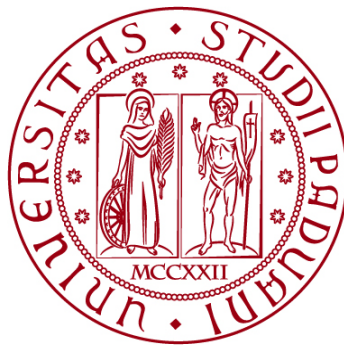


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO



TESI DI LAUREA

***ANALISI QUALITATIVA DELLE ACQUE DI FALDA NELL'ALTA
PIANURA VENETA TRA PIAVE E BRENTA***

***Qualitative analysis of groundwater in the high Venetian
plain between Piave and Brenta***

Relatore: Chiar.mo PROF. PAOLO SALANDIN
Correlatori: Ing. PhD TOMMASO TRENTIN

Laureando: FRANCESCO GOEGAN

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUZIONE | 1 |
| 2. DATI ANALIZZATI | 2 |
| 2.1. FONTI e FORMATO DATI | 6 |
| 2.2. ESTENSIONE TEMPORALE DATI e PARAMETRI CONSIDERATI | 6 |
| 2.3. LIMITE DEI PARAMETRI CONSIDERATI..... | 17 |
| 2.4. AFFIDABILITA' FONTI DATI..... | 17 |
| 3. ORGANIZZAZIONE DEI DATI | 18 |
| 3.1. CREAZIONE TABULATI EXCEL | 18 |
| 3.2. GENERAZIONE GRAFICI | 20 |
| 4. INSERIMENTO DATI IN ARCGIS..... | 23 |
| 4.1. GEOLOCALIZZAZIONE POZZI | 23 |
| 4.2. RISULTATI DELL'ANALISI DEI PARAMETRI..... | 26 |
| 5. IPOTESI SUL LAVORO SVOLTO..... | 32 |
| 5.1. OSSERVAZIONI | 32 |
| 6. CONCLUSIONE | 35 |
| 7. APPENDICE | 36 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 42 |
| 9. RINGRAZIAMENTI | 42 |

1. INTRODUZIONE

Il lavoro che si va a presentare tratta le analisi qualitative delle acque di falda, provenienti da vari acquiferi, destinate al consumo umano immesse nella rete acquedottistica di vari comuni della Provincia di Treviso situati tra il fiume Piave e Brenta.

L'emungimento delle acque di falda avviene tramite una serie di pozzi. Le analisi qualitative delle acque che si andranno a trattare sono riferite ai prelievi effettuati alla testa dei pozzi prima che vengano immesse nella rete di adduzione.

Le analisi esaminate provengono da varie fonti attraverso la cui unione si è creato un unico archivio che è stato utilizzato come base per tutto il lavoro svolto. Dall'archivio creato sono stati considerati cinque parametri qualitativi di cui si sono generati tabulati e grafici tramite l'utilizzo di Excel.

I tabulati Excel dei cinque parametri sono stati inseriti nel programma ArcGis, così facendo si è creato uno strumento che permette di visualizzare la variazione dei loro valori nel tempo.

Lo strumento creato permette un'analisi semplificata ma allo stesso tempo approfondita dei parametri considerati, consentendo all'utilizzatore di formulare osservazioni ed ipotesi sulla correlazione tra i valori rilevati in pozzi differenti in un delta temporale arbitrario.

2. DATI ANALIZZATI

I dati analizzati si riferiscono alle analisi qualitative delle acque destinate al consumo umano, prelevate presso le teste di un insieme di 73 pozzi (Tabella 1), utilizzati per l'emungimento di acqua pregiata immessa nel sistema acquedottistico dell'area analizzata (Figura 1, Figura 2). I pozzi sono localizzati tra il fiume Piave ed il fiume Brenta.

Inizialmente i pozzi considerati sono stati 83, dopo una cernita per mancanza di dati dagli stessi o perché localizzati fuori dall'area analizzata si è giunti a 73 pozzi. I pozzi esclusi sono quelli con codice identificativo: 2023 sito in comune di Carbonera, 2093 sito in comune di Montebelluna, 2085, 2050, 2051 siti nel comune di Moriago della Battaglia, 2027 sito nel comune di Fonte, 2082 sito nel comune di Povegliano Veneto, 2129 sito nel comune di Riese Pio X, 2120 sito nel comune di Farra di Soligo, 2131 sito nel comune di Vidor.

Le analisi sono composte da una serie di parametri che indicano la qualità dell'acqua immessa nella rete acquedottistica, questi parametri devono rispettare dei valori limite definiti dal Decreto Legislativo del 2 febbraio 2001 n.31 che ne fissa i requisiti di qualità.

Tabella 1 - Identificazione Pozzi

| N. POZZO | CODICE IDENTIFICATIVO | PROVINCIA | COMUNE | PROFONDITÀ [m] | DIAMETRO [mm] | QUOTA FILTRO [m] |
|----------|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | 2115 | TV | Altivole | - | | |
| 2 | 2104 | TV | Caerano Di San Marco | - | | |
| 3 | 2022 | TV | Carbonera | 198.00 | 78 | |
| 4 | 2137 | TV | Castelfranco Veneto | 110.12 | 218 | 76-82 -- 106-110 |
| 5 | 2138 | TV | Castelfranco Veneto | 119.50 | 297 | 104-108 |
| 6 | 2139 | TV | Castelfranco Veneto | 109.65 | 216 | 75-84 106--108 |
| 7 | 2140 | TV | Castelfranco Veneto | 110.25 | 297 | 74-82 -- 106-110 |
| 8 | 2141 | TV | Castelfranco Veneto | 121.00 | 406 | 75-80 |
| 9 | 2122 | TV | Cornuda | 70.00 | 345 | circa a 54m |
| 10 | 2123 | TV | Cornuda | 70.00 | 400 | circa a 54m |
| 11 | 2124 | TV | Cornuda | 103.00 | 457 | 48÷60--66÷78-- 82÷90--94÷100 |
| 12 | 2125 | TV | Cornuda | 100.00 | 457 | |
| 13 | 2127 | TV | Crocetta Del Montello | 101.00 | 457 | 52÷64--68÷72-- 77÷89--91÷99 |
| 14 | 2126 | TV | Cornuda | 91.00 | 273 | |
| 15 | 2025 | TV | Fonte | 150.00 | 100 | |
| 16 | 2026 | TV | Fonte | 28.00 | 500 | |
| 17 | 2049 | TV | Fonte | 22.00 | 250 | |
| 18 | 2111 | TV | Istrana | 199.00 | 300 | |
| 19 | 2169 | TV | Istrana | 202.00 | 210 | 174-187 --195-202 |

| | | | | | | |
|----|------|----|-------------------------|--------|-----|----------------------------------|
| 20 | 2170 | TV | Istrana | 80.00 | | |
| 21 | 2143 | TV | Loria | 140.00 | 500 | |
| 22 | 2144 | TV | Loria | - | | |
| 23 | 2112 | TV | Maserada Sul Piave | 60.00 | 400 | 46-56 |
| 24 | 2113 | TV | Maserada Sul Piave | 60.00 | 400 | 41-51 |
| 25 | 2036 | TV | Nervesa Della Battaglia | 106.00 | 300 | |
| 26 | 2037 | TV | Nervesa Della Battaglia | 14.00 | 200 | |
| 27 | 2038 | TV | Nervesa Della Battaglia | 21.50 | 120 | |
| 28 | 2039 | TV | Nervesa Della Battaglia | 106.00 | 100 | |
| 29 | 2101 | TV | Paese | 290.00 | 250 | |
| 30 | 2110 | TV | Paese | 302.00 | | 251-263 -- 281-287 -- 293-299 |
| 31 | 2118 | TV | Paese | 72.00 | 660 | |
| 32 | 2064 | TV | Pederobba | 32.00 | 300 | |
| 33 | 2087 | TV | Pederobba | 34.00 | 200 | |
| 34 | 2094 | TV | Ponzano Veneto | 240.00 | 350 | |
| 35 | 2095 | TV | Ponzano Veneto | 236.00 | 350 | |
| 36 | 2096 | TV | Ponzano Veneto | 50.00 | | |
| 37 | 2114 | TV | Ponzano Veneto | 220.00 | 210 | 40-51 |
| 38 | 2121 | TV | Ponzano Veneto | 250.00 | 210 | 230-250 |
| 39 | 2035 | TV | Povegliano | 100.00 | 450 | |
| 40 | 2128 | TV | Riese Pio X | 150.00 | | |
| 41 | 2076 | TV | Spresiano | 53.50 | 325 | |
| 42 | 2077 | TV | Spresiano | 100.00 | 325 | |
| 43 | 2078 | TV | Spresiano | 58.00 | 325 | |
| 44 | 2081 | TV | Spresiano | 122.00 | 300 | |
| 45 | 2069 | TV | Trevignano | 257.00 | 250 | |
| 46 | 2070 | TV | Trevignano | 90.00 | 345 | |
| 47 | 2088 | TV | Treviso | 141.00 | 216 | |
| 48 | 2100 | TV | Treviso | 120.00 | 216 | 108-120 |
| 49 | 2132 | TV | Treviso | 150.00 | 341 | 130-137 |
| 50 | 2142 | TV | Treviso | 163.00 | 388 | |
| 51 | 2150 | TV | Treviso | 156.90 | 216 | 142-156.8 |
| 52 | 2151 | TV | Treviso | 200.00 | 341 | 142-153 --180-193 |
| 53 | 2152 | TV | Treviso | 104.00 | 142 | 90-104 |
| 54 | 2153 | TV | Treviso | 151.00 | 142 | 122-127 |

| | | | | | | |
|----|------|----|----------------------|--------|-----|---------|
| 55 | 2154 | TV | Treviso | 117.00 | 149 | 103-115 |
| 56 | 2155 | TV | Treviso | 126.00 | 216 | |
| 57 | 2156 | TV | Treviso | 127.00 | 143 | 117-127 |
| 58 | 2157 | TV | Treviso | 127.00 | 142 | 117-127 |
| 59 | 2158 | TV | Treviso | 125.00 | 142 | |
| 60 | 2159 | TV | Treviso | 74.00 | 180 | |
| 61 | 2160 | TV | Treviso | 153.00 | 149 | |
| 62 | 2162 | TV | Treviso | 132.00 | 216 | |
| 63 | 2163 | TV | Treviso | 68.00 | 216 | 90-103 |
| 64 | 2165 | TV | Treviso | 140.00 | 216 | |
| 65 | 2166 | TV | Treviso | 216.00 | 341 | |
| 66 | 2167 | TV | Treviso | 105.00 | 216 | |
| 67 | 2168 | TV | Treviso | 118.00 | 216 | |
| 68 | 2024 | TV | Vedelago | 230.50 | 219 | 205-230 |
| 69 | 2161 | TV | Vedelago | 106.00 | 323 | |
| 70 | 2053 | TV | Villorba | 201.00 | 325 | |
| 71 | 2054 | TV | Villorba | 41.00 | 305 | |
| 72 | 2055 | TV | Villorba | 201.00 | 273 | |
| 73 | 2136 | TV | Volpago Del Montello | 131.00 | 300 | 120-131 |

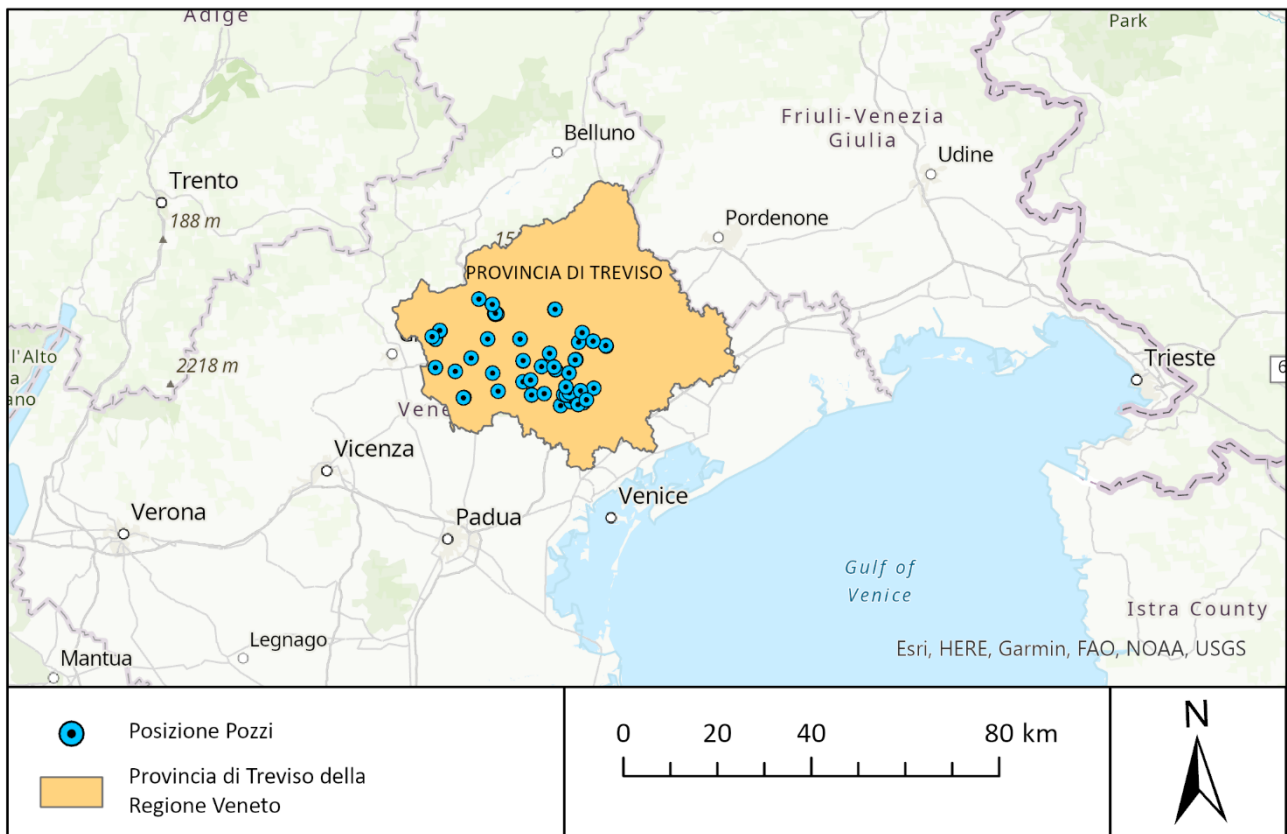


Figura 1 - Posizione pozzi nel territorio



Figura 2 - Comuni della Provincia di Treviso nei quali sono localizzati i pozzi

2.1. FONTI e FORMATO DATI

Le analisi qualitative delle acque destinate al consumo umano considerate per l'analisi derivano da tre fonti:

- Archivio digitalizzato sotto forma di tabulati Excel di Alto Trevigiano Servizi S.p.a fornitomi dall'azienda che raccoglie tutti i dati delle analisi dal 2012 fino al novembre 2021.
- Archivio cartaceo Alto Trevigiano Servizi S.p.a che nell'arco di tre mesi, durante il mio tirocinio è stato analizzato e digitalizzato in modo tale da poter disporre di una quantità di analisi maggiore, distribuite in un delta temporale più esteso, rispetto a quelle fornitemi dall'azienda. La quantità di dati raccolti sotto questa forma varia molto nel tempo tra pozzo e pozzo, mediamente si sono rese disponibili le analisi dal 1995 in poi, per alcuni pozzi invece si risale fino al 1981.
- Archivio digitalizzato sotto forma di tabulati Excel fornito da Arpav attraverso richiesta della stessa Alto Trevigiano Servizi S.p.a. che raccoglie tutte le analisi svolte dall'ente dal 2008 fino a novembre 2021.

L'unione dei tre archivi ha fornito un totale di circa 5400 analisi.

2.2. ESTENSIONE TEMPORALE DATI e PARAMETRI CONSIDERATI

Le analisi delle acque hanno un'estensione temporale variabile in base al pozzo considerato, ancor più variabili sono i parametri analizzati nelle stesse perché non sono costanti.

Tra tutti i parametri si sono considerati quelli presenti con più costanza in modo tale da avere una maggiore quantità di dati e poterne analizzare la variazione con più efficacia.

Parametri analizzati:

- **pH** (Figura 3, Figura 4)
- **Conducibilità** (Figura 5, Figura 6)
- **Nitrati NO₃** (Figura 7, Figura 8)
- **Ammoniaca NH₄** (Figura 9, Figura 10)
- **Atrazina C₈H₁₄ClN₅** (Figura 11, Figura 12)

Dei parametri elencati per alcuni pozzi, grazie all'unione dei vari archivi, si dispongono dei dati dai primi anni ottanta fino al novembre 2021, una disponibilità di dati costante di dati si ha dal 2007 fino al novembre 2021. Nell'appendice in (Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 36, Figura 37) si è resa disponibile una visualizzazione migliore per quanto concerne la presenza di dati nel tempo.

