



FASE

**C3 INTERPRETAZIONI DELLE SITUAZIONI AMBIENTALI
RISCONTRATE FINALIZZATE ALLA PREDISPOSIZIONE
DEI PIANI DI TUTELA**

ATTIVITA'

**02A ELABORAZIONI DEI DATI QUALITATIVI DELLE ACQUE
SOTTERRANEE – PARTE GENERALE**

ELABORATO

D02 Rapporto tecnico

CODICE DOCUMENTO

00CAJ - C302AD02

01	DIC. 03	P. CANAVESE	E. SESIA	P. L. RAMPA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

Attività ARPA per la predisposizione del Piano di Tutela delle Acque

Task C302: Elaborazioni dei dati qualitativi delle acque sotterranee – parte generale

Dati ed elaborazioni anni 2000-2001-2002

Esperti ARPA:

Elio Sesia

Riccardo Balsotti

Stefano Buratto

INDICE

1	PREMESSA	5
2	FINALITA'	6
2.1	Quadro normativo di riferimento	6
2.1.1	<i>Direttive europee</i>	6
2.1.2	<i>Normativa nazionale</i>	7
2.1.3	<i>Normativa regionale</i>	7
3	ATTIVITA' SVOLTE	9
4	SINTESI DEI RISULTATI	11
4.1	Inquadramento geologico e idrogeologico generale della regione Piemonte	11
4.1.1	<i>Aree monitorate dalla Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee</i> ...	11
4.1.2	<i>Assetto geologico generale della regione Piemonte</i>	13
4.1.3	<i>Assetto litostratigrafico e idrogeologico del settore di pianura</i>	15
4.1.4	<i>Assetto idrogeologico dei diversi settori della pianura piemontese</i>	17
4.1.4.1	<i>Pianura Cuneese e Torinese Meridionale</i>	19
4.1.4.2	<i>Altopiano di Poirino</i>	23
4.1.4.3	<i>Pianura Torinese Settentrionale</i>	24
4.1.4.4	<i>Pianura Biellese-Vercellese-Novarese</i>	28
4.1.4.5	<i>Settore Cuneese della Valle Tanaro</i>	33
4.1.4.6	<i>Settore del Fondovalle Tanaro</i>	34
4.1.4.7	<i>Pianura Alessandrina-Tortonese</i>	35
4.2	Le “Aree Idrogeologiche” della Falda Superficiale	41
4.3	Le “macroaree” delle Falde Profonde	44
4.4	Uso del territorio	47
4.4.1	<i>Siti contaminati</i>	54
4.5	La Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee della Regione Piemonte	56
4.5.1	<i>Fasi di Progettazione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee</i>	56
4.5.2	<i>Triennio 2000-2001-2002 di gestione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee</i>	58
4.5.2.1	<i>Anno 2000</i>	59
4.5.2.2	<i>Anno 2001</i>	61
4.5.2.3	<i>Anno 2002</i>	64
4.5.3	<i>Il Protocollo Analitico della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee</i>	

4.6	Raccolta ed organizzazione dei dati di stato	70
4.6.1	<i>Fonti dati</i>	70
4.6.2	<i>Organizzazione e standardizzazione dei dati raccolti</i>	70
4.6.3	<i>Tabelle di sintesi</i>	70
4.6.4	<i>Operazioni di revisione dei dati</i>	72
4.7	Caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee	73
4.7.1	<i>Caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee della Falda Superficiale....</i>	75
4.7.1.1	Conducibilità elettrolitica - Falda Superficiale	76
4.7.1.2	Cloruri – Falda Superficiale.....	77
4.7.1.3	Solfati – Falda Superficiale	78
4.7.1.4	Ferro – Falda Superficiale.....	78
4.7.1.5	Manganese – Falda Superficiale	79
4.7.1.6	Nichel – Falda Superficiale	79
4.7.1.7	Rapporto ione sodio/ione cloruro – Falda Superficiale	80
4.7.1.8	Caratterizzazione mediante il diagramma di Piper – Falda Superficiale.....	81
4.7.1.9	Caratterizzazione mediante il diagramma di Schoeller – Falda Superficiale ..	87
4.7.2	<i>Caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee delle Falde Profonde</i>	105
4.7.2.1	Conducibilità elettrolitica - Falde Profonde	105
4.7.2.2	Cloruri – Falde Profonde.....	106
4.7.2.3	Solfati – Falde Profonde	107
4.7.2.4	Ferro – Falde Profonde.....	107
4.7.2.5	Manganese – Falde Profonde.....	108
4.7.2.6	Nichel – Falde Profonde	108
4.7.2.7	Rapporto ione sodio/ione cloruro – Falde Profonde	108
4.7.2.8	Caratterizzazione mediante il diagramma di Piper – Falde Profonde.....	109
4.7.2.9	Caratterizzazione mediante il diagramma di Schoeller – Falde Profonde	111
4.8	Impatto antropico sulla qualità delle acque sotterranee	116
4.8.1	<i>Impatto antropico sulla qualità delle acque della Falda Superficiale</i>	116
4.8.1.1	Nitrati - Falda Superficiale.....	116
4.8.1.2	Fitosanitari – Falda Superficiale.....	126
4.8.1.3	Solventi clorurati nelle acque sotterranee della Falda Superficiale	127
4.8.2	<i>Impatto Antropico sulla qualità delle acque delle Falde Profonde</i>	134
4.8.2.1	Nitrati - Falde Profonde.....	135
4.8.2.2	Fitosanitari – Falde Profonde.....	137
4.8.2.3	Solventi nelle acque sotterranee delle Falde Profonde	137
4.9	Qualità delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99	141
4.9.1	<i>Stato quantitativo</i>	141

4.9.2	<i>Stato chimico</i>	142
4.9.2.1	Metodo utilizzato per il calcolo dello stato chimico	143
4.9.2.2	Stato chimico delle acque della Falda Superficiale anni 2000, 2001 e 2002 e biennio 2001-2002.....	145
4.9.2.3	Stato chimico delle acque delle Falde Profonde anni 2000, 2001 e 2002 e biennio 2001-2002.....	156
4.9.2.4	Proposta di un metodo per l'attribuzione della classe 4 o 0 relativamente ai parametri di base.....	167
5	CONSIDERAZIONI FINALI	170
6	BIBLIOGRAFIA	173

1 PREMESSA

Con deliberazione della Giunta Regionale n. 13-3131 del 4 giugno 2001 è stato approvato il programma di attività finalizzato all'elaborazione del Piano di Tutela delle Acque previsto dal D.lgs. 152/99 e s.m.i.

