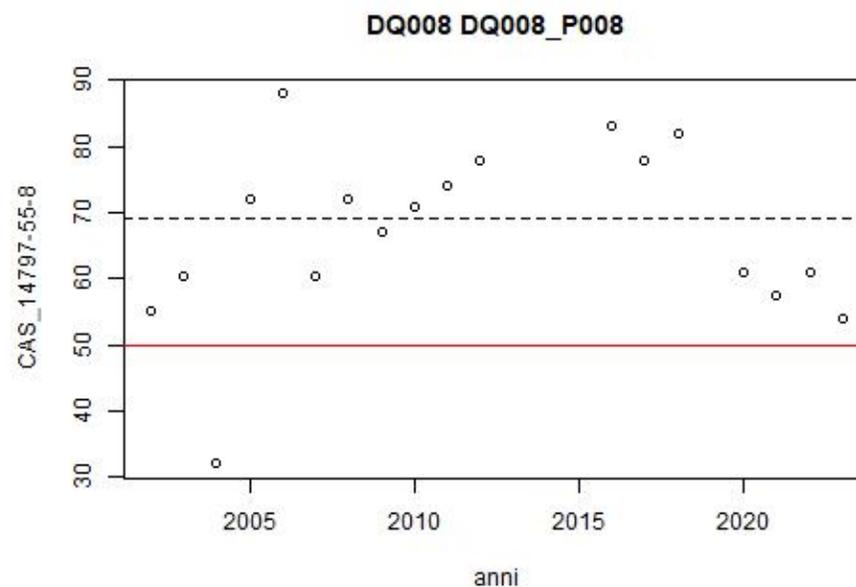


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT12DQ008\_P007

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2002 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P007** una relativa omogeneità di tendenza alla crescita di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (6 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P007** mostra la presenza di una tendenza all'incremento. Il *test di Pettitt* mostra un change point non evidente in corrispondenza dell'anno 2013.

Figura 3.68. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P008

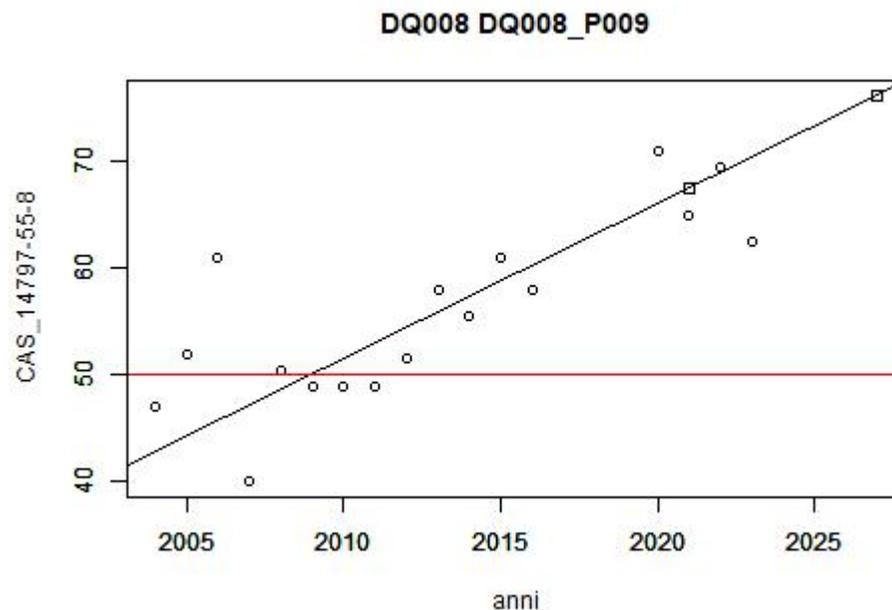


DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT12DQ008\_P008

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2002 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P008** variabilità di tendenza di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (6 quadrienni); si registra infatti una costante tendenza all'aumento della concentrazione di nitrati nei 5 quadrienni successivi e una rapida variazione al decremento nell'ultimo quadriennio. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia stazionarietà della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **Dq008\_P008** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita. Il *test di Pettitt* non mostra change point o inversioni di tendenza.

Figura 3.69. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Unità dei Depositi terrazzati costieri settentrionali IT12-DQ008 (Regione Lazio) – Stazione di Monitoraggio DQ008 DQ008\_P009



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT12DQ008\_P009

Il periodo analizzato riguarda le concentrazioni osservate della serie storica: 2004 – 2023. L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **DQ008\_P009** una relativa omogeneità di tendenza alla crescita di nitrati agricoli da un quadriennio al successivo (5 quadrienni). La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte della concentrazione media annuale dei nitrati agricoli. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **DQ008\_P009** mostra la presenza di una tendenza all'incremento. Il *test di Pettitt* mostra inversioni di tendenza nell'anno 2015

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| IT12DQ008_P001  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P002  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P003  | ASSENTI  | PRESENTI  |
| IT12DQ008_P004  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P005  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P006  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P007  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P008  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| IT12DQ008_P009  | PRESENTI   | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute ASSENTI se entro la tolleranza di 10 mg/10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio GW   | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| IT12DQ008   | 1/9  | 1/9   |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 11,1% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e 11,1% per gli aspetti quantitativi dell'analisi di tendenza (valore dello slop).

3.6. LIGURIA

**ARPA LIGURIA**

| Corpo Idrico Superficiale:  | T. Argentina 6  |                        |                  |           |
|---|---|------------------------|------------------|-----------|
|  | Area afferente al corpo idrico                                | 11,874 Km <sup>2</sup> |                  |           |
|   | Quota della stazione di monitoraggio                          | 1 m                    |                  |           |
|   | Popolazione   | Abitanti:<br>n.d.      | Densità:<br>n.d. |           |
|   | <b>Uso prevalente del Suolo</b>                               |                        |                  |           |
|   | - ZVNA  | SI: X                  | NO:              | IN PARTE: |
|   | <b>Pressioni Potenzialmente Significative</b>                 |                        |                  |           |
|   | 1.6 Puntuali - scariche                                       |                        |                  |           |
|   | 2.1 Diffuse – dilavamento superfici urbane                    |                        |                  |           |
|   | 2.4 Diffuse - trasporti                                       |                        |                  |           |
|   | 4.1 Alterazione fisica dei canali/alveo/fascia riparia/sponde |                        |                  |           |

| DESCRIZIONE  |
|--|
| <p>Il bacino del torrente Argentina ha una superficie di 210 chilometri quadri, il corso d'acqua ha una lunghezza di 33,4 km per una pendenza media del 2%. Nasce ad una quota di circa 2.000 metri sul livello del mare dalle pendici meridionali del monte Saccarello e sfocia in mare ad est di Arma di Taggia. Nell'asta principale del torrente sono stati individuati 5 corpi idrici significativi, di cui il T. Argentina 6, temporaneo e intermittente, è il tratto di foce.</p> <p>Il bacino afferente al corpo idrico presenta un uso del suolo caratterizzato da tessuto urbano, aree boschive e coltivazioni di vario tipo. L'analisi delle pressioni, eseguita secondo i criteri delle Linee Guida SNPA n. 11/2018, non ha evidenziato la presenza di una pressione agricola potenzialmente significativa; tuttavia, nella zona sono presenti coltivazioni e serre e i dati di monitoraggio hanno riscontrato la presenza di pesticidi che in alcuni casi è risultata superiore ai limiti di legge.</p> <p>Anche i dati relativi ai nitrati in passato hanno mostrato valori piuttosto elevati correlabili alla presenza di una pressione agricola. Il corpo idrico ricade nella ZVN di Arma di Taggia.</p> |

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA             |  |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SW: T. ARGENTINA6  |  | '00   | '01   | '02   | '03   | '04   | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11  | '12  | '13  | '14  | '15   | '16  | '17  | '18  | '19  | '20  | '21  | '22  | '23  |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann-Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="color: green;">■</span> Decreasing                     <span style="color: yellow;">■</span> No Trend                     <span style="color: red;">■</span> Increasing                 </div> |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  | Slope mg/L * y   | MEDIA                                       |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| AGAG04   | -0,206   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     | 4,54 | 5,00 | 2,34 | 3,25 | 25,13 | 1,99 | 2,58 | 2,06 | 1,50 | 1,64 | 3,43 | 2,93 | 2,47 |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann-Kendall                 |  |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |  |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |  |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |  |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| SW: STAZIONI DI MONITORAGGIO   | Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000-2003)  | Direttiva Nitrati Quadriennio 2 (2004-2007) | Direttiva Nitrati Quadriennio 3 (2008-2011) | Direttiva Nitrati Quadriennio 4 (2012-2015) | Direttiva Nitrati Quadriennio 5 (2016-2019) | Direttiva Nitrati Quadriennio 6 (2020-2023) |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  | Media Aritmetica   | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| AGAG04   |  |   | 4,54  | 8,93  | 2,03  | 2,62  |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

|        | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) - m(1996-1999) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) - m(2000-2003) | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) - m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) - m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) - m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2016-2019) |
|--------|--|--|--|--|--|--|
| AGAG04 |  |  |  | 4,39   | -6,90  | 0,59   |

TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica)

| AGAG04 | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|--------|--|
|        | -1,92  |

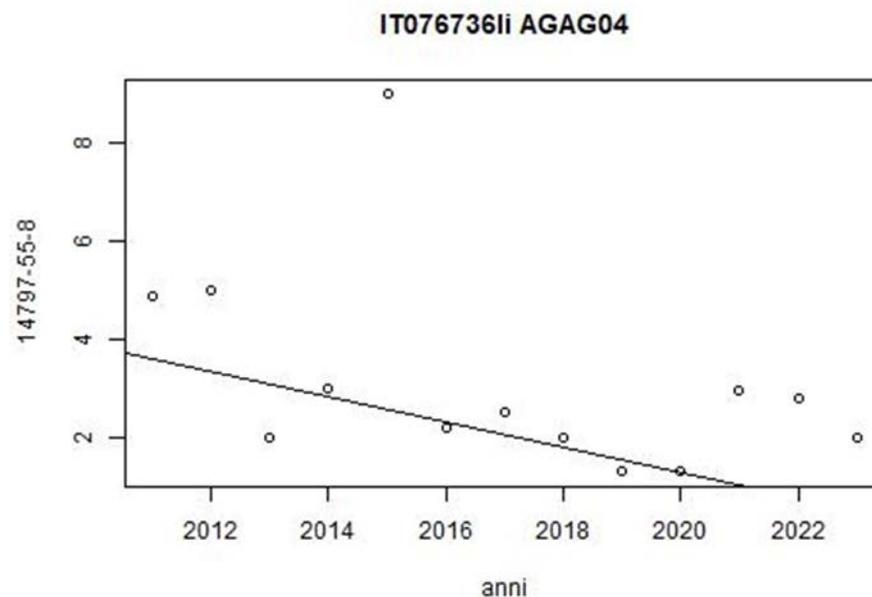
CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN-KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI)

|         | MEDIA' 00 | MEDIA' 01 | MEDIA' 02 | MEDIA' 03 | MEDIA' 04 | MEDIA' 05 | MEDIA' 06 | MEDIA' 07 | MEDIA' 08 | MEDIA' 09 | MEDIA' 10 | MEDIA' 11 | MEDIA' 12     | MEDIA' 13 | MEDIA' 14 | MEDI A 15         | MEDI A 16 | MEDI A 17 | MEDI A 18 | MEDI A 19 | MEDI A 20 | MEDIA' 21 | MEDI A 22 | MEDI A 23 |  |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| AGAG 04 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |               |           |           |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
|         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | CREASING WEAK |           |           | DECREASING STRONG |           |           | STABLE    |           |           |           |           |           |  |

CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA)

|        | TENDENZA (MANN-KENDALL) | SLOPE (MANN-KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF. MEDIA ARITMETICA FINE - INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
| AGAG04 | DECREASING              | -0,206                                | DECREASING WEAK   | -1,92/12 = 0,16  |

Figura 3.96. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale T. Argentina 6 (Regione Liguria) – Stazione di Monitoraggio IT076736li AGAG04



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

AGAG04

Nel periodo 2011-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione AGAG04 un andamento altalenante, che vede alternare lievi incrementi (come tra gli ultimi due quadrienni) a deboli diminuzioni, mentre la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una debole diminuzione.

L'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sul lungo termine concorda con i risultati derivanti dall'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione AGAG04, mostrando la presenza di un trend decrescente (p-value pari a 0,0966 e slope pari a -0,206). Il numero di annualità della serie storica (13 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| AGAG04  | ASSENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/ 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| AGAG04  | NESSUN CASO/SU CASI TOTALI                         | NESSUN CASO/CASI TOTALI                             |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è di nessun caso/casi totali per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di nessun caso/casi totali gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

3.7. LOMBARDIA

**ARPA LOMBARDIA**

| Corpo Idrico Superficiale:  |                                   | Fiume Adda – Gera Lario - N00800171o |                                 |           |  |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------|--|
|   | LUNGHEZZA                         | 24,98 Km                             |                                 |           |  |
|   | QUOTA m.s.l.m.                    | max:                                 | al punto:                       | 205       |  |
|   | POPOLAZIONE                       | Abitanti                             | Densità:<br>ab./km <sup>2</sup> |           |  |
|   | <b>Uso prevalente del Suolo</b>   |                                      |                                 |           |  |
|   | - Aree Agricole                   |                                      |                                 |           |  |
|   | - Aree Urbane                     |                                      |                                 |           |  |
|   | - Boschi e Arbusteti              |                                      |                                 |           |  |
|   | - Ambienti Umidi                  |                                      |                                 |           |  |
|   | - ZVNA                            | SI:                                  | NO:                             | IN PARTE: |  |
|   | <b>Uso prevalente delle Acque</b> |                                      |                                 |           |  |
| Consumo Umano   |                                   |                                      |                                 |           |  |
| Irriguo   |                                   |                                      |                                 |           |  |
| Industriale   | Idroelettrico                     |                                      |                                 |           |  |
| Termominerale   |                                   |                                      |                                 |           |  |
| Tutela ecosistemi   |                                   |                                      |                                 |           |  |
| <b>DESCRIZIONE</b>  |                                   |                                      |                                 |           |  |
| <p>Il fiume Adda è il più lungo affluente del Po, con un percorso che si sviluppa per 313 km, interamente in Lombardia; è il quarto fiume italiano per lunghezza. Il suo bacino idrografico, con una superficie complessiva di circa 7927 Km<sup>2</sup>, si estende per il 94% in territorio italiano e per il 6% in territorio svizzero.</p> <p>Il bacino imbrifero dell'Adda si compone dei seguenti sottobacini: Adda prelacuale, Lago di Como, Adda sublacuale, Brembo, Serio. L'Adda nasce alla quota di 2.237 m s.l.m. nelle Alpi Retiche, all'interno del parco nazionale dello Stelvio. L'Adda prelacuale attraversa tutta la Valtellina; nel primo tratto fino a Sondalo scorre in direzione nord-sud, quindi in direzione sud ovest fino a Tirano, assume poi direzione est-ovest percorrendo tutto il fondovalle e termina il suo tratto prelacuale nel lago di Como alla quota di 200 m s.l.m., dopo</p> |                                   |                                      |                                 |           |  |

un percorso 125 km lungo il quale è alimentato da un notevole apporto da parte dei corsi d'acqua che scorrono nelle valli laterali. Il bacino imbrifero è caratterizzato da un andamento longitudinale est-ovest dovuto alla presenza di una porzione di faglia denominata "Linea Insubrica" che divide le principali strutture orografiche del territorio: le Alpi Retiche a nord e le Alpi Orobie a sud. La catena delle Alpi Retiche è più estesa ed elevata, caratterizzata da ampie valli ramificate e coltivate, solcata da torrenti, tributari di acque di numerosi Corpi Idrici minori. In destra orografica recapitano nell'Adda 25 affluenti, fra cui i principali sono i torrenti Viola Bormina, Roasco, Poschiavino, Mallero e Masino. La catena delle Alpi Orobie, meno estesa e ripida, è solcata da una serie di valli parallele, strette e spesso profondamente incise, le cui pendici sono rivestite da fitti boschi. Dei 25 affluenti ubicati in sinistra orografica dell'Adda i principali sono i torrenti Frodolfo, Belviso, Venina, Tartano e Bitto. In Valtellina si contano, non meno di 250 laghi: una quarantina si trovano fra le valli Grosina, Viola e Livigno, più di 50 in Val Malenco e non meno di 30 sono quelli della parte lombarda dell'Ortles – Cevedale. All'incirca lo stesso numero sono i laghi sul versante Orobico e più di 20 quelli in Val San Giacomo. Alcuni sono originati dalla escavazione glaciale, altri dallo sbarramento morenico o, addirittura, dallo sbarramento di sponda del ghiacciaio. Il lago di Novate Mezzola è situato sul pieno fondo della Valchiavenna, l'ultimo tratto del fiume Mera, che scorre nel Pian di Spagna, formatosi dai sedimenti deltizi dell'Adda e del Mera stesso, che lo collega al lago di Como. L'Adda rappresenta il principale immissario ed emissario del lago di Como

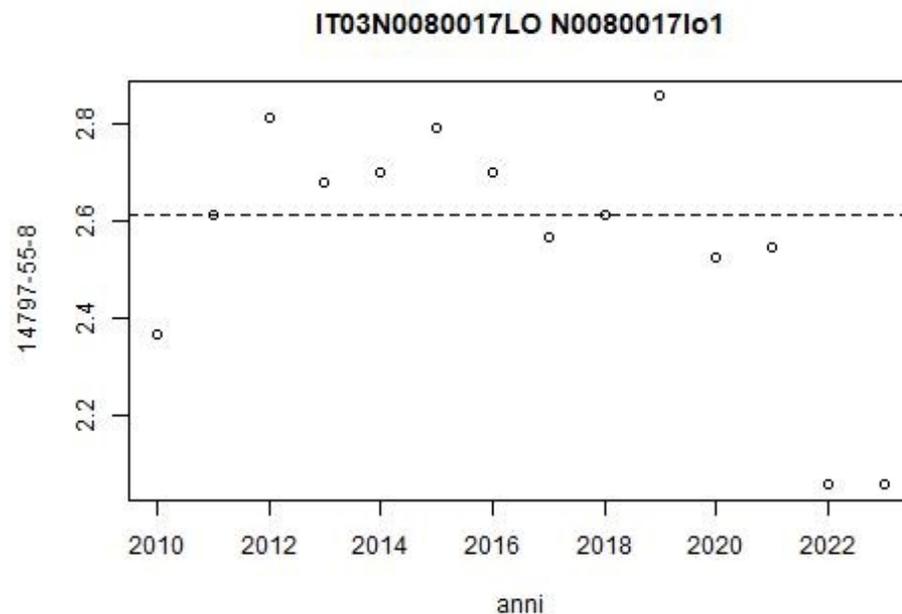
| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
|--|--|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
| Fiume Adda – Gera Lario - N0080017lo   |  | '00   | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12  | '13  | '14  | '15  | '16  | '17  | '18  | '19  | '20  | '21  | '22  | '23  |      |                    |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
|  | Slope mg/L * y   | MEDIA |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
| N0080017lo1  | 0  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2,43 | 2,65 | 2,66 | 2,97 | 2,84 | 2,83 | 2,90 | 2,73 | 2,87 | 2,71 | 2,85 | 2,44 | 2,21 | 2,24               |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall     |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
| N0080017lo1  | NA   | NA    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | NESSUNA INVERSIONE |

| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)        |  |   |  |  |  |   |
|---|--|---|--|--|--|---|
| GWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO   | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007)      | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica  | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |
| N0080017lo1   |  |   | 2,72   | 2,83   | 2,80   | 2,43  |
|   | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) –m(1996-1999)      | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) – m(2000-2003)          | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) – m(2004-2007)     | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) – m(2008-2011)     | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) – m(2012-2015)     | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2016-2019)    |
| N0080017lo1   |  |   |  | 0,11   | -0,03  | -0,37   |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |   |  |  |  |   |
| N0080017lo1   | -0,29  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011)<br>-0,29 |  |  |  |   |

| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| N0080017lo1  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |  |   |  |
|---|---------------------------|--|---|--|
|   | TENDENZA (MANN - KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMENTICA<br>FINE – INIZIO SERIE STORICA ) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE -<br>INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/l) / anno |
| N0080017lo1   | NO TREND                  | 0  | STABLE  | 0,29/15 = 0,019  |

Figura 3.70. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Fiume Adda – Gera Lario - N0080017lo (Regione Lombardia) – Stazione di Monitoraggio IT03N0080017LO N0080017lo1