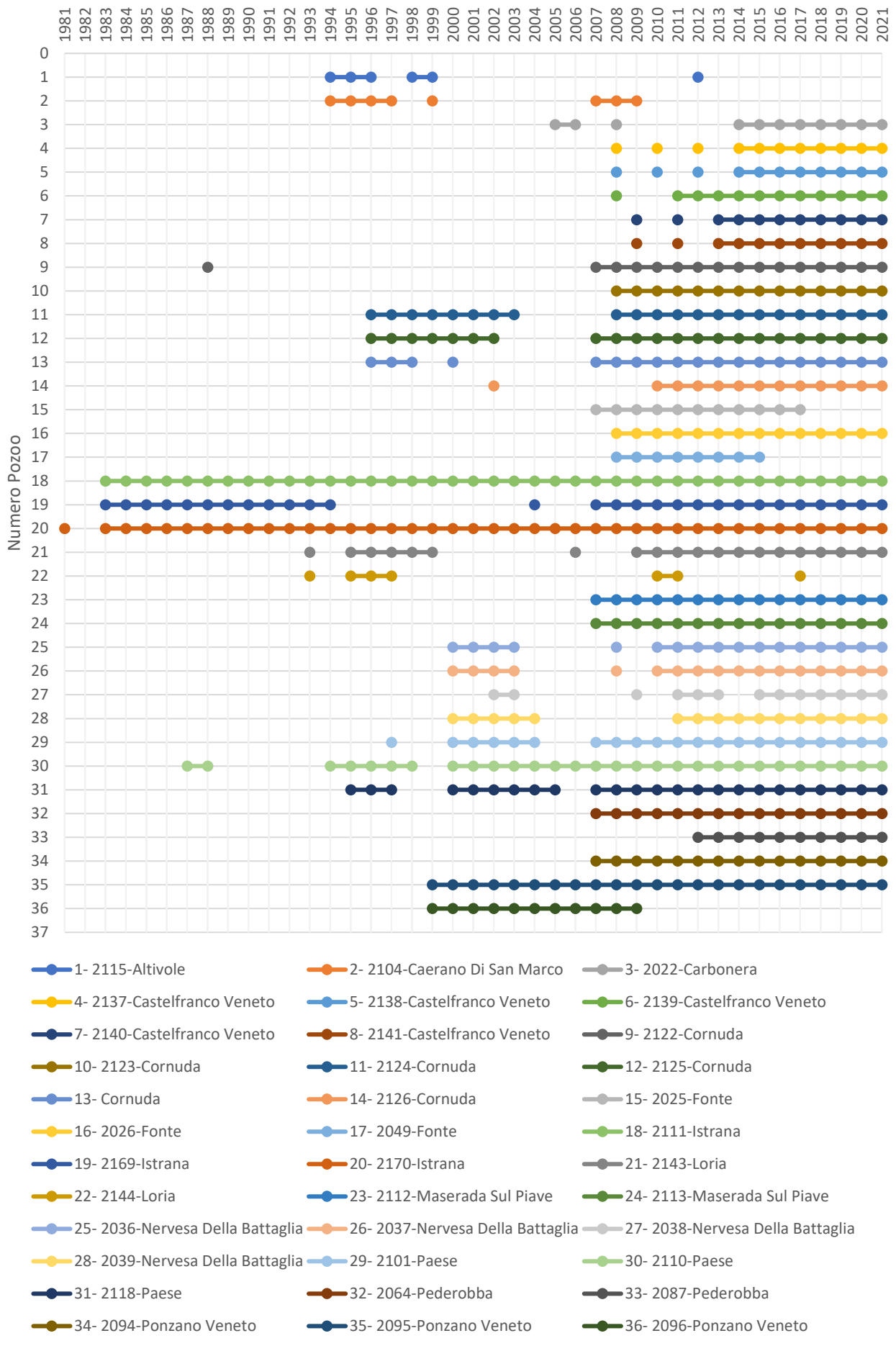


Figura 3 - Distribuzione dati analizzati del parametro pH nel tempo

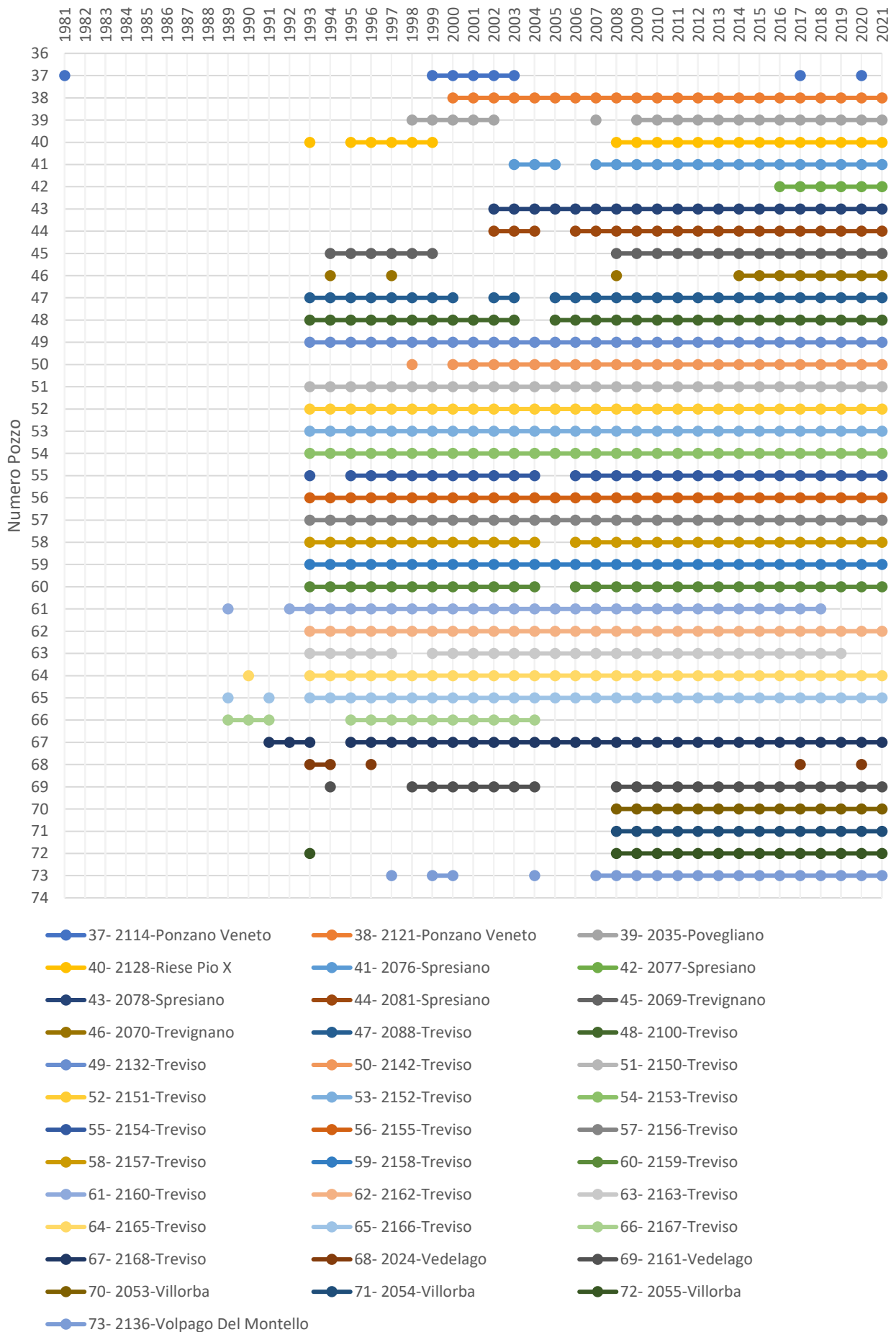


Figura 4 - Distribuzione dati analizzati del parametro pH nel tempo

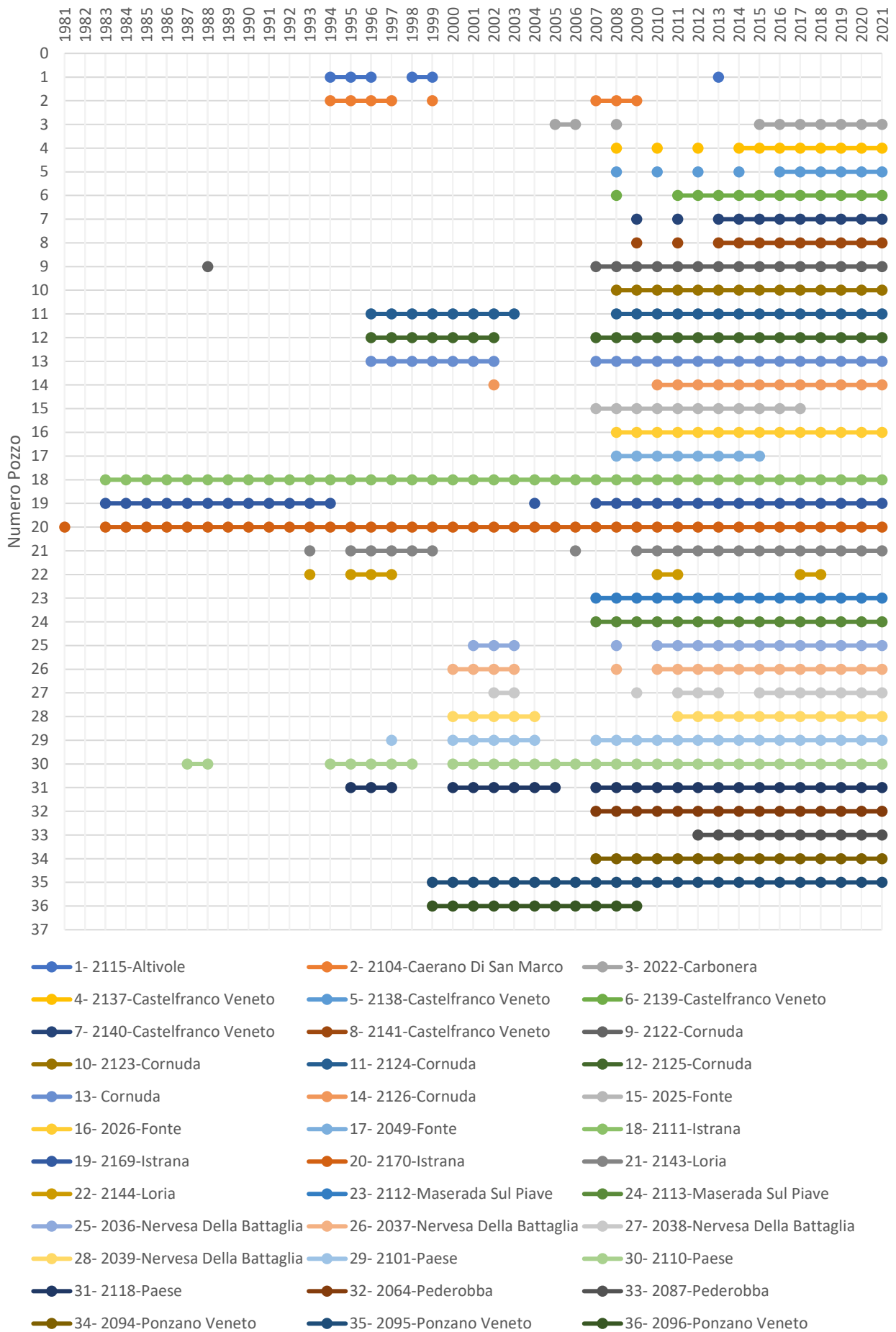


Figura 5 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Conducibilità** nel tempo

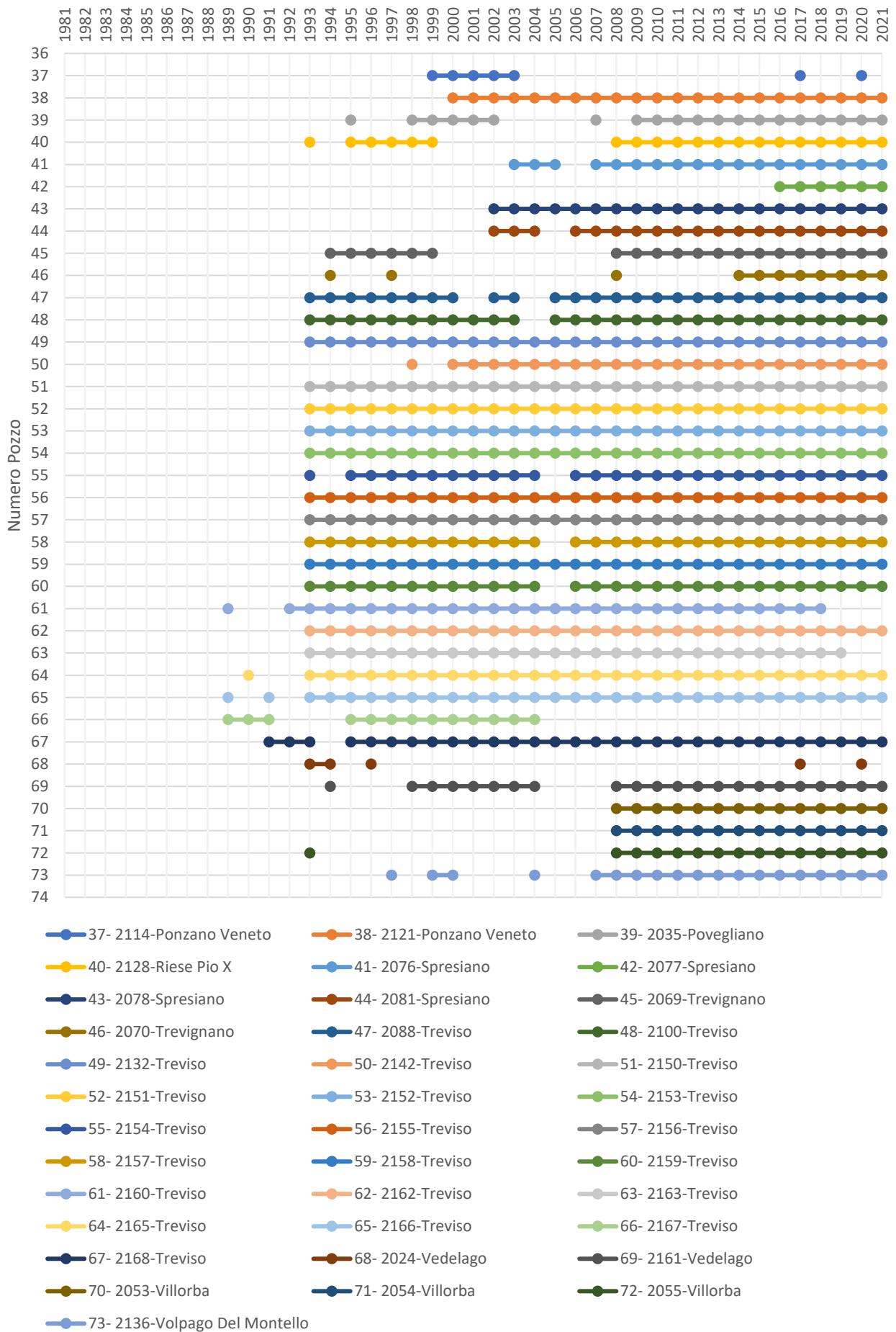


Figura 6 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Conducibilità** nel tempo

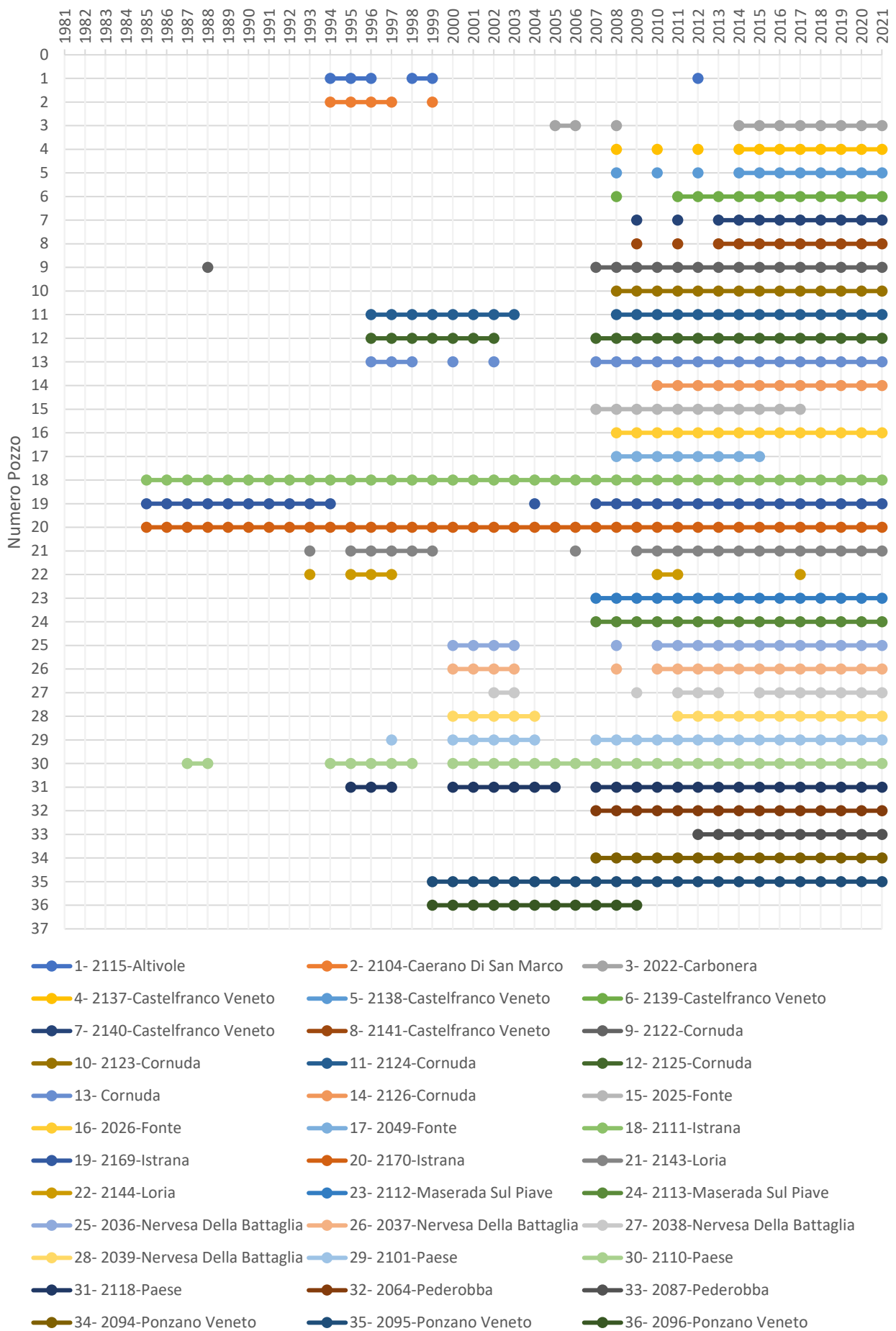


Figura 7 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Nitrati** nel tempo

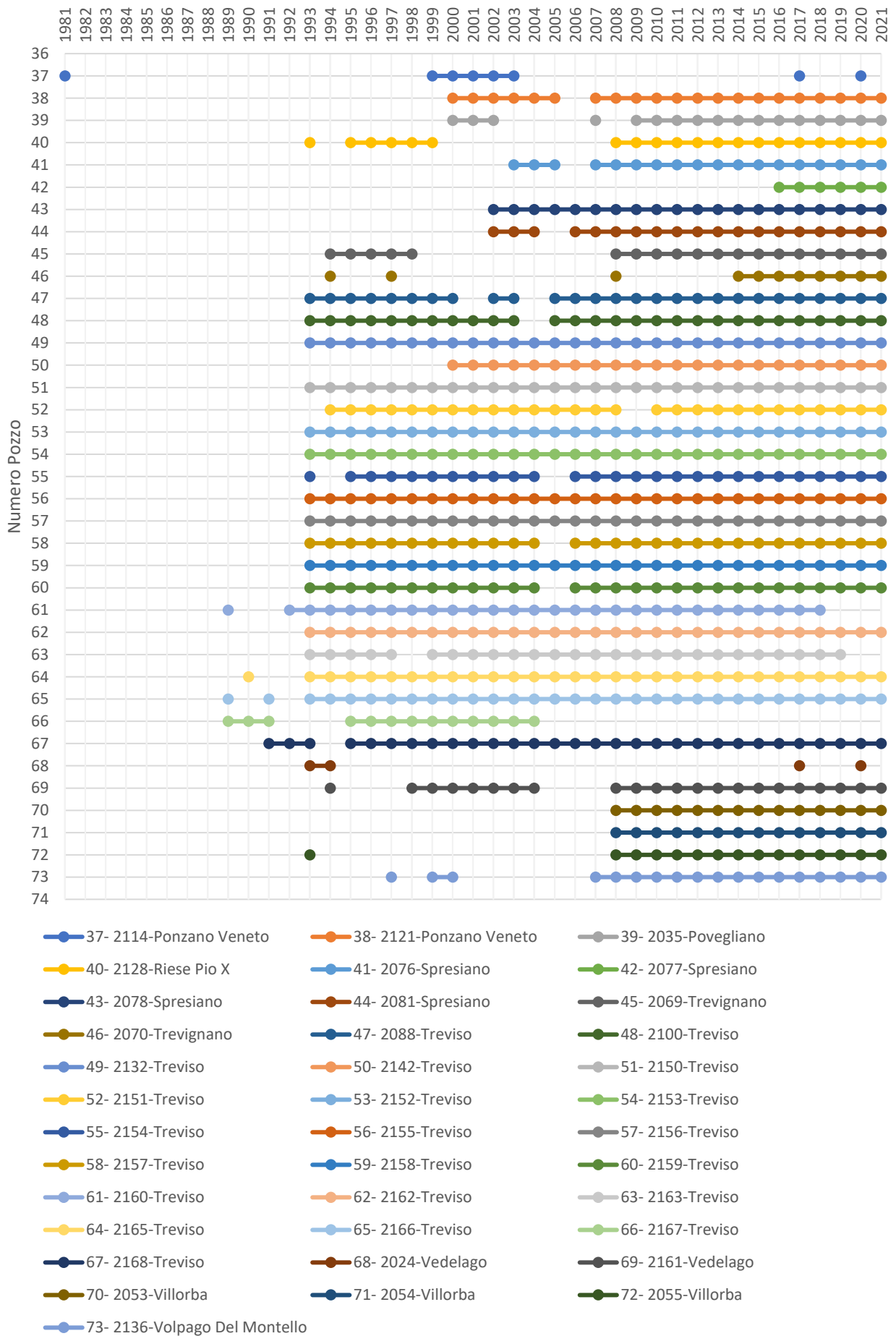


Figura 8 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Nitrati** nel tempo