In base a quanto stabilito nel programma di attività in carico all'A.R.P.A. e con riferimento al punto "Elaborazioni dei dati qualitativi delle acque sotterranee", è stato predisposto un piano per l'organizzazione e l'elaborazione dei dati idrochimici provenienti dai punti della rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee per gli anni 1999-2002, che tenga conto anche dei dati quantitativi provenienti sia dai punti sopra menzionati, che dai piezometri strumentati per il rilevamento automatico del livello di falda.

2 FINALITA'

Il presente lavoro è finalizzato alla definizione delle caratteristiche geochimiche naturali degli acquiferi delle aree di pianura della regione Piemonte, alla valutazione dell'impatto legato alle attività antropiche ed alla definizione dello Stato Chimico ai sensi del D.Lgs 152/99.

Nell'ambito del lavoro sono state inoltre definite le aree vulnerate da Nitrati e da Solventi Clorurati.

2.1 Quadro normativo di riferimento

La legislazione di riferimento è sviluppata secondo livelli amministrativi (Comunità Economica Europea, Legislazione Nazionale, Leggi Regionali), viene inoltre fornita una sintesi delle principali competenze delineate all'interno della stessa.

2.1.1 Direttive europee

Direttiva CEE/CEE/CE n. 68 del 17/12/1979

80/68/CEE: Direttiva del Consiglio del 17 dicembre 1979 concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose.

Direttiva CEE/CEE/CE n. 778 del 15/07/1980

80/778/CEE: Direttiva del Consiglio del 15 luglio 1980 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

Direttiva CEE/CEE/CE n. 271 del 21/05/1991

91/271/CEE: Direttiva del Consiglio del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

Direttiva CEE/CEE/CE n. 676 del 12/12/1991

91/676/CEE: Direttiva del Consiglio del 12 dicembre 1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Direttiva CEE/CEE/CE n. 61 del 24/09/1996

96/61/CE: Direttiva del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento.

Direttiva CEE/CEE/CE n. 83 del 03/11/1998

98/83/CE: Direttiva del Consiglio del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano

2.1.2 Normativa nazionale

Decreto del Presidente della Repubblica n. 236 del 24/05/1988

Attuazione della direttiva CEE numero 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987.

Legge ordinaria del Parlamento n. 271 del 15/07/1988

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 maggio 1988, n. 155, recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470, concernente attuazione della direttiva CEE n. 76/160, relativa alla qualità delle acque di balneazione.

Legge ordinaria del Parlamento n. 36 del 05/01/1994

Disposizioni in materia di risorse idriche.

Decreto Ministeriale del 29/12/1997

Disciplina concernente le deroghe alle caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano che possono essere disposte dalla Regione Piemonte.

Decreto Legislativo del Governo n. 152 del 11/05/1999

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole e successive modificazioni.

Decreto Legislativo del Governo n. 31 del 02/02/2001

Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.

2.1.3 Normativa regionale

Legge Regionale 26 marzo 1990, n. 13

Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi civili (art. 14, legge 10 maggio 1976, n. 319).

Legge Regionale 17 novembre 1993, n. 48

Individuazione, ai sensi della legge 8 giugno 1990, n. 142, delle funzioni amministrative in capo a Province e Comuni in materia di rilevamento, disciplina e controllo degli scarichi delle acque di cui alla legge 10 maggio 1976, n. 319 e successive modifiche ed integrazioni.

Legge Regionale 13 aprile 1994, n. 5

Subdelega alle Province delle funzioni amministrative relative alle utilizzazioni delle acque pubbliche.

Legge Regionale 30 aprile 1996, n. 22

Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee.

Legge Regionale 29 dicembre 2000, n. 61

Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 in materia di tutela delle acque.

3 ATTIVITA' SVOLTE

Nell'ambito dell'attività A.R.P.A. per la predisposizione del *Piano di Tutela delle Acque* relativamente alle Acque Sotterranee sono state svolte attività di raccolta, omogeneizzazione e verifica dei dati di natura tecnica, anagrafica e chimica prodotti nell'ambito dei progetti P.R.I.S.M.A.S. (Regione Piemonte, 2000a), P.R.I.S.M.A.S. II (Regione Piemonte, 2000b) e "VALLE TANARO" (Regione Piemonte, 2000c) che hanno dato vita alla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee: si è dunque proceduto al censimento di tutti i dati precedentemente informatizzati e archiviati nell'ambito delle fasi di progettazione della rete e prodotti nei primi tre anni di gestione della stessa (2000, 2001 e 2002).

Successivamente a tale attività si è proceduto alla standardizzazione e alla revisione critica degli stessi.

Nelle fasi successive del lavoro è stata realizzata la caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee relativa alla Falda Superficiale e alle Falde Profonde.

Sono inoltre state evidenziate, anche mediante l'utilizzo di opportuni indici di stato e di pressione, le criticità connesse all'impatto antropico sulle acque sotterranee: in particolare, si è proceduto alla definizione delle aree che presentano un vario grado di vulnerazione relativamente ai nitrati, ai prodotti fitosanitari (A.R.P.A, 2003) ed ai solventi clorurati.