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

|             |   |
|-------------|---|
| N0080017lo1 | <p>Nel periodo 2004-2017 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione <b>N0080017lo1</b> un comportamento stazionario negli ultimi tre quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale della concentrazione di nitrati.</p> <p>Anche l'applicazione del <i>test di Mann-Kendall</i> alla serie storica della stazione <b>N0080017lo1</b> mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita.</p> <p>Il numero di annualità della serie storica (14 anni) consente l'applicazione del <i>test di Pettitt</i> che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.</p> |
|-------------|---|

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| N0080017lo1   | ASSENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute ASSENTI se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| N0080017lo1   | 1/1   | 1/1  |

Si conclude che relativamente al presente caso studio Che la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è di nessun caso/casi totali per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di nessun caso/casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

## ARPA LOMBARDIA

| Corpo Idrico Sotterraneo:  | FONDOVALLE VAL TROMPIA (FTR)      |                     |                                  |           |
|--|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------|
|   | AREA                              | 380 Km <sup>2</sup> |                                  |           |
|  | QUOTA                             | max:                | media:                           |           |
|  | POPOLAZIONE                       | Abitanti 112322     | Densità: 295 ab./km <sup>2</sup> |           |
|  | <b>Usò prevalente del Suolo</b>   |                     |                                  |           |
|  | - Aree Agricole                   |                     |                                  |           |
|  | - Aree Urbane                     |                     |                                  |           |
|  | - Boschi e Arbusteti              |                     |                                  |           |
|  | - Ambienti Umidi                  |                     |                                  |           |
|  | - ZVNA                            | SI:                 | NO:                              | IN PARTE: |
|  | <b>Usò prevalente delle Acque</b> |                     |                                  |           |
|  | Consumo Umano                     | X                   |                                  |           |
|  | Irriguo                           | X                   |                                  |           |
| Industriale  | X                                 |                     |                                  |           |
| Termominerale  |                                   |                     |                                  |           |
| Tutela ecosistemi  |                                   |                     |                                  |           |
| <b>DESCRIZIONE</b>   |                                   |                     |                                  |           |
| <p>Corpo Idrico Sotterraneo di Fondovalle.</p> <p>La Valtrompia è sede di un acquifero profondo che costituisce un corpo continuo a valle del comune di Gardone Valtrompia in corrispondenza dell'inizio della piana alluvionale. Tale piana si estende in continuità longitudinale fino a congiungersi con il settore dell'alta pianura bresciana.</p> <p>A monte della piana alluvionale la valle riduce sensibilmente la sua ampiezza e non viene considerata sede di acquifero continuo.</p> <p>L'assetto della piana alluvionale è condizionato dalla geometria della paleovalle sepolta del Mella, che con una profondità media di circa 50 – 60 m dal p.c., è attualmente riempita da depositi fluviali e fluvio-glaciali.</p> <p>Nel corpo idrico della Valtrompia si riconoscono due differenti complessi, qui descritti dal basso stratigrafico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Complesso conglomeratico</i>: sede di circolazione idrica sotterranea in corrispondenza di settori fratturati e carsificati;</li> <li>• <i>Complesso alluvionale</i>: costituito da ghiaie e sabbie con intercalazioni di depositi fini (sabbie limose), il cui spessore aumenta nei settori della bassa Valtrompia.</li> </ul> |                                   |                     |                                  |           |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

Nelle sommità delle sequenze si rinvergono livelli di limi argillosi e argille con ghiaie. Inoltre, si evidenzia la presenza di un corpo continuo costituito da conglomerati e conglomerati fessurati che raggiunge uno spessore massimo di 25 m. I conglomerati occupano la parte più profonda delle sequenze stratigrafiche e si estendono dalla Valle di Inzino verso Sud. Il tetto risulta avere un andamento irregolare lungo l'asse della valle ed incrementa la sua soggiacenza nel settore della bassa Valtrompia dove raggiunge un massimo di circa 50 m dal p.c. (comune di Concesio) mentre il minimo corrisponde a circa 10 m dal p.c. (comune di Sarezso).

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|--|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| GWB: PIANA SELE  |  | '00   | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10   | '11   | '12   | '13   | '14   | '15   | '16   | '17   | '18   | '19   | '20   | '21   | '22   | '23   |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|  | Slope<br>mg/L *<br>y   | MEDIA |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO017061NU0001   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 22,65 | 19,95 | 18,20 | 18,00 | 18,50 | 21,00 | 18,00 | 18,38 | 18,16 | 18,16 | 20,81 |       |
| PO0170750RC536   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 26,85 | 25,45 | 23,35 | 22,45 | 22,80 | 21,00 | 22,50 |       | 23,50 | 22,81 | 23,47 | 22,36 |       |       |
| PO0170750U0001   | -0,131   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 10,60 | 9,40  | 9,10  | 8,70  | 8,30  | 8,20  | 7,15  | 9,08  | 8,86  | 8,86  | 7,53  | 8,86  |
| PO0171740R0001   | -0,583   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       | 15,35 | 13,50 | 13,75 | 15,00 | 13,50 | 12,00 | 5,75  | 12,40 | 11,96 | 6,67  |       |       |
| PO0171990UC036   | -0,324   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 22,00 | 20,45 | 18,85 | 19,10 | 16,70 | 16,00 | 18,50 | 17,50 | 17,00 | 17,49 | 16,83 | 17,49 | 15,50 | 16,83 |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall     |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO017061NU0001   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO0170750RC536   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO0170750U0001   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO0171740R0001   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO0171990UC036   |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

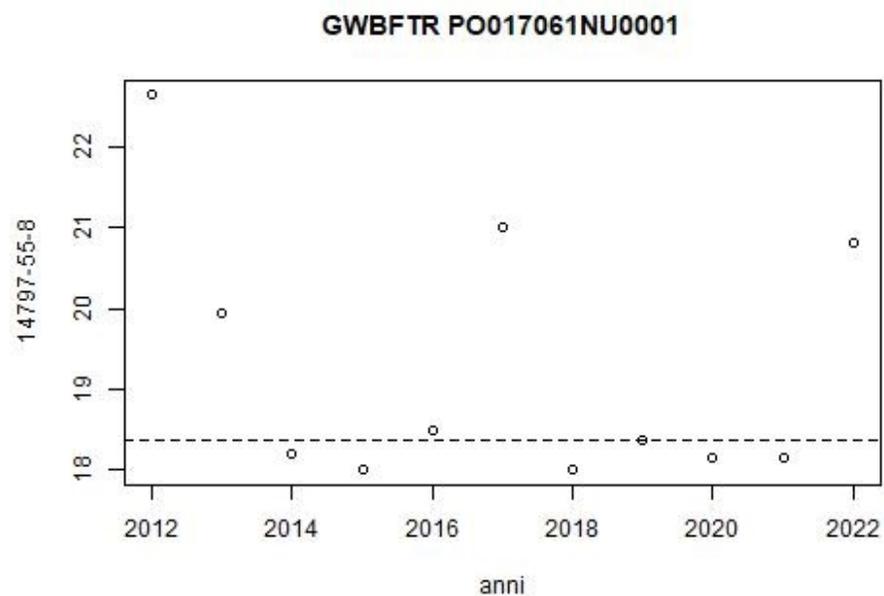
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)        |  |  |  |  |  |   |
|---|--|--|--|--|--|---|
| GWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO   | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |
| PO017061NU0001  |  |  |  | 19,70  | 18,97  | 19,04   |
| PO0170750RC536  |  |  | 27,0   | 22,40  | 22,94  | 22,92   |
| PO0170750U0001  |  |  |  | 9,45   | 8,18   | 8,52  |
| PO0171740R0001  |  |  |  | 14,40  | 10,91  | 9,31  |
| PO0171990UC036  |  |  |  | 17,66  | 17,62  | 16,66   |
|   | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) –<br>m(1996-1999)  | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) –<br>m(2000-2003)  | ND_TREND VALUE*<br>m(2008-2011) – m(2004-<br>2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) – m(2008-2011)     | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) – m(2012-2015)     | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2016-2019)    |
| PO017061NU0001  |  |  |  |  | -0,73  | 0,07  |
| PO0170750RC536  |  |  |  | -3,6   | 0,54   | -0,02   |
| PO0170750U0001  |  |  |  |  | -1,27  | 0,34  |
| PO0171740R0001  |  |  |  |  | -3,49  | -1,6  |
| PO0171990UC036  |  |  |  |  | -0,04  | -0,96   |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |  |  |  |  |   |
|   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2012-2015)     |  |  |  |   |
| PO017061NU0001  | -0,66  | -0,66  |  |  |  |   |
|   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011)     |  |  |  |   |
| PO0170750RC536  | -4,08  | -4,08  |  |  |  |   |
|   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2012-2015)     |  |  |  |   |
| PO0170750U0001  | -0,93  | -0,93  |  |  |  |   |
|   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2012-2015)     |  |  |  |   |
| PO0171740R0001  | -5,09  | -5,09  |  |  |  |   |
|   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2012-2015)     |  |  |  |   |
| PO0171990UC036  | -1,00  | -1,00  |  |  |  |   |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| PO017061NU0001   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PO0170750RC536   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PO0170750U0001   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PO0171740R0001   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PO0171990UC036   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |  |   |  |
|---|---------------------------|--|---|--|
|   | TENDENZA (MANN - KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/quadriennio) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA<br>FINE - INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE -<br>INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/l) / anno |
| PO017061NU0001  | NO TREND                  | 0  | STABLE  | -0,66/11 = -0,06   |
| PO0170750RC536  | NO TREND                  | 0  | DECREASING WEAK   | -4,08/15 = -0,37   |
| PO0170750U0001  | DECREASING                | -0,131                                     | STABLE  | -0,93/11 = -0,084  |
| PO0171740R0001  | DECREASING                | -0,583                                     | DECREASING STRONG   | -5,09/11 = -0,46   |
| PO0171990UC036  | DECREASING                | -0,324                                     | STABLE  | -1,00/11 = -0,09   |

Figura 3.71. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Fondovalle Val Trompia (FTR) (Regione Lombardia) – Stazione di Monitoraggio GWFTR PO017061NU0001



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

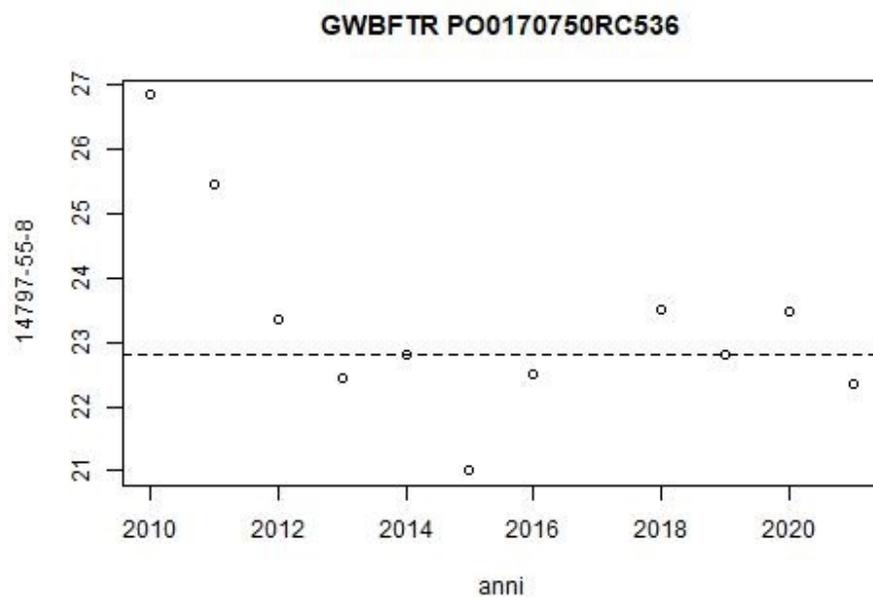
PO017061NU0001

L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **PO017061NU0001** un comportamento stazionario negli ultimi due quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica, considerando come quadriennio iniziale il quadriennio 2012-2015) evidenzia una sostanziale stazionarietà della concentrazione della media annuale.

L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **PO017061NU0001** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita.

Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

Figura 3.72. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Fondovalle Val Trompia (FTR) (Regione Lombardia) – Stazione di Monitoraggio GWBFTR PO0170750RC536



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

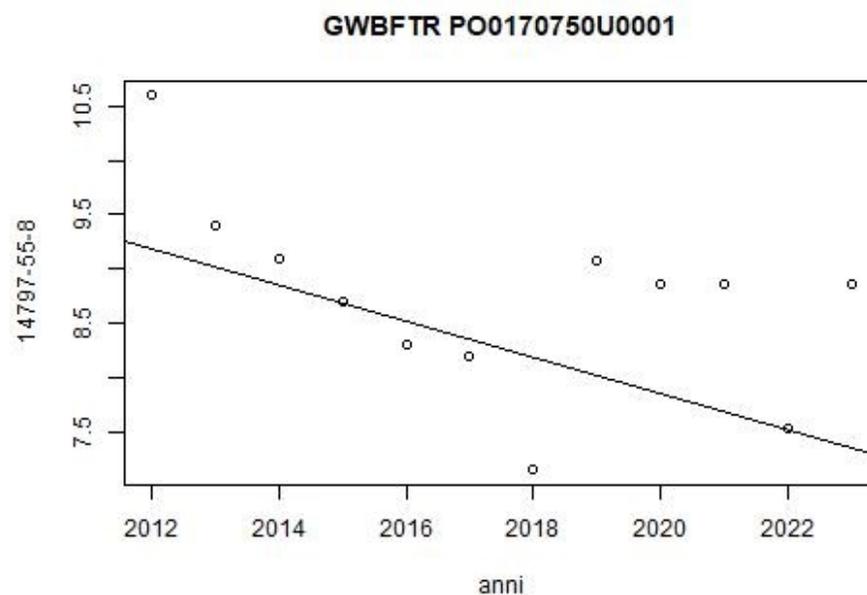
PO0170750RC536

L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva inizialmente un lieve decremento relativo al quadriennio 2012-2015, e successivamente un comportamento stazionario negli ultimi due quadrienni. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica, considerando come quadriennio iniziale il quadriennio 2008-2011) evidenzia una lieve diminuzione della concentrazione della media annuale della concentrazione di nitrati.

L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **PO0170750RC536** mostra la presenza di un comportamento stabile (stazionario) non emergendo alcuna tendenza statistica né nel senso della crescita né nel senso della decrescita.

Il numero di annualità della serie storica (11 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.

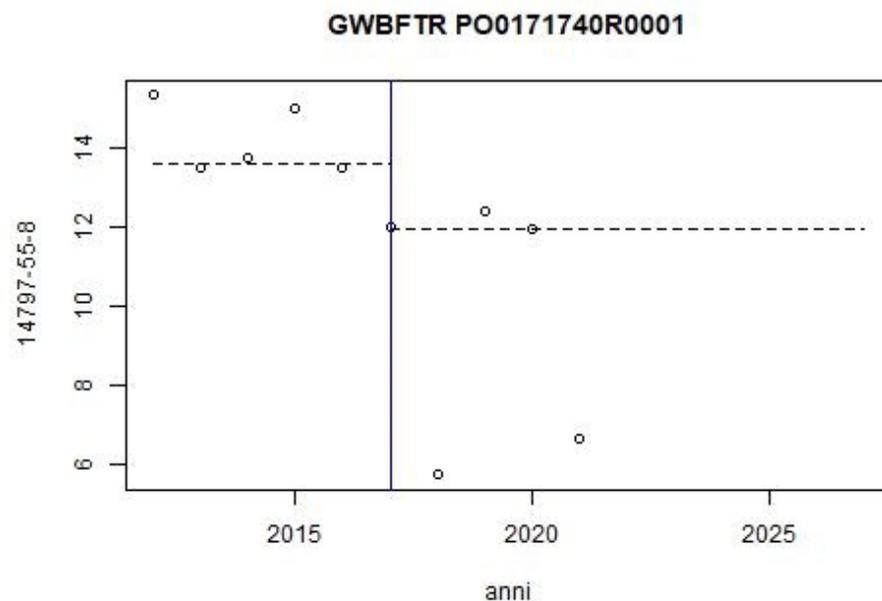
Figura 3.73. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Fondovalle Val Trompia (FTR) (Regione Lombardia) – Stazione di Monitoraggio GWFTR PO0170750U0001



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

|                |   |
|----------------|---|
| PO0170750U0001 | <p>L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PO0170750U0001 una lieve diminuzione in riferimento al quadriennio 2016-2019 e un comportamento stazionario nell'ultimo quadriennio. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale.</p> <p>L'applicazione del <i>test di Mann-Kendall</i> alla serie storica della stazione PO0170750U0001 mostra la presenza di un trend in diminuzione, rappresentato da una Slope negativa pari a: -0,131.</p> <p>Il numero di annualità della serie storica (12 anni) consente l'applicazione del <i>test di Pettitt</i> che però non rileva alcun change point o inversione di tendenza nello periodo temporale indagato.</p> |
|----------------|---|

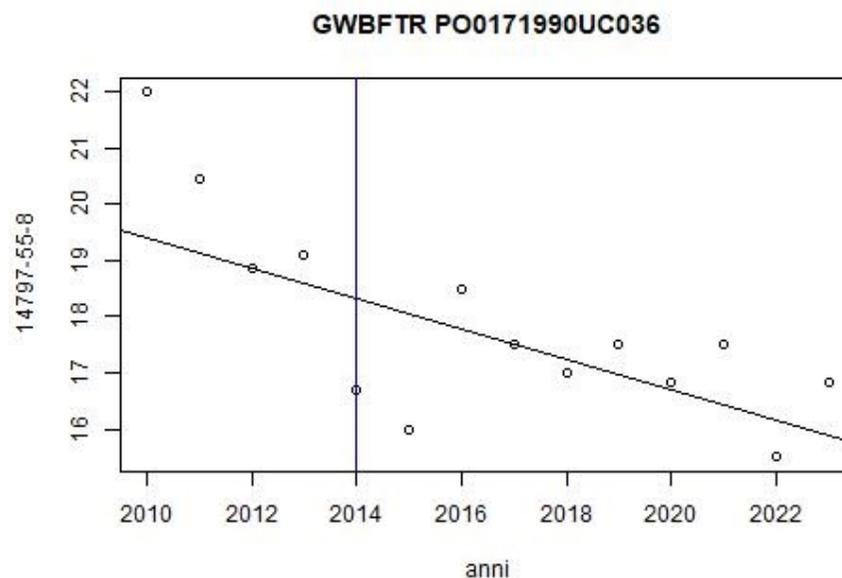
Figura 3.74. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Fondovalle Val Trompia (FTR) (Regione Lombardia) – Stazione di Monitoraggio GBWFTR PO0171740R0001



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <p>PO0171740R0001</p> | <p>L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione <b>PO0171740R0001</b> una lieve diminuzione nel corso degli ultimi due quadrienni. La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una forte diminuzione della concentrazione della media annua.</p> <p>L'applicazione del <i>test di Mann-Kendall</i> alla serie storica della stazione <b>PO0171740R0001</b> mostra la presenza di un trend in diminuzione, rappresentato da una Slope negativa pari a: -0,583.</p> <p>Il numero di annualità della serie storica (10 anni) consente l'applicazione del <i>test di Pettitt</i> che rileva un change point significativo rappresentato dall'anno 2017. Considerando le serie di dati pre e post 2017 si osservano due comportamenti stabili ma rappresentati da valori di concentrazioni differenti.</p> |
|-----------------------|--|

Figura 3.75. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico sotterraneo Fondovalle Val Trompia (FTR) (Regione Lombardia) – Stazione di Monitoraggio GWFTR PO0171990UC036



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

PO0171990UC036

L'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione **PO0171990UC036** un comportamento stazionario negli ultimi due quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia la stazionarietà della concentrazione della media annuale della concentrazione di nitrati.

L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione **PO0171990UC036** mostra la presenza di un trend in diminuzione, rappresentato da una Slope negativa pari a: -0,324.