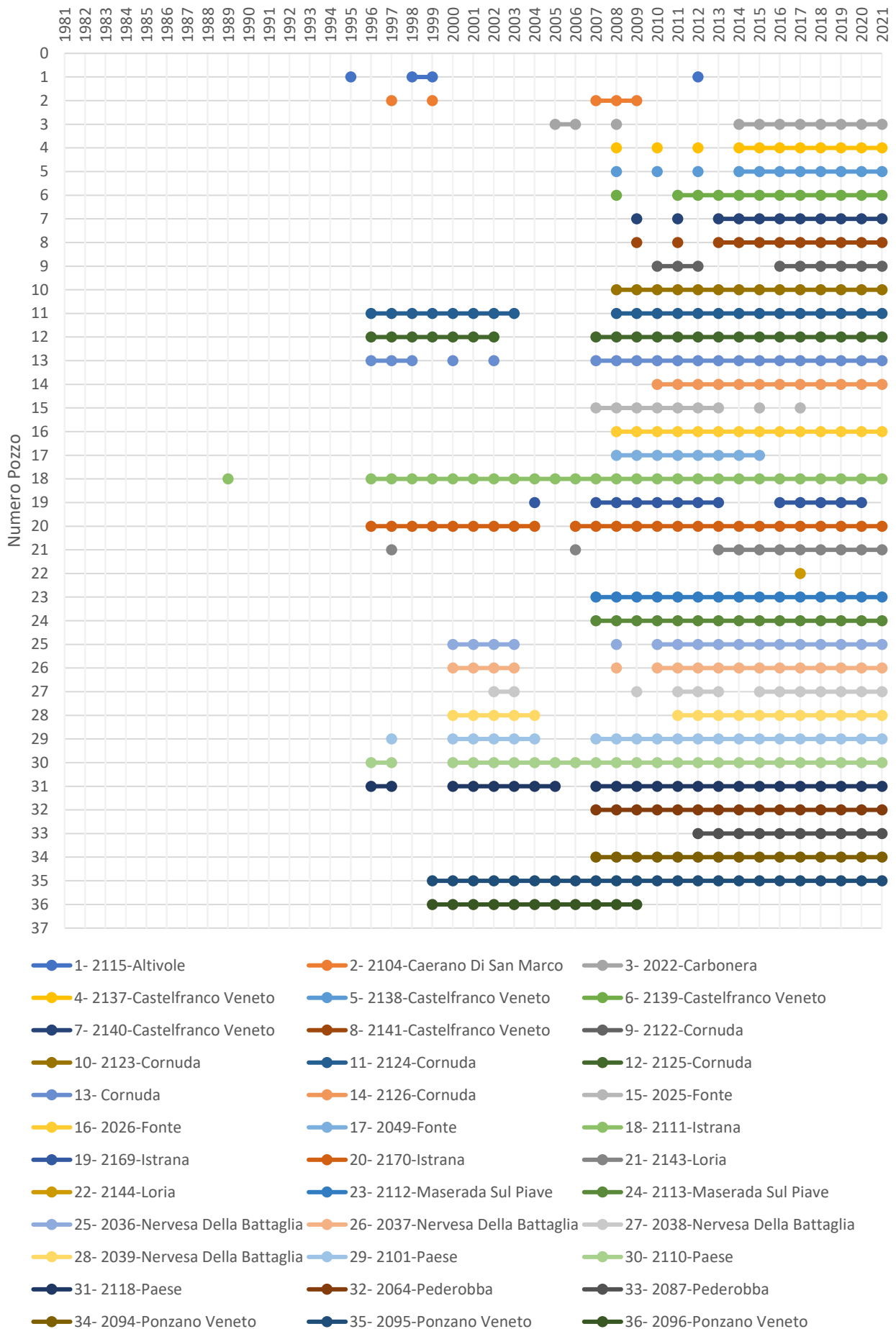


Figura 9 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Ammoniaca** nel tempo

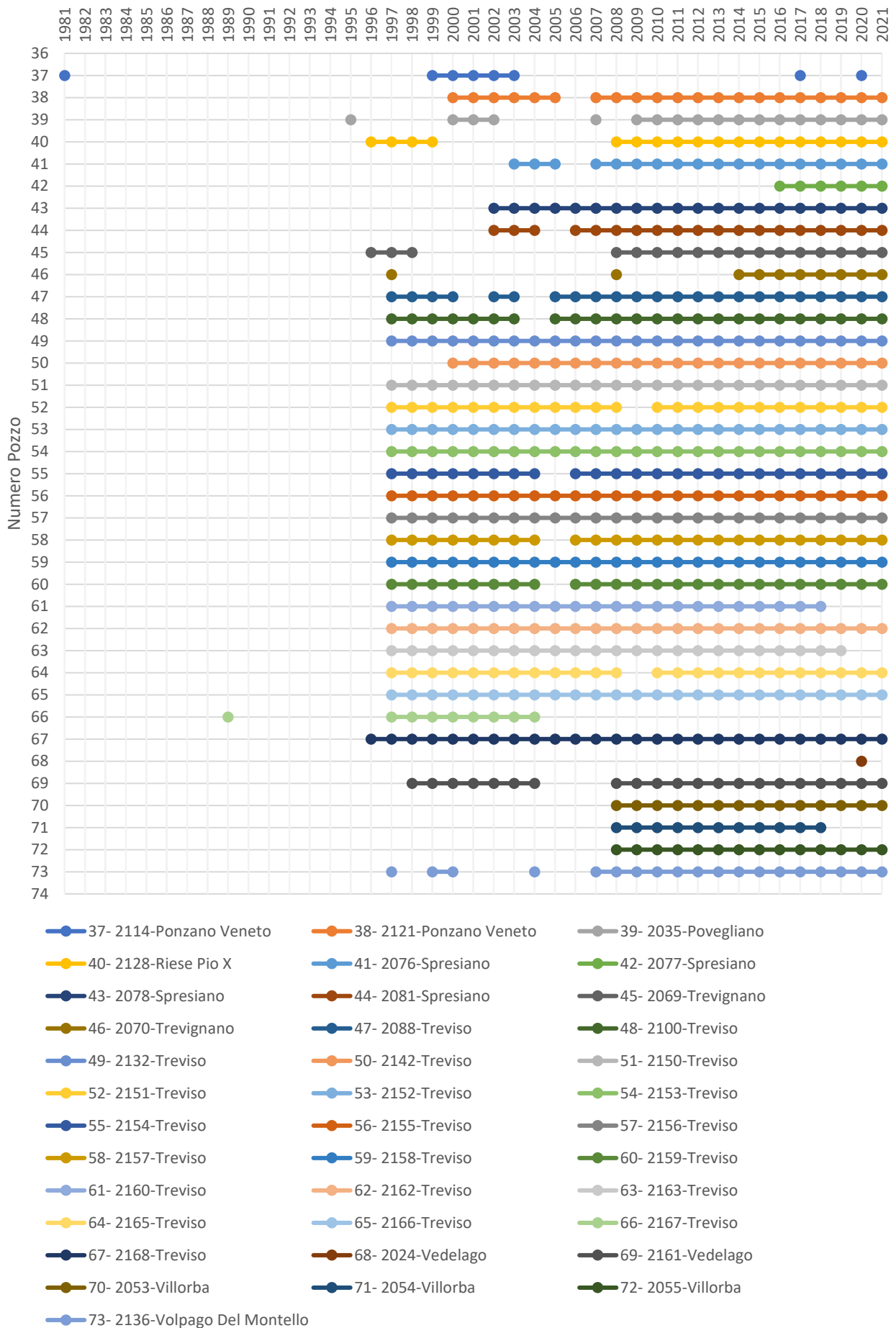
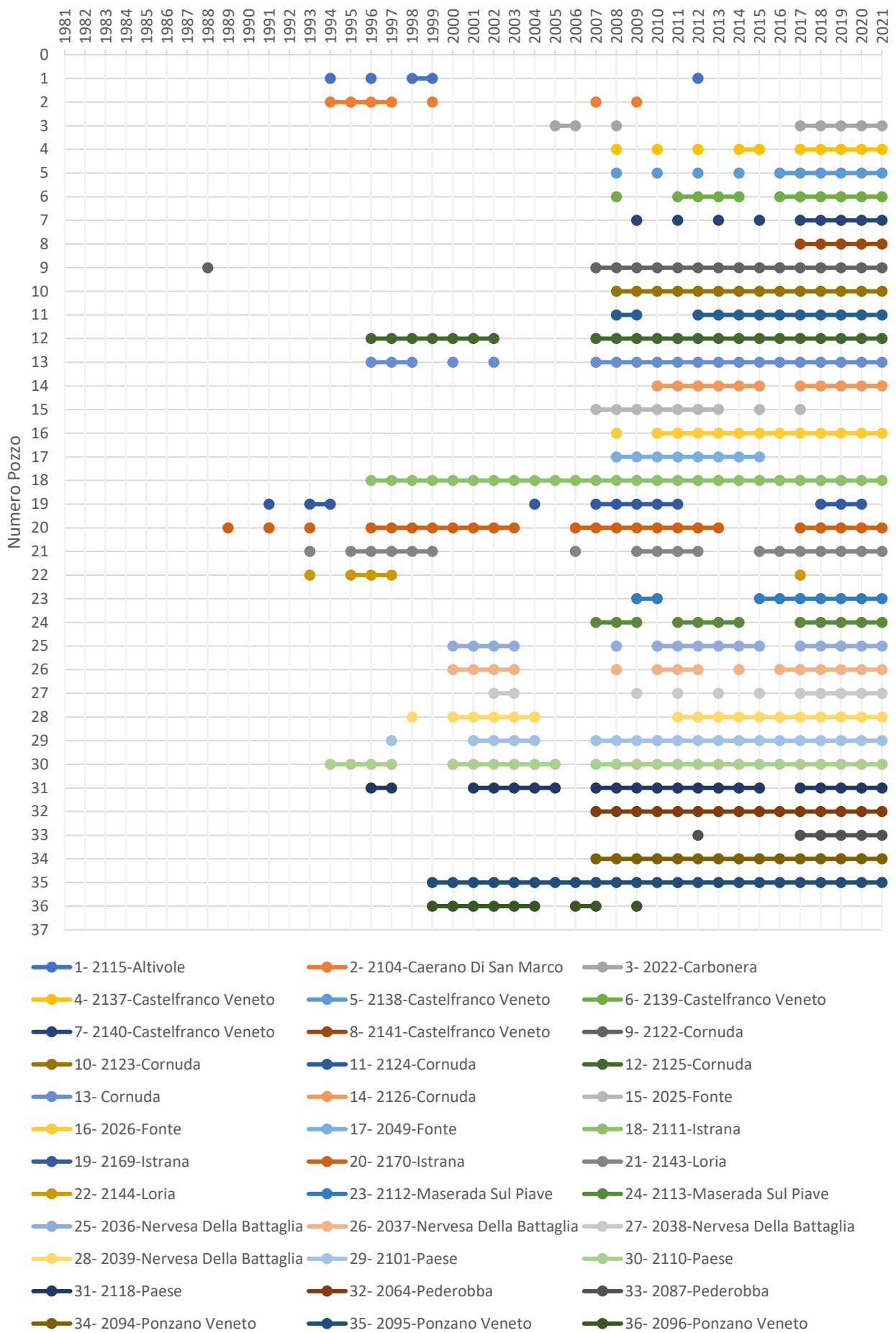


Figura 10 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Ammoniac** nel tempo



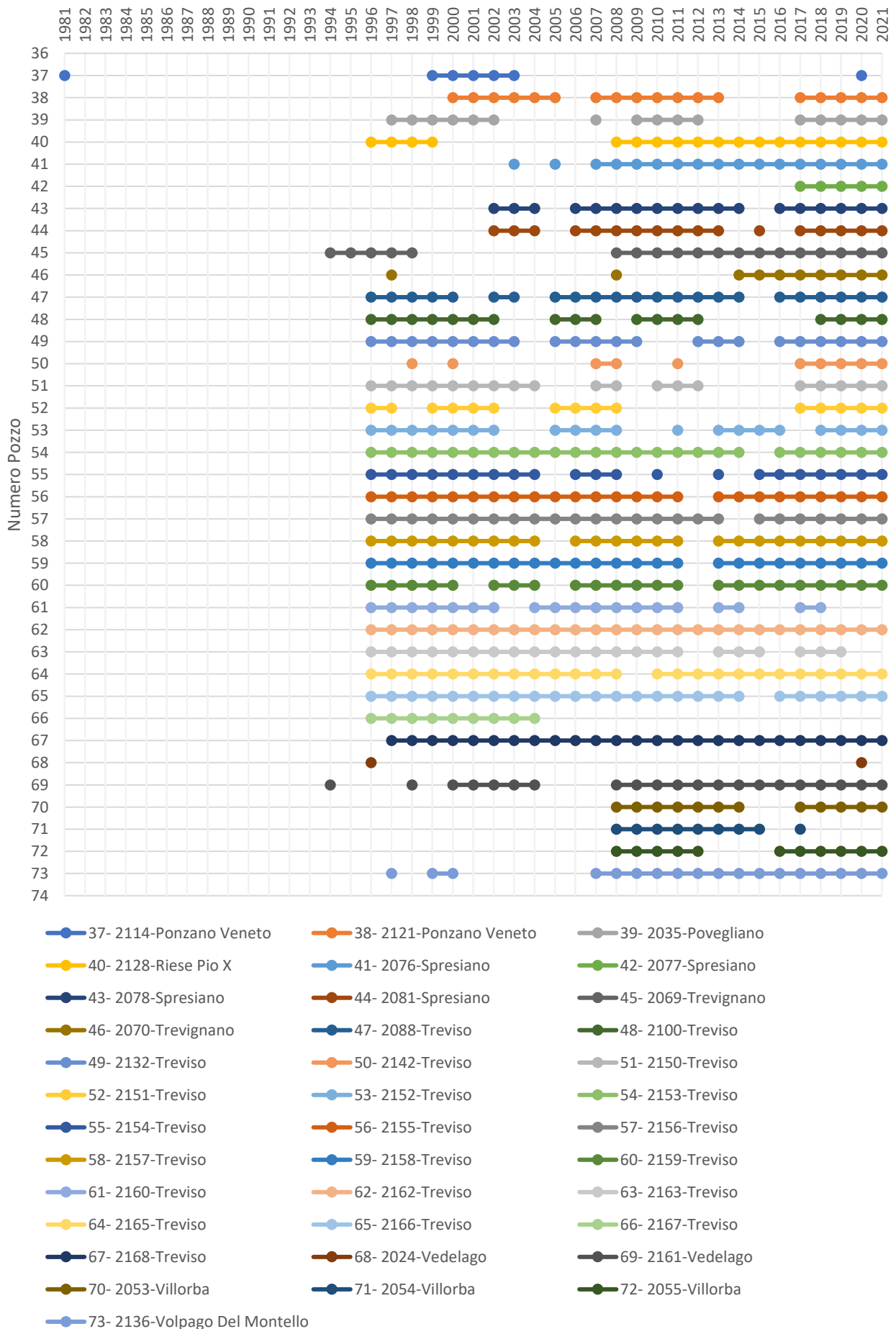


Figura 12 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Atrazina** nel tempo

2.3. LIMITE DEI PARAMETRI CONSIDERATI

In riferimento ai parametri considerati esplicitiamo i limiti legali dei loro valori previsti dal Decreto Legislativo del 2 febbraio 2001 n.31 che definisce in base a questi le acque destinate al consumo umano.

Limiti legali parametri considerati:

- **pH**, [6.5<pH<9.5]
- **Conducibilità**, 2500 [μ S/cm]
- **Nitrati NO₃**, 50 [mg/l]
- **Ammoniaca NH₄**, 0.5 [mg/l]
- **Atrazina C₈H₁₄ClN₅**, 0.1 [μ g/l]

a

2.4. AFFIDABILITA' FONTI DATI

I dati considerati possono essere definiti affidabili, per quanto riguarda le modalità di analisi ATS non le svolge direttamente le analisi ma le commissiona a laboratori esterni, ARPAV invece le svolge direttamente, il campionamento è svolto sia da tecnici ATS autorizzati che da tecnici esterni sotto la supervisione di ATS.

3. ORGANIZZAZIONE DEI DATI

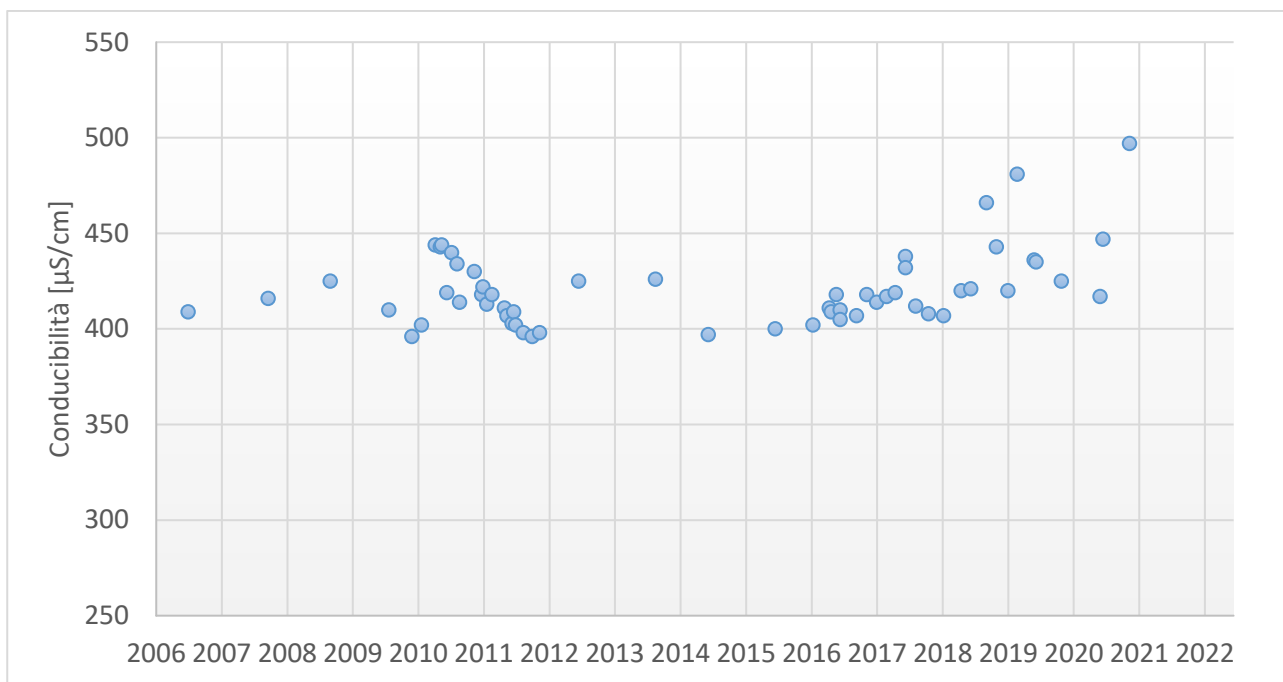
3.1. CREAZIONE TABULATI EXCEL

L'organizzazione del lavoro si è svolta in vari step, inizialmente sotto forma di tabulati Excel in relazione ad ognuno dei 73 pozzi considerati, si sono accorpate tutti i dati dei parametri analizzati derivanti dalle tre fonti e sono stati organizzati in ordine cronologico rispetto alla data del prelievo del campione, un esempio è visibile in Tabella 2, nella quale sono stati riportati i dati del pozzo 2122 sito nel comune di Cornuda.