E' inoltre stata prodotta una cartografia tematica relativa alle elaborazioni effettuate alla scala 1:250.000 riportata in Allegato 1. Le basi cartografiche utilizzate, di varia provenienza, sono state realizzate a diverse scale, variabili tra 1:10.000 e 1:100.000. Tali basi, disponibili in forma di Shape file di ESRI®, derivano da:

- basi vettoriali SITA alla scala 1:100.000;
- carta idrogeologica, elaborata dal Dipartimento di Scienze della Terra, alla scala 1:100.000;
- carta dell'uso del suolo CORINE, alla scala 1:100.000;
- carta delle aree produttive, prodotta da A.R.P.A Piemonte, alla scala 1:10.000.

In Figura 3-1 è riportato uno schema a blocchi che rappresenta le attività svolte nel presente lavoro.

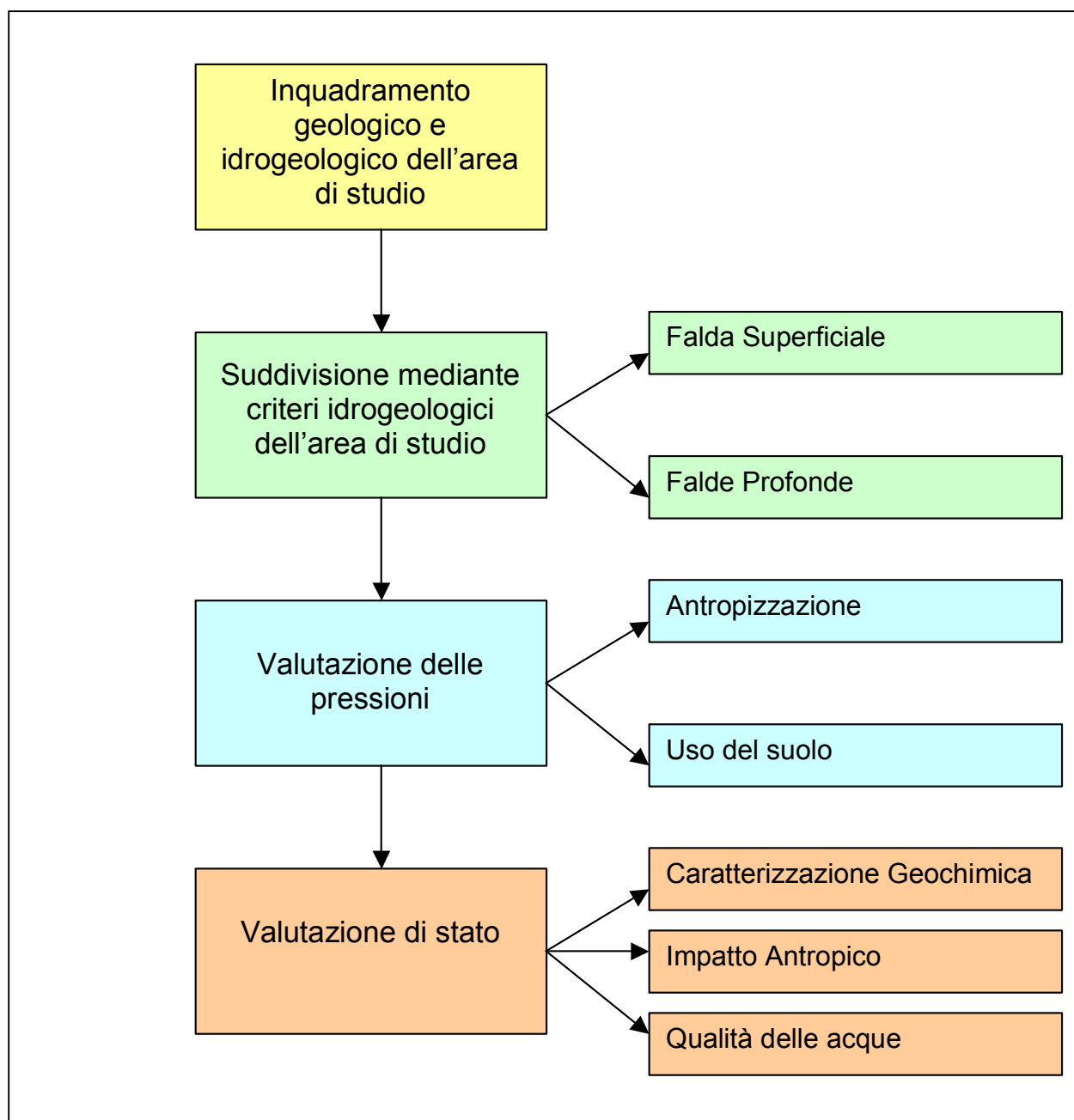


Figura 3-1: schema a blocchi delle attività svolte

4 SINTESI DEI RISULTATI

4.1 *Inquadramento geologico e idrogeologico generale della regione Piemonte*

4.1.1 *Aree monitorate dalla Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee*

La Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee è stata progettata al fine di “monitorare” gli acquiferi relativi alla Falda Superficiale e alle Falde Profonde delle aree di Pianura della regione Piemonte. Sono dunque escluse le aree collinari moreniche, le aree collinari relative al Bacino Terziario Ligure-Piemontese che ospitano nei depositi sabbiosi pliocenici acquiferi di rilevanza regionale, le aree intravallive alpine, le aree montuose.

Di seguito si riporta la ricostruzione dell’assetto geologico e idrogeologico della regione Piemonte sulla base del fascicolo (De Luca et. al.), di prossima pubblicazione sulla Collana Ambiente della Regione Piemonte, inerente la progettazione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee.

Nella Figura 4.1-1 è riportata l'area di studio compresa dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee suddivisa in subaree utilizzate ai fini descrittivi.