Il numero di annualità della serie storica (14 anni) consente l'applicazione del *test di Pettitt* che però rileva alcun una inversione di tendenza nell'anno 2014. Considerando le serie di dati pre e post 2014 si osserva nel primo periodo un trend in diminuzione con una Slope pari a -1,29 e un comportamento stabile successivamente al 2014.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| PO017061NU0001  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| PO0170750RC536  | PRESENTI   | ASSENTI   |
| PO0170750U0001  | PRESENTI   | ASSENTI   |
| PO0171740R0001  | ASSENTE  | ASSENTE   |
| PO0171990UC036  | PRESENTE   | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute ASSENTI se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| PO017061NU0001  | 3/5   | Nessun caso / casi totali                        |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 60% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di nessun caso/casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

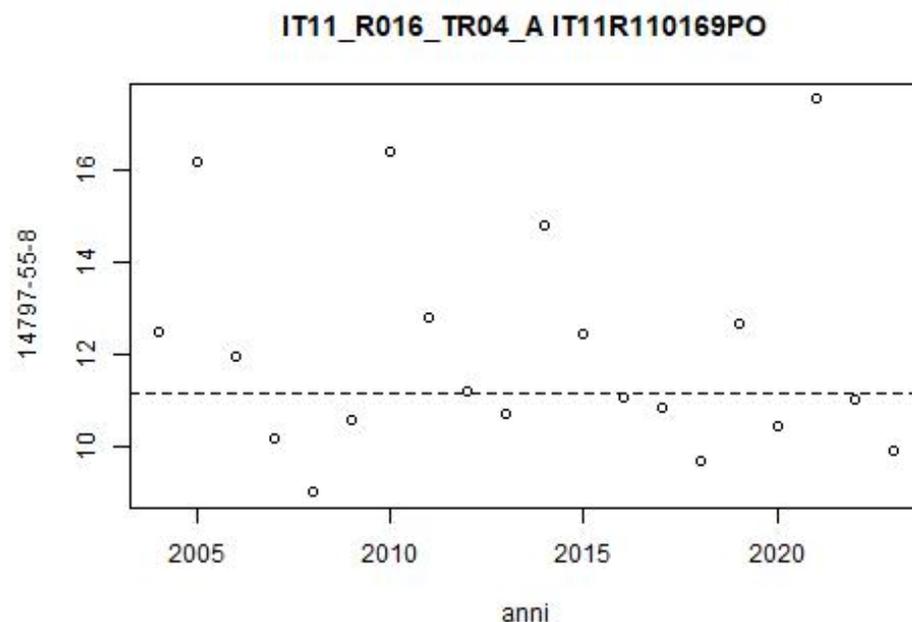
## 3.7. MARCHE

| ARPA MARCHE  |   |                               |     |           |
|--|---|-------------------------------|-----|-----------|
| Corpo Idrico Superficiale:   |   | FIUME POTENZA TRATTO 4 C.I._A |     |           |
|     | CORPO IDRICO GUADABILE  |                               |     |           |
|  | TIPO  | 13SS3T                        |     |           |
|  | NATURA  | FORTEMENTE MODIFICATO         |     |           |
|  | ZVNA  | SI: X                         | NO: | IN PARTE: |
|  | <b>SITI DI MONITORAGGIO</b>                                     |                               |     |           |
|  | R110169PO   |                               |     |           |
|  | R1101612PO  |                               |     |           |
|  | <b>ANALISI PRESSIONI SIGNIFICATIVE secondo la LG n.177/2018</b> |                               |     |           |
|  | 1.1 SCARICHI URBANI   |                               |     |           |
|  | 1.4 IMPIANTI NON IPPC   |                               |     |           |
|  | 2.1 DILAVAMENTO URBANO  |                               |     |           |
|  | 2.2 USO AGRICOLO  |                               |     |           |
| <b>DESCRIZIONE</b>   |   |                               |     |           |
| <p>Il corpo idrico è monitorato mediante due stazioni.</p> <p>Il sito R110169PO è localizzato nella frazione Acque salate di Macerata, a 70 m s.l.m. In questo tratto il corso d'acqua presenta un alveo largo circa 7 m con velocità di corrente moderata. Il fondale è costituito in prevalenza da ciottoli, ghiaia e sabbia. La fascia perfluviale risulta discontinua costituita soprattutto da formazioni arbustive e arboree rade.</p> <p>Il sito R1101612PO è localizzato a circa 600 m dalla foce del fiume Potenza nel comune di Porto Recanati, a 4 m s.l.m. In questo tratto il corso d'acqua presenta un alveo largo circa 8.5 m con velocità di corrente moderata. Il fondale è costituito in prevalenza da ghiaia, sabbia, limo e una piccola percentuale di ciottoli. La fascia perfluviale risulta discontinua costituita soprattutto da formazioni arbustive e arboree rade. L'uso del territorio circostante è tipo agro-urbano.</p> |   |                               |     |           |

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
|--|--|--|--|--|--|---|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|-----------------|---------|---------|----------|---------|---------|-----------------|---------|---------|----------|---------|--|--|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| SWB:   | '00  | '01  | '02  | '03  | '04  | '05   | '06     | '07     | '08     | '09     | '10      | '11     | '12     | '13             | '14     | '15     | '16      | '17     | '18     | '19             | '20     | '21     | '22      | '23     |  |  |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| Slope mg/L * y   | MEDIA  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| IT11R110169PO  | 0  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| IT11R110169PO  | 0  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| SWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO  | Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000 -2003)   | Direttiva Nitrati Quadriennio 2 (2004 -2007) | Direttiva Nitrati Quadriennio 3 (2008 -2011) | Direttiva Nitrati Quadriennio 4 (2012 -2015) | Direttiva Nitrati Quadriennio 5 (2016 -2019) | Direttiva Nitrati Quadriennio 6 (2020-2023) |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
|  | Media Aritmetica   | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                            |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| IT11R110169PO  |  | 13,56  | 11,70  | 12,48  | 10,64  | 11,54                                       |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
|  | ND TREND VALUE* m(2000-2003) -m(1999-1996)   | ND TREND VALUE* m(2004-2007) - m(2000-2003)  | ND TREND VALUE* m(2008-2011) - m(2004-2007)  | ND TREND VALUE* m(2015-2012) - m(2008-2011)  | ND TREND VALUE* m(2019-2016) - m(2012-2015)  | ND TREND VALUE* m(2023-2020) - m(2016-2019) |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| IT11R110169PO  |  |  | -1,86  | 0,78   | -1,84  | 0,9   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica)  |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| IT11R110169PO  | ND TREND VALUE* m(2020-2023) - m(2000-2003)  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
|  | -2.02  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |         |                 |         |         |          |         |  |  |
|  | MEDIA00  | MEDIA01                                      | MEDIA02                                      | MEDIA03                                      | MEDIA04                                      | MEDIA05                                     | MEDIA06 | MEDIA07 | MEDIA08 | MEDIA09 | MEDIA10  | MEDIA11 | MEDIA12 | MEDIA13         | MEDIA14 | MEDIA15 | MEDIA16  | MEDIA17 | MEDIA18 | MEDIA19         | MEDIA20 | MEDIA21 | MEDIA22  | MEDIA23 |  |  |
| IT11R110169PO  |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         | NO TREND |         |         | DECREASING WEAK |         |         | NO TREND |         |         | DECREASING WEAK |         |         | NO TREND |         |  |  |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |                                       |   |  |
|---|---------------------------|---------------------------------------|---|--|
|   | TENDENZA (MANN - KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF MEDIA<br>ARITMENTICA FINE - INIZIO<br>SERIE STORICA) | SLOPE<br>(DIFF. MEDIE ARITMETICHE<br>FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
| IT11R110169PO   | NO TREND                  | 0                                     | DECREASING WEAK   | -0,505   |

Figura 3.76. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FIUME POTENZA TRATTO 4 C.I.\_A (Regione Marche) – Stazione di Monitoraggio IT11\_R016\_TR04\_A IT11R110169P



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI D-EI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

**IT11R110169PO**

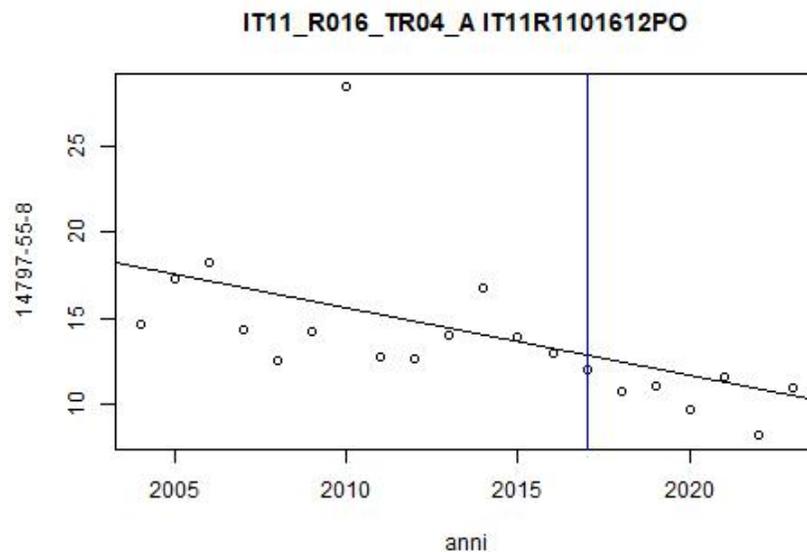
L'analisi delle variazioni a lungo termine (2004-2023) delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della Direttiva Nitrati ha prodotto i seguenti risultati: diminuzione debole, no trend, diminuzione debole, no trend. Questi risultati non colgono l'evoluzione temporale effettiva della concentrazione media di nitrati nel lungo periodo. Il *test di Mann-Kendall* individua assenza di trend per la serie temporale dei dati, restituendo quindi un risultato qualitativo diverso rispetto alla differenza tra la media del quadriennio finale e quella del quadriennio iniziale della serie storica, che invece indica un debole decremento della concentrazione dei nitrati nel tempo. Questo *test* mostra con maggiore precisione la vera dinamica temporale della concentrazione dei nitrati su lungo periodo. Il *test di Pettitt* non evidenzia alcuna inversione di tendenza significativa.

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--|--|--|--|--|--|---|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------|---------|---------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| SWB:   | '00  | '01  | '02  | '03  | '04  | '05   | '06     | '07     | '08     | '09     | '10     | '11             | '12     | '13     | '14     | '15             | '16     | '17     | '18     | '19     | '20     | '21     | '22     | '23     |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  | Slope mg/L * y   | MEDIA  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| IT11R1101612PO   | -0,337   |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| IT11R1101612PO   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)   |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| SWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO  | Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000 -2003)   | Direttiva Nitrati Quadriennio 2 (2004 -2007) | Direttiva Nitrati Quadriennio 3 (2008 -2011) | Direttiva Nitrati Quadriennio 4 (2012 -2015) | Direttiva Nitrati Quadriennio 5 (2016 -2019) | Direttiva Nitrati Quadriennio 6 (2020-2023) |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  | Media Aritmetica   | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                             | Media Aritmetica                            |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| IT11R1101612PO   |  | 16,80  | 15,85  | 14,68  | 11,57  | 13,76                                       |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  | ND TREND VALUE* m(2000-2003) -m(1999-1996)   | ND TREND VALUE* m(2004-2007) - m(2000-2003)  | ND_TREND VALUE* m(2008-2011) - m(2004-2007)  | ND TREND VALUE* m(2015-2012) - m(2008-2011)  | ND TREND VALUE* m(2019-2016) - m(2012-2015)  | ND TREND VALUE* m(2023-2020) - m(2016-2019) |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| IT11R1101612PO   |  |  | -0,95  | -1,17  | -3,11  | 2,19  |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica)  |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| IT11R1101612PO   | ND TREND VALUE* m(2020-2023) - m(2000-2003)  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  | -3,04  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|  | MEDIA'0  | MEDIA'0                                      | MEDIA'0                                      | MEDIA'0                                      | MEDIA'0                                      | MEDIA'0                                     | MEDIA'0 | MEDIA'0 | MEDIA'0 | MEDIA'0 | MEDIA'1 | MEDIA'1         | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1         | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 | MEDIA'1 |
| IT11R1101612PO   | DECREASING WEAK  |  |  |  |  |   |         |         |         |         |         |                 |         |         |         |                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| O  | DECREASING WEAK  |  |  |  |  |   |         | STABLE  |         |         |         | DECREASING WEAK |         |         |         | INCREASING WEAK |         |         |         |         |         |         |         |         |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |                                       |  |  |
|---|---------------------------|---------------------------------------|--|--|
|   | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA FINE – INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
| IT11R1101612PO  | DECREASING                | -0,337                                | DECREASING WEAK  | -0,76  |

Figura 3.77. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FIUME POTENZA TRATTO 4 C.I.\_A (Regione Marche) – Stazione di Monitoraggio IT11\_R016\_TR04\_A IT11R1101612PO



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

IT11R1101612PO

L'analisi delle variazioni a lungo termine (2004-2023) delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della Direttiva Nitrati ha prodotto i seguenti risultati: diminuzione debole, no trend, diminuzione debole, aumento debole. Questi risultati non colgono pienamente l'evoluzione temporale effettiva della concentrazione media di nitrati nel lungo periodo.

Il *test di Mann-Kendall*, sebbene mostri risultati qualitativi simili alla differenza tra la media del quadriennio finale e quella del quadriennio iniziale della serie storica (diminuzione debole della concentrazione dei nitrati nel tempo), rappresenta un metodo in grado di quantificare con maggiore accuratezza il reale tasso di decremento della concentrazione dei nitrati nel tempo. Il *test di Pettitt* non evidenzia alcuna inversione di tendenza significativa.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| IT11R110169PO   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| IT11R1101612PO  | ASSENTI  | ASSENTI   |

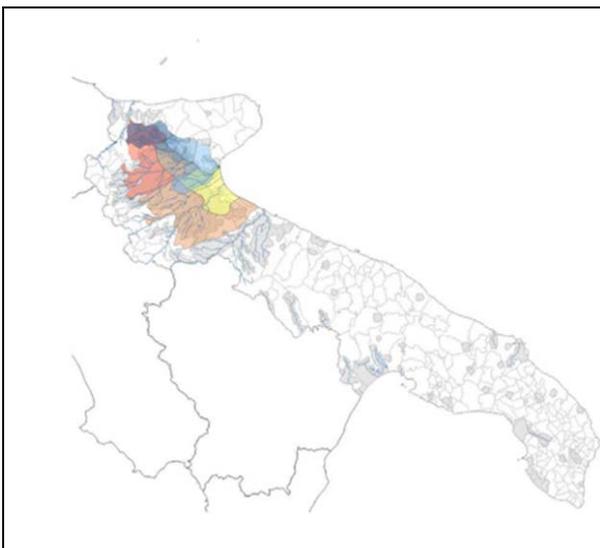
\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| IT11R110169PO   | 1/2  | NESSUN CASO/CASI TOTALI                             |
| IT11R1101612PO  |  |   |

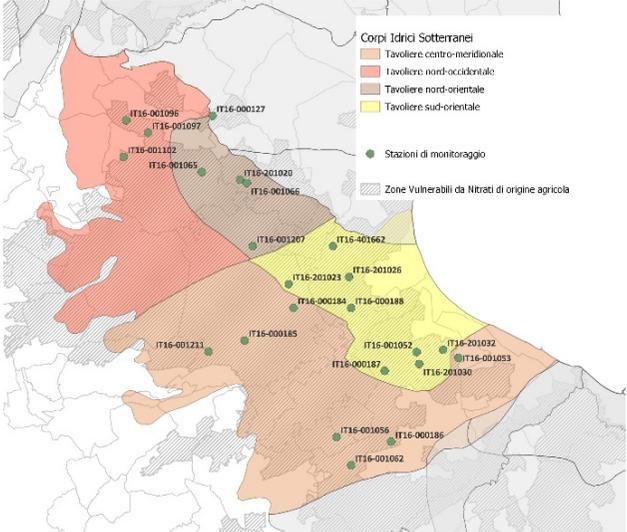
Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 50% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di nessun caso/casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

## 3.8. PUGLIA

## ARPA PUGLIA



L'area interessata è situata nel Tavoliere delle Puglie, la seconda pianura più vasta d'Italia dopo la Pianura Padana; essa presenta una elevazione media non superiore a 100 m, sebbene a ridosso dei Monti Dauni siano presenti estese colline che raggiungono quota 700 m. Il paesaggio è caratterizzato da ampie piane alluvionali all'interno delle quali scorrono i fiumi più significativi – per portata e regime idrologico – della regione (Ofanto, Carapelle, Cervaro, Candelaro e Fortore) che in prossimità della costa danno origine per coalescenza a vaste aree paludose (Lago Salso, Palude di Frattarolo). Il Tavoliere mostra una scarsa vegetazione; al contrario diffuse sono le colture agrarie, soprattutto cerealicole e orticole, anche a carattere intensivo.

|  |   |                                     |                                     |  |
|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <p>Acquifero:</p>  | <p><b>FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE</b></p>   |                                     |                                     |  |
| <p>Corpi Idrici Sotterranei:</p>   | <p>Tavoliere nord-occidentale<br/>Tavoliere nord-orientale<br/>Tavoliere centro-meridionale<br/>Tavoliere sud-orientale</p> |                                     |                                     |  |
|   | <p>AREA</p>   | <p>2782,6 km<sup>2</sup></p>        |                                     |  |
|  | <p>QUOTA</p>  | <p>max: 487,5 m</p>                 | <p>media:<br/>84,7 m</p>            | <p>min:<br/>0 m</p>                                  |
|  | <p>POPOLAZIONE</p>  | <p>Abitanti: n.d.</p>               |                                     | <p>Densità: n.d.</p>                                 |
|  | <p><b>Uso prevalente del Suolo</b></p>  |                                     |                                     |  |
|  | <p>Aree Agricole</p>  | <p>2506,1 km<sup>2</sup></p>        |                                     | <p>90,1%</p>   |
|  | <p>Aree Urbane</p>  | <p>124,7 km<sup>2</sup></p>         |                                     | <p>4,5%</p>  |
|  | <p>Boschi e Arbusteti</p>   | <p>61,9 km<sup>2</sup></p>          |                                     | <p>2,2%</p>  |
|  | <p>Ambienti Umidi e delle acque</p>   | <p>78,2 km<sup>2</sup></p>          |                                     | <p>2,8%</p>  |
|  | <p>Altro</p>  | <p>11,1 km<sup>2</sup></p>          |                                     | <p>0,4%</p>  |
|  | <p>ZVNA</p>   | <p>SI: <input type="checkbox"/></p> | <p>NO: <input type="checkbox"/></p> | <p>IN PARTE: <input checked="" type="checkbox"/></p> |
| <p><b>Uso prevalente delle Acque</b></p>   |   |                                     |                                     |  |
| <p>Consumo Umano</p>   |   |                                     |                                     |  |
| <p>Irriguo</p>   | <p>X</p>  |                                     |                                     |  |
| <p>Industriale</p>   |   |                                     |                                     |  |
| <p>Termominerale</p>   |   |                                     |                                     |  |
| <p><b>DESCRIZIONE</b></p>  |   |                                     |                                     |  |
| <p>L'acquifero poroso superficiale del Tavoliere risiede nei depositi marini e alluvionali quaternari, che nell'area del Tavoliere ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. Questa estesa falda idrica frazionata su più livelli si rinviene a modeste profondità, variabili da zona a zona. Essa presenta una struttura piuttosto eterogenea, essendo costituita da un'alternanza di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e limo-argillosi. Tuttavia, i caratteri della circolazione idrica sono riconducibili ad un'unica falda. La direzione prevalente del flusso idrico sotterraneo va dalle zone pede-collinari, designate come le aree di maggiore ricarica diretta, verso le zone costiere. Nelle zone dove la falda è più superficiale, inoltre, un ruolo importante per la ricarica è svolto dai corsi d'acqua presenti nel Tavoliere. Dato il loro carattere torrentizio, le fasi di maggiore alimentazione si realizzano in concomitanza di periodi di piena, mentre si riduce a zero in periodi di magra, durante i quali i canali risultano spesso secchi. Nella falda superficiale del Tavoliere sono delimitati:<br/> il corpo idrico del <i>Tavoliere nord – occidentale</i> dove le acque sotterranee circolano in condizioni di falda libera e la falda riceve contributi di ricarica superficiale;<br/> il corpo idrico del <i>Tavoliere nord – orientale</i> dove la circolazione idrica sotterranea è confinata e si esplica localmente in pressione;<br/> il corpo idrico del <i>Tavoliere centro – meridionale</i> dove si passa da condizioni di falda libera a condizioni di falda confinata verso l'area costiera;<br/> il corpo idrico del <i>Tavoliere sud – orientale</i> dove la falda circola in pressione ed è localmente alimentata dalla falda carsica del Gargano, con conseguente contaminazione salina.<br/> Il caso studio riguarda nello specifico il corpo idrico sotterraneo del Tavoliere sud – orientale.</p> |   |                                     |                                     |  |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA             |  |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
|--|--|---|---|---|---|---|-----|-----|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| GWB:   | '00  | '01   | '02   | '03   | '04   | '05   | '06 | '07 | '08    | '09    | '10    | '11 | '12 | '13 | '14 | '15    | '16    | '17    | '18    | '19 | '20 | '21    | '22    | '23    |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann-Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
|  | Slope mg/L * y   | MEDIA   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PS000187   | -4,4   |   |   |   |   |   |     |     | 65,65  | 52,15  | 50,75  |     |     |     |     |        | 2,00   | 28,50  | 0,50   |     |     | 0,50   | 3,00   | 0,50   |
| PS000188   | -19,7  |   |   |   |   |   |     |     | 227,00 | 371,50 | 412,50 |     |     |     |     |        | 164,00 | 57,00  | 67,50  |     |     | 171,00 | 150,00 | 141,00 |
| PN001052   | -27,9  |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        | 178,50 | 161,25 | 218,50 |     |     | 114,00 | 61,00  | 61,00  |
| PN201023   | 7,3  |   |   |   |   |   |     |     | 93,90  | 111,00 | 62,00  |     |     |     |     | 154,00 | 132,00 | 168,00 | 166,00 |     |     | 186,00 | 182,50 | 195,00 |
| PN201026   | 2,4  |   |   |   |   |   |     |     | 51,20  | 43,25  | 32,30  |     |     |     |     |        | 36,50  | 86,50  | 89,00  |     |     | 86,00  | 73,50  | 72,00  |
| PN201030   | -2,2   |   |   |   |   |   |     |     | 62,45  | 74,05  | 90,05  |     |     |     |     |        | 76,00  | 68,50  | 58,50  |     |     | 66,00  | 68,00  |        |
| PN201032   | 10,0   |   |   |   |   |   |     |     | 152,00 | 158,00 |        |     |     |     |     | 348,00 |        | 323,50 | 256,50 |     |     | 170,00 | 396,00 |        |
| PN401662   | 0,0  |   |   |   |   |   |     |     | 45,85  | 40,70  | 30,40  |     |     |     |     | 39,00  | 41,50  | 23,50  | 38,50  |     |     | 32,00  | 36,50  |        |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann-Kendall                 |  |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |  |   |   |   |   |   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| GWB:<br>STAZIONI DI<br>MONITORAGGIO  | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000-2003)  | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004-2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008-2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012-2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016-2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
|  | Media Aritmetica   | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PS000187   |  |   | 56,18   |   | 10,33   | 1,33  |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PS000188   |  |   | 337,00  |   | 96,17   | 154,00  |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PN001052   |  |   |   |   | 186,08  | 78,67   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PN201023   |  |   | 88,97   | 154,00  | 155,33  | 187,83  |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PN201026   |  |   | 42,25   |   | 70,67   | 77,17   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PN201030   |  |   | 75,52   |   | 67,67   | 67,00   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PN201032   |  |   | 155,00  | 348,00  | 290,00  | 283,00  |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |
| PN401662   |  |   | 38,98   | 39,00   | 34,50   | 34,25   |     |     |        |        |        |     |     |     |     |        |        |        |        |     |     |        |        |        |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