Tabella 2 - Unione dati, delle tre fonti considerate, pozzo 2122

| | | Valore limite legale | 6.5<pH<9.5 | 2500 [μ S/cm] | 50.0 [mg/l] | 0.5 [mg/l] | 0.1 [μ g/l] |
|---------------|--------------|----------------------|------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| DATA PRELIEVO | NOME POZZO | LABORATORIO | pH | CONDUCIBILITÀ [μ S/cm] | NITRATI NO ₃ [mg/l] | AMMONIACA NH ₄ [mg/l] | ATRAZINA [μ g/l] |
| 1988-03-31 | 2122-Cornuda | | 8 | 320 | 8.00 | | < 0.05 |
| 1988-10-11 | 2122-Cornuda | | 8 | 360 | 7.00 | | <0.05 |
| 2007-04-05 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 409 | 8.2 | | <0.02 |
| 2008-06-23 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 416 | 11.1 | | <0.02 |
| 2009-06-04 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.5 | 425 | 11.9 | | <0.02 |
| 2010-04-26 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7 | 410 | | < 0.05 | |
| 2010-09-02 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 396 | 7.8 | | <0.02 |
| 2010-10-25 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7 | 402 | | < 0.05 | |
| 2011-01-10 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 444 | | <0.01 | |
| 2011-02-07 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 443 | | <0.01 | |
| 2011-02-14 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 444 | | <0.01 | |
| 2011-03-14 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 419 | | <0.01 | |
| 2011-04-11 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 440 | | <0.01 | |
| 2011-05-11 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 434 | | <0.01 | <0.01 |
| 2011-05-26 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 414 | 8.9 | | <0.02 |
| 2011-08-16 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 430 | 6.51 | <0.01 | |
| 2011-09-26 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 418 | 5.53 | <0.01 | |
| 2011-10-03 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 422 | 5.39 | <0.01 | |
| 2011-10-24 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 413 | 4.50 | <0.01 | |

| | | | | | | | |
|------------|--------------|------------|------|-----|------|-------|--------|
| 2011-11-22 | 2122-Cornuda | LeoChimica | 8 | 418 | 6.35 | <0.01 | |
| 2012-01-30 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 411 | 3.60 | <0.05 | |
| 2012-02-13 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 407 | 7.60 | <0.05 | < 0.01 |
| 2012-03-12 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 403 | 3.90 | <0.05 | |
| 2012-03-21 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 409 | 5.9 | | <0.02 |
| 2012-04-02 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 402 | 5.50 | <0.05 | |
| 2012-05-14 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 398 | 7.00 | <0.05 | |
| 2012-07-02 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 396 | 6.70 | <0.05 | |
| 2012-08-13 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 8 | 398 | 6.70 | <0.05 | |
| 2013-03-18 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 425 | 7.7 | | <0.02 |
| 2014-05-21 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.7 | 426 | 10.2 | | <0.02 |
| 2015-03-11 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.5 | 397 | 5.9 | | <0.02 |
| 2016-03-16 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 400 | 6.4 | | <0.02 |
| 2016-10-13 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.40 | 402 | 5.3 | <0.05 | |
| 2017-01-12 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.30 | 411 | 7.7 | <0.05 | |
| 2017-01-23 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.40 | 409 | 6.2 | <0.05 | |
| 2017-02-21 | 2122-Cornuda | Lab. ETRA | 7.72 | 418 | 7.1 | <0.05 | |
| 2017-03-13 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.40 | 410 | 5.6 | <0.05 | |
| 2017-03-13 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 405 | 6.7 | | <0.01 |
| 2017-06-12 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.50 | 407 | 5.5 | <0.1 | |
| 2017-08-08 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.70 | 418 | 6.2 | <0.1 | <0.01 |
| 2017-10-03 | 2122-Cornuda | Lab. ETRA | 7.76 | 414 | 7.6 | <0.05 | |
| 2017-11-27 | 2122-Cornuda | Lab. ETRA | 7.62 | 417 | 7.1 | <0.05 | |
| 2018-01-15 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.60 | 419 | 6.0 | <0.1 | |
| 2018-03-12 | 2122-Cornuda | Lab. ETRA | 7.66 | 438 | 9.5 | <0.05 | |
| 2018-03-12 | 2122-Cornuda | Arpav | 7.6 | 432 | 9.1 | | <0.01 |
| 2018-05-09 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.60 | 412 | 8.4 | <0.1 | <0.01 |
| 2018-07-19 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.50 | 408 | 7.3 | <0.1 | |
| 2018-10-11 | 2122-Cornuda | Lab.Giusto | 7.70 | 407 | 8.0 | <0.1 | |



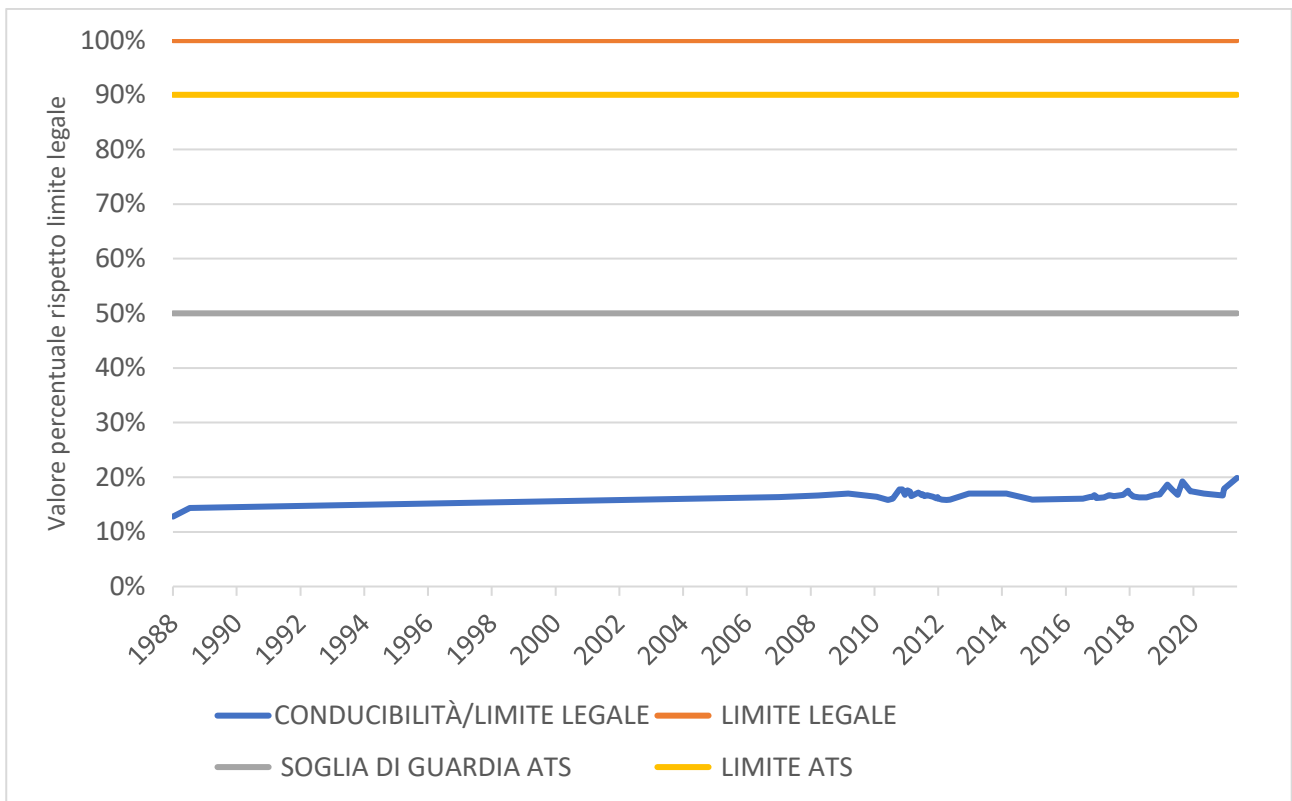


Figura 16 - Variazione conducibilità rispetto valori limite e soglia

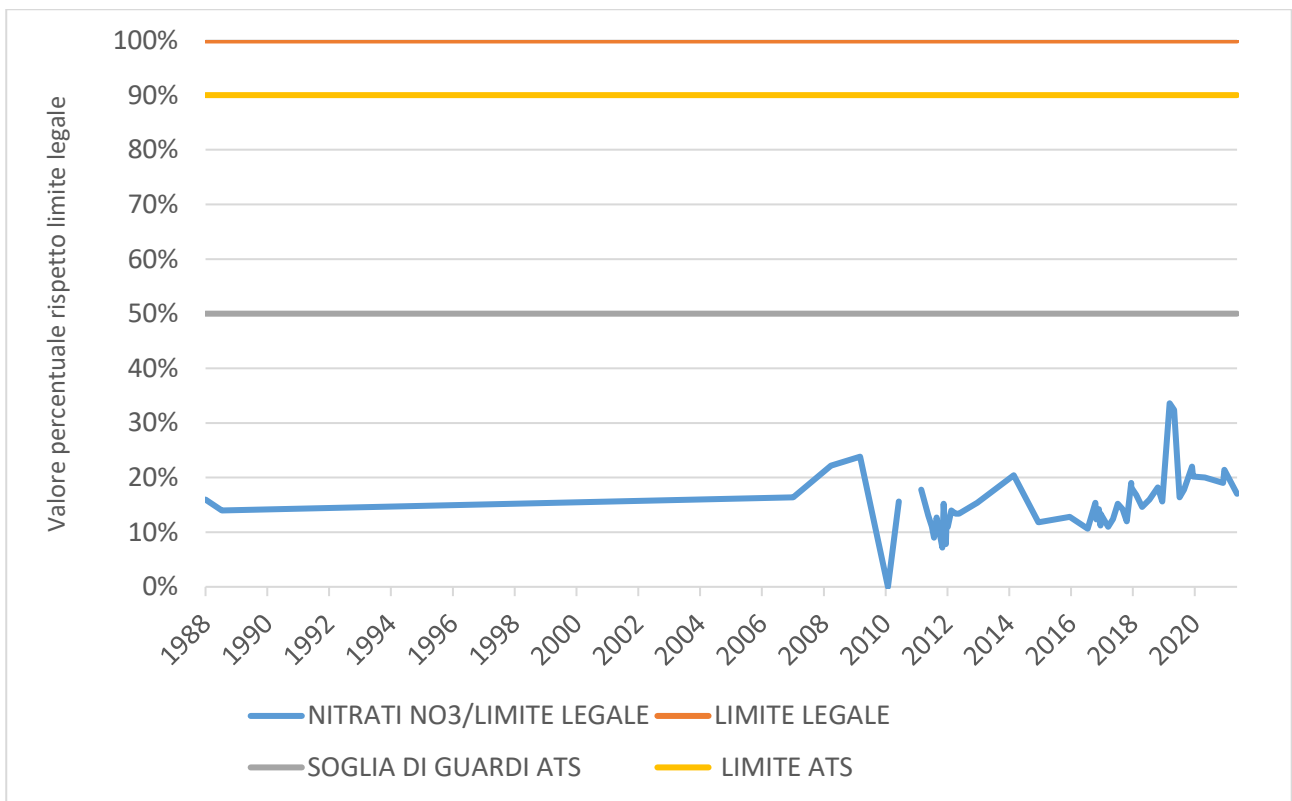


Figura 17 - Variazione nitrati rispetto valori limite e soglia

4. INSERIMENTO DATI IN ARCGIS

4.1. GEOLOCALIZZAZIONE POZZI

L'inserimento della posizione dei pozzi in ArcGis si è resa possibile tramite il sistema di coordinate "Monte Mario 1" per la geolocalizzazione dei punti rispetto a delle coordinate X, Y, Z, (Tabella 3).

Le posizioni dei pozzi nella mappa geomorfologica dell'area analizzata sono state evidenziate tramite degli indicatori (Figura 18).

Tabella 3 - Coordinate Pozzi, sistema di riferimento Monte Mario 1

| N. POZZO | CODICE IDENTIFICATIVO | COMUNE | PROFONDITA' [m] | X | Y | Z |
|----------|-----------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-------------|--------|
| 1 | 2115 | Altivole | - | 1729792.080 | 5070963.423 | 88.26 |
| 2 | 2104 | Caerano Di San Marco | - | 1733305.181 | 5075020.216 | 125.69 |
| 3 | 2022 | Carbonera | 198.00 | 1755913.251 | 5064542.174 | 15.46 |
| 4 | 2137 | Castelfranco Veneto | 110.12 | 1728153.527 | 5062522.533 | 43.03 |
| 5 | 2138 | Castelfranco Veneto | 119.50 | 1728259.036 | 5062561.503 | 44.11 |
| 6 | 2139 | Castelfranco Veneto | 109.65 | 1728251.625 | 5062520.584 | 45.07 |
| 7 | 2140 | Castelfranco Veneto | 110.25 | 1728205.404 | 5062511.231 | 44.66 |
| 8 | 2141 | Castelfranco Veneto | 121.00 | 1728156.062 | 5062493.889 | 44.13 |
| 9 | 2122 | Cornuda | 70.00 | 1734953.873 | 5080255.965 | 154.00 |
| 10 | 2123 | Cornuda | 70.00 | 1735062.026 | 5080280.858 | 153.57 |
| 11 | 2124 | Cornuda | 103.00 | 1735284.518 | 5080347.137 | 154.34 |
| 12 | 2125 | Cornuda | 100.00 | 1734808.244 | 5080441.971 | 154.89 |
| 13 | 2127 | Crocetta Del Montello | 101.00 | 1735076.353 | 5080614.305 | 154.78 |
| 14 | 2126 | Cornuda | 91.00 | 1734980.639 | 5080472.415 | 154.23 |
| 15 | 2025 | Fonte | 150.00 | 1722176.375 | 5074972.653 | 126.35 |
| 16 | 2026 | Fonte | 28.00 | 1723179.278 | 5076749.380 | 155.02 |
| 17 | 2049 | Fonte | 22.00 | 1721500.108 | 5075516.278 | 148.45 |
| 18 | 2111 | Istrana | 199.00 | 1740832.217 | 5065925.593 | 55.77 |
| 19 | 2169 | Istrana | 202.00 | 1742671.923 | 5063107.024 | 37.47 |
| 20 | 2170 | Istrana | 80.00 | 1742662.764 | 5063098.769 | 37.41 |
| 21 | 2143 | Loria | 140.00 | 1722191.725 | 5068938.821 | 74.02 |
| 22 | 2144 | Loria | - | 1722192.726 | 5068928.178 | 74.01 |
| 23 | 2112 | Maserada Sul Piave | 60.00 | 1758559.039 | 5073500.215 | 37.34 |
| 24 | 2113 | Maserada Sul Piave | 60.00 | 1758467.736 | 5073619.580 | 37.44 |
| 25 | 2036 | Nervesa Della Battaglia | 106.00 | 1747661.665 | 5081347.956 | 87.29 |

| | | | | | | |
|----|------|-------------------------------|--------|-------------|-------------|--------|
| 26 | 2037 | Nervesa Della Battaglia | 14.00 | 1747645.097 | 5081284.472 | 86.74 |
| 27 | 2038 | Nervesa Della Battaglia | 21.50 | 1747619.366 | 5081275.561 | 86.97 |
| 28 | 2039 | Nervesa Della Battaglia | 106.00 | 1747675.979 | 5081321.133 | 86.89 |
| 29 | 2101 | Paese | 290.00 | 1744784.899 | 5069142.016 | 60.64 |
| 30 | 2110 | Paese | 302.00 | 1742446.067 | 5066285.282 | 54.08 |
| 31 | 2118 | Paese | 72.00 | 1745343.892 | 5063393.591 | 33.49 |
| 32 | 2064 | Pederobba | 32.00 | 1734305.204 | 5082377.761 | 160.49 |
| 33 | 2087 | Pederobba | 34.00 | 1731440.234 | 5083509.390 | 176.17 |
| 34 | 2094 | Ponzano Veneto | 240.00 | 1747767.345 | 5068456.748 | 46.14 |
| 35 | 2095 | Ponzano Veneto | 236.00 | 1747750.023 | 5068488.029 | 46.22 |
| 36 | 2096 | Ponzano Veneto | 50.00 | 1747745.455 | 5068496.428 | 46.25 |
| 37 | 2114 | Ponzano Veneto | 220.00 | 1747430.411 | 5069048.281 | 49.95 |
| 38 | 2121 | Ponzano Veneto | 250.00 | 1750638.213 | 5067787.599 | 31.29 |
| 39 | 2035 | Povegliano | 100.00 | 1746492.972 | 5071963.417 | 66.02 |
| 40 | 2128 | Riese Pio X | 150.00 | 1726415.674 | 5068120.988 | 65.11 |
| 41 | 2076 | Spresiano | 53.50 | 1752693.993 | 5074334.773 | 54.56 |
| 42 | 2077 | Spresiano | 100.00 | 1753449.867 | 5076371.897 | 58.96 |
| 43 | 2078 | Spresiano | 58.00 | 1753437.513 | 5076358.173 | 58.79 |
| 44 | 2081 | Spresiano | 122.00 | 1755759.431 | 5074543.988 | 46.93 |
| 45 | 2069 | Trevignano | 257.00 | 1740849.123 | 5070318.105 | 79.68 |
| 46 | 2070 | Trevignano | 90.00 | 1740860.384 | 5070409.392 | 80.29 |
| 47 | 2088 | Treviso | 141.00 | 1752953.912 | 5061891.840 | 13.56 |
| 48 | 2100 | Treviso | 120.00 | 1752173.784 | 5061797.888 | 12.84 |
| 49 | 2132 | Treviso | 150.00 | 1748837.331 | 5060841.544 | 16.49 |
| 50 | 2142 | Treviso | 163.00 | 1751046.455 | 5061671.773 | 15.85 |
| 51 | 2150 | Treviso | 156.90 | 1749493.666 | 5063191.582 | 21.03 |
| 52 | 2151 | Treviso | 200.00 | 1750056.643 | 5063066.844 | 18.32 |
| 53 | 2152 | Treviso | 104.00 | 1752173.937 | 5062730.485 | 14.57 |
| 54 | 2153 | Treviso | 151.00 | 1752208.176 | 5062685.094 | 14.38 |
| 55 | 2154 | Treviso | 117.00 | 1752276.459 | 5062698.026 | 14.05 |
| 56 | 2155 | Treviso | 126.00 | 1752188.399 | 5062742.347 | 14.48 |
| 57 | 2156 | Treviso | 127.00 | 1752232.035 | 5062611.895 | 14.29 |
| 58 | 2157 | Treviso | 127.00 | 1752216.982 | 5062628.031 | 14.36 |
| 59 | 2158 | Treviso | 125.00 | 1752190.590 | 5062671.702 | 14.50 |

| | | | | | | |
|----|------|----------------------|--------|-------------|-------------|--------|
| 60 | 2159 | Treviso | 74.00 | 1752247.284 | 5062704.327 | 14.18 |
| 61 | 2160 | Treviso | 153.00 | 1752190.502 | 5062655.339 | 14.50 |
| 62 | 2162 | Treviso | 132.00 | 1753741.415 | 5061480.295 | 12.67 |
| 63 | 2163 | Treviso | 68.00 | 1750711.737 | 5063572.294 | 18.35 |
| 64 | 2165 | Treviso | 140.00 | 1752572.203 | 5061076.052 | 13.33 |
| 65 | 2166 | Treviso | 216.00 | 1749959.065 | 5064820.059 | 25.64 |
| 66 | 2167 | Treviso | 105.00 | 1753081.499 | 5064009.151 | 15.73 |
| 67 | 2168 | Treviso | 118.00 | 1754331.070 | 5062085.111 | 10.60 |
| 68 | 2024 | Vedelago | 230.50 | 1734371.507 | 5067748.147 | 68.46 |
| 69 | 2161 | Vedelago | 106.00 | 1735545.857 | 5063909.938 | 45.51 |
| 70 | 2053 | Villorba | 201.00 | 1752105.501 | 5070634.350 | 39.23 |
| 71 | 2054 | Villorba | 41.00 | 1751940.697 | 5070558.010 | 38.02 |
| 72 | 2055 | Villorba | 201.00 | 1751959.648 | 5070579.879 | 38.74 |
| 73 | 2136 | Volpago Del Montello | 131.00 | 1740211.344 | 5074997.446 | 132.98 |

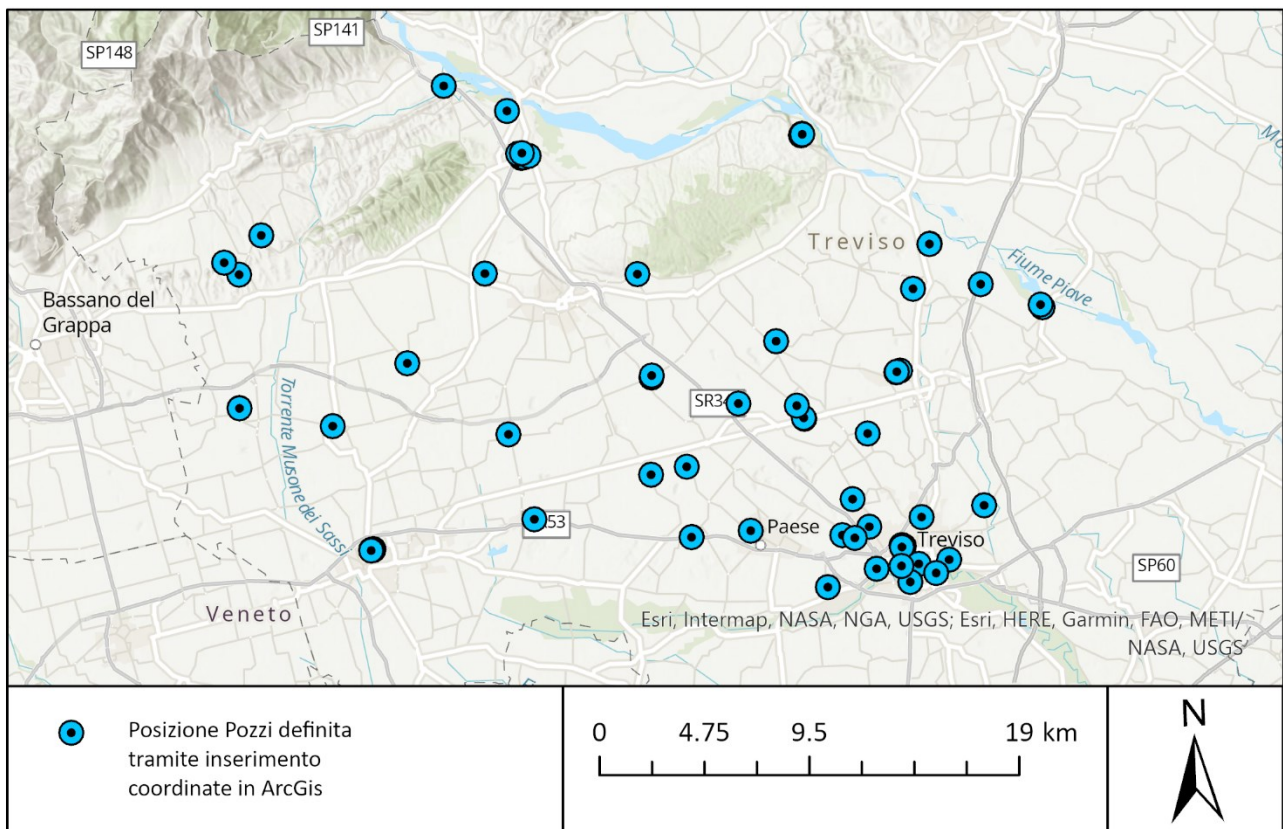


Figura 18 - Posizione Pozzi

4.2. RISULTATI DELL'ANALISI DEI PARAMETRI

Dopo aver geolocalizzato i pozzi si è utilizzata la funzione "Excel to table" di ArcGis per l'inserimento dei tabulati Excel precedentemente creati relativi ai 5 parametri considerati, creando una "Standalone Table" inserita nella mappa tramite la funzione "Display XY Data". Si sono creati per ogni parametro delle "label class" per la visualizzazione in solitaria di ognuno di essi in relazione ad un delta temporale modificabile, così facendo si è creata un'animazione tramite la quale appaiono a schermo tutti i valori del parametro selezionato in sequenza cronologica.