In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/1 è riportata la carta idrogeologica derivata dalla pubblicazione (De Luca et al.) citata anteriormente.

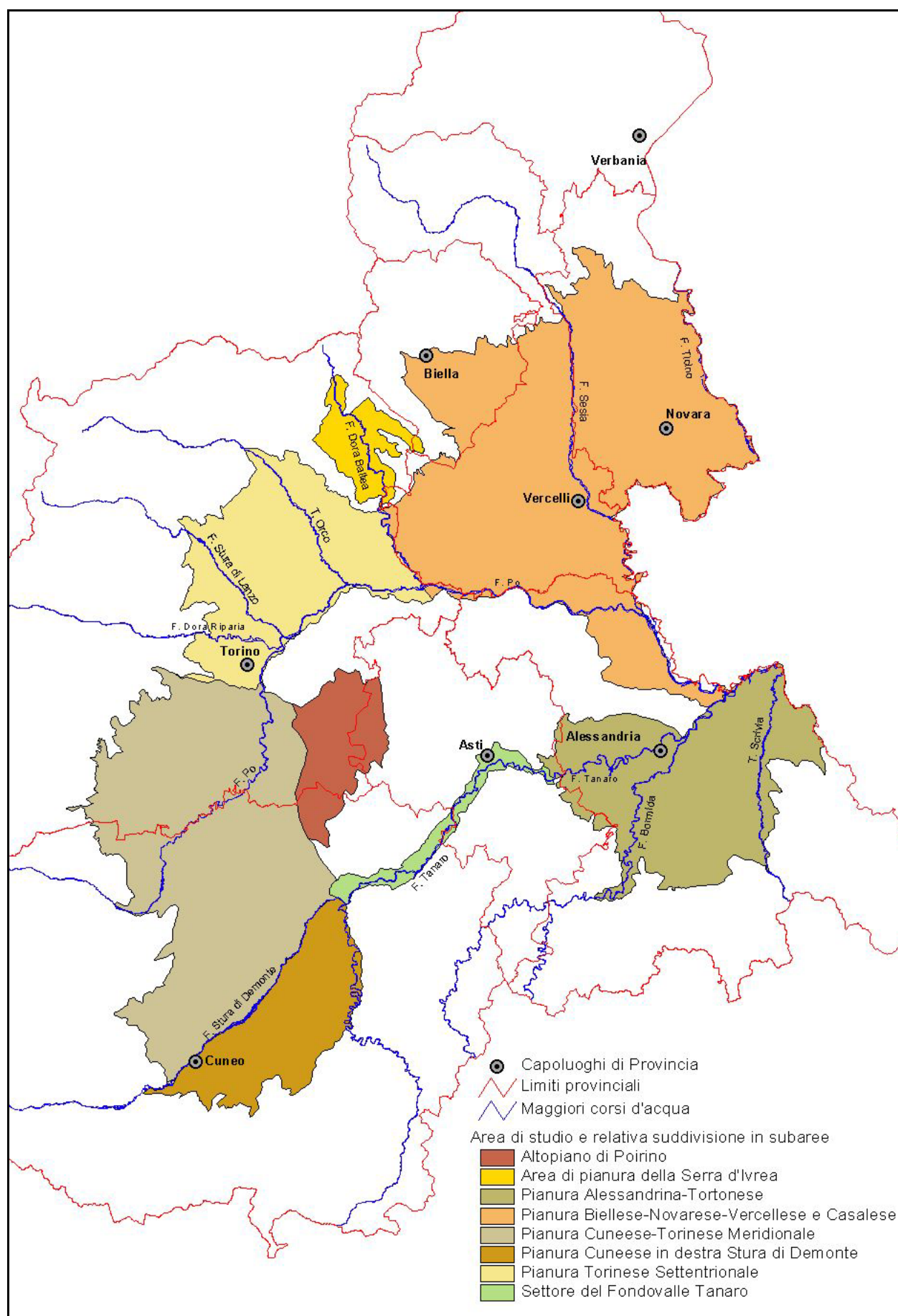


Figura 4.1-1: Area di studio della Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee e suddivisione in subaree

4.1.2 Assetto geologico generale della regione Piemonte

Sotto il profilo geomorfologico il territorio piemontese può essere suddiviso in tre settori: il settore alpino, il settore collinare e il settore di pianura:

- il settore dei rilievi alpini è caratterizzato dalla presenza di rocce impermeabili o permeabili per fratturazione e/o carsismo;
- il settore di pianura è caratterizzato dalla presenza di depositi sciolti, di genesi fluviale, fluvioglaciale, di tessitura variabile, ospitanti uno o più sistemi di falde; gli acquiferi costituiti dai depositi a tessitura più grossolana costituiscono il serbatoio idrico più importante della regione Piemonte. Al settore di pianura si associano, per analogia di circolazione idrica sotterranea, le alluvioni dei fondovalle e le placche di depositi quaternari morenici, detritici e di frana;
- il settore collinare (Collina di Torino, Monferrato e Langhe) presenta condizioni intermedie tra quelle descritte in precedenza, in quanto sono presenti contemporaneamente due litotipi: rocce compatte essenzialmente impermeabili (depositi argilloso-marnoso-conglomeratici del Bacino Terziario Ligure Piemontese) o con locali circuiti idrici sotterranei lungo zone di fessurazione (evidenziati in superficie dalla presenza di vari sistemi di sorgenti) e rocce sciolte permeabili (ad esempio le sabbie plioceniche dell'astigiano), contenenti falde di importanza locale e regionale.

I depositi e le rocce affioranti nel territorio della regione Piemonte possono essere così raggruppate:

Depositi fluviali recenti e attuali (Pleistocene sup. - Olocene)

Sono costituiti da sedimenti sciolti, prevalentemente ghiaioso sabbiosi e subordinatamente limoso argillosi, di origine fluviale (Olocene) e fluvioglaciale (Pleistocene sup. o Würm Auct.) che occupano i fondovalle pedemontani ed il settore padano della pianura piemontese. La granulometria diminuisce dai bordi pedemontani verso l'asse della pianura in corrispondenza del F. Po.