|   | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) – m(1996-1999) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) – m(2000-2003) | ND_TREND VALUE*<br>m(2008-2011) – m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) – m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) – m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2016-2019) |
|---|--|--|--|--|--|--|
| PS000187  |  |  |  |  |  | -9,00  |
| PS000188  |  |  |  |  |  | 57,83  |
| PN001052  |  |  |  |  |  | -107,42  |
| PN201023  |  |  |  | 65,03  | 1,33   | 32,50  |
| PN201026  |  |  |  |  |  | 6,50   |
| PN201030  |  |  |  |  |  | -0,67  |
| PN201032  |  |  |  | 193,00   | -58,00   | -7,00  |
| PN401662  |  |  |  | 0,02   | -4,50  | -0,25  |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |  |  |  |  |  |
| PS000187  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | -54,85   |  |  |
| PS000188  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | -183,00  |  |  |
| PN001052  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2016-2019) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  | -107,42  |  |
| PN201023  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | 98,87  |  |  |
| PN201026  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | 34,92  |  |  |
| PN201030  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | -8,52  |  |  |
| PN201032  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | 128,00   |  |  |
| PN401662  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) – m(2008-2011) |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  | -4,73  |  |  |

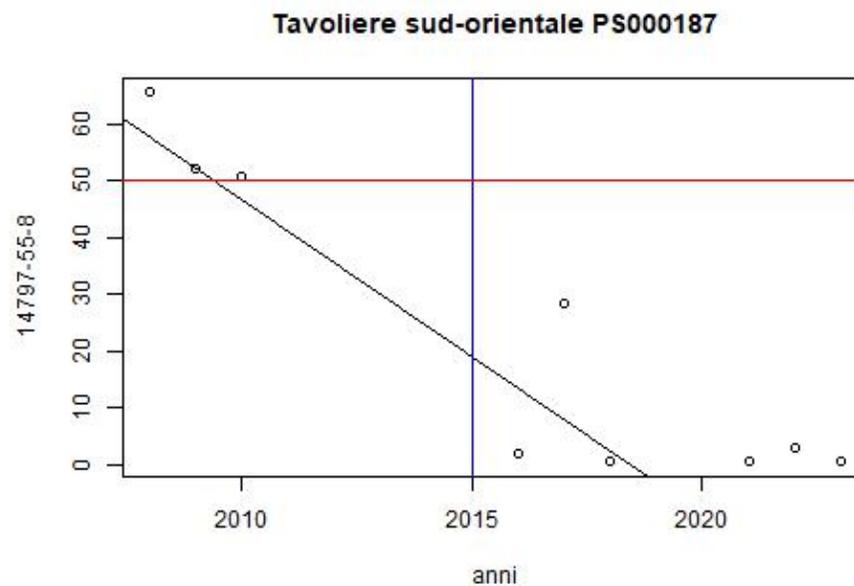
CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN-KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI)

|          | MEDIA'00 | MEDIA'01 | MEDIA'02 | MEDIA'03 | MEDIA'04 | MEDIA'05 | MEDIA'06 | MEDIA'07 | MEDIA'08 | MEDIA'09 | MEDIA'10 | MEDIA'11 | MEDIA'12          | MEDIA'13 | MEDIA'14 | MEDIA'15          | MEDIA'16 | MEDIA'17 | MEDIA'18 | MEDIA'19 | MEDIA'20 | MEDIA'21 | MEDIA'22 | MEDIA'23 |                   |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| PS000187 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                   |          |          |                   |          |          |          |          |          |          |          |          | DECREASING STRONG |
| PS000188 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                   |          |          |                   |          |          |          |          |          |          |          |          | INCREASING STRONG |
| PN001052 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                   |          |          |                   |          |          |          |          |          |          |          |          | DECREASING STRONG |
| PN201023 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | INCREASING STRONG |          |          | INCREASING WEAK   |          |          |          |          |          |          |          |          | INCREASING STRONG |
| PN201026 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                   |          |          |                   |          |          |          |          |          |          |          |          | INCREASING STRONG |
| PN201030 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                   |          |          |                   |          |          |          |          |          |          |          |          | NO TREND          |
| PN201032 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | INCREASING STRONG |          |          | DECREASING STRONG |          |          |          |          |          |          |          |          | DECREASING STRONG |
| PN401662 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | NO TREND          |          |          | DECREASING WEAK   |          |          |          |          |          |          |          |          | NO TREND          |

CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA)

|          | TENDENZA (MANN-KENDALL) | SLOPE (MANN-KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF. MEDIA ARITMETICA FINE - INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
|----------|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
| PS000187 | DECREASING              | -4,4                                  | DECREASING STRONG   | -54,85/12 = -4,571   |
| PS000188 | DECREASING              | -19,7                                 | DECREASING STRONG   | -183,00/12 = -18,30  |
| PN001052 | DECREASING              | -27,9                                 | DECREASING STRONG   | -107,42/4 = -26,86   |
| PN201023 | INCREASING              | 7,3                                   | INCREASING STRONG   | 98,87/12 = 8,239   |
| PN201026 | INCREASING              | 2,4                                   | INCREASING STRONG   | 34,92/12 = 2,91  |
| PN201030 | DECREASING              | -2,2                                  | DECREASING STRONG   | -8,52/12 = -0,71   |
| PN201032 | INCREASING              | 10,0                                  | INCREASING STRONG   | 128,00/12 = 10,66  |
| PN401662 | NO TREND                | 0                                     | DECREASING WEAK   | -4,73/12 = 0,394   |

Figura 3.78. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PS000187



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

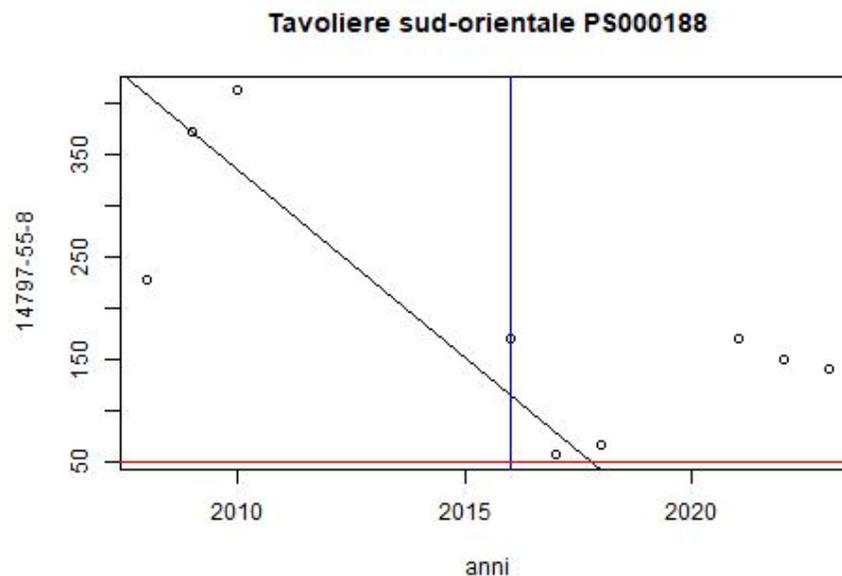
**PS000187**

Nel periodo 2008-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PS000187 un decremento forte tra gli ultimi due quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una diminuzione forte.

Questi risultati colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PS000187 mostra la presenza di un trend decrescente (p-value pari a 0,000031 e slope pari a -4,4).

Il numero di annualità della serie storica (9 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.79. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PS000188



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

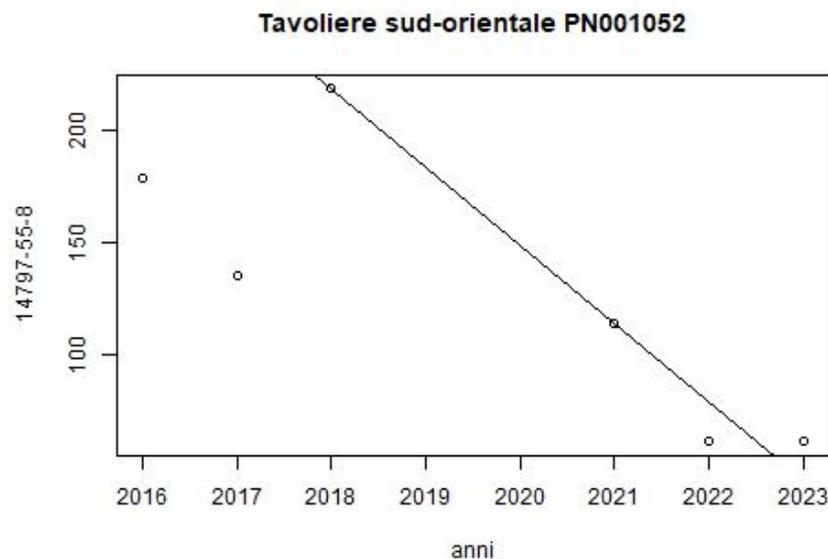
PS000188

Nel periodo 2008-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PS000188 un incremento forte tra gli ultimi due quadrienni. Al contrario la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una diminuzione forte.

I risultati sul lungo termine colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PS000188 mostra la presenza di un trend decrescente (p-value pari a 0,0034 e slope pari a -19,7).

Il numero di annualità della serie storica (9 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.80. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PN001052



## DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

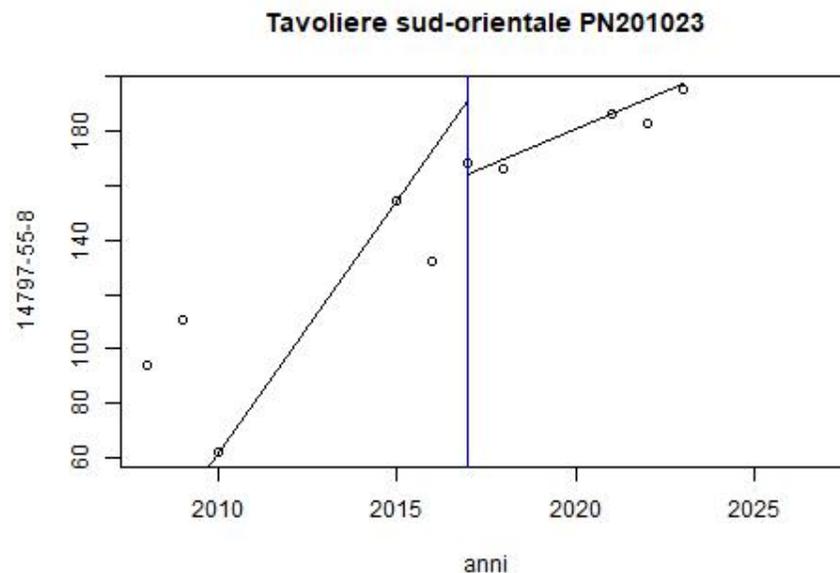
PN001052

Nel periodo 2016-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PN001052 un decremento forte tra gli ultimi due quadrienni, che corrisponde alla differenza delle medie aritmetiche quadriennali tra il quadriennio finale e quello iniziale della serie storica.

Questi risultati colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PN001052 mostra la presenza di un trend decrescente (p-value pari a 0,046 e slope pari a -27,9).

Il numero di annualità della serie storica (6 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.81. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PN201023



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

PN201023

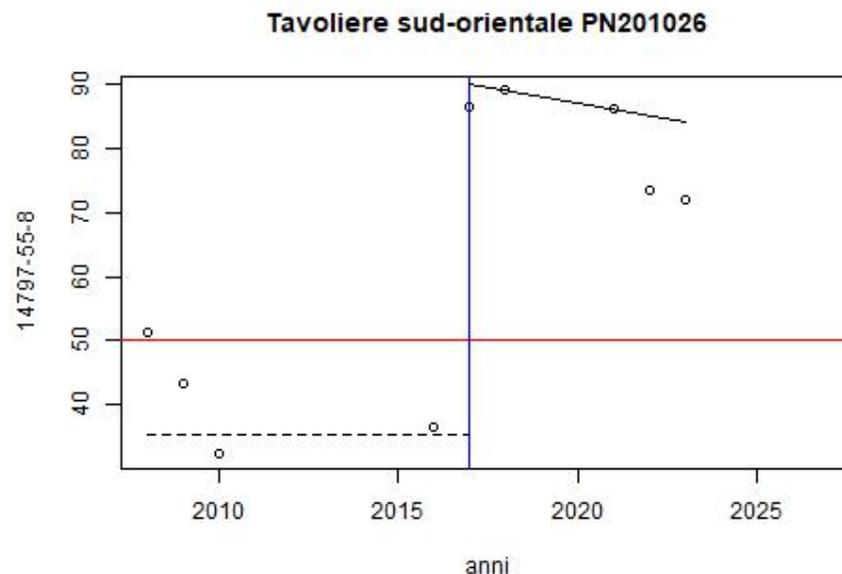
Nel periodo 2008-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PN201023

- un incremento forte del quadriennio 2012-2015 rispetto al 2008-2011,
- un incremento debole del quadriennio 2016-2019 rispetto al 2012-2015,
- un incremento forte del quadriennio 2020-2023 rispetto al 2016-2019.

Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte. Questi risultati colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PN201023 mostra la presenza di un trend crescente (p-value pari a 0,0000054 e slope pari a 7,3).

Il numero di annualità della serie storica (10 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.82. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PN201026



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

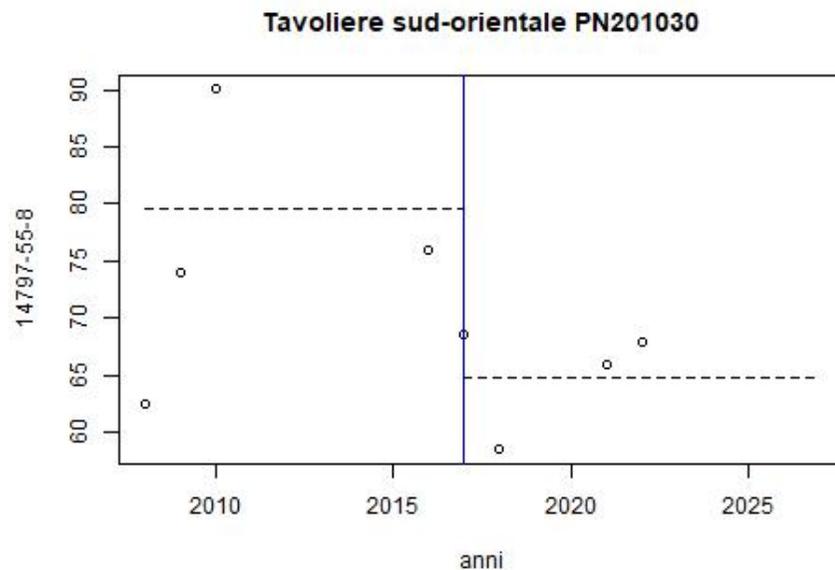
**PN201026**

Nel periodo 2008-2023 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PN201026 un incremento forte tra gli ultimi due quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte.

Questi risultati colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PN201026 mostra la presenza di un trend crescente (p-value pari a 0,017 e slope pari a 2,4).

Il numero di annualità della serie storica (9 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.83. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PN201030



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

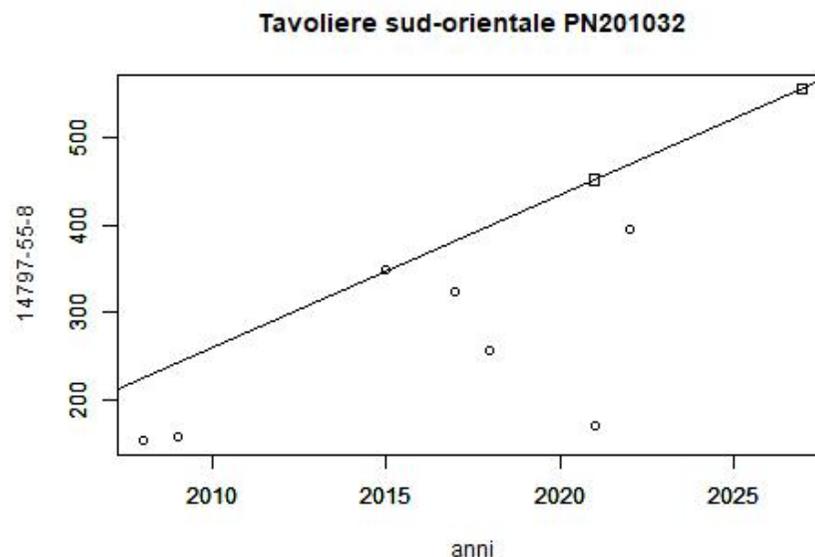
**PN201030**

Nel periodo 2008-2022 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PN201030 assenza di trend tra gli ultimi due quadrienni. Al contrario la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un decremento forte.

I risultati sul lungo termine colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PN201030 mostra la presenza di un trend decrescente (p-value pari a 0,023 e slope pari a -2,2).

Il numero di annualità della serie storica (8 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.84. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PN201032



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

PN201032

Nel periodo 2008-2022 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PN201032

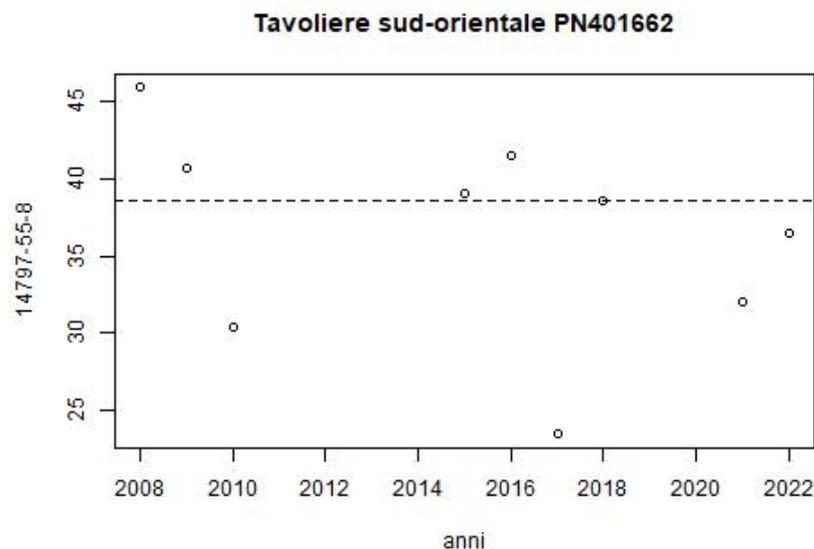
- un incremento forte del quadriennio 2012-2015 rispetto al 2008-2011,
- un decremento forte del quadriennio 2016-2019 rispetto al 2012-2015,
- un decremento forte del quadriennio 2020-2023 rispetto al 2016-2019.