Un esempio è riportato nelle seguenti figure, nelle quali sono visualizzabili i valori dei parametri: conducibilità (Figura 19), nitrati (Figura 20), ammoniaca (Figura 21), atrazina (Figura 22), per un definito delta temporale.

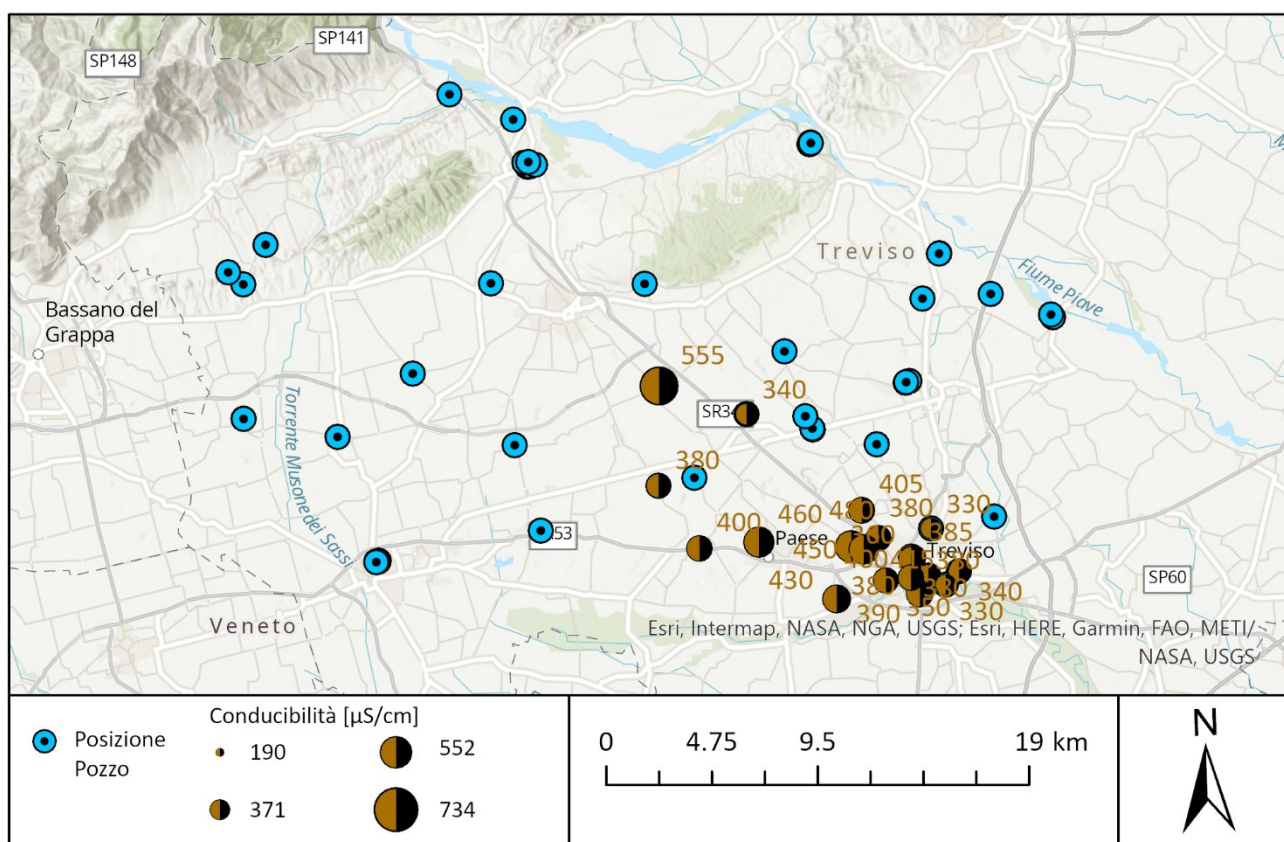


Figura 19 - Valori conducibilità, totalità pozzi, tra aprile-maggio 1997

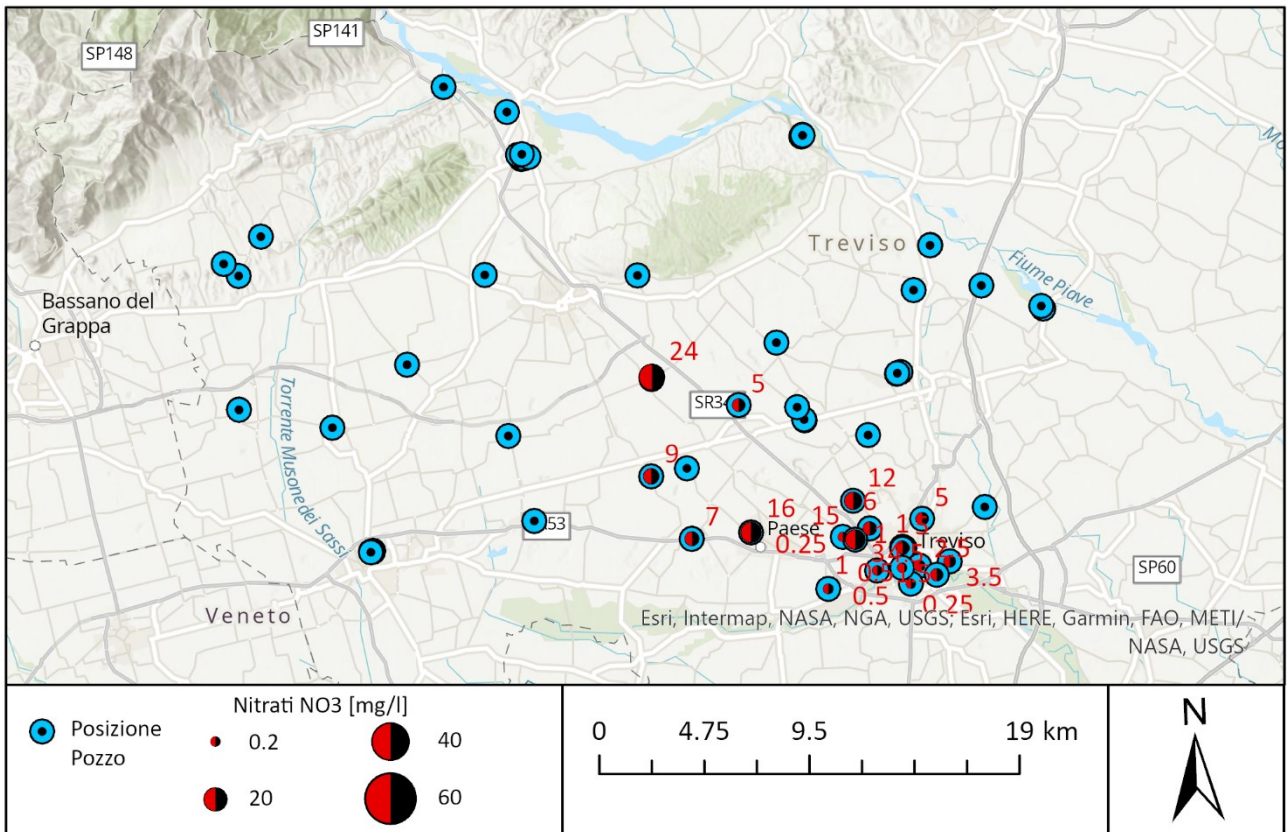


Figura 20 - Valori nitrati, totalità pozzi, tra aprile-maggio 1997

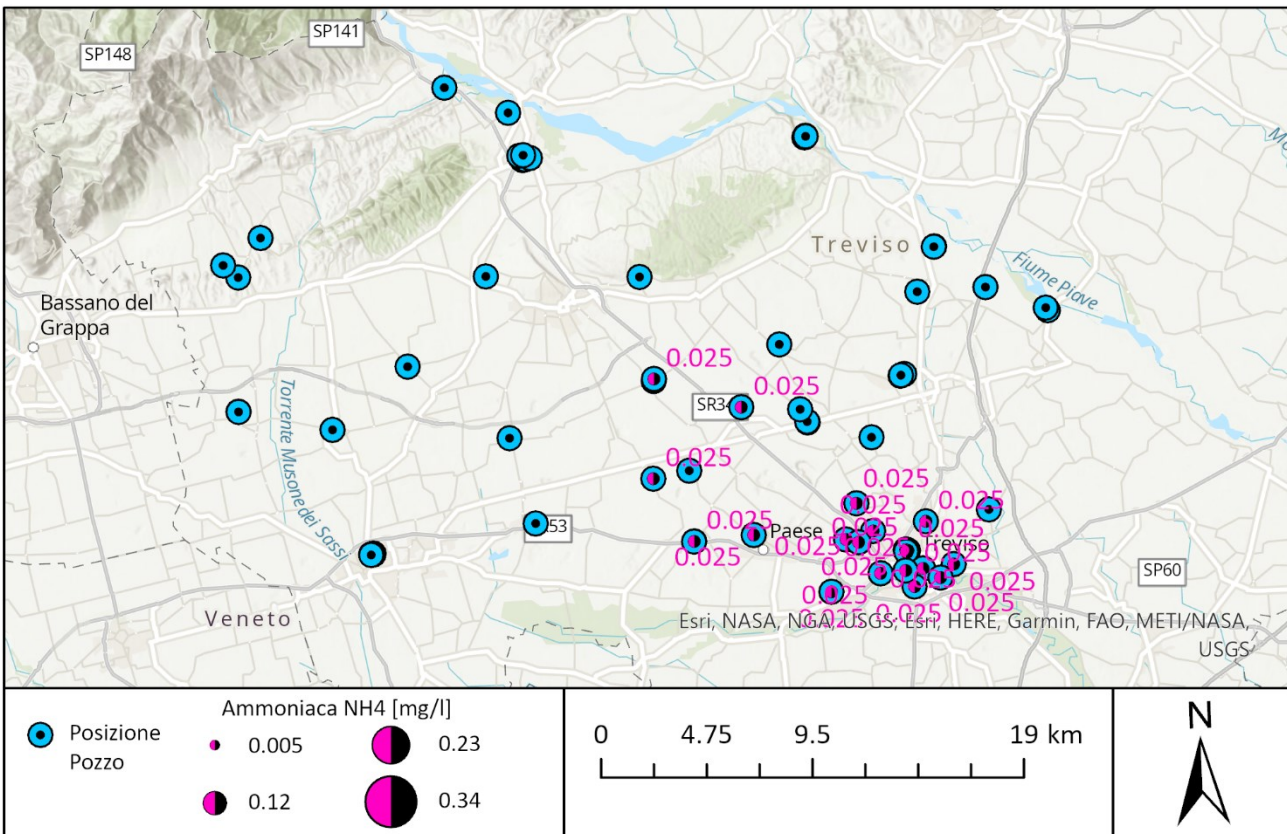


Figura 21 - Valori ammoniaca, totalità pozzi, tra aprile-maggio 1997

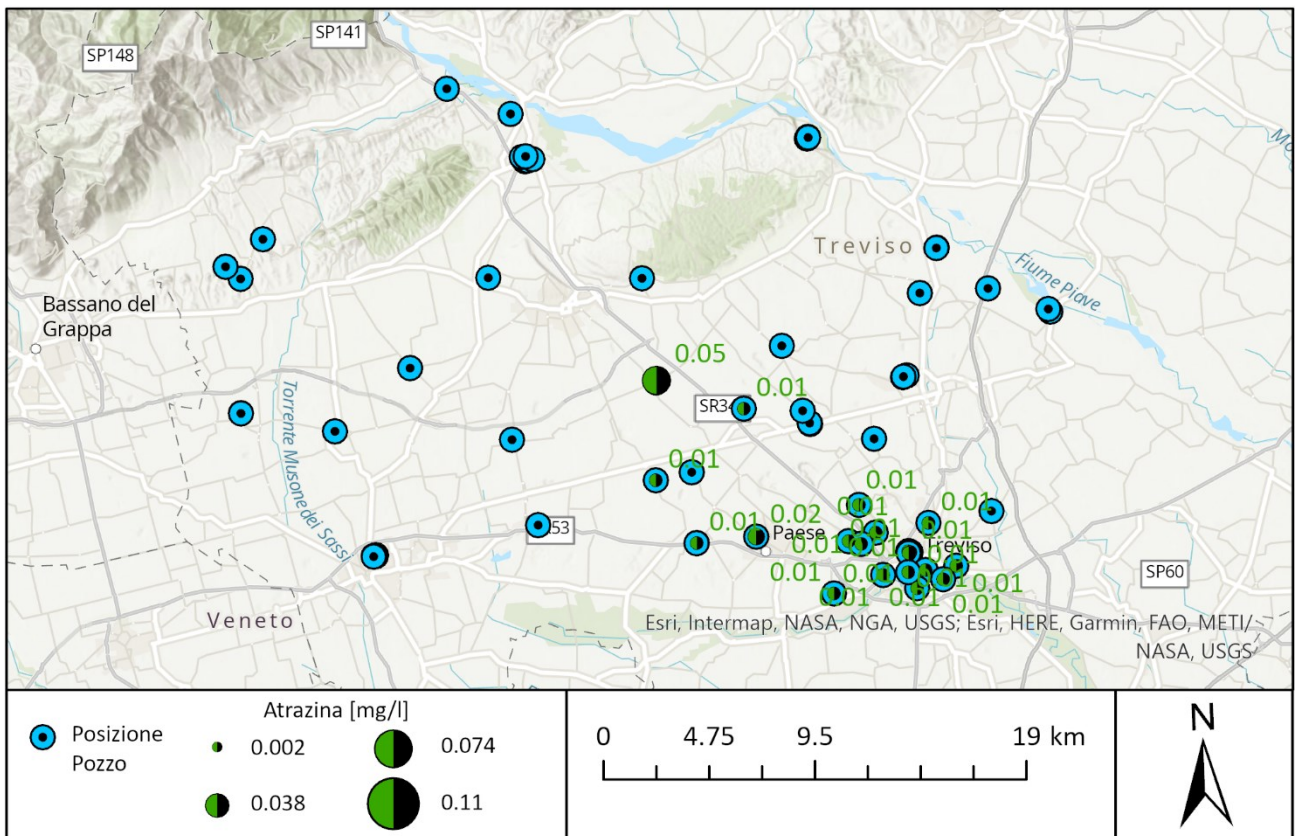


Figura 22 - Valori Atrazina, totalità pozzi, tra aprile-maggio 1997

Come si può osservare dalle precedenti immagini in una scala elevata i valori si sovrappongono per pozzi vicini, per una migliore visualizzazione si deve ridurre la scala, come si può osservare in Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26 nelle quali sono presenti solo i pozzi 2088, 2100, 2132, 2142, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154 siti nel comune di Treviso.

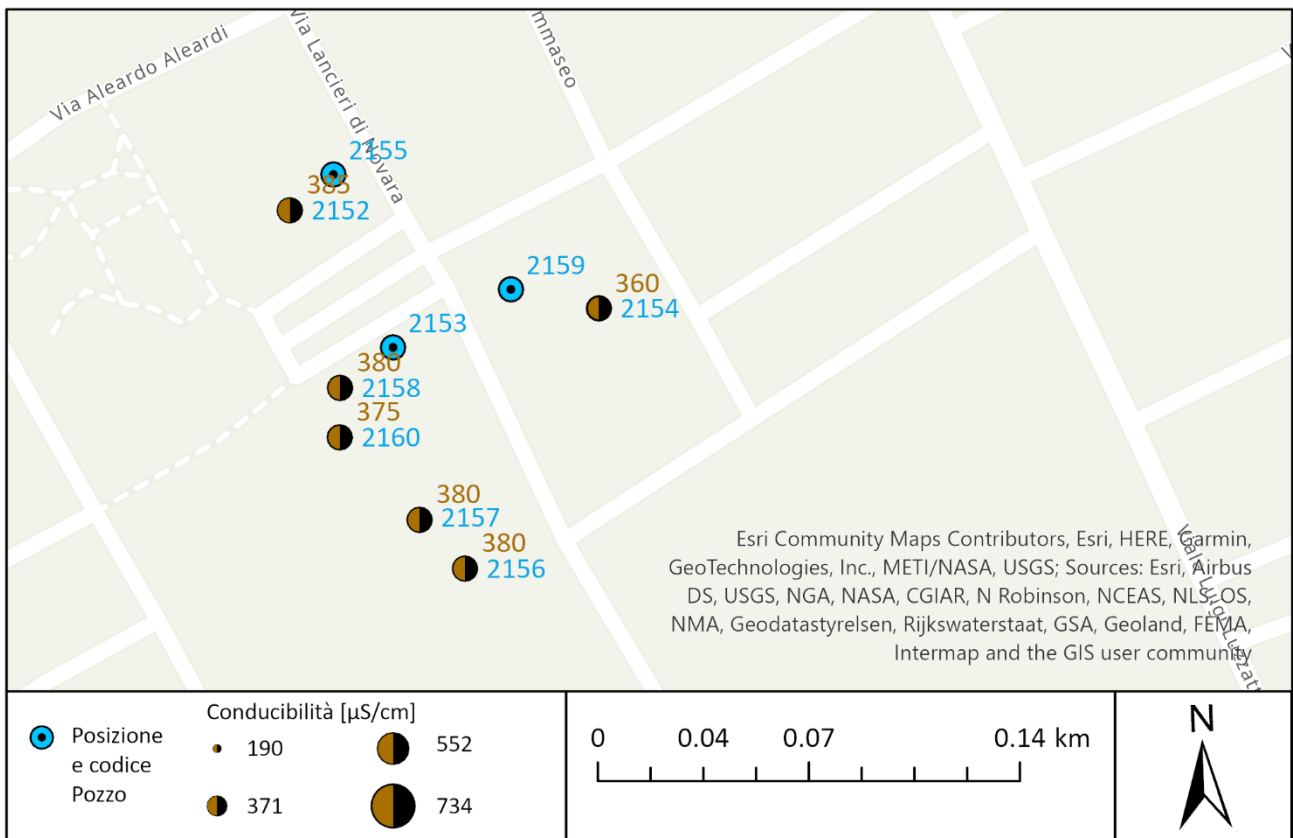


Figura 23 - Valori conducibilità, pozzi 2088, 2100, 2132, 2142, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154 tra aprile-maggio 1997