Depositi fluviali medi e antichi (Pleistocene med. - inf, o Mindel - Riss Auct.)

Sono costituiti da sedimenti sciolti, ghiaioso sabbiosi e limoso argillosi anche in alternanza; la frazione fine risulta talora prevalente.

Bordano tutto l'arco alpino-appenninico dal F. Tanaro al L. Maggiore. Sono a contatto con gli archi morenici a cui si collegano geneticamente. Sono caratterizzati da una coltre d'alterazione di colore rossastro (denominato Ferretto in corrispondenza dei depositi più antichi) potente da 2 a 15 metri.

Depositi glaciali degli archi morenici (Pleistocene)

Questi depositi costituiscono gli anfiteatri morenici di Rivoli-Avigliana, della Serra d'Ivrea e dell'Alto Novarese. Sono costituiti da limi e argille con sabbie, ciottoli e massi.

Depositi villafranchiani (Pliocene Sup. - Pleistocene inf.)

Si tratta di depositi prevalentemente lacustri, palustri e fluviali affioranti ai piedi dell'arco alpino (conoide della Stura di Lanzo, Serra d'Ivrea e L. Maggiore), nella pianura alessandrina e nell'Altopiano di Poirino. Questi depositi formano un complesso litostratigrafico formato dall'alternanza di depositi ben permeabili (ciottoli, ghiaie, sabbie) ed impermeabili (limi e argille).

Depositi sabbiosi marini in facies di "Astiano" (Pliocene med.)

Sono costituiti dai depositi marini dalle Sabbie di Asti affioranti nel Bacino Terziario Ligure Piemontese.

Marne e arenarie con argille prevalenti (Paleogene - Pliocene)

Questi sedimenti affiorano ampiamente nell'area del Bacino Terziario Ligure Piemontese (Collina di Torino, Monferrato e Langhe) e dello sperone di Tortona. Litologicamente sono costituiti da argille, marne, arenarie e subordinatamente da calcari marnosi e conglomerati (Calcari di Zebedassi, Marne di Monte Piano, Formazione di Molare, Arenarie di Ranzano, Marne di Antognola, Marne di Rigoroso, Marne di Cessole, Arenarie di Serravalle, Marne di Sant'Agata Fossili, depositi marini limoso-marnosi in facies di "Piacenziano", Conglomerati di Cassano Spinola ecc.). Sono rocce generalmente poco permeabili; la circolazione idrica avviene principalmente per fessurazione. La successione stratigrafica delle formazioni, caratterizzata dall'alternarsi di terreni a diversa permeabilità favorisce il formarsi di frequenti sorgenti per limite di permeabilità.

Argille e marne argillose gessifere, gessi (Messiniano)

Corrispondono ai depositi della Formazione Gessoso-Solfifera, di età messiniana, affiorante nel Bacino Terziario Ligure Piemontese costituita litologicamente da arenarie e marne a cui si associano le sequenze evaporitiche e costituite prevalentemente da gessi. Sono sedimenti generalmente impermeabili; nei gessi, frequentemente, avviene una circolazione idrica per carsismo.

Calcari, dolomie e calcari dolomitici (Trias - Paleogene)

Questi sedimenti affiorano estesamente nelle Alpi Marittime e in piccoli lembi isolati nel resto dell'arco alpino; sono caratterizzati da una notevole circolazione idrica a causa dello svilupparsi di fenomeni carsici superficiali e profondi. In alcune emergenze (Le Vene, Dragonera e Bossea) si hanno portate medie annue di oltre 100 l/s. Anche talune emergenze situate nella pianura alluvionale (L. di Beinette e Sorgente dei Paschi) sono alimentate almeno in parte da circuiti carsici del retrostante arco alpino.

Metamorfiti, plutoniti, vulcaniti (Paleozoico - Neozoico)

In questa unità sono raggruppate rocce magmatiche (plutoniti e vulcaniti) e rocce metamorfiche. Litologicamente si tratta di gneiss di vario tipo, micascisti, quarziti, termini vari delle pietre verdi (serpentiniti, anfiboliti e prasiniti), graniti, porfidi e loro derivati metamorfici. La presenza di sistemi di fratture nelle rocce cristalline (che sono generalmente a componente quarzoso -

silicatica e quindi insolubili) consente lo sviluppo di una certa circolazione idrica sotterranea. Le emergenze di questi circuiti sono caratterizzate da portate modeste (qualche l/s come massimo) e da ottime caratteristiche chimico - fisiche (acque oligominerali). Occorre ricordare tra questi circuiti idrici quelli termali di Valdieri (Valle Gesso) e Vinadio (Valle Stura di Demonte) con temperature massime di oltre 60° C.

4.1.3 Assetto litostratigrafico e idrogeologico del settore di pianura

L'assetto geologico della pianura piemontese presenta un motivo di fondo caratteristico dell'intera Pianura Padana: la sovrapposizione di una coltre alluvionale su di un substrato marino piegato e fagliato. Lo spessore di tale coltre è quindi in diretto rapporto con l'assetto morfostrutturale del substrato. Sono quindi le strutture antiformi e sinformi, le faglie e i sovrascorrimenti, e le platee d'erosione che creano una geografia molto accidentata del substrato facendo variare lo spessore del materasso alluvionale (tale spessore è compreso tra le centinaia di metri nella pianura cuneese e pochi metri lungo tutta la fascia che borda i rilievi collinari della Collina di Torino e del Monferrato tra Torino e Casale M.to).