La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia un incremento forte.

I risultati sul lungo termine colgono la stessa variazione che emerge dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione PN201032 mostra la presenza di un trend crescente (p-value pari a 0,093 e slope pari a 10,0).

Il numero di annualità della serie storica (7 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

Figura 3.85. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale FALDA POROSA SUPERFICIALE DEL TAVOLIERE (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio PN401662



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)**

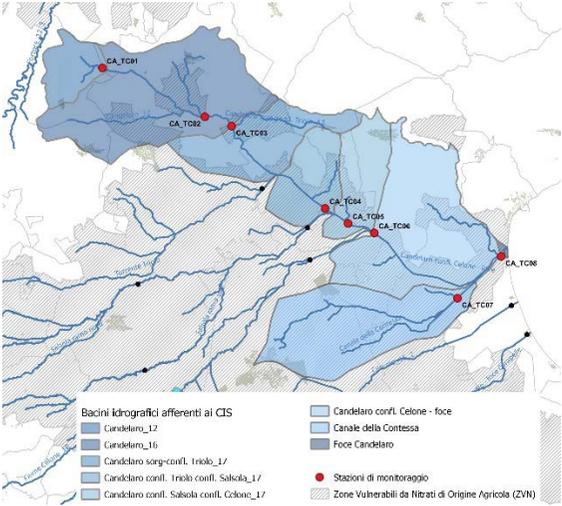
**PN401662**

Nel periodo 2008-2022 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione PN401662  
 assenza di trend del quadriennio 2012-2015 rispetto al 2008-2011,  
 un decremento debole del quadriennio 2016-2019 rispetto al 2012-2015,  
 assenza di trend del quadriennio 2020-2023 rispetto al 2016-2019.  
 La differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una diminuzione debole. Questi risultati colgono delle variazioni che non emergono dall'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. Infatti l'applicazione alla serie storica della stazione PN401662 del *test di Mann-Kendall* mostra l'assenza di trend (p-value pari a 0,62 e slope pari a 0,0). Il numero di annualità della serie storica (9 anni) non consente l'applicazione del *test di Pettitt*.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE SIGNIFICATIVE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| PS000187  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| PS000188  | ASSENTI  | PRESENTI (SOVRASTIMA)                                 |
| PN001052  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| PN201023  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| PN201026  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| PN201030  | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| PN201032  | ASSENTI  | ASSENTI   |
| PN401662  | PRESENTI   | ASSENTI   |

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| PS000187<br>PS000188<br>PN001052<br>PN201023<br>PN201026<br>PN201030<br>PN201032<br>PN401662  | 1/8   | 3/8  |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 12,5% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e 37,5% per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

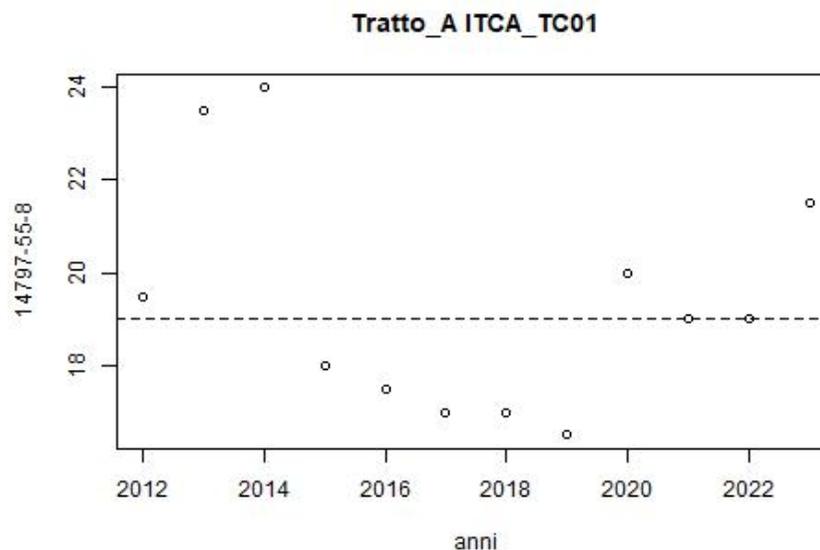
| Corpo Idrico Superficiale:   | Candelaro_12                    |                              |                              |   |
|--|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
|   | AREA                            | 44,06 km <sup>2</sup>        |                              |   |
|  | QUOTA                           | max:<br>219,8 m              | media:<br>126,9 m            | min:<br>59,6 m                                |
|  | POPOLAZIONE                     | Abitanti: n.d.               |                              | Densità: n.d.                                 |
|  | <b>Uso prevalente del Suolo</b> |                              |                              |   |
|  | Aree Agricole                   | 41,21 km <sup>2</sup>        |                              | 93,52%  |
|  | Aree Urbane                     | 1,54 km <sup>2</sup>         |                              | 3,49%   |
|  | Boschi e Arbusteti              | 1,18 km <sup>2</sup>         |                              | 2,67%   |
|  | Ambienti Umidi e delle acque    | 0,13 km <sup>2</sup>         |                              | 0,28%   |
|  | Altro                           | 0,01 km <sup>2</sup>         |                              | 0,03%   |
|  | ZVNA                            | SI: <input type="checkbox"/> | NO: <input type="checkbox"/> | IN PARTE: <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Uso prevalente delle Acque</b>  |                                 |                              |                              |   |
| Consumo Umano  |                                 |                              |                              |   |
| Irriguo  | X                               |                              |                              |   |
| Industriale  |                                 |                              |                              |   |
| Termominerale  |                                 |                              |                              |   |
| Tutela ecosistemi  |                                 |                              |                              |   |
| <b>DESCRIZIONE</b>   |                                 |                              |                              |   |
| <p>Il Corpo Idrico "Candelaro_12" fa parte dell'asta fluviale del torrente Candelaro, lunga complessivamente circa 67 km. Il Candelaro nasce alle propaggini Nord Occidentali del Gargano presso San Paolo di Civitate, a quota 145 m s.l.m. e corre in direzione Sud-Sud Est ai piedi del Gargano; prima di raggiungere la sua foce, nelle acque del Golfo di Manfredonia a Sud di Siponto, il torrente viene affiancato dal Canale della Contessa. Ai sensi della normativa vigente, lungo il torrente Candelaro, oltre al Corpo Idrico Candelaro_12, sono stati individuati altri n. 7 Corpi Idrici, ciascuno monitorato attraverso una stazione.</p> |                                 |                              |                              |   |

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA                    |  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|--|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI   |  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SWB:  |  | '00   | '01   | '02   | '03   | '04   | '05   | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12   | '13   | '14   | '15   | '16   | '17   | '18   | '19   | '20   | '21   | '22   | '23   |
| Stazioni  | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann-Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: gray;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   | Slope mg/L * y   | MEDIA                                       |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ITCA_TC01   | 0  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     | 21,83 | 25,75 | 23,25 | 21,45 | 19,75 | 18,55 | 16,83 | 17,50 | 22,20 | 19,08 | 21,25 | 24,17 |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann-Kendall                        |  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ITCA_TC01   |  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)        |  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO   |  | Direttiva Nitrati Quadriennio 1 (2000-2003) | Direttiva Nitrati Quadriennio 2 (2004-2007) | Direttiva Nitrati Quadriennio 3 (2008-2011) | Direttiva Nitrati Quadriennio 4 (2012-2015) | Direttiva Nitrati Quadriennio 5 (2016-2019) | Direttiva Nitrati Quadriennio 6 (2020-2023) |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   |  | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            | Media Aritmetica                            |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ITCA_TC01   |  |   |   |   | 23,07                                       | 18,16                                       | 21,68                                       |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   |  | ND TREND VALUE* m(2000-2003) - m(1996-1999) | ND TREND VALUE* m(2004-2007) - m(2000-2003) | ND TREND VALUE* m(2008-2011) - m(2004-2007) | ND TREND VALUE* m(2012-2015) - m(2008-2011) | ND TREND VALUE* m(2016-2019) - m(2012-2015) | ND TREND VALUE* m(2020-2023) - m(2016-2019) |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ITCA_TC01   |  |   |   |   |   | -4,91                                       | 3,52  |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ITCA_TC01   |  | ND TREND VALUE* m(2020-2023) - m(2012-2015) |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   |  | -1,40                                       |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

**CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN-KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI)**

|               | MEDIA' 00 | MEDIA' 01 | MEDIA' 02 | MEDIA' 03 | MEDIA' 04 | MEDIA' 05 | MEDIA' 06 | MEDIA' 07 | MEDIA' 08 | MEDI A'09 | MEDIA' 10 | MEDI A'11 | MEDIA' 12 | MEDIA' 13 | MEDIA' 14 | MEDI A'15 | MEDI A'16       | MEDI A'17 | MEDI A'18 | MEDI A'19 | MEDI A'20       | MEDIA' 21 | MEDI A'22 | MEDI A'23 |  |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|--|
| ITCA_TC<br>01 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                 |           |           |           |                 |           |           |           |  |
|               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | DECREASING WEAK |           |           |           | INCREASING WEAK |           |           |           |  |

Figura 3.86. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Candelaro\_12 (Regione Puglia) – Stazione di Monitoraggio Tratto\_A ITCA\_TC01



DESCRIZIONE/INTERPRETAZIONE/COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN-KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

ITCA\_TC01

L'analisi delle variazioni a lungo termine (2012-2023) delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della Direttiva Nitrati ha prodotto i seguenti risultati:

- diminuzione debole nel confronto tra il quadriennio 2016-2019 e il precedente periodo, aumento debole nel confronto tra il quadriennio 2020-2023 e il quadriennio 2016-2019;
- la tendenza generale valutata tra il primo quadriennio considerato (2012-2015) e l'ultimo (fine serie, 2020-2023) evidenzia un decremento lieve.

Se invece si prendono in considerazione, nell'intero periodo (2012-2023), i dati medi annui, il risultato del *test di Mann-Kendall* mostra assenza di trend (p-value pari a 0,63 e slope pari a 0), questo probabilmente a causa dell'estrema variabilità degli stessi dati.

Avendo a disposizione un numero di annualità (12 anni) inferiore alle 14 necessarie per l'applicazione del *test di Pettitt*, non è possibile valutare eventuali inversioni di tendenza.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |   |
|---|---|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (PRESENTI/ ASSENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (PRESENTI / ASSENTI) |
| ITCA_TC01   | PRESENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative assenti se entro tolleranza (10 mg/L /10 anni)

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| ITCA_TC01   | 1/1   | Nessun Caso/ Casi Totali                         |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 100% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e di nessun caso / casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

| ARPA TOSCANA   |                                   |                   |             |                                 |
|--|-----------------------------------|-------------------|-------------|---------------------------------|
| Corpo Idrico Superficiale:   | FIUME SIEVE                       |                   |             |                                 |
|   | LUNGHEZZA                         | Km2               |             |                                 |
|  | QUOTA                             | max:              | media: min: |                                 |
|  | POPOLAZIONE                       | Abitanti 6563     |             | Densità: 26 ab./km <sup>2</sup> |
|  | <b>Uso prevalente del Suolo</b>   |                   |             |                                 |
|  | - Aree Agricole                   | km <sup>2</sup>   | %           |                                 |
|  | - Aree Urbane                     | km <sup>2</sup>   | %           |                                 |
|  | - Boschi e Arbusteti              | km <sup>2</sup>   | %           |                                 |
|  | - Ambienti Umidi                  | 0 km <sup>2</sup> | %           |                                 |
|  | - ZVNA                            | SI:               | NO:         | IN PARTE:                       |
|  | <b>Uso prevalente delle Acque</b> |                   |             |                                 |
| Consumo Umano  |                                   |                   |             |                                 |
| Irriguo  |                                   |                   |             |                                 |
| Industriale  |                                   |                   |             |                                 |
| Termominerale  |                                   |                   |             |                                 |
| Tutela ecosistemi  |                                   |                   |             |                                 |
| <b>DESCRIZIONE</b>   |                                   |                   |             |                                 |
| <p>Corpo Idrico Superficiale affluente del Fiume Arno. Fiume a portata sostanzialmente stabile in quanto alimentato dal bacino artificiale di Bilancino, creato dallo sbarramento, nella parte a monte, della Sieve stessa. Sono tre i punti di monitoraggio; sono ubicati a monte (comunque a valle dello sbarramento) , medio e a valle.</p> |                                   |                   |             |                                 |

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |
|--|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |
| GWB:   | '00  | '01   | '02  | '03  | '04  | '05  | '06  | '07  | '08  | '09  | '10  | '11 | '12  | '13  | '14  | '15 | '16  | '17 | '18  | '19  | '20 | '21  | '22  | '23 |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann-Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |
|  | Slope mg/L * y   | MEDIA |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |
| MAS-119  | -0,01  | 0,33  | 0,47 | 0,66 | 0,68 | 0,68 | 0,49 | 1,65 | 0,45 | 0,85 | 0,40 |     |      | 0,44 |      |     | 0,20 |     |      |      |     | 0,25 | 0,24 |     |
| MAS-120  | 0  | 0,19  | 0,65 | 0,75 | 0,69 | 0,60 | 0,54 | 1,09 | 0,80 | 0,58 | 0,68 |     |      | 0,56 |      |     | 0,48 |     | 0,33 | 0,35 |     |      | 0,29 |     |
| MAS-121  | 0  | 0,35  | 1,15 | 1,26 | 1,63 | 1,39 | 1,43 | 1,20 | 1,10 | 1,08 | 1,19 |     | 1,18 | 1,15 | 2,50 |     | 0,92 |     | 1,00 |      |     |      |      |     |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann-Kendall     |  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |
|  |  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |      |      |     |      |      |     |

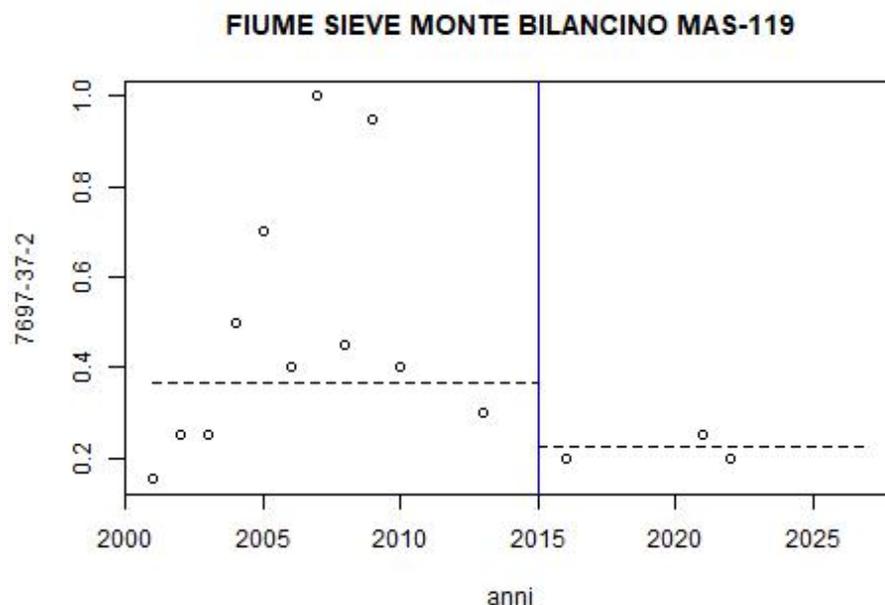
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |    |   |   |   |   |   |   |
|--|----|---|---|---|---|---|---|
| GWB:   | DI | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000-2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004-2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008-2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012-2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016-2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
| STAZIONI<br>MONITORAGGIO   |    | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  | Media Aritmetica                                  |
| MAS-119  |    | 0,52  | 0,81  | 0,59  | 0,44  | 0,20  | 0,24  |
| MAS-120  |    | 0,57  | 0,72  | 0,69  | 0,56  | 0,38  | 0,29  |
| MAS-121  |    | 1,30  | 1,28  | 1,14  | 1,15  | 1,00  |   |
|  |    | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) –<br>m(1996-1999) | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) –<br>m(2000-2003) | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) –<br>m(2004-2007) | ND TREND VALUE*<br>m(2012-2015) –<br>m(2008-2011) | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) –<br>m(2012-2015) | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) –<br>m(2016-2019) |
| MAS-119  |    |   | 0,29  | -0,22   | -0,15   | -0,24   | 0,04  |
| MAS-120  |    |   | 0,15  | -0,02   | -0,13   | -0,18   | -0,09   |
| MAS-121  |    |   | -0,02   | -0,15   | 0,01  | -0,15   |   |

| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |
|---|--|
| MAS-119   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   | -0.28  |
| MAS-120   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2008-2011) |
|   | -0.27  |
| MAS-121   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2016-2019) |
|   | -0.30  |

| CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN-KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI) |                        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | MEDIA'00               | MEDIA'01 | MEDIA'02 | MEDIA'03 | MEDIA'04 | MEDIA'05 | MEDIA'06 | MEDIA'07 | MEDIA'08 | MEDIA'09 | MEDIA'10 | MEDIA'11 | MEDIA'12                | MEDIA'13 | MEDIA'14 | MEDIA'15 | MEDIA'16 | MEDIA'17 | MEDIA'18 | MEDIA'19 | MEDIA'20 | MEDIA'21 | MEDIA'22 | MEDIA'23 |
| MAS-119  | Slope 0 (mediana 0,36) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | Slope 0 (mediana 0,225) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MAS-120  | Slope 0,008            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | Slope -0.0208           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| MAS-121  | NESSUNA INVERSIONE     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |                         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE - DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                         |                                       |   |  |
|---|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
|   | TENDENZA (MANN-KENDALL) | SLOPE (MANN-KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF. MEDIA ARITMETICA FINE - INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
| MAS-119   | DECREASING              | -0,01                                 | STABLE  | -0,07  |
| MAS-120   | NO TREND                | 0                                     | STABLE  | -0,07  |
| MAS-121   | NO TREND                | 0                                     | STABLE  | -0,08  |

Figura 3.87. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Fiume Sieve Monte Bilancino (Regione Toscana) – Stazione di Monitoraggio MAS-119



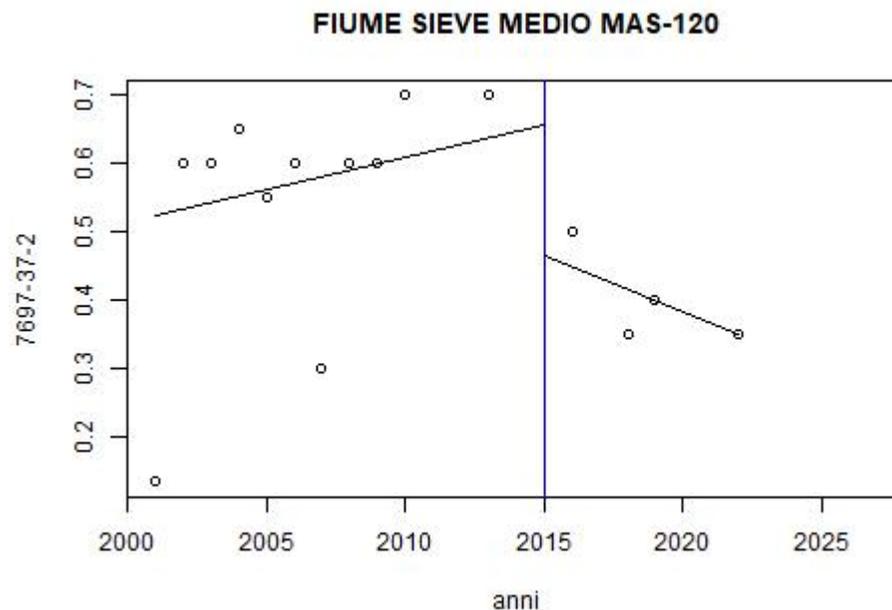
DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

**MAS-119**

Nel periodo 2000-2022 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione MAS-119 variazioni molto contenute tra quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) evidenzia una sostanziale stabilità.