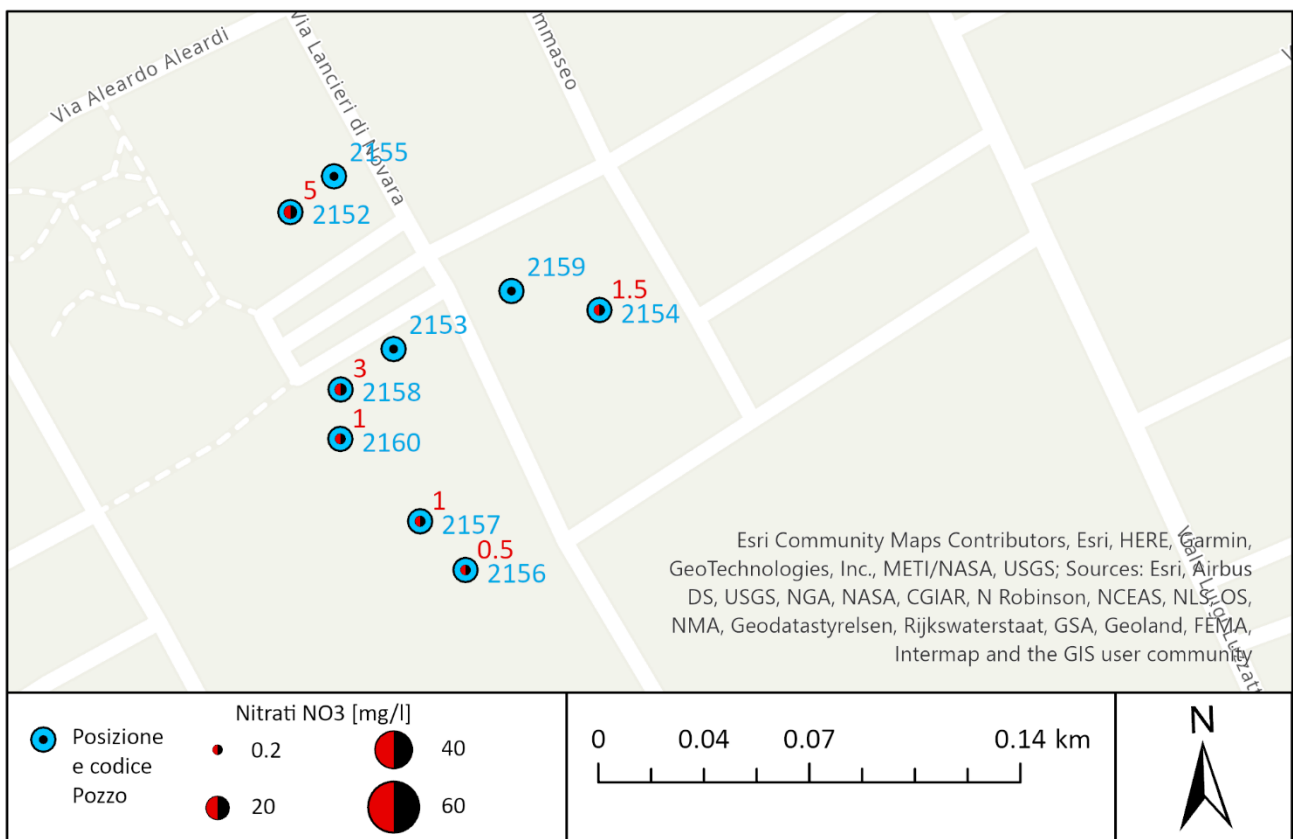


Figura 24 - Valori nitrati, pozzi 2088, 2100, 2132, 2142, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154 tra aprile-maggio 1997

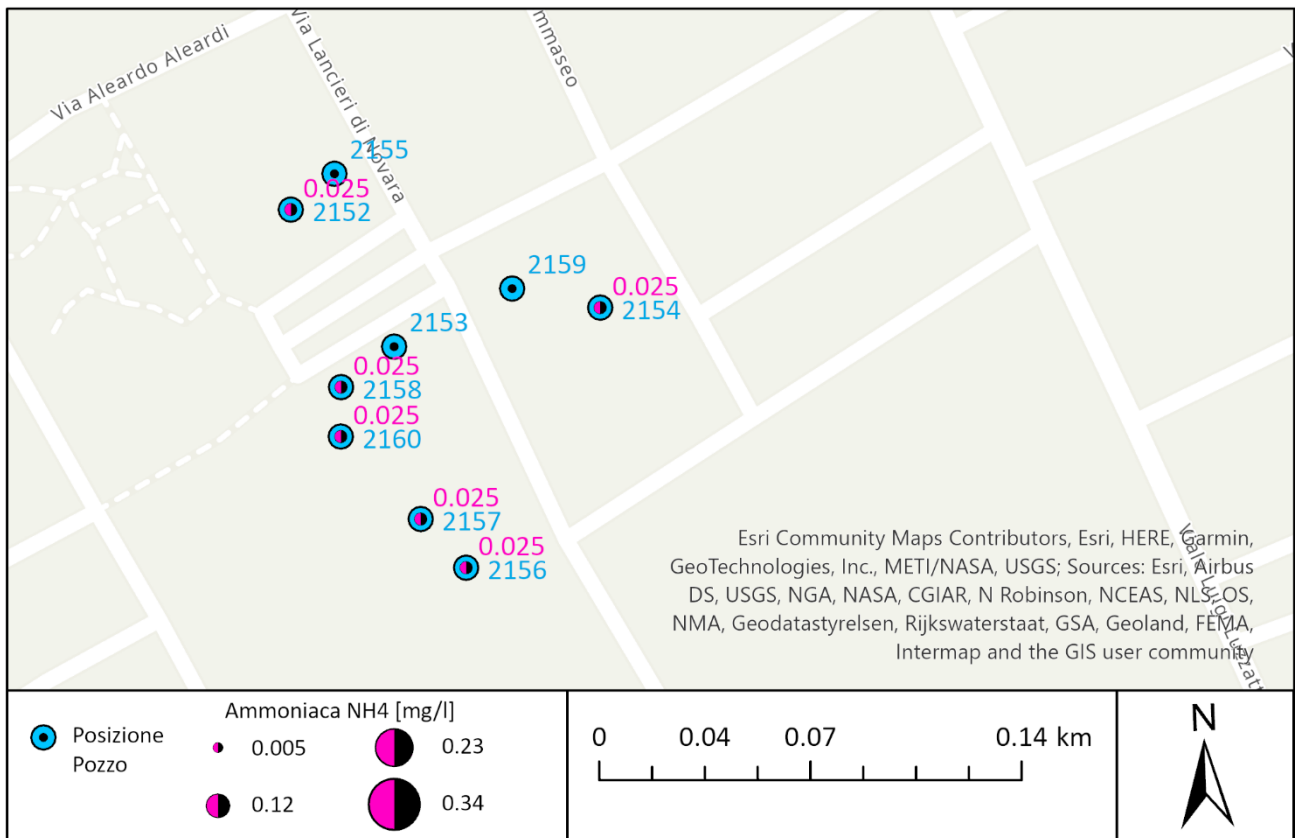


Figura 25 - Valori ammoniaca, pozzi 2088, 2100,2132, 2142, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154 tra aprile-maggio 1997

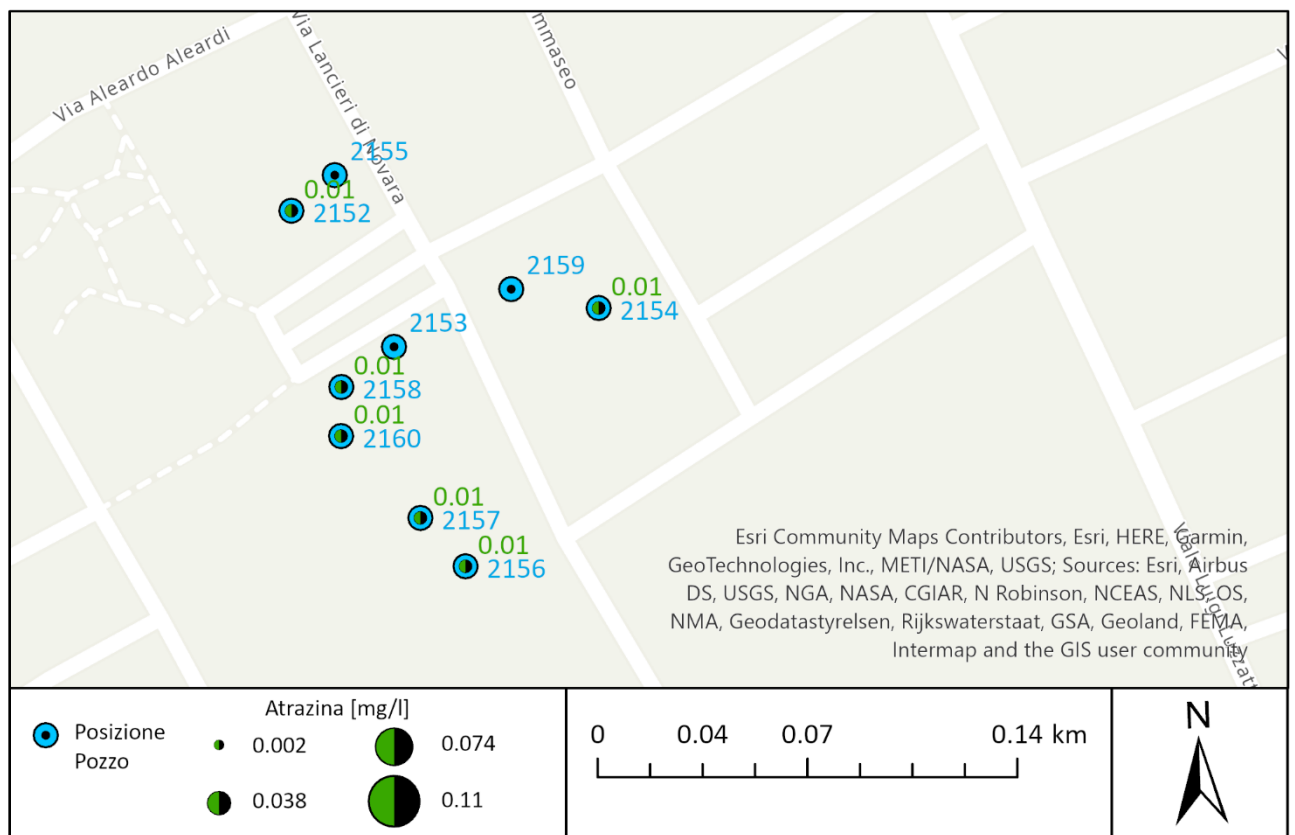


Figura 26 - Valori atrazina, pozzi 2088, 2100,2132, 2142, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154 tra aprile-maggio 1997

Le "label class" che permettono la visualizzazione dei singoli parametri nel delta temporale scelto sono sovrapponibili (Figura 27) in modo tale da osservarne un'eventuale correlazione.

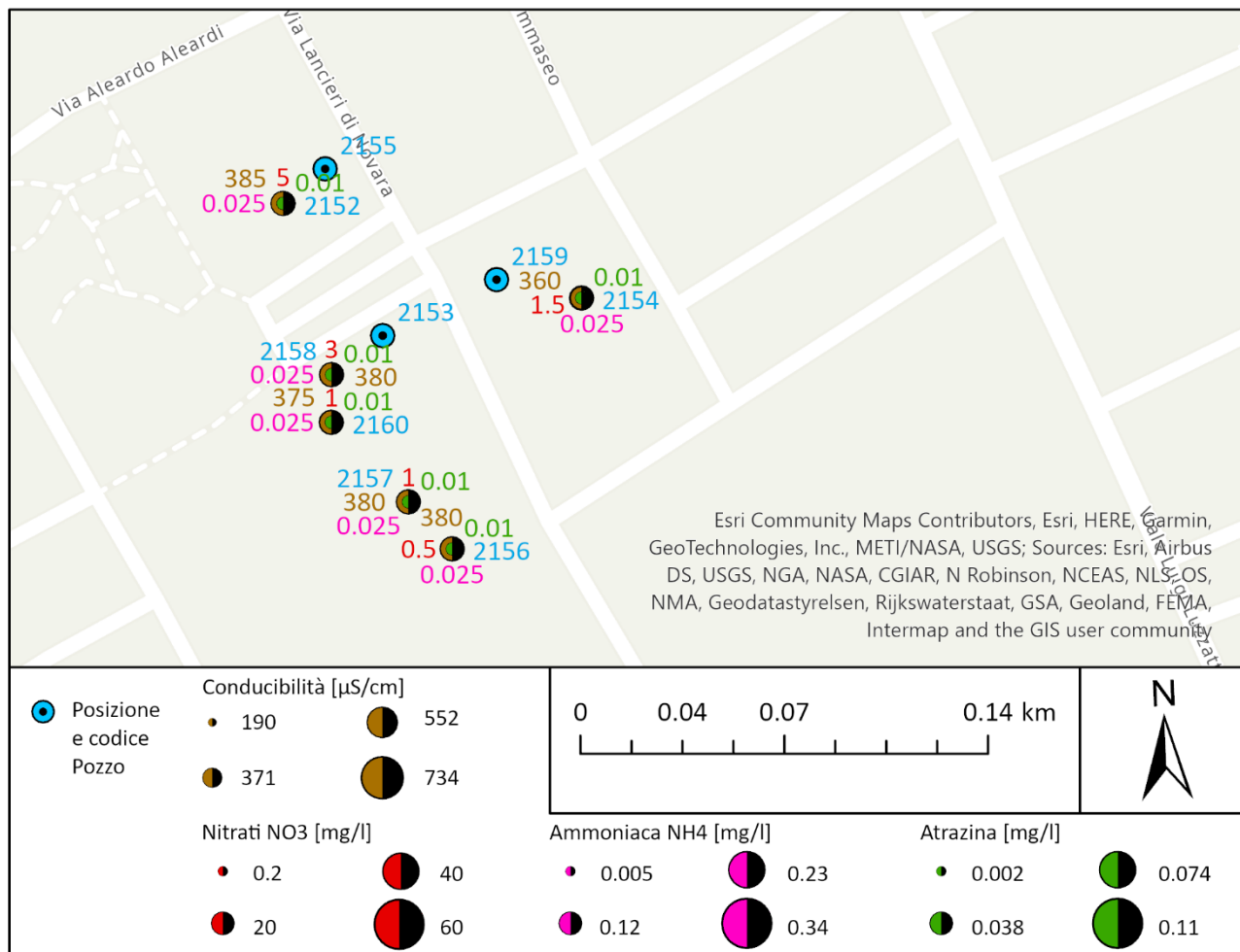


Figura 27 - Valori conducibilità, nitrati, ammoniaca, atrazina, pozzi 2088, 2100, 2132, 2142, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154 tra aprile-maggio 1997

5. IPOTESI SUL LAVORO SVOLTO

5.1. OSSERVAZIONI

Dall'analisi dei dati svolta e dal loro inserimento in ArcGis si possono osservare le variazioni dei singoli parametri nel tempo ed in alcuni casi rilevare delle correlazioni tra i valori di pozzi differenti.

Un esempio è la variazione anomala del parametro ammoniaca tra il 07/2000 ed il 05/2002 avvenuta nella totalità dei pozzi siti nel comune di Treviso. Dalle immagini sottostanti si può osservare la presenza di un plume che si muove da nord verso sud-sud/est in un delta temporale di quasi due anni. Il plume interessa la totalità degli acquiferi presenti tra i 90 ed i 200 metri di profondità, intervallo nel quale sono localizzate le maglie filtranti dei pozzi siti nel comune di Treviso (Tabella 1).

Il pozzo 2151 tra tutti quelli siti nel comune di Treviso è quello che nel periodo temporale considerato ha mantenuto i valori più bassi del parametro ammoniaca avendo la maglia filtrante posizionata ad una elevata profondità (Tabella 1).

I valori del parametro ammoniaca per le precedenti osservazioni derivano dalle analisi svolte nei seguenti delta temporali:

- Luglio-agosto 2000 (Figura 28)
- Marzo-aprile 2001 (Figura 29)
- Settembre-ottobre 2001 (Figura 30)
- Febbraio-marzo 2002 (Figura 31)
- Marzo-maggio 2002 (Figura 32)