Sulla base dei dati di letteratura e dei dati litostratigrafici raccolti, quali ad esempio le stratigrafie di sondaggi e pozzi, è stato ricostruito l'assetto idrogeologico del settore di pianura a scala regionale che può essere così schematizzato:

- Serie dei Depositi Fluviali: di spessore variabile, di età compresa tra il Pliocene e l'Attuale, nell'ambito della quale sono riconoscibili tre complessi:
 1. Complesso dei Depositi Grossolani Fluviali: costituito da ghiaie prevalenti con sabbia e localmente ciottoli;
 2. Complesso delle Alternanze Fluviali: costituito da alternanze di depositi fini limoso-argillosi e depositi grossolani di natura ghiaiosa e sabbiosa; i depositi grossolani sono prevalenti;
 3. Complesso dei Depositi Fini Fluviali: costituito da depositi limoso-argillosi prevalenti.

Va inoltre segnalata la presenza diffusa, in vasti settori della regione, di banchi di conglomerati di formazione secondaria per precipitazione di carbonato di calcio; tali concrezioni costituiscono setti di spessore anche decametrico.

- Serie dei Depositi Glaciali, costituita nelle aree di pianura, dal Complesso dei Depositi degli Archi Morenici relativi agli anfiteatri di Rivoli-Avigliana, della Serra d'Ivrea e dell'Alto Novarese, di età Pleistocenica: tali depositi per le caratteristiche di estrema eterogeneità dei sedimenti che li costituiscono possono ospitare falde aventi importanza locale, comunque, di produttività limitata.
- Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani, di età pliocenica sup. - pleistocenica inf. Nell'ambito della serie sono riconoscibili due complessi:

1. Complesso delle Alternanze Villafranchiane: costituito da alternanze in banchi di spessore anche decamentrico di limi argillosi, sabbie e ghiaie di ambiente lacustre, fluviolacustre e deltizio; esso risulta distribuito nei settori distali rispetto ai rilievi alpini. Tale complesso, avente spessore variabile, anche superiore al centinaio di metri, ospita un complesso sistema acquifero multifalda in pressione, generalmente con buone caratteristiche di produttività ed elevato grado di protezione da contaminazioni provenienti dalla superficie. L'intercomunicazione o la separazione di tali falde è funzione dello spessore e della continuità laterale dei diaframmi limoso-argillosi.
 2. Complesso dei Depositi Fini Villafranchiani: costituito da limi argillosi prevalenti con locali intercalazioni sabbiose e ghiaiose di modesto spessore, presente anch'esso nei settori distali rispetto ai rilievi alpini in eteropia di facies con il Complesso delle Alternanze. Da un punto di vista idrogeologico risulta scarsamente produttivo.
- La Serie dei Depositi Marini Pliocenici di età Pliocene inf. - Pliocene med.

Nell'ambito della serie sono riconoscibili due complessi:

1. Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini in facies di "Astiano", di età pliocenica med.: tale complesso, ospitante falde in pressione di importanza regionale, di spessore anche superiore al centinaio di metri, presenta generalmente buone caratteristiche di produttività ed elevato grado di protezione nelle aree centrali degli attuali bacini di sedimentazione e progressivamente minori al margine alpino e collinare. Le falde idriche sono raggiunte e sfruttate da vari pozzi di acquedotti soprattutto nell'astigiano.
2. Complesso dei Depositi Argilloso-Siltoso-Sabbiosi Marini in facies di "Piacenziano", di età pliocenica inf.: tale complesso si sviluppa al di sotto ai depositi del Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini; a causa della prevalenza di sedimenti fini presenta una scarsa circolazione idrica anche se livelli acquiferi produttivi possono rinvenirsi in corrispondenza di livelli più grossolani.

La presenza di alti strutturali sepolti (anticlinali) ha creato le condizioni per la formazione di diversi bacini sedimentari separati tra loro. Secondo vari autori questa differenziazione dei bacini "villafranchiani" ha una grande importanza sotto il profilo idrogeologico, in quanto suddivide la pianura piemontese in quattro zone acquifere omogenee (ulteriormente suddivisibili al loro interno in funzione dell'assetto idrogeologico): la Pianura Cuneese - Torinese Meridionale la Pianura Torinese settentrionale, la pianura Biellese-Vercellese-Novarese e la Pianura Alessandrina.

Le prime due sono separate da una strozzatura in corrispondenza della traversa "Piossasco – Moncalieri", ricollegabile al prolungamento nel sottosuolo della collina di Torino.

La terza è delimitata verso W ed E da due alti strutturali sepolti situati rispettivamente a cavallo del corso del F. Dora Baltea l'uno, e poco ad E della sponda sinistra orografica del F. Ticino l'altro.

Infine il Bacino Alessandrino è separato idrogeologicamente dal resto della pianura (Pianura Tortonese) dalla dorsale sepolta "Tortona – Montecastello".

4.1.4 Assetto idrogeologico dei diversi settori della pianura piemontese

La caratterizzazione dell'assetto geoidrologico è stata realizzata per aree appartenenti al medesimo contesto idrogeologico. I settori individuati come omogenei al loro interno sono i seguenti: Pianura Cuneese e Torinese Meridionale, Altopiano di Poirino, Pianura Torinese Settentrionale, Pianura Biellese-Vercellese-Novarese e Casalese, Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte, Settore del Fondovalle Tanaro, Pianura Alessandrina-Tortonese.

Nel seguito si definisce come "Falda Superficiale", la falda idrica di significato regionale più vicina alla superficie del suolo; tale falda presenta le seguenti caratteristiche:

- è generalmente di tipo libero, anche se può presentare condizioni di confinamento locale;
- è alimentata anche dalle acque di infiltrazione provenienti dalla superficie del suolo;
- è in diretta connessione con i corsi d'acqua.

L'acquifero che contiene la Falda Superficiale è definito come "acquifero superficiale".