Questi risultati si confermano nel complesso tramite l'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo. L'applicazione del *test di Mann-Kendall* alla serie storica della stazione MAS-119 mostra, in particolare, l'esistenza di una debole tendenza monotonica decrescente sebbene con slope ridotta e pari a  $-0,01 \text{ mg/L} \cdot \text{anno}$  ( $0,004 \text{ mg/L}$  sui 4 anni  $< 1 \text{ mg/L}$ ). Il *test di Pettitt* individua inoltre il 2015 come anno di inversione e che separa due periodi comunque stazionari ma con differenti mediane del periodo attestanti una decrescita, sebbene anche qui contenuta, tra il periodo pre e post 2015.

Figura 3.88. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Fiume Sieve Medio (Regione Toscana) – Stazione di Monitoraggio MAS-120



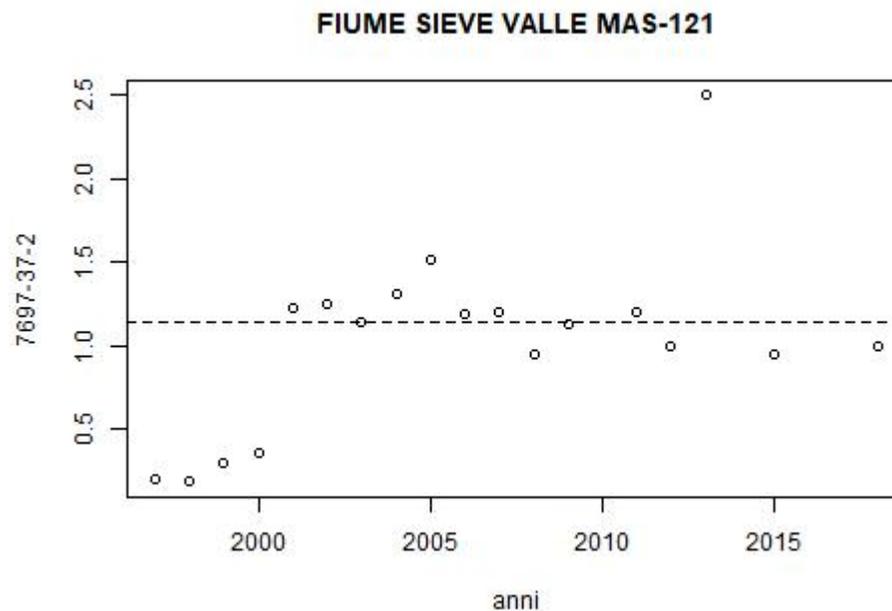
DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MAS-120

Nel periodo 2001-2022 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione MAS-120 variazioni contenute tra i quadrienni. Anche la differenza delle medie aritmetiche quadriennali sul lungo termine (tra quadriennio finale e iniziale della serie storica) risulta molto contenuta.

I risultati dell'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo, nella sostanza conferma le variazioni contenute ma individua anche qui il 2015 come anno di inversione e separazione di due distinte tendenze, anche se deboli, in incremento nel periodo pre e decremento nel periodo post 2015.

Figura 3.89. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Fiume Sieve Valle (Regione Toscana) – Stazione di Monitoraggio MAS-121



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

MAS-121

Nel periodo 2000-2019 l'analisi delle variazioni delle medie aritmetiche quadriennali consecutive, come previste dalla Direttiva Nitrati, rileva per la stazione MAS-121 una sostanziale stazionarietà con variazioni molto contenute tra quadrienni successivi. Anche la variazione tra quadriennio finale e quello iniziale della serie storica è contenuta.  
L'analisi dell'evoluzione temporale della concentrazione media annua di nitrati sullo stesso periodo conferma qui una sostanziale stazionarietà con assenza di tendenze generali e punto di possibile inversione.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| MAS-119   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| MAS-120   | ASSENTI  | ASSENTI   |
| MAS-121   | ASSENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |   |  |
|---|---|--|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCORDANTI / CASI TOTALI |
| MAS-119<br>MAS-120<br>MAS-121   | 1/3   | NESSUN CASO/CASI TOTALI                          |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 33,3% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e in nessun caso / casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

3.10. UMBRIA

ARPA UMBRIA

### Valle Umbra - Assisi Spello (DQ0402)



**CARATTERISTICHE GENERALI**

SUPERFICIE TOTALE (Km<sup>2</sup>): 78

**COMPLESSO IDROGEOLOGICO**

- ALLUVIONI VALLIVE
- ALLUVIONI DELLE DEPRESSIONI QUATERNARE
- ACQUIFERI LOCALI
- CALCARI
- VULCANITI

**ACQUIFERO**

Valle Umbra

**TIPOLOGIA**

Confinato  Freatico

**MONITORAGGIO**

Livello di rischio: A flecchio

Reti: Sorveglianza Operativa

Ciclo: Sessennale Annuale

Stazioni di monitoraggio: Rete Regionale in discreto

Pozzi: 5

Sorgenti: -

Altre reti di monitoraggio attive

RETE IN CONTINUO: SI  NO

RETE LOCALE NITRATI: SI  NO

RETE LOCALE SOLVENTI: SI  NO

### PRESSIONI E IMPATTI

| Pressioni puntuali                            | Pressioni diffuse                       | Prelevi         | Altre pressioni                               |
|---|---|-----------------|---|
| Siti contaminati siti industriali abbandonati | Diluvamento urbano                      | Uso irriguo     | Rifiutidiscariche slobive                     |
|   | <b>Acrosostecia</b>                     | Uso potabile    | Ricarico delle acque sotterranee              |
| Acque di miniere                              | Scarichi non autorizzati alle fognature | Uso industriale | Alterazione del livello o del volume di falda |
| Diceriche                                     | Attività minerarie                      | Altri usi       | Inquinamento storico<br>Altro                 |

|                                       |                                       |                              |                                  |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Inquinamento da nutrienti             | Inquinamento organico                 | Inquinamento chimico - VOC   | Inquinamento chimico - Pesticidi |
| Intrusione salina o di altre sostanze | Abbassamento dei livelli piezometrici | Inquinamento chimico storico | Inquinamento microbiologico      |

### STATO CHIMICO



BUONO



SCARSO



Quadro regionale

Il monitoraggio è stato avviato nel 1998. Il corpo idrico risulta a rischio e, per tale motivo, viene monitorato sia in sorveglianza che in operativo, con cadenza semestrale. Nell'ultimo sessennio, a conferma di quanto già rilevato in passato, sono state costantemente riscontrate criticità legate ai nitrati e al tetracloroetilene, che continuano a compromettere il giudizio di stato chimico. Nel 2020, inoltre, sono stati rinvenuti alcuni prodotti fitosanitari, localmente anche in concentrazioni superiori ai limiti normativi.

Periodo di monitoraggio: 2015-2020      Obiettivo: STATO BUONO CON PROROGA OLTRE IL 2027      Trend: ↔

| Risultati analitici |                  |                                    |                                    |
|---------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ANNO                | CRITICITA'       | SUPERAMENTI                        | POSITIVITA'                        |
| 2015                | Nitrati; PCE     | -                                  | -                                  |
| 2016                | Nitrati; PCE+TCE | -                                  | -                                  |
| 2017                | Nitrati; PCE+TCE | -                                  | PCE                                |
| 2018                | Nitrati; PCE+TCE | -                                  | PCE                                |
| 2019                | Nitrati; PCE+TCE | Selenio                            | PCE                                |
| 2020                | Nitrati          | S-Metolololo; Terbutololo; Selenio | S-Metolololo; Terbutololo; Selenio |

### STATO QUANTITATIVO



BUONO



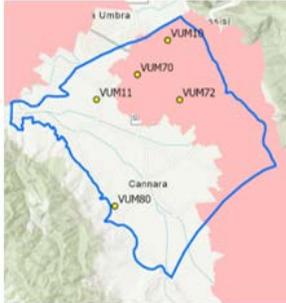
SCARSO



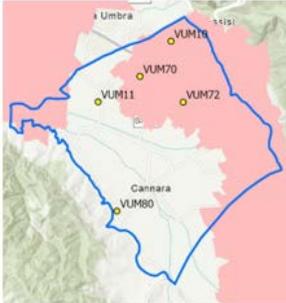
Quadro regionale

L'entità dei prelievi idropotabili è significativa rispetto alla ricarica. In particolare negli anni siccitosi e incide in modo rilevante sul deflusso di base dei corsi d'acqua.

Periodo di monitoraggio: 2015-2020      Obiettivo: STATO BUONO CON PROROGA OLTRE IL 2027      Trend: ↔



ZVN 2005



ZVN 2010



ZVN 2019



ZVN 2021

In blu il perimetro del CIS DQ0402 - Valle Umbra - Assisi Spello. In rosa le Zone Vulnerabili ai nitrati di origine agricola.

In base ai risultati del monitoraggio della qualità ambientale svolto nei primi anni 2000, sono emerse criticità legate alle elevate concentrazioni di nitrati che, nel 2005, hanno portato all'individuazione di una prima Zona vulnerabile ai nitrati di origine agricola ai sensi della DIR 91/676/CE. Le evidenze emerse negli anni successivi hanno reso necessario un progressivo ampliamento delle aree di tutela e, ad oggi, la quasi totalità del corpo idrico risulta interessata da ZVN, come rappresentato nelle mappe seguenti.

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA |  |       |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|--|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI  |  |       |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| GWB:   |  | '00   | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06   | '07   | '08   | '09   | '10  | '11   | '12  | '13   | '14   | '15   | '16   | '17   | '18   | '19   | '20   | '21   | '22   | '23   |
| Stazioni   | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017)   |       |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|  | <span style="color: green;">■</span> Decreasing <span style="color: yellow;">■</span> No Trend <span style="color: red;">■</span> Increasing |       |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|  | Slope mg/L * y   | MEDIA |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| VUM10  | -2,36  |       |     |     |     |     |     | 92    | 99,7  | 107   | 98,65 | 117  | 96,7  | 89,6 | 92,45 | 90    | 82,35 | 84,9  | 82,6  | 76,85 | 72,3  | 71,2  | 68    | 69,95 | 71,55 |
| VUM11  | 0,00   |       |     |     |     |     |     | 30,15 | 33,9  | 32,95 | 31,5  | 33,4 | 32,6  | 35,1 | 34    | 32,35 | 33    | 33,5  | 32,5  | 34,2  | 34,1  | 34    | 32,5  | 33,3  | 32,95 |
| VUM70  | -0,8   |       |     |     |     |     |     | 99,6  | 119   | 111   | 79,6  | 69,2 | 71,3  |      | 77,55 | 73,55 | 76,3  | 75    | 71,6  | 70,75 | 69,55 | 71,6  | 70,05 | 72,5  | 70,8  |
| VUM72  | -1,48  |       |     |     |     |     |     | 72,05 | 52,85 | 32,65 | 55,25 | 60,9 | 55,15 | 25,9 | 59,65 | 58,3  | 57,9  | 47,05 | 20,7  | 48,25 | 43,35 | 38,05 | 46,9  | 28,8  | 38,5  |
| VUM80  | -1,17  |       |     |     |     |     |     | 74,5  | 82,2  | 72,8  | 70,3  | 68,6 | 69,55 | 37,6 | 69,95 | 72,55 | 70,05 | 67,35 | 66,55 | 61,5  | 60,65 | 58,05 | 62,6  | 53,95 | 55,2  |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall     |  |       |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| VUM10  | -2,02  | -2,19 |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       | C.P.  |       |       |       |       |       |       |       |
| VUM11  | -  | -     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| VUM70  | -6,18  | -0,47 |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      | C.P.  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| VUM72  | -  | -     |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| VUM80  | -0,68  | -1,89 |     |     |     |     |     |       |       |       |       |      |       |      |       |       |       |       | C.P.  |       |       |       |       |       |       |

PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi) |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|---|
| GWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO  | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |
|  | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |
| VUM10  | -  | 95,85  | 104,84   | 88,6   | 79,2   | 70,2  |
| VUM11  | -  | 32,025   | 32,61  | 33,6   | 33,6   | 33,2  |
| VUM70  | -  | 109,3  | 82,78  | 75,8   | 71,7   | 71,2  |
| VUM72  | -  | 62,45  | 50,99  | 50,4   | 37,8   | 38,1  |
| VUM80  | -  | 78,35  | 70,31  | 62,6   | 64,0   | 57,5  |
|  | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) –<br>m(1999-1996)  | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) – m(2000-<br>2003) | ND_TREND VALUE*<br>m(2008-2011) – m(2004-2007)     | ND TREND VALUE*<br>m(2015-2012) – m(2008-2011)     | ND TREND VALUE*<br>m(2016-2019) – m(2012-2015)     | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) – m(2016-2019)    |
| VUM10  |  |  | 8,99   | -16,24   | -9,4   | -9  |
| VUM11  |  |  | 0,585  | 0,99   | 0  | -0,4  |
| VUM70  |  |  | -26,52   | -6,98  | -4,1   | -0,5  |
| VUM72  |  |  | -11,46   | -0,59  | -12,6  | 0,3   |
| VUM80  |  |  | -8,04  | -7,71  | 1,4  | -6,5  |

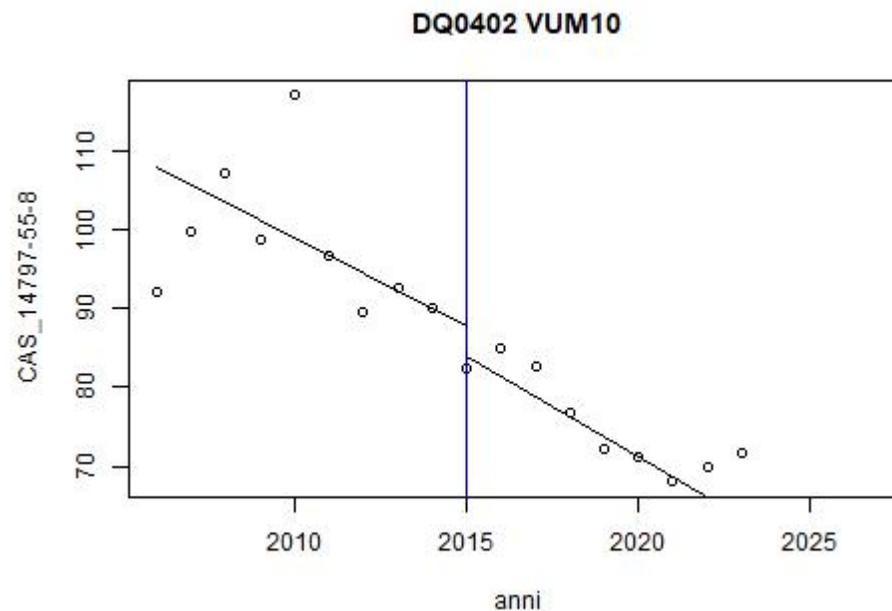
PUBBLICAZIONI TECNICHE | SNPA 2025

| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |   |
|---|--|---|
| VUM10   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004 -2007)<br>-25,65 |
| VUM11   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004 -2007)<br>1,175  |
| VUM70   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004 -2007)<br>-38,1  |
| VUM72   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004 -2007)<br>-24,35 |
| VUM80   |  | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2004 -2007)<br>-20,85 |

|        | MEDIA' 00 | MEDIA' 01 | MEDIA' 02 | MEDIA' 03 | MEDIA' 04 | MEDIA' 05 | MEDIA' 06 | MEDIA' 07 | MEDIA' 08 | MEDIA' 09 | MEDIA' 10 | MEDIA' 11 | MEDIA' 12 | MEDIA' 13 | MEDIA' 14 | MEDI A' 15 | MEDI A' 16 | MEDI A' 17 | MEDI A' 18 | MEDI A' 19 | MEDI A' 20 | MEDIA' 21 | MEDI A' 22 | MEDI A' 23 |  |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|--|
| VUM 10 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |           |            |            |  |
| VUM 11 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |           |            |            |  |
| VUM 70 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |           |            |            |  |
| VUM 72 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |           |            |            |  |
| VUM 80 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |           |            |            |  |

| CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUADRIENNIO DI FINE SERIE STORICA) |                           |                                     |  |  |
|---|---------------------------|-------------------------------------|--|--|
|   | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L/anno) | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA FINE – INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg) / anno |
| VUM10   | DECREASING                | -2,36                               | DECREASING STRONG  | --25,65/16 = -1,603  |
| VUM11   | NO TREND                  | 0                                   | INCREASING WEAK  | 1,175/16 = 0,073   |
| VUM70   | DECREASING                | -0,80                               | DECREASING STRONG  | -38,1/16 = -2,381  |
| VUM72   | DECREASING                | -1,48                               | DECREASING STRONG  | -24,35/16 = -1,522   |
| VUM80   | DECREASING                | -1,17                               | DECREASING STRONG  | -20,85/16 = -1,303   |

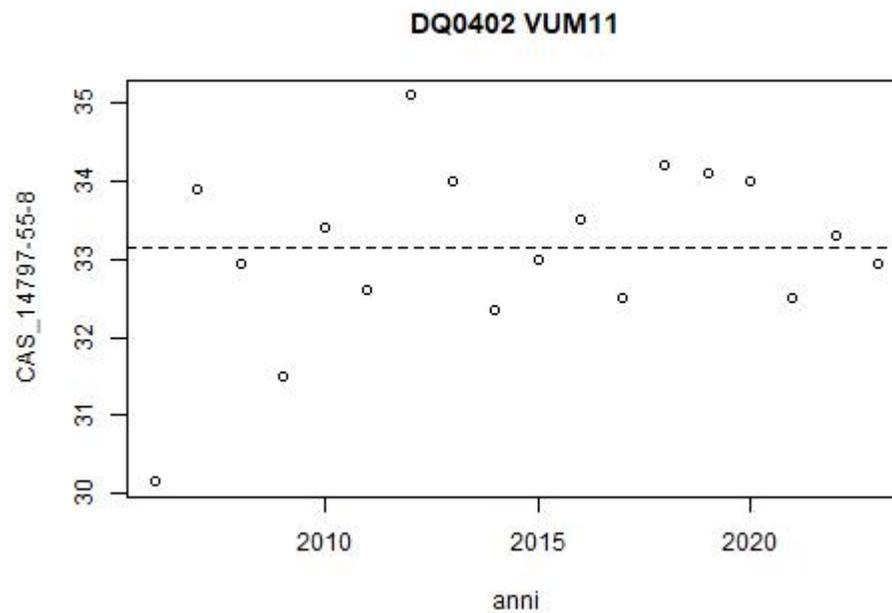
Figura 3.90. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico Valle Umbra (Regione Umbria) – Stazione di Monitoraggio DQ0402 VUM10



**DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)**

|       |   |
|-------|---|
| VUM10 | Il <i>test</i> di MK evidenzia una decrescita significativa e pressoché costante delle medie annue nell'intero periodo 2006-2023. L'andamento risulta confermato anche dalla differenza delle medie calcolata per il periodo 2012-2023 nel Reporting. |
|-------|---|

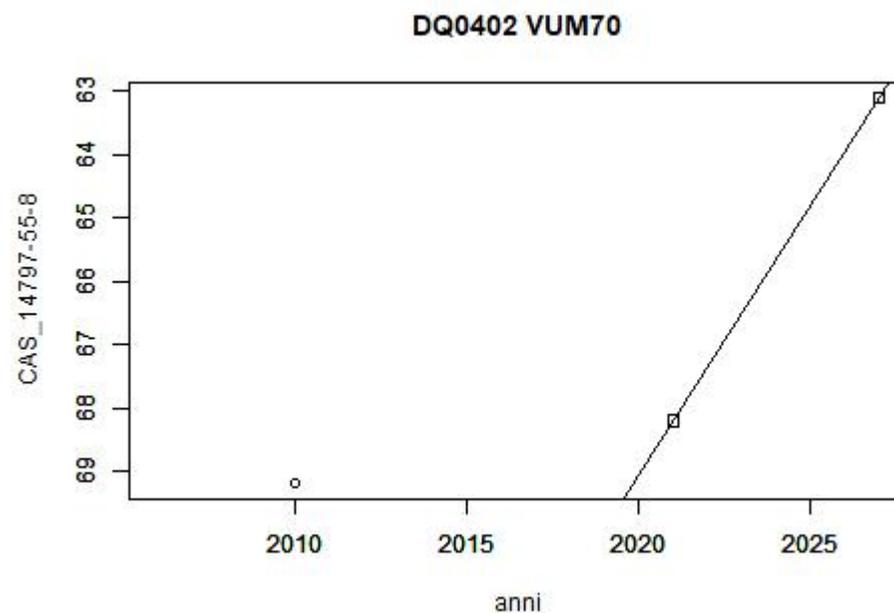
Figura 3.91. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico Valle Umbra (Regione Umbria) – Stazione di Monitoraggio DQ0402 VUM11



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

|       |  |
|-------|--|
| VUM11 | Entrambe le metodologie di calcolo evidenziano una sostanziale stabilità dei valori medi annui nell'intero periodo analizzato. |
|-------|--|

Figura 3.92. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico Valle Umbra (Regione Umbria) – Stazione di Monitoraggio DQ0402 VUM70

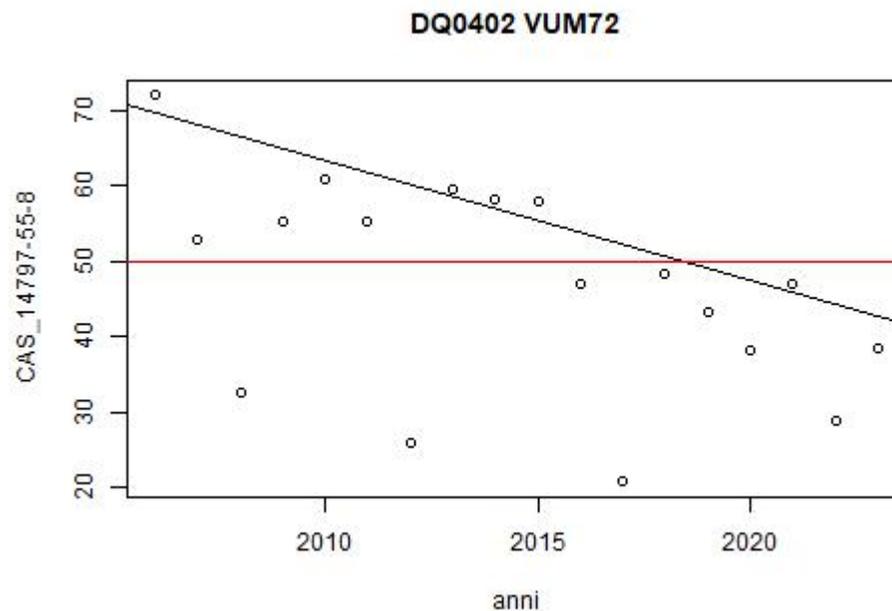


## DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

VUM70

Il *test* di MK evidenzia una decrescita complessiva delle medie annue nel periodo 2006-2023; dal *test di Pettitt* emerge la presenza di un CP nell'anno 2013 che separa due sottoserie: la prima (2006-2012) a maggior pendenza, la seconda (2013-2023) con un coefficiente angolare minore. L'andamento risulta confermato anche dalla differenza delle medie calcolata per il periodo 2012-2023 nel Reporting che mostra una debole decrescita tra il primo e il secondo quadriennio e una sostanziale stabilità tra il secondo e il terzo quadriennio.

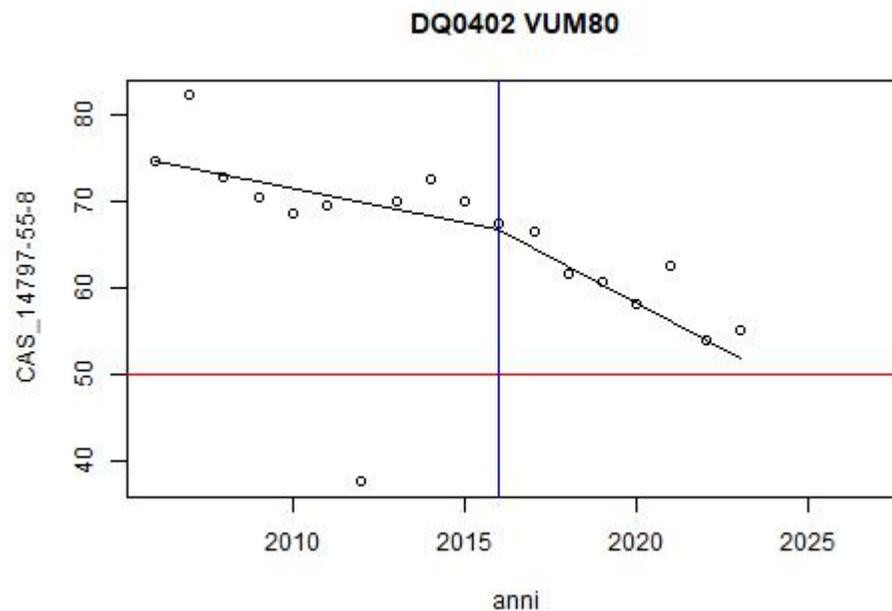
Figura 3.93. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico Valle Umbra (Regione Umbria) – Stazione di Monitoraggio DQ0402 VUM72



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

|       |   |
|-------|---|
| VUM72 | Entrambe le metodologie di calcolo evidenziano una decrescita significativa e pressoché costante dei valori medi annui nell'intero periodo analizzato. Esaminando i singoli quadrienni del Reporting si osserva come la tendenza alla diminuzione si attenui nell'ultimo quadriennio. |
|-------|---|

Figura 3.94. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico Valle Umbra (Regione Umbria) – Stazione di Monitoraggio DQ0402 VUM80



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/COMMENTI DEI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMETICHE)

|       |  |
|-------|--|
| VUM80 | Il <i>test</i> di MK evidenzia una decrescita complessiva delle medie annue nel periodo 2006-2023; dal <i>test di Pettitt</i> emerge la presenza di un CP nell'anno 2016 che separa due sottoserie: la prima (2006-2015) a minor pendenza, la seconda (2016-2023) con un coefficiente angolare maggiore. Per il periodo 2012-2023 analizzato nel Reporting l'andamento risulta debolmente in crescita tra i primi due quadrienni e fortemente in diminuzione nel periodo successivo. |
|-------|--|

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| VUM10   | ASSENTI  | ASSENTI   |
| VUM11   | PRESENTI   | ASSENTI   |
| VUM70   | ASSENTI  | PRESENTI (sottostima)                                 |
| VUM72   | ASSENTI  | ASSENTI   |
| VUM80   | ASSENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute ASSENTI se entro la tolleranza di 10 mg /L 10 anni

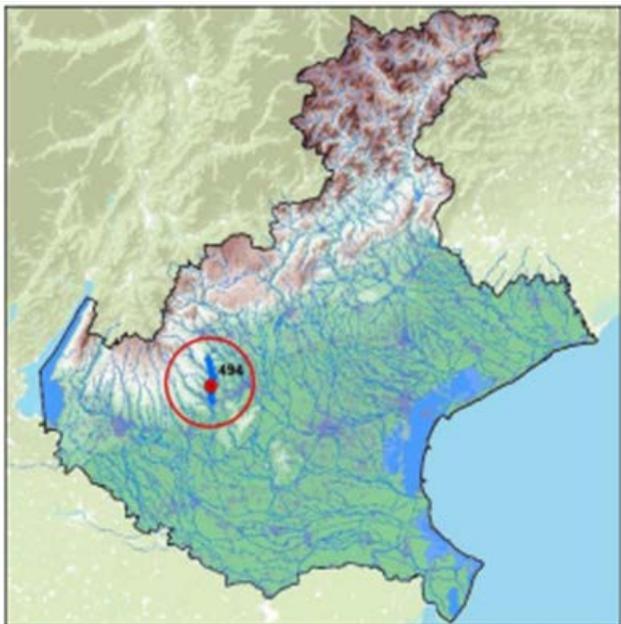
| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| VUM10<br>VUM11<br>VUM70<br>VUM72<br>VUM80   | 1/5  | 1/5   |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è del 20% per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e 20% per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore dello slop).

## 3.11. VENETO

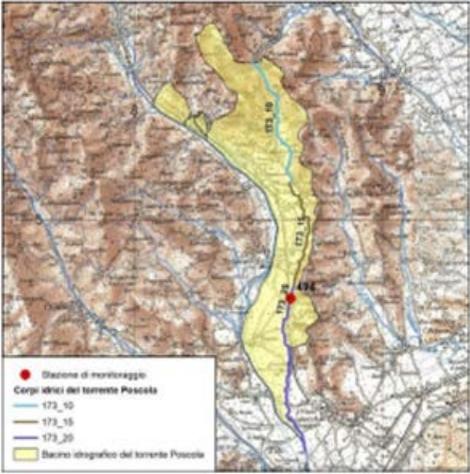
## ARPA VENETO

## CASO STUDIO SINTETICO: VENETO – Stazione di monitoraggio 494



La stazione di monitoraggio n. 494, oggetto della presente analisi, monitora il terzo ed ultimo dei 3 corpi idrici in cui viene suddiviso il torrente Poscola. Il corso d'acque presenta un'origine da sorgente situata alla base delle Prealpi Vicentine ad una quota di circa 250 slm. Nell'ambiente collinare il corso d'acque è perenne, e viene rappresentato dal primo corpo idrico del torrente Poscola (codice: 173\_10).

In concomitanza della pianura, il torrente comincia a presentare un alveo disperdente fino alla sua confluenza finale nel fiume Guà. Nel tratto intermittente il torrente Poscola viene suddiviso in 2 corpi idrici (173\_15 e 173\_20) suddivisi in concomitanza di un significativo ex scarico industriale.

|   |  |                      |               |             |
|---|--|----------------------|---------------|-------------|
| <b>Asta Fluviale:</b>   | <b>TORRENTE POSCOLA</b>  |                      |               |             |
| <b>Corpo Idrico Superficiale:</b>   | <b>173_20 – TORRENTE POSCOLA da EX SCARICO INDUSTRIA CHIMICA a CONFLUENZA NEL FIUME GUA'</b> |                      |               |             |
|  <p>● Stazione di monitoraggio<br/>Corpi idrici del torrente Poscola<br/>— 173_10<br/>— 173_15<br/>— 173_20<br/>■ Bacino idrografico del torrente Poscola</p>  | Area afferente al corpo idrico   | 34,2 km <sup>2</sup> |               |             |
|   | Quota centroide del corpo idrico   | 87 m                 |               |             |
|   | Quota della stazione di monitoraggio   | 109 m                |               |             |
|   | Popolazione  | Abitanti: n.d.       | Densità: n.d. |             |
|   | Uso del suolo del bacino direttamente afferente al corpo idrico                              |                      |               |             |
|   | Aree ad agricoltura intensiva  | 9%                   |               |             |
|   | Aree urbane o industriali  | 28%                  |               |             |
|   | Altro  | 63%                  |               |             |
|   | ZVNA stazione di monitoraggio  | Si: X                | NO:           | IN PARTE:   |
|   | ZVNA bacino idrografico del corpo idrico   | Si:                  | NO:           | IN PARTE: X |
|   | <b>Uso prevalente delle Acque</b>  |                      |               |             |
|   | Consumo Umano  |                      |               |             |
|   | Irriguo  |                      |               |             |
| Industriale   |  |                      |               |             |
| Termominerale   |  |                      |               |             |
| Tutela ecosistemi   |  |                      |               |             |
| Drenaggio   | X  |                      |               |             |
| <b>DESCRIZIONE</b>  |  |                      |               |             |
| <p>Il corpo idrico 173_20 – TORRENTE POSCOLA è intermittente e presenta, perciò, nel corso dell'anno, periodi di secca. L'inizio del corpo idrico viene fatto coincidere con lo scarico, ormai da alcuni anni non più attivo, di un'importante sito industriale correlato alla contaminazione di PFAS delle acque sotterranee e superficiali di un'ampia area geografica del Veneto. Il territorio del bacino idrografico direttamente afferente, in analogia col corpo idrico immediatamente a monte, ma contrariamente al primo corpo in ambito collinare, presenta un uso del suolo caratterizzato da centri urbani ed industriali con una non trascurabile percentuale di uso del suolo a vocazione agricola.</p> |  |                      |               |             |

| CONFRONTO TRA CRITERI ANALISI TENDENZE EVOLUTIVE NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA                    |  |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|--|--|---|--|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ANNI DI MONITORAGGIO E QUADRIENNI   |  |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| SWB:  |  | '00  | '01   | '02  | '03  | '04   | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12  | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '23 |
| Stazioni  | TENDENZE - STATISTICA MONOTONICA NON PARAMETRICA Mann Kendall (CFR. MLG SNPA n.161/2017) |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | Slope<br>mg/L * y  |  | <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span style="color: green;">■ Decreasing</span> <span style="color: yellow;">■ No Trend</span> <span style="color: red;">■ Increasing</span> </div> |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 494   | -0,369   |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| TENDENZE IN INVERSIONE STATISTICA NON PARAMETRICA Pettitt e Mann Kendall                        |  |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 494   | 0  | 0  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     | c.p. |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| TENDENZE - DIRETTIVA NITRATI (confronto tra medie aritmetiche di quadrienni consecutivi)        |  |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| SWB: STAZIONI DI MONITORAGGIO   | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 1<br>(2000 -2003)                                       | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 2<br>(2004 -2007) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 3<br>(2008 -2011)  | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 4<br>(2012 -2015) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 5<br>(2016 -2019) | Direttiva Nitrati<br>Quadriennio 6<br>(2020-2023) |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | Media Aritmetica   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica  | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                   | Media Aritmetica                                  |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 494   | 13,42  | 16,04  | 13,17   | 6,68   | 10,47  | 7,53  |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | ND TREND VALUE*<br>m(2000-2003) -m(1999-1996)  | ND TREND VALUE*<br>m(2004-2007) - m(2000-2003)     | ND TREND VALUE*<br>m(2008-2011) - m(2004-2007)  | ND TREND VALUE*<br>m(2015-2012) - m(2008-2011)     | ND TREND VALUE*<br>m(2019-2016) - m(2012-2015)     | ND TREND VALUE*<br>m(2023-2020) - m(2016-2019)    |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 494   |  | 2,62   | -2,87   | -6,49  | 3,79   | -2,94   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| TENDENZE GENERALI - (confronto tra medie aritmetiche quadrienni di INIZIO e FINE serie storica) |  |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 494   | ND TREND VALUE*<br>m(2020-2023) - m(2000-2003)   |  |   |  |  |   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   |  |  |   |  |  | -5,89   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

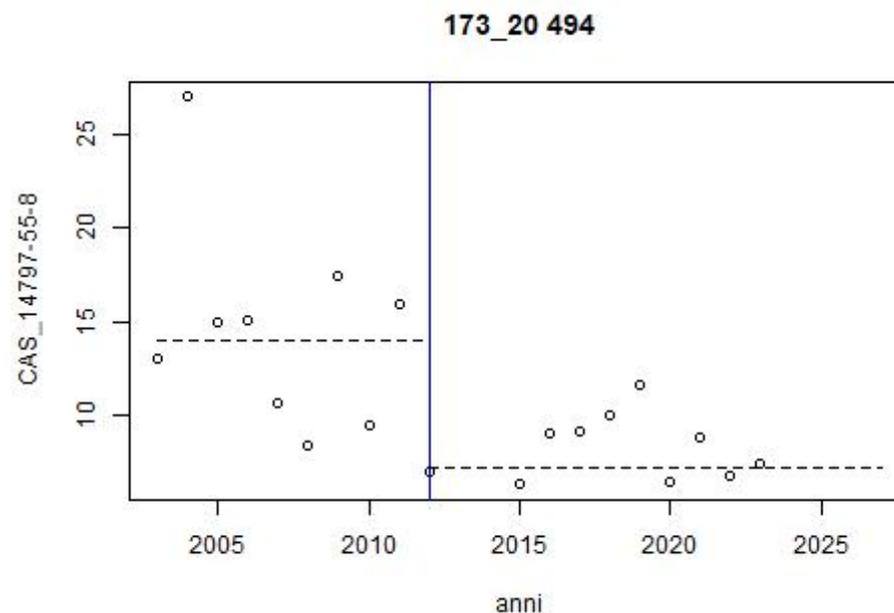
**CONFRONTO: TENDENZE MONOTONICHE E IN INVERSIONE (PETTITT E MANN KENDALL) e DIFFERENZE MEDIE QUADRIENNI CONSECUTIVI (DIRETTIVA NITRATI)**

|     | MEDIA'00        | MEDIA'01 | MEDIA'02 | MEDIA'03 | MEDIA'04 | MEDIA'05        | MEDIA'06 | MEDIA'07 | MEDIA'08 | MEDIA'09 | MEDIA'10          | MEDIA'11 | MEDIA'12 | MEDIA'13 | MEDIA'14 | MEDIA'15        | MEDIA'16 | MEDIA'17 | MEDIA'18 | MEDIA'19 | MEDIA'20        | MEDIA'21 | MEDIA'22 | MEDIA'23 |  |
|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|--|
| 494 | NO TREND        |          |          |          |          |                 |          |          |          |          |                   | c.p.     | NO TREND |          |          |                 |          |          |          |          |                 |          |          |          |  |
|     | INCREASING WEAK |          |          |          |          | DECREASING WEAK |          |          |          |          | DECREASING STRONG |          |          |          |          | INCREASING WEAK |          |          |          |          | DECREASING WEAK |          |          |          |  |

**CONFRONTO TENDENZE E SLOPE MONOTONICHE – DIFFERENZE MEDIE ARITMETICHE QUADRIENNIO D'INIZIO E QUARDIENNIO DI FINE SERIE STORICA)**

|     | TENDENZA (MANN – KENDALL) | SLOPE (MANN KENDALL)<br>(mg/L) / anno | TENDENZA (DIFF MEDIA ARITMETICA FINE – INIZIO SERIE STORICA) | SLOPE (DIFF. MEDIE ARITMETICHE FINE - INIZIO SERIE STORICA)<br>(mg/L) / anno |
|-----|---------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 494 | DECREASING                | -0,369                                | DECREASING STRONG  | -5,89/20 = - 0,295   |

Figura 3.95. Trend delle concentrazioni di nitrati per il corpo idrico superficiale Torrente Poscola (Regione Veneto) – Stazione di Monitoraggio 173\_20 494



DESCRIZIONE/ INTERPRETAZIONE/ COMMENTI D-EI RISULTATI DEI METODI A CONFRONTO (MANN KENDALL E MEDIE ARITMENTICHE)

494

L'analisi delle variazioni a lungo termine (2003-2023) delle medie aritmetiche quadriennali consecutive della Direttiva Nitrati ha prodotto i seguenti risultati: aumento debole, diminuzione debole, diminuzione forte, aumento debole, diminuzione debole. Questi risultati non colgono pienamente l'evoluzione temporale effettiva della concentrazione media di nitrati nel lungo periodo. Nel caso specifico della stazione 494, il *test di Mann-Kendall*, sebbene mostri risultati qualitativi simili alla differenza tra la media del quadriennio finale e quella del quadriennio iniziale della serie storica, rappresenta un metodo in grado di quantificare con maggiore accuratezza il reale tasso di decremento della concentrazione dei nitrati nel tempo. Tuttavia, entrambi i metodi menzionati non riescono a rappresentare correttamente l'evoluzione temporale del fenomeno. Al contrario, il *test di Pettitt* evidenzia chiaramente che la serie storica presenta un salto decrementale netto tra due periodi distinti: 2003-2012 e 2012-2023, entrambi caratterizzati dall'assenza di un trend significativo. Questo *test* mostra con maggiore precisione la vera dinamica temporale della concentrazione dei nitrati su lungo periodo.

| PRESENZA / ASSENZA DIFFERENZE TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARTIMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | DIFFERENZE DI STIMA QUALITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) | DIFFERENZE DI STIMA QUANTITATIVE (ASSENTI / PRESENTI) |
| 494   | ASSENTI  | ASSENTI   |

\*Differenze Quantitative ritenute assenti se entro la tolleranza di 10 mg/L 10 anni

| FREQUENZA CAMPIONARIA SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATITICO NON PARAMENTRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |  |   |
|---|--|---|
| Stazioni di monitoraggio  | CASI QUALITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI | CASI QUANTITATIVAMENTE DISCONCORDANTI / CASI TOTALI |
| 494   | Nessun caso / casi totali                          | Nessun caso / casi totali                           |

Si conclude che relativamente al presente caso studio la frequenza di commettere un errore di valutazione delle tendenze dovuto all'uso del metodo delle medie aritmetiche è nessun caso / casi totali per gli aspetti qualitativi (presenza o assenza di tendenza crescente, presenza o assenza di tendenza decrescente, assenza di tendenza) e nessun caso / casi totali per gli aspetti quantitativi della analisi di tendenza (valore di slop).

## CAPITOLO 4: CONCLUSIONI

Nel presente documento è stata realizzata una sperimentazione dell'approccio statistico non parametrico (*test di Mann – Kendall* e *test di Pettitt*), attraverso l'utilizzo di un TOOL statistico (Autori: Marcaccio, Menichetti, Peleggi) per la valutazione delle tendenze, sviluppato in ambiente "R" e reso disponibile nel Portale SINTAI di Ispra. Le valutazioni sono state effettuate su estese serie temporali (multiquadriennali) dei valori di concentrazione di nitrati di origine agricola nelle acque superficiali e sotterranee, diversamente da quanto previsto dalle Linee Guida CE in applicazione della Direttiva Nitrati, che prevedono attualmente la valutazione delle tendenze evolutive attraverso il confronto di medie aritmetiche relative a due quadrienni contigui.

Viene qui preso in considerazione il metodo statistico di *Mann – Kendall* per la verifica di esistenza delle tendenze rispetto al metodo delle medie aritmetiche, in quanto ampiamente impiegato nella letteratura scientifica internazionale quale Gold Standard Method in materia di Trend Analysis in ambito delle "Scienze Ambientali", oltre che delle Scienze Statistiche ed Economiche da cui origina il metodo stesso.

Per quanto riguarda la metodologia statistica utilizzata nel presente lavoro si è utilizzato, in alternativa al metodo del confronto tra medie aritmetiche, un metodo della statistica non parametrica (*test di Mann – Kendall*) per indagare la presenza di tendenze evolutive delle serie storiche di nitrati di origine agricola. L'applicazione del *test di Mann – Kendall* è ampiamente descritta nelle Linee Guida n. 161/2017 ISPRA SNPA in applicazione della DM 6 luglio 2016 con riferimento alle acque sotterranee. Il *test di Mann – Kendall*, così come riconosciuto nella letteratura scientifica internazionale, è un metodo statistico estremamente adatto per la valutazione delle tendenze evolutive nelle serie temporali di lunghezza arbitraria, soprattutto quelle che presentano tendenze assai deboli o nascoste, dove ha dimostrato un alto potere di rilevamento delle variazioni rapide. Questo *test* permette di rendere più semplice la comprensione del comportamento delle serie temporali al fine di consentire una migliore interpretazione delle realtà dell'inquinamento da nitrati di origine agricola.

Allo stesso modo, il *test di Pettitt* rappresenta un metodo statistico non parametrico particolarmente utile e diagnostico per rilevare la presenza di inversioni di tendenza che potrebbero essere interpretate come un riscontro positivo o meno dell'efficacia delle misure adottate nei piani di azione. Il metodo basato sul confronto delle medie aritmetiche di serie storiche tende a mascherare e non è in grado di rilevare la presenza di eventuali *change point* o inversioni di tendenza nei dati. Questi *change point*, che rappresentano cambiamenti significativi nel comportamento della serie temporale, possono passare inosservati quando si utilizza la semplice media aritmetica come criterio di analisi. Al contrario, tali variazioni strutturali o inversioni di tendenza possono essere diagnosticate in modo più efficace attraverso l'impiego del metodo di *Pettitt*, che è specificamente progettato per individuare cambiamenti significativi all'interno di una serie temporale. Il metodo di *Pettitt* offre una maggiore sensibilità nel rilevare discontinuità o cambiamenti nel trend, che potrebbero essere critici per l'interpretazione corretta dei dati. Di conseguenza, l'affidarsi esclusivamente al confronto delle medie aritmetiche potrebbe portare a una comprensione incompleta o distorta delle dinamiche sottostanti, sottovalutando o ignorando completamente cambiamenti cruciali che influenzano l'andamento della serie storica.

Al fine di quantificare la maggiore o minore efficacia e robustezza del metodo delle medie aritmetiche rispetto al metodo di Mann Kendall, è stata condotta un'analisi relativamente approfondita attraverso una serie di casi studio reali basati sui dati del monitoraggio svolto dalle Agenzie, con i quali sono stati confrontati i risultati ottenuti dall'elaborazione di lunghe serie storiche di concentrazioni di nitrato agricolo. In questi studi sono stati esaminati in dettaglio i risultati derivanti dall'applicazione dei differenti metodi di analisi richiamati. In particolare, il metodo di *Mann-Kendall* è stato adottato come standard riferimento, grazie alla sua riconosciuta robustezza statistica e validità scientifica, come ampiamente documentato nella letteratura. Successivamente, i risultati ottenuti utilizzando il metodo della media aritmetica sono stati confrontati con quelli ottenuti tramite il metodo di *test di Mann-Kendall*. Laddove è emersa una significativa discordanza tra i due metodi tale divergenza (discordanza qualitativa e quantitativa) è stata interpretata come un'indicazione della limitata affidabilità del metodo della media aritmetica in quel contesto specifico. Gli esiti sfavorevoli sono stati valutati in relazione al numero di discordanze di risultati rispetto al totale di casi esaminati con riferimento alle singole stazioni di monitoraggio in ciascun corpo idrico e per ciascuna Agenzia, permettendo di identificare le circostanze in cui l'uso della media aritmetica potrebbe portare a conclusioni potenzialmente inadeguate o errate:

| FREQUENZA CAMPIONARIA TOTALE SCOSTAMENTI SIGNIFICATIVI TRA METODO STATISTICO NON PARAMETRICO DI RIFERIMENTO e METODO MEDIE ARITMETICHE (DIRETTIVA NITRATI) |                      |  |   |  |
|--|----------------------|--|---|--|
| AGENZIA  | CORPI IDRICI / ACQUE | NUMERO STAZIONI DI MONITORAGGIO ANALIZZATE | OCCORRENZA CAMPIONARIA PERCENTUALE ERRORI QUALITATIVI | OCCORRENZA CAMPIONARIA PERCENTUALE ERRORI QUANTITATIVI |
| ARPA ABRUZZO   | FLUVIALI             | 0  | -   | -  |
|  | SOTTERRANEE          | 22   | 31,8%   | 54,5%  |
| ARPA CAMPANIA  | FLUVIALI             | 1  | 100,0%  | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 16   | 56,3%   | 75,0%  |
| ARPA EMILIA ROMAGNA  | FLUVIALI             | 0  | -   | -  |
|  | SOTTERRANEE          | 11   | 54,5%   | 100,0%   |
| ARPA FRIULI VENEZIAGIULIA  | FLUVIALI             | 1  | 100,0%  | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 9  | 77,8%   | 22,2%  |
| ARPA LAZIO   | FLUVIALI             | 0  | -   | -  |
|  | SOTTERRANEE          | 9  | 11,1%   | 11,1%  |
| ARPA LIGURIA   | FLUVIALI             | 1  | 0,0%  | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 0  | -   | -  |
| ARPA LOMBARDIA   | FLUVIALI             | 1  | 0,0%  | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 5  | 60,0%   | 0,0%   |
| ARPA MARCHE  | FLUVIALI             | 2  | 50,0%   | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 0  | -   | -  |
| ARPA PUGLIA  | FLUVIALI             | 1  | 100,0%  | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 8  | 12,5%   | 37,5%  |
| ARPA TOSCANA   | FLUVIALI             | 3  | 33,3%   | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 0  | -   | -  |
| ARPA UMBRIA  | FLUVIALI             | 0  | -   | -  |
|  | SOTTERRANEE          | 5  | 20,0%   | 20,0%  |
| ARPA VENETO  | FLUVIALI             | 1  | 0,0%  | 0,0%   |
|  | SOTTERRANEE          | 0  | -   | -  |

Questo approccio ha permesso di fornire, limitatamente al numero dei casi indagati, un quadro dei limiti potenziali della media aritmetica rispetto a metodi statistici alternativi più robusti, come il metodo di *Mann-Kendall* per l'analisi delle tendenze e il metodo di *Pettitt* per l'analisi delle inversioni di tendenza, evidenziando l'importanza di una scelta metodologica accurata nell'analisi dei dati di monitoraggio dei nitrati agricoli quando si stimano le tendenze evolutive.

Dall'analisi dei casi studio agenziali è emerso che, in un numero non irrilevante di situazioni, si riscontra una discordanza significativa tra le tendenze calcolate mediante il metodo di *Mann-Kendall* e quelle ottenute utilizzando la media aritmetica. In particolare, è stato osservato che esiste una probabilità, ossia una frequenza di casi non accettabile, in cui il metodo della media aritmetica può portare a una sovrastima o sottostima significativa della reale tendenza, o dell'assenza di tendenza rilevata invece con il metodo di *Mann-Kendall*. Questa discrepanza appare particolarmente evidente in presenza di una maggiore variabilità dei dati con riferimento ai valori medi (elevata varianza). In altre parole, quando i dati presentano una pseudo periodicità o un regime variazionale significativo intorno alla media, l'impiego della media aritmetica comporta un rischio maggiore di produrre stime poco accurate di tendenza. Al contrario, questo rischio tende a ridursi nei casi in cui i dati siano più uniformi e confrontabili con la media aritmetica (bassa varianza).

Tali conclusioni sottolineano l'importanza di considerare attentamente le caratteristiche dei dati prima di scegliere il metodo di analisi da utilizzare, poiché la media aritmetica, in presenza di una variabilità significativa, può risultare meno affidabile rispetto a metodi sopra richiamati. Questa consapevolezza è cruciale per evitare conclusioni errate che potrebbero influenzare negativamente le decisioni "tecniche e politiche" basate sull'analisi delle tendenze. Dai casi studio agenziali sviluppati emerge, inoltre, in varie situazioni, come in parte prevedibile, che analisi delle tendenze evolutive basate su scale temporali di breve estensione (quadrienni) sono esposte a rischio di oscillazioni "locali" non necessariamente imputabili in maniera preponderante all'effetto di interventi di rafforzamento delle misure legate ad esempio a piani di azione agricola particolarmente cautelativi.

L'elaborazione di analisi statistiche elementari, o ancora più evidentemente, il semplice confronto tra medie aritmetiche quadriennali, riguardanti la stima delle tendenze evolutive della concentrazione di nitrati su serie temporali di breve durata, invece che su serie storiche di lunga durata, presenta diversi svantaggi. In particolare, le serie di breve durata possono essere influenzate da fluttuazioni casuali che potrebbero distorcere i risultati dell'analisi. In altre parole, una serie temporale di breve durata (esempio, da 4 a 8 anni) potrebbe essere scarsamente o per nulla rappresentativa del lungo termine e potrebbe presentare variazioni casuali che non sono indicative di un cambiamento vero e proprio nel fenomeno analizzato. In secondo luogo, l'utilizzo di serie temporali di breve durata limita la capacità di individuare pattern e tendenze a lungo termine. Fenomeni che richiedono periodi più lunghi per svilupparsi e manifestarsi e possono non emergere o essere sottovalutati nelle analisi basate su serie temporali di breve durata previsti dalla Direttiva Nitrati. Un ulteriore svantaggio nelle serie temporali di breve durata è che possono mancare dati storici significativi. L'assenza di dati storici può limitare la possibilità di confrontare l'andamento attuale con il passato e rendere difficile o scarsamente significativa l'identificazione delle cause e degli effetti delle tendenze osservate. Le serie storiche di lunga durata, al contrario, consentono di avere un quadro più ampio e di tracciare l'evoluzione del fenomeno nel tempo. Infine, l'utilizzo di serie temporali di breve durata può comportare un rischio di errori di interpretazione dei risultati. Data la natura limitata e soggettiva delle evidenze disponibili, potrebbero essere tratte conclusioni affrettate o tendenze evolutive causalmente errate. L'analisi di serie storiche di lunga durata, al contrario, permette di adottare un approccio più accurato e basato su prove consolidate per trarre conclusioni con maggiori probabilità di validità. In sintesi, l'esecuzione di analisi statistiche di tendenze evolutive dei nitrati di origine agricola nelle acque superficiali e sotterranee su serie temporali di breve durata presenta diversi svantaggi rispetto all'utilizzo di serie storiche di lunga durata. Questi svantaggi includono la possibilità di influenze casuali distorsive, la limitazione nell'individuare pattern a lungo termine, la mancanza di dati storici significativi e il rischio di errori di interpretazione.

Il metodo delle medie aritmetiche, rispetto ai metodi di *Mann-Kendall* e di *Pettitt*, offre il notevole vantaggio di essere semplice, pratico e di facile applicazione. Per questo motivo, potrebbe continuare ad essere utilizzato, ad eccezione dei casi in cui sia presente una significativa varianza nei dati. Tuttavia, è fondamentale che si proceda preliminarmente a un'analisi accurata degli errori, come descritto nel presente lavoro. Il rischio di stimare tendenze non significative ("inesistenti") o di non rilevare tendenze significative ed effettivamente presenti risulta essere, infatti, elevato se non si considerano gli errori di stima delle medie aritmetiche confrontando periodi di quattro anni consecutivi, così come i primi e gli ultimi quadrienni della lunga serie storica. L'analisi degli errori delle medie aritmetiche dovrebbe essere, quindi, una condizione imprescindibile per la stima delle tendenze evolutive dei nitrati di origine agricola. Ciononostante, nell'ambito della compilazione del Report Direttiva Nitrati ex art.10, non è prevista una preventiva analisi degli errori, ma si procede direttamente al confronto tra medie aritmetiche consecutive. Questo approccio, come detto, potrebbe portare a errori nella stima delle tendenze che potrebbero sommarsi sfavorevolmente agli errori già descritti precedentemente, quali la discordanza tra i metodi non parametrici (*Mann Kendall* e *Pettitt*) e quello deterministico della media aritmetica.

L'analisi delle tendenze evolutive dei nitrati di origine agricola con i metodi statistici utilizzati nel presente documento tecnico potrebbe quindi rappresentare un approccio alternativo per approfondire il quadro delle conoscenze delle reali tendenze evolutive e delle inversioni di tendenza della presenza di nitrati nelle acque superficiali e sotterranee, ovvero rappresentare un strumento statistico più robusto per integrare e sostenere ulteriormente i contenuti tecnici della Relazione quadriennale della Direttiva Nitrati, anche al fine di fornire un quadro più esaustivo per rappresentare l'efficacia degli interventi e delle misure adottate per contenere l'inquinamento diffuso da nitrati di origine agricola nelle acque superficiali e sotterranee. Il presente studio potrebbe inoltre essere considerato anche un "allert" per tutte quelle applicazioni che utilizzano la media aritmetica per stimare le tendenze temporali, specie se su lunghe serie storiche e specie se in assenza di analisi degli errori. L'obiettivo del lavoro svolto è anche quello promuovere una maggiore consapevolezza riguardo ai limiti intrinseci del metodo delle medie aritmetiche e riguardo alle ipotesi necessarie affinché il metodo della media aritmetica possa essere considerato accurato.

#### APPROFONDIMENTI ED EVENTUALI SVILUPPI FUTURI

Eventuali sviluppi futuri del presente lavoro potrebbero essere realizzati attraverso l'applicazione di ulteriori metodi statistici, al fine di approfondire in modo ancora più quantitativo le differenze tra i risultati ottenuti utilizzando il criterio del confronto della media aritmetica per l'analisi delle tendenze e quelli derivanti dall'applicazione del metodo di *Mann-Kendall*, implementando un'analisi su un numero di casi più ampio mediante l'utilizzo del metodo Monte Carlo. Tale metodo, attraverso la generazione di un grande numero di simulazioni stocastiche, permetterebbe di esplorare una vasta gamma di scenari possibili, fornendo una comprensione più dettagliata delle variabili in gioco e delle condizioni sotto le quali ciascun metodo potrebbe divergere. Questo approccio probabilistico consentirebbe di valutare con maggiore precisione la robustezza e l'affidabilità di ciascun metodo, evidenziando non solo le differenze tra i risultati, ma anche la frequenza e le circostanze specifiche in cui tali differenze si manifestano. Attraverso l'applicazione del metodo Monte Carlo, si potrebbe, quindi, ottenere una mappatura esaustiva delle condizioni di applicabilità e dei limiti del criterio della media aritmetica rispetto al metodo di *Mann-Kendall*, fornendo una base empirica solida per stabilire in quali contesti uno dei due metodi possa essere preferibile o richiedere un'ulteriore analisi critica. Tale strategia di indagine permetterebbe di delineare con maggiore chiarezza le situazioni in cui l'uso della media aritmetica potrebbe risultare meno efficace o addirittura fuorviante, rispetto a metodi statistici più sofisticati come il *test di Mann-Kendall*.

## RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

Direttiva 91/676/CEE "Direttiva nitrati" DM 6 luglio 2016 "Recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (16A05182) (GU Serie Generale n.165 del 16-07-2016)"

MLG n. 161/2017 ISPRA SNPA "Linee Guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016)" EIONET DATA DICTIONARY (cfr. <https://www.eea.europa.eu/en>)

Nitrates' Directive 91/676/EEC Status and trends of aquatic environment and agricultural practice: Development guide for Member States' reports (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/396b9f67-4615-4b0a-818d-d487fff0f4c8/language-en>)

Kendall, M. G. (1948). Rank correlation methods. Charles Griffin, London

Mann, H. B. (1945). Nonparametric *tests* against trend. *Econometrica*, 13(3), 245-259.

Hirsch, R. M., Slack, J. R., & Smith, R. A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18(1), 107-121.

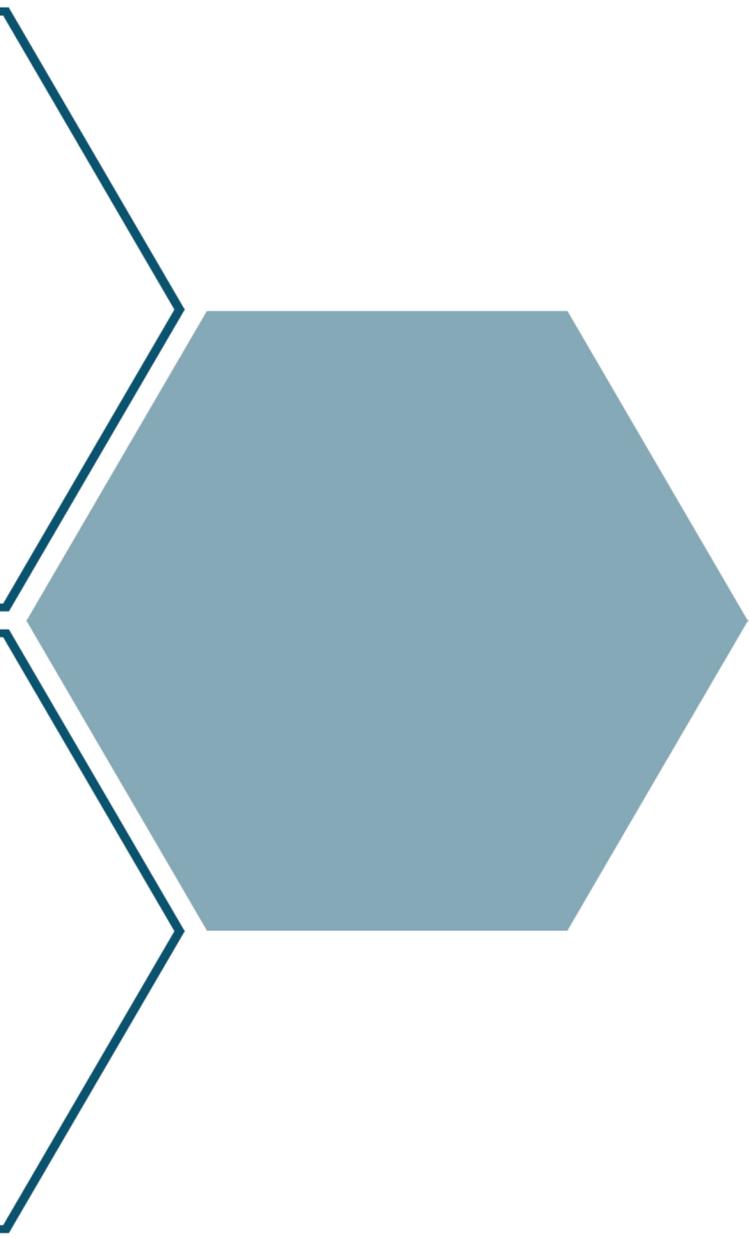
Yue, S., Pilon, P., & Cavadias, G. (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho *tests* for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 259(1-4), 254-271.

Yue, S., & Wang, C. Y. (2004). The Mann-Kendall *test* modified by effective sample size to detect trend in serially correlated hydrological series. *Water Resources Management*, 18(3), 201-218.

Zhang, X., et al. (2000). Trends in Canadian climate. *Journal of Climate*, 13(22), 2490-2510

ettitt, A. N. (1979). A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, 28(2), 126-135

Beaulieu, C., Chen, J., & Sarmiento, J. L. (2012). Change-point analysis as a tool to detect abrupt climate variations. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 370(1962), 1228-1249.



PT SNPA  
2025