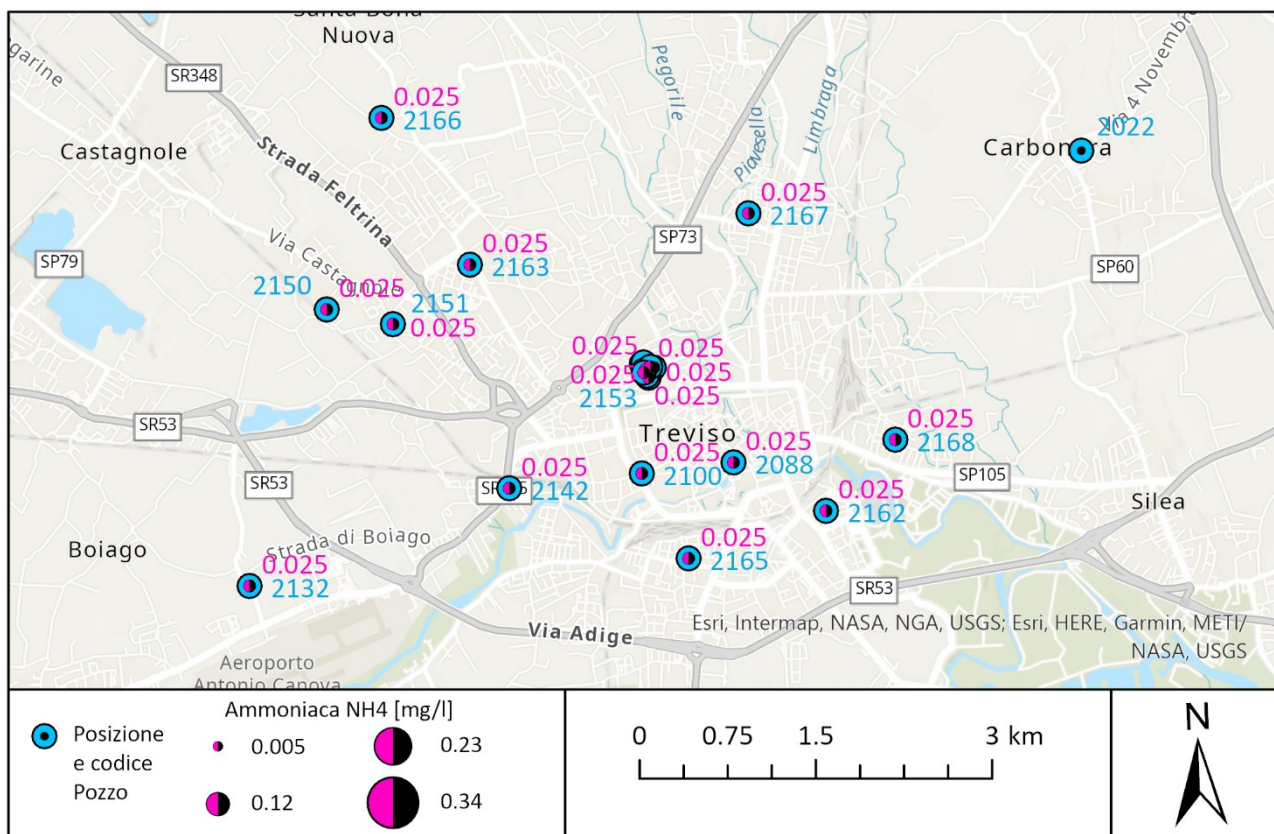


Figura 28 - Valori parametro ammoniaca tra luglio-agosto 2000

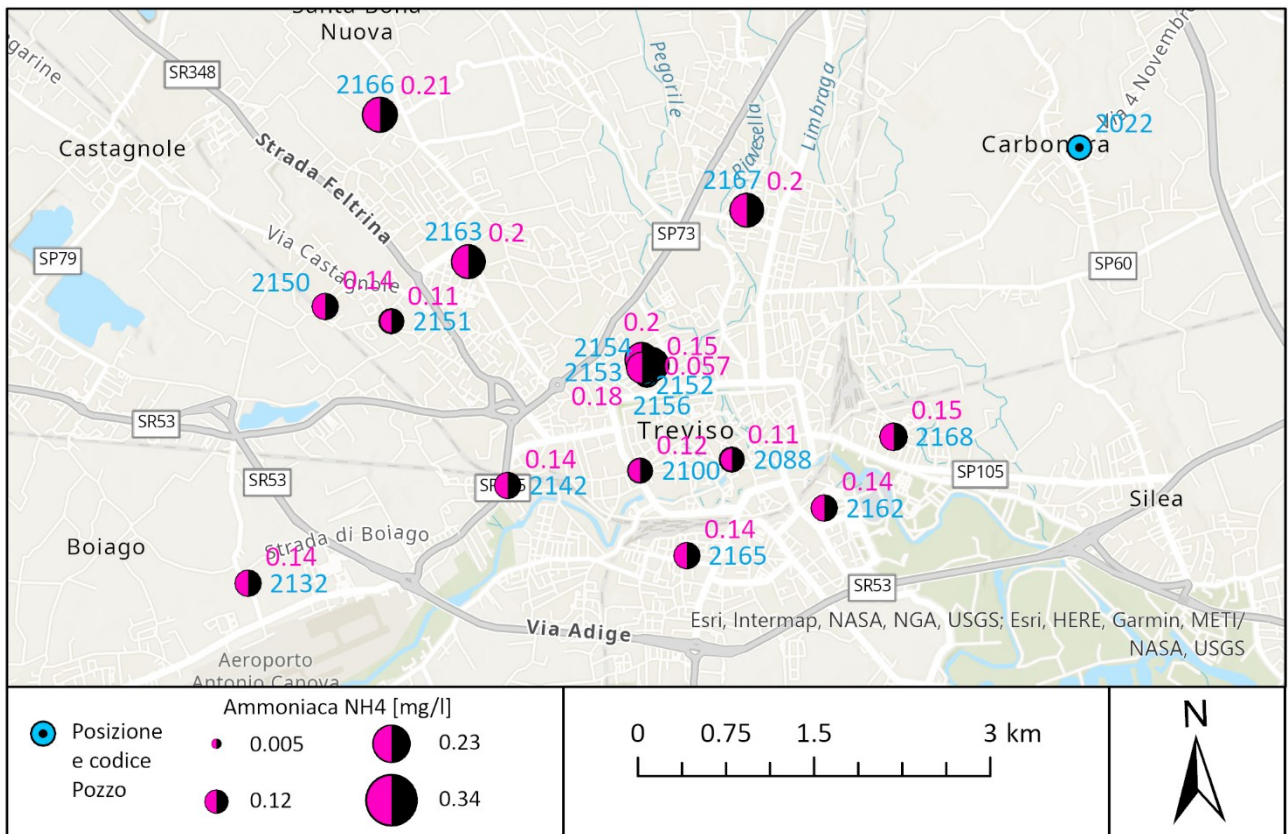


Figura 29 - Valori parametro ammoniaca tra **marzo-aprile 2001**

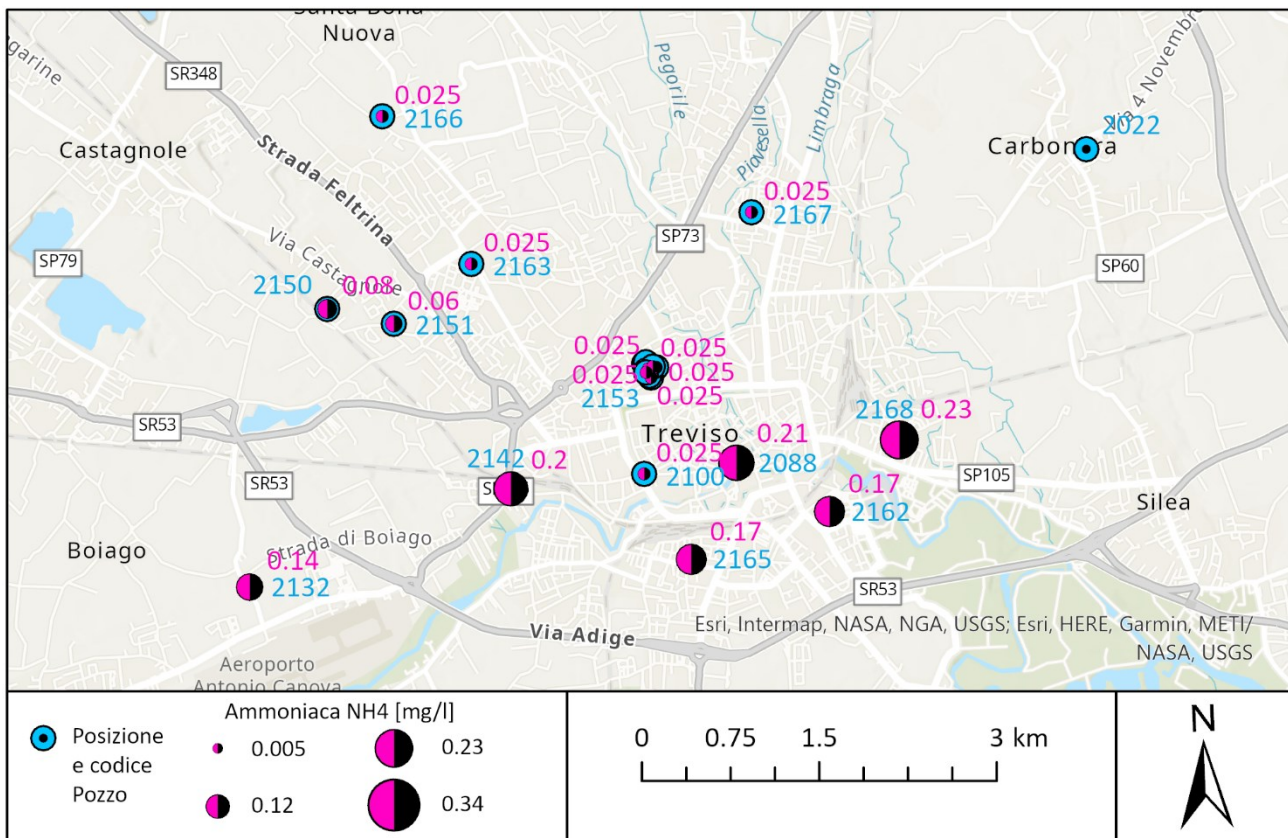


Figura 30 - Valori parametro ammoniaca tra **settembre-ottobre 2001**

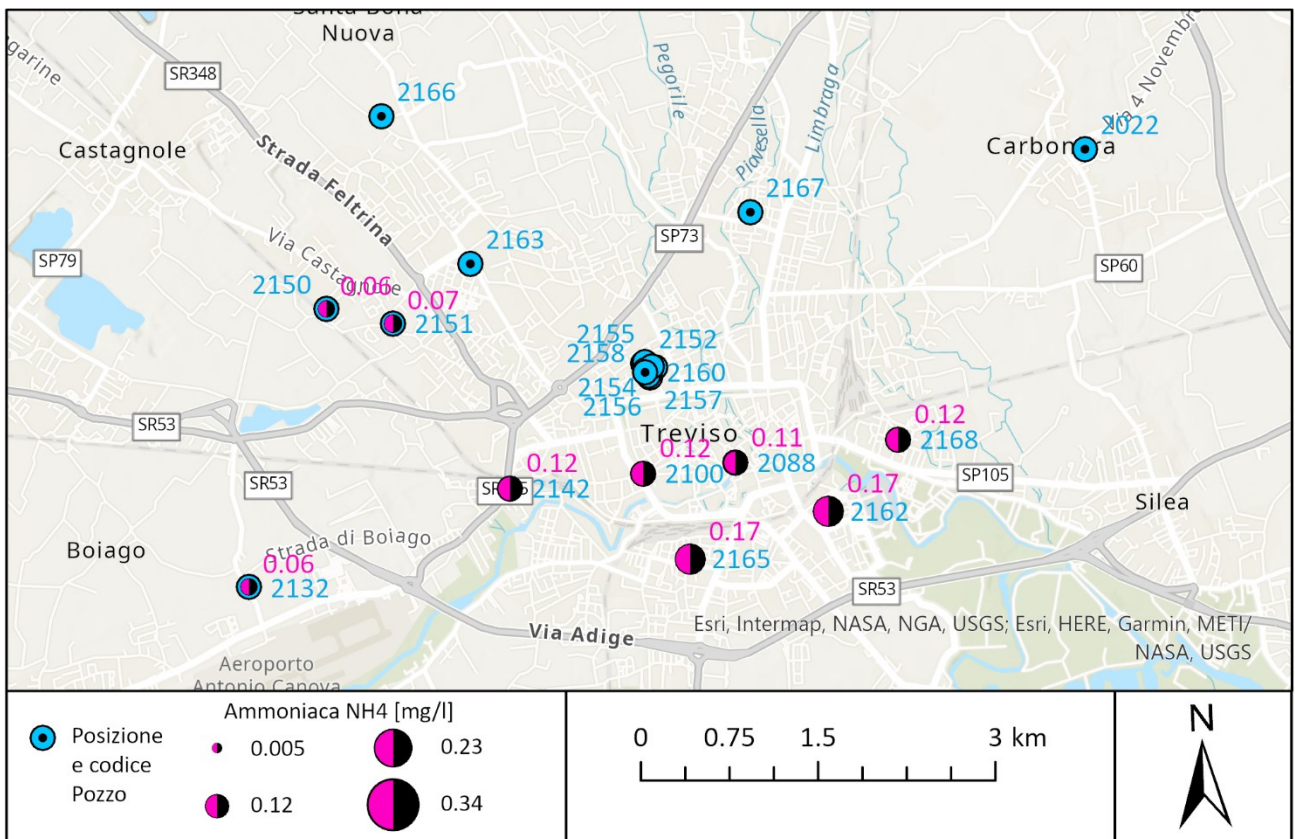


Figura 31 - Valori parametro ammoniaca tra febbraio-marzo 2002

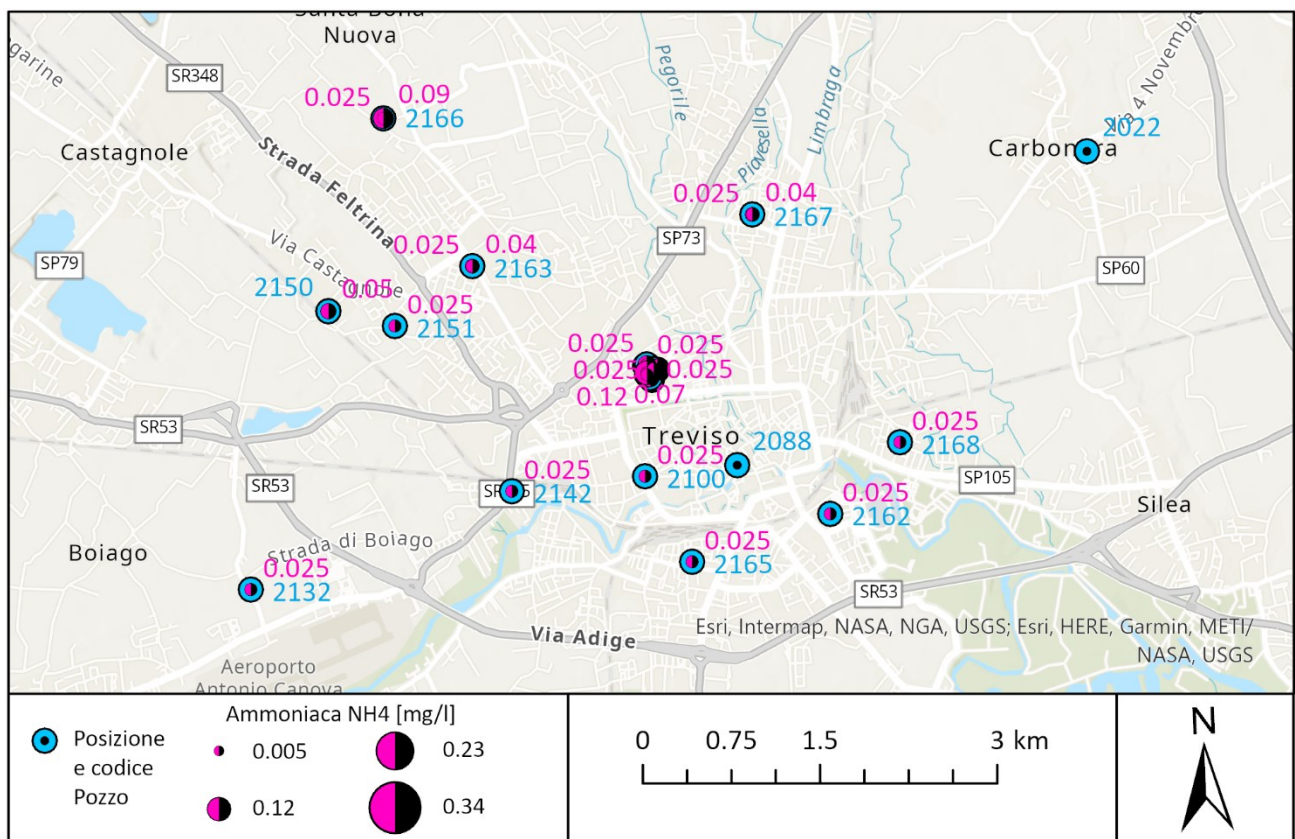


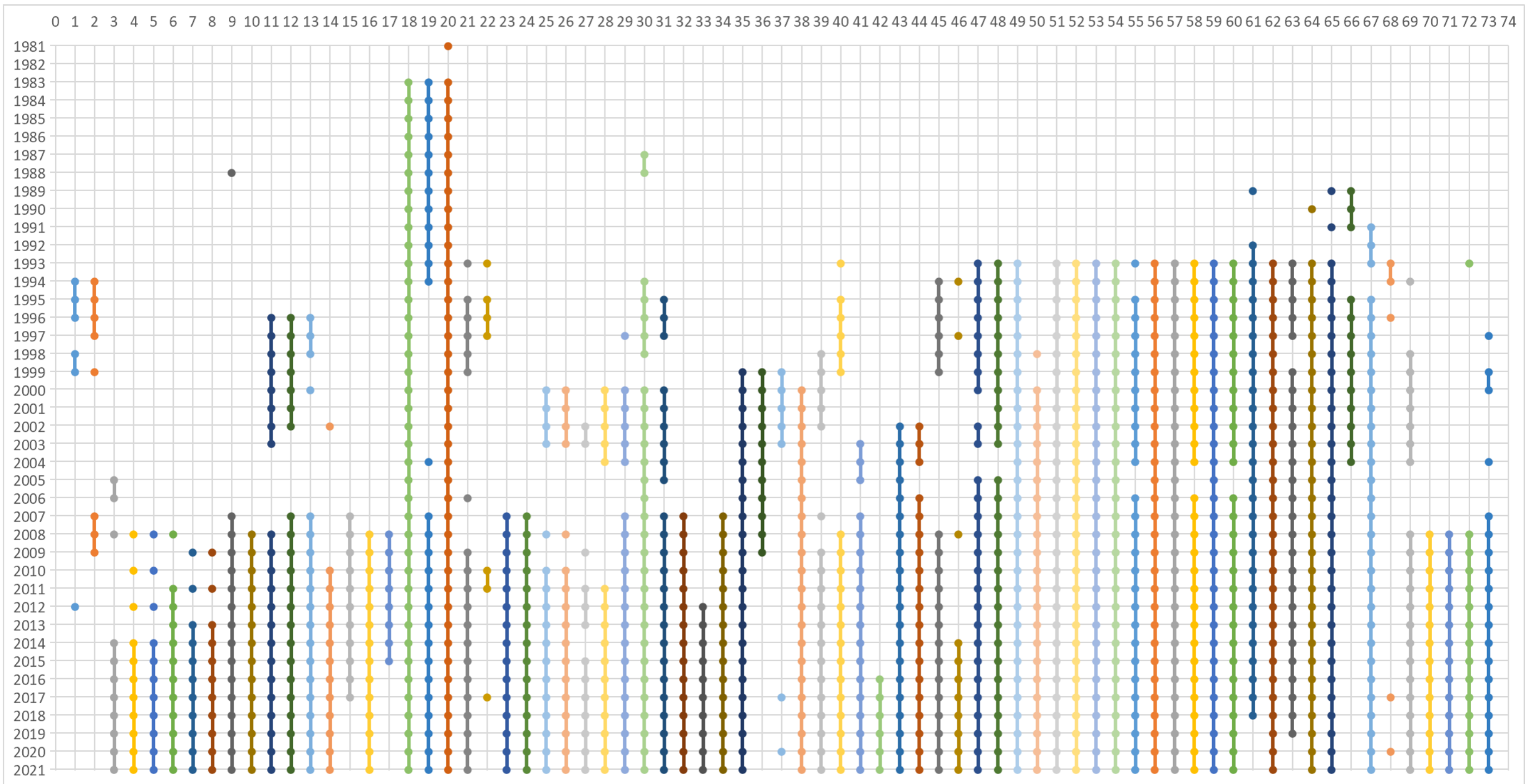
Figura 32 - Valori parametro ammoniaca tra maggio-marzo 2002

6. CONCLUSIONE

Attraverso lo strumento creato tramite l'inserimento dei dati dei parametri considerati in ArcGis, derivanti dall'archivio generato con l'unione delle analisi qualitative delle acque ricavate delle tre fonti, si è resa disponibile una grande quantità di informazioni, visualizzabili in modo semplificato. La semplicità di visualizzazione permette se si è a conoscenza di un inquinamento puntuale o diffuso avvenuto nel passato, di osservarne l'eventuale impatto che lo stesso ha avuto sulla qualità delle acque di emungimento di uno o più pozzi siti nelle vicinanze.

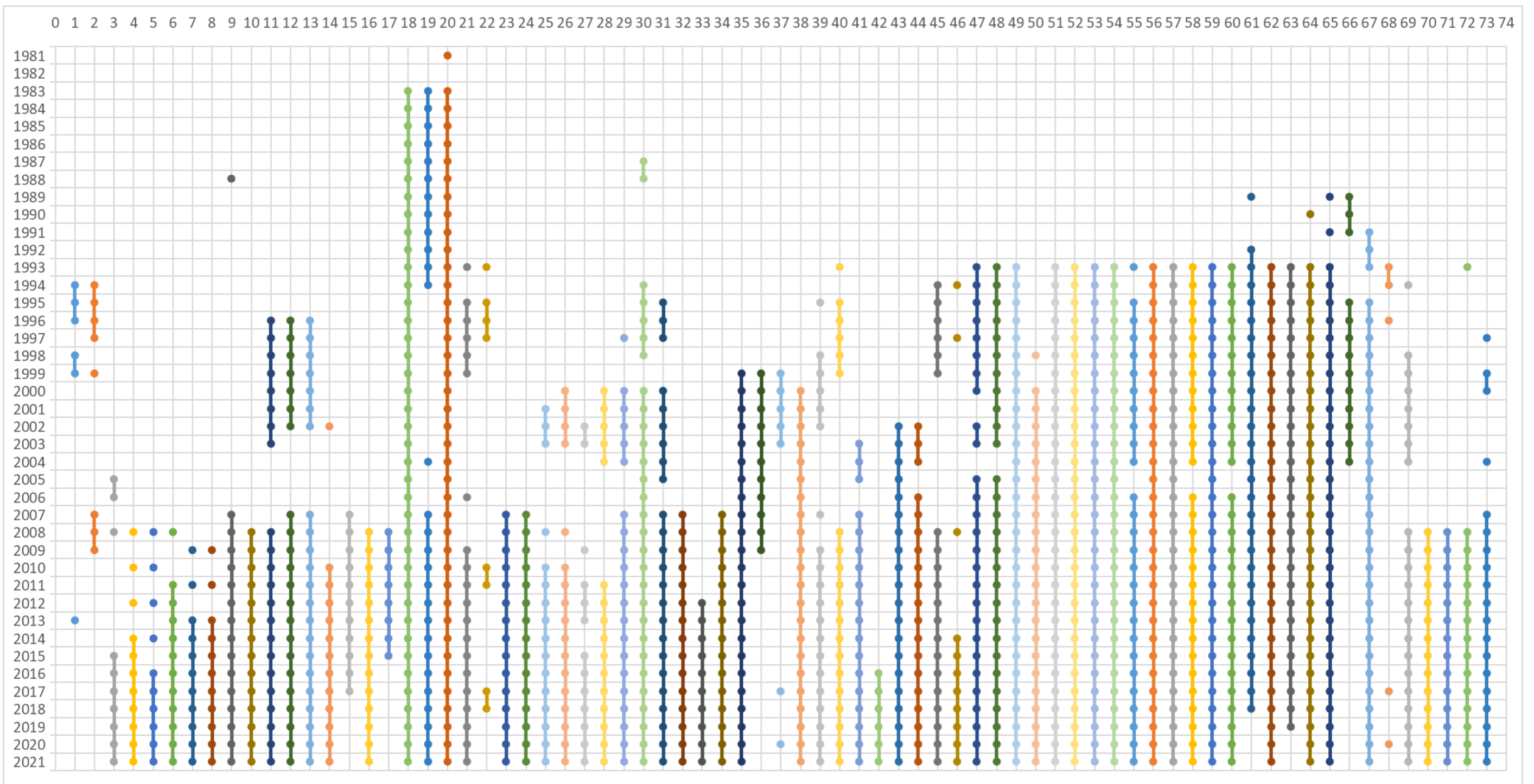
Lo strumento creato permette inoltre di ipotizzare la localizzazione di un'area nella quale nel passato è avvenuto un fenomeno inquinante non definito. Per avere la certezza sulle ipotesi fatte rispetto al lavoro svolto sarà necessario uno studio approfondito del modello stratigrafico e del deflusso sub-superficiale che avviene in esso andando a creare un modello matematico che si avvicini il più possibile a quello reale.

7. APPENDICE



- | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1- 2115-Altivole | 2- 2104-Caerano Di San Marco | 3- 2022-Carbonera | 4- 2137-Castelfranco Veneto | 5- 2138-Castelfranco Veneto | 6- 2139-Castelfranco Veneto | 7- 2140-Castelfranco Veneto |
| 8- 2141-Castelfranco Veneto | 9- 2122-Cornuda | 10- 2123-Cornuda | 11- 2124-Cornuda | 12- 2125-Cornuda | 13- 2127-Crocetta Del Montello | 14- 2126-Cornuda |
| 15- 2025-Fonte | 16- 2026-Fonte | 17- 2049-Fonte | 18- 2111-Istrana | 19- 2169-Istrana | 20- 2170-Istrana | 21- 2143-Loria |
| 22- 2144-Loria | 23- 2112-Maserada Sul Piave | 24- 2113-Maserada Sul Piave | 25- 2036-Nervesa Della Battaglia | 26- 2037-Nervesa Della Battaglia | 27- 2038-Nervesa Della Battaglia | 28- 2039-Nervesa Della Battaglia |
| 29- 2101-Paese | 30- 2110-Paese | 31- 2118-Paese | 32- 2064-Pederobba | 33- 2087-Pederobba | 34- 2094-Ponzano Veneto | 35- 2095-Ponzano Veneto |
| 36- 2096-Ponzano Veneto | 37- 2114-Ponzano Veneto | 38- 2121-Ponzano Veneto | 39- 2035-Povegliano | 40- 2128-Riese Pio X | 41- 2076-Spresiano | 42- 2077-Spresiano |
| 43- 2078-Spresiano | 44- 2081-Spresiano | 45- 2069-Trevignano | 46- 2070-Trevignano | 47- 2088-Treviso | 48- 2100-Treviso | 49- 2132-Treviso |
| 50- 2142-Treviso | 51- 2150-Treviso | 52- 2151-Treviso | 53- 2152-Treviso | 54- 2153-Treviso | 55- 2154-Treviso | 56- 2155-Treviso |
| 57- 2156-Treviso | 58- 2157-Treviso | 59- 2158-Treviso | 60- 2159-Treviso | 61- 2160-Treviso | 62- 2162-Treviso | 63- 2163-Treviso |
| 64- 2165-Treviso | 65- 2166-Treviso | 66- 2167-Treviso | 67- 2168-Treviso | 68- 2024-Vedelago | 69- 2161-Vedelago | 70- 2053-Villorba |
| 71- 2054-Villorba | 72- 2055-Villorba | 73- 2136-Volpago Del Montello | | | | |

Figura 33 - Distribuzione dati analizzati del parametro pH nel tempo



- | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1- 2115-Altivole | 2- 2104-Caerano Di San Marco | 3- 2022-Carbonera | 4- 2137-Castelfranco Veneto | 5- 2138-Castelfranco Veneto | 6- 2139-Castelfranco Veneto | 7- 2140-Castelfranco Veneto |
| 8- 2141-Castelfranco Veneto | 9- 2122-Cornuda | 10- 2123-Cornuda | 11- 2124-Cornuda | 12- 2125-Cornuda | 13- 2127-Crocetta Del Montello | 14- 2126-Cornuda |
| 15- 2025-Fonte | 16- 2026-Fonte | 17- 2049-Fonte | 18- 2111-Istrana | 19- 2169-Istrana | 20- 2170-Istrana | 21- 2143-Loria |
| 22- 2144-Loria | 23- 2112-Maserada Sul Piave | 24- 2113-Maserada Sul Piave | 25- 2036-Nervesa Della Battaglia | 26- 2037-Nervesa Della Battaglia | 27- 2038-Nervesa Della Battaglia | 28- 2039-Nervesa Della Battaglia |
| 29- 2101-Paese | 30- 2110-Paese | 31- 2118-Paese | 32- 2064-Pederobba | 33- 2087-Pederobba | 34- 2094-Ponzano Veneto | 35- 2095-Ponzano Veneto |
| 36- 2096-Ponzano Veneto | 37- 2114-Ponzano Veneto | 38- 2121-Ponzano Veneto | 39- 2035-Povegliano | 40- 2128-Riese Pio X | 41- 2076-Spresiano | 42- 2077-Spresiano |
| 43- 2078-Spresiano | 44- 2081-Spresiano | 45- 2069-Trevignano | 46- 2070-Trevignano | 47- 2088-Treviso | 48- 2100-Treviso | 49- 2132-Treviso |
| 50- 2142-Treviso | 51- 2150-Treviso | 52- 2151-Treviso | 53- 2152-Treviso | 54- 2153-Treviso | 55- 2154-Treviso | 56- 2155-Treviso |
| 57- 2156-Treviso | 58- 2157-Treviso | 59- 2158-Treviso | 60- 2159-Treviso | 61- 2160-Treviso | 62- 2162-Treviso | 63- 2163-Treviso |
| 64- 2165-Treviso | 65- 2166-Treviso | 66- 2167-Treviso | 67- 2168-Treviso | 68- 2024-Vedelago | 69- 2161-Vedelago | 70- 2053-Villorba |
| 71- 2054-Villorba | 72- 2055-Villorba | 73- 2136-Volpago Del Montello | | | | |

Figura 34 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Conducibilità** nel tempo

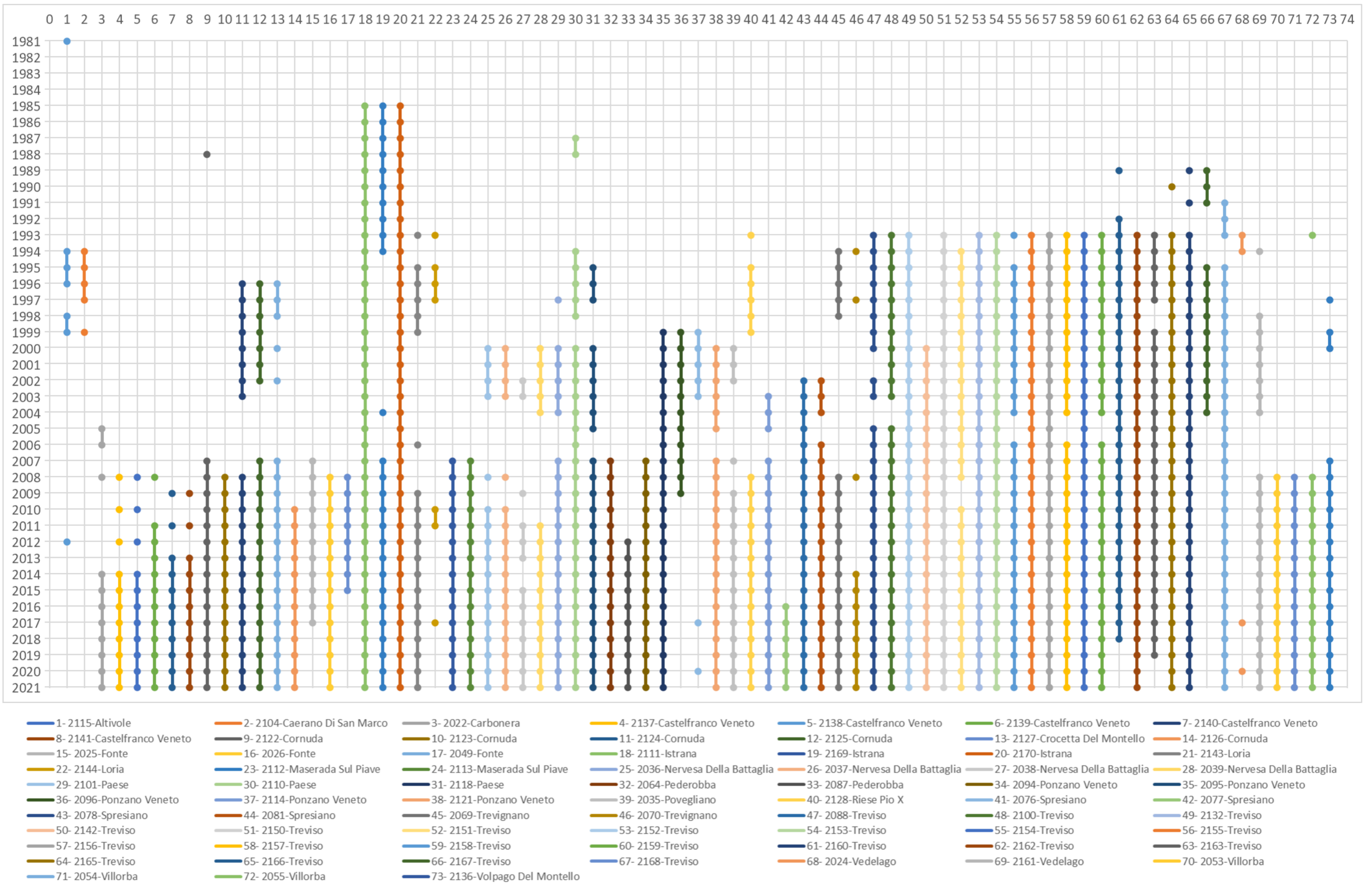


Figura 35 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Nitrate** nel tempo

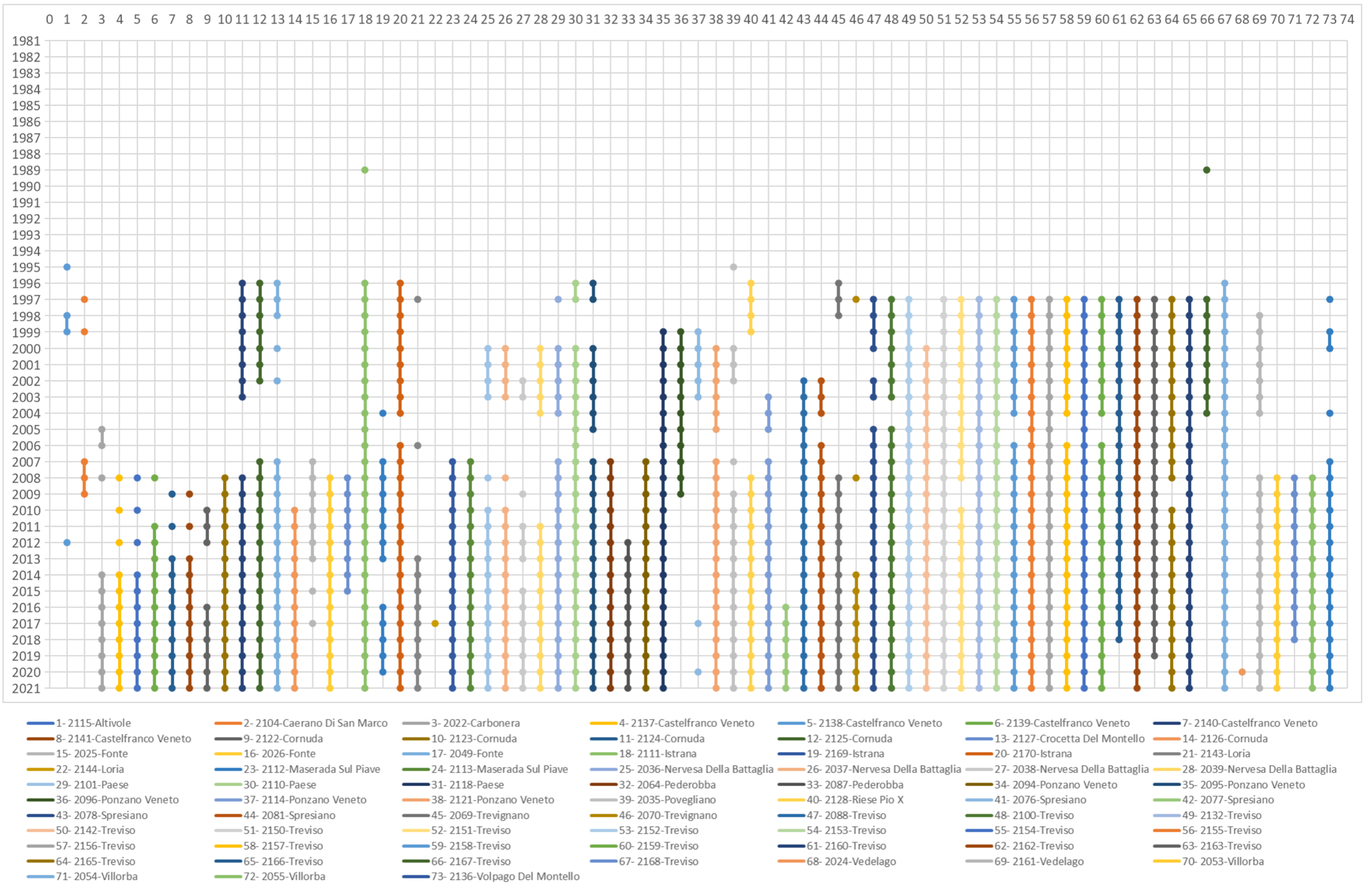
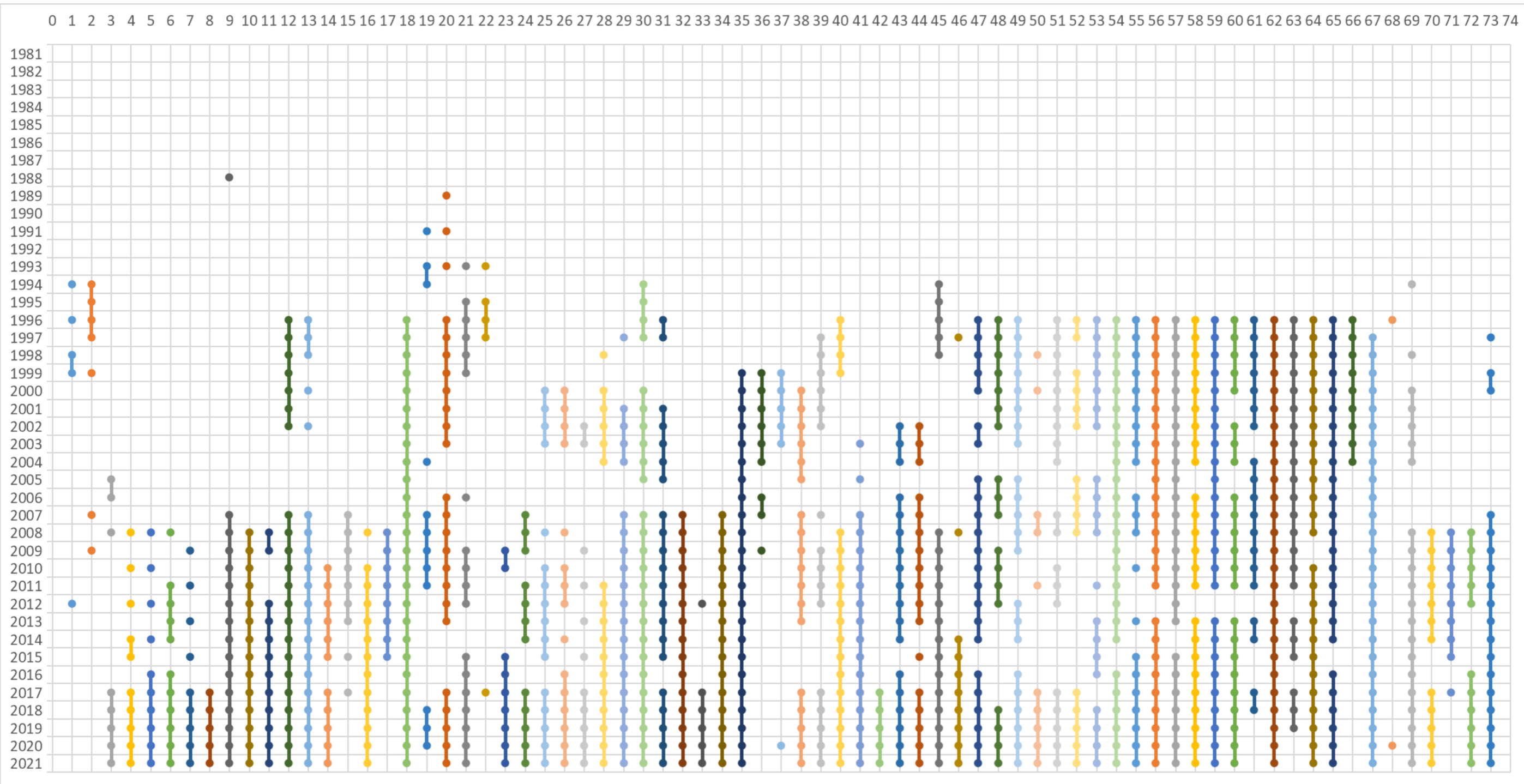


Figura 36 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Ammoniaca** nel tempo



- | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1- 2115-Altivole | 2- 2104-Caerano Di San Marco | 3- 2022-Carbonera | 4- 2137-Castelfranco Veneto | 5- 2138-Castelfranco Veneto | 6- 2139-Castelfranco Veneto | 7- 2140-Castelfranco Veneto |
| 8- 2141-Castelfranco Veneto | 9- 2122-Cornuda | 10- 2123-Cornuda | 11- 2124-Cornuda | 12- 2125-Cornuda | 13- 2127-Crocetta Del Montello | 14- 2126-Cornuda |
| 15- 2025-Fonte | 16- 2026-Fonte | 17- 2049-Fonte | 18- 2111-Istrana | 19- 2169-Istrana | 20- 2170-Istrana | 21- 2143-Loria |
| 22- 2144-Loria | 23- 2112-Maserada Sul Piave | 24- 2113-Maserada Sul Piave | 25- 2036-Nervesa Della Battaglia | 26- 2037-Nervesa Della Battaglia | 27- 2038-Nervesa Della Battaglia | 28- 2039-Nervesa Della Battaglia |
| 29- 2101-Paese | 30- 2110-Paese | 31- 2118-Paese | 32- 2064-Pederobba | 33- 2087-Pederobba | 34- 2094-Ponzano Veneto | 35- 2095-Ponzano Veneto |
| 36- 2096-Ponzano Veneto | 37- 2114-Ponzano Veneto | 38- 2121-Ponzano Veneto | 39- 2035-Povegliano | 40- 2128-Riese Pio X | 41- 2076-Spresiano | 42- 2077-Spresiano |
| 43- 2078-Spresiano | 44- 2081-Spresiano | 45- 2069-Trevignano | 46- 2070-Trevignano | 47- 2088-Treviso | 48- 2100-Treviso | 49- 2132-Treviso |
| 50- 2142-Treviso | 51- 2150-Treviso | 52- 2151-Treviso | 53- 2152-Treviso | 54- 2153-Treviso | 55- 2154-Treviso | 56- 2155-Treviso |
| 57- 2156-Treviso | 58- 2157-Treviso | 59- 2158-Treviso | 60- 2159-Treviso | 61- 2160-Treviso | 62- 2162-Treviso | 63- 2163-Treviso |
| 64- 2165-Treviso | 65- 2166-Treviso | 66- 2167-Treviso | 67- 2168-Treviso | 68- 2024-Vedelago | 69- 2161-Vedelago | 70- 2053-Villorba |
| 71- 2054-Villorba | 72- 2055-Villorba | 73- 2136-Volpago Del Montello | | | | |

Figura 37 - Distribuzione dati analizzati del parametro **Atrazina** nel tempo

8. BIBLIOGRAFIA

- Analisi qualitative digitalizzate e cartacee delle acque di emungimento da pozzi destinate al consumo umano fornite da Alto Trevigiano Servizi S.p.a.
- Analisi qualitative digitalizzate delle acque di emungimento da pozzi destinate al consumo umano fornite ARPAV tramite richiesta di Alto Trevigiano Servizi S.p.a.
- Decreto Legislativo del 2 febbraio 2001 n.31 per la definizione dei valori limite di soglia legale dei parametri analizzati.
- Tutte le figure sono state generate tramite l'utilizzo di ArcGis software di Esri (Environmental System Research Institute) utilizzato con licenza gratuita fornita dall'Università degli Studi di Padova.

9. RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il **Chiar.mo Prof. Paolo Salandin** per avermi dato la possibilità, attraverso questa tesi, di approfondire le mie conoscenze sui processi che influenzano le qualità delle acque di falda e le correlazioni che vi sono tra esse.

Si ringrazia l'azienda **Alto Trevigiano Servizi S.p.a.** ed in special modo **l'Ing. Paolo Pizzaia**, responsabile settore risorse Idriche, energia e territorio, per avermi ospitato durante il mio tirocinio nel quale ho raccolto ed organizzato i dati necessari per la stesura di questa tesi. Si ringrazia ulteriormente **l'Ing. Paolo Pizzaia** per aver ampliato le mie conoscenze rispetto al funzionamento della rete di adduzione delle acque destinate al consumo umano e le problematiche ad essa connesse.

Si ringrazia **l'Ing. PhD Tommaso Trentin** per avermi assistito e supportato nell'inserimento dei dati in ArcGis ed inoltre per avermi fornito i dati per la geolocalizzazione dei pozzi analizzati.