Più in profondità seguono in genere acque sotterranee che appartengono a circuiti di flusso più profondi; le falde corrispondenti sono dette "Falde Profonde, e "acquiferi profondi" gli acquiferi che le contengono.

Le Falde Profonde possono presentare condizioni di confinamento e di interconnessione variabili in funzione dei livelli impermeabili (in genere limi e argille) che le caratterizzano.

In Figura 3.1.4-1 sono riportate le tracce delle sezioni schematiche riportate nei paragrafi seguenti.

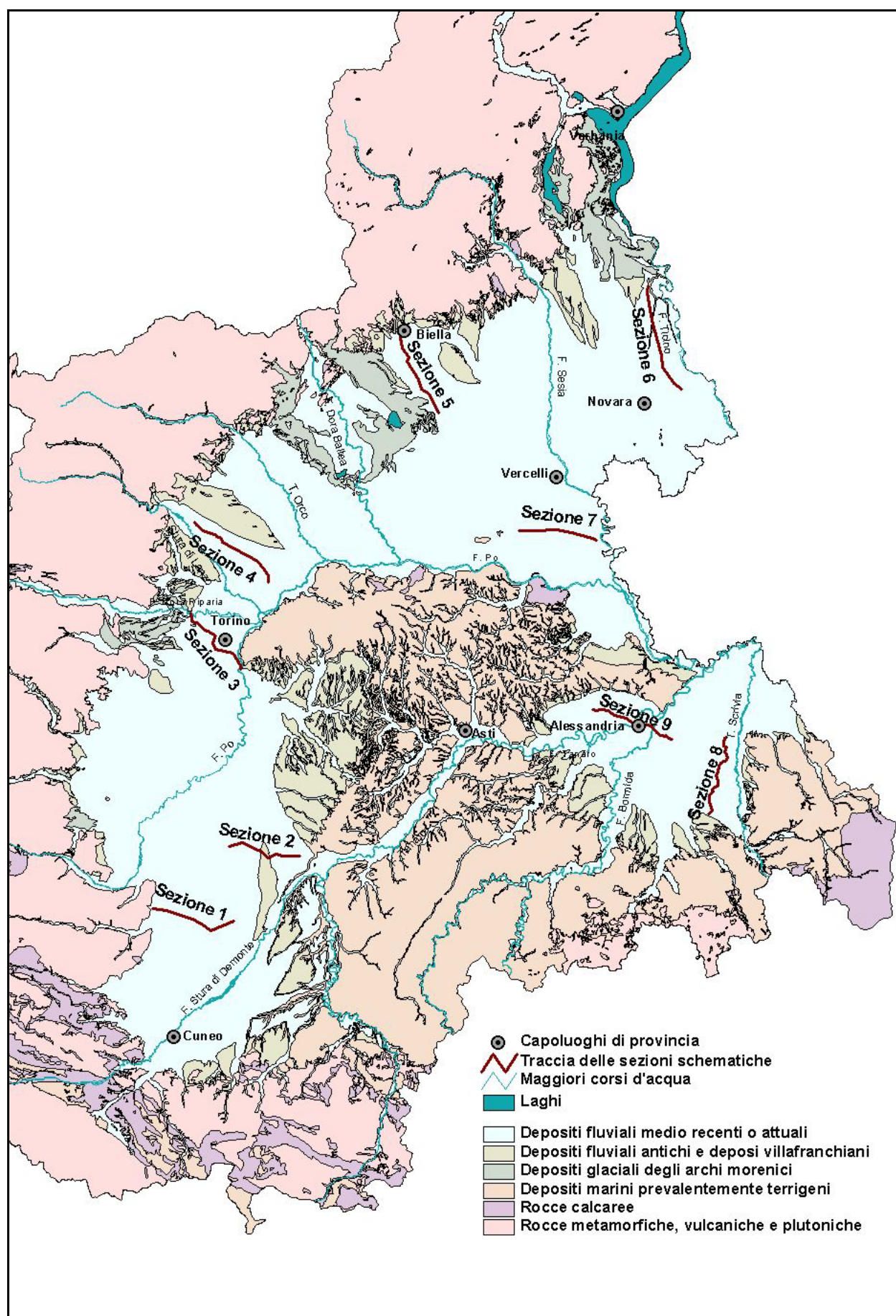


Figura 3.1.4-1: Tracce delle sezioni schematiche

4.1.4.1 Pianura Cuneese e Torinese Meridionale

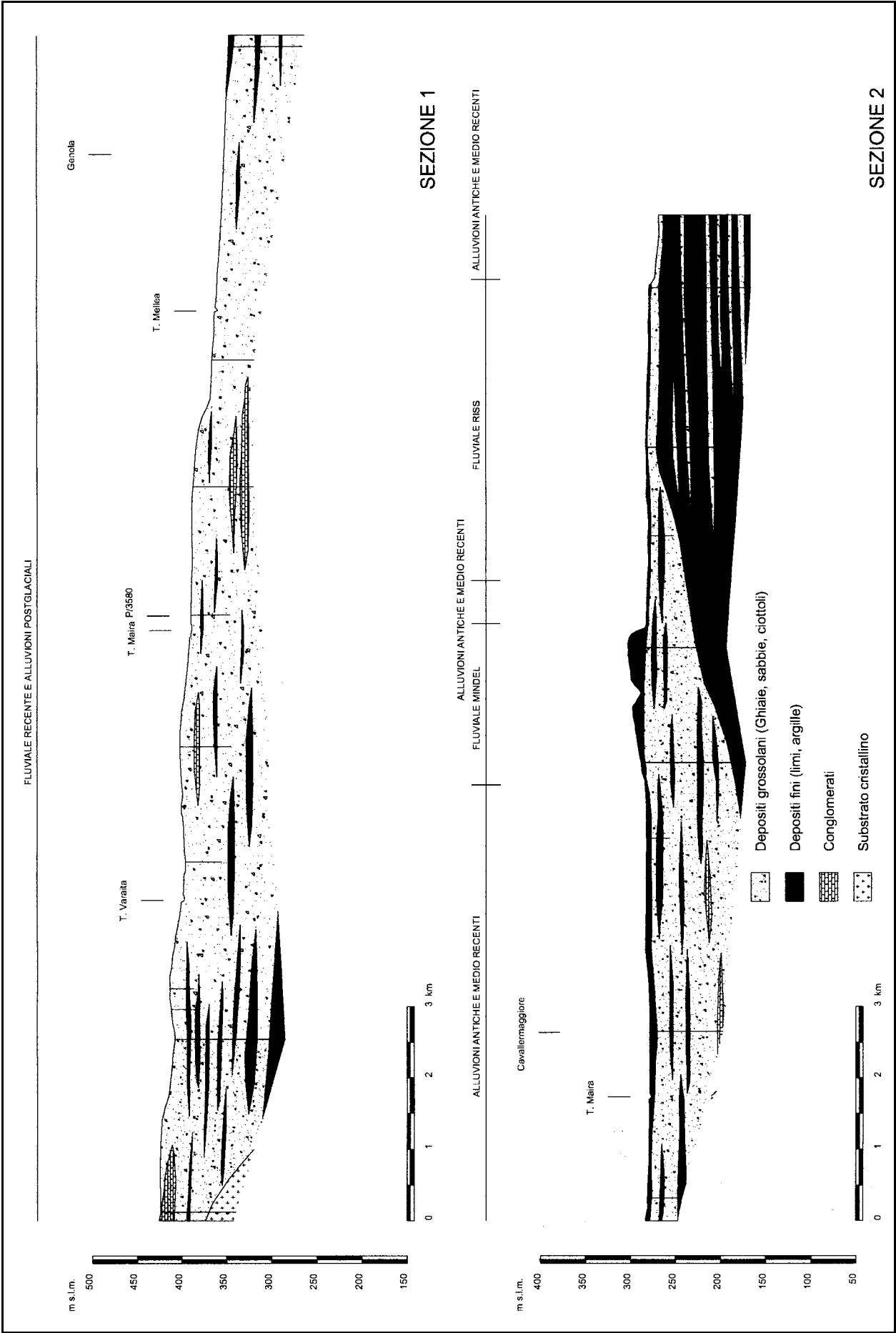
- L'area, sviluppata tra una quota massima di circa 600 m s.l.m. nel settore meridionale, presso l'abitato di Dronero, e una minima circa 220 m s.l.m. in corrispondenza dell'abitato di Moncalieri, è costituita dalla porzione di Pianura Cuneese, delimitata a Sud e ad Ovest dai rilievi alpini e ad Est dall'asta del F. Stura di Demonte, e dall'area di Pianura Torinese posta a Sud dell'abitato di Torino; al margine nordorientale dell'area è presente l'Altopiano di Poirino avente caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche distinte.
- L'area in esame è drenata dal F. Po e dai suoi affluenti, i più importanti tra i quali: il T. Maira, il T. Varaita, drenanti la Pianura Cuneese e il T. Pellice e il T. Chisola, drenanti la Pianura Torinese.
- La sequenza litostratigrafica tipica risulta costituita dalla presenza in superficie della Serie dei Depositi Fluviali di età pliocenico-olocenica aventi spessore variabile da alcune decine di metri nel settore settentrionale dell'area a spessori considerevolmente maggiori e valutabili anche superiori alle centinaia di metri nei settori meridionali dell'area relativi alla Pianura Cuneese. Qui, in effetti, si rinvencono spessori elevati (fino ad alcune centinaia di m) di depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi talora alterati e con abbondante matrice e rare intercalazioni fini (cfr. Sezione 1). In questi casi risulta estremamente difficoltoso porre un limite tra una circolazione superficiale e una profonda ed è prevedibile che una certa interconnessione tra i diversi livelli acquiferi si mantenga anche in profondità. Ciò non toglie comunque che anche l'alternanza di livelli a conducibilità idraulica non molto differente possa risultare in grado, localmente e a profondità più elevate, di compartimentare gli acquiferi. Tali aree costituiscono, con buona probabilità, le aree di alimentazione delle Falde Profonde confinate presenti più a nord. Procedendo infatti verso NE, compaiono livelli meno permeabili, ghiaie argillose o veri e propri livelli limoso-argillosi appartenenti in profondità alla Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani (cfr. Sezione 2), di spessore e continuità laterale maggiore, che permettono una più netta separazione della Falda Superficiale dalle falde più profonde. Al margine orientale dell'area, sono presenti depositi fluviali terrazzati di età pleistocenica inf. alterati con tessiture più fini. I depositi fluviali sono inoltre spesso caratterizzati dalla presenza di livelli fortemente cementati dovuti alla precipitazione di carbonato di calcio. Questi livelli, che possono presentare potenze anche di 50-60 m, non sembrano mostrare una elevata continuità laterale poiché il grado di cementazione risulta variabile da punto a punto; in particolare, nella parte alta della conoide del T. Maira, tra Dronero, Busca e Caraglio, è presente un ridotto numero di pozzi a causa della presenza di potenti bancate conglomeratiche, difficilmente perforabili attraverso il metodo a percussione (il più diffuso in passato). Allontanandosi dalla fascia

pedemontana di conoide il grado di cementazione delle alluvioni diminuisce, con una percentuale sempre più alta di frazioni fini; la componente ciottolosa-ghiaiosa, sempre dominante, è accompagnata da sabbie per lo più associate a ghiaie come matrice e livelli limoso-argillosi in corpi lenticolari. Nel settore settentrionale dell'area, inferiormente alla Serie dei Depositi Fluviali, è presente la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani, rappresentata dal Complesso delle Alternanze Villafranchiane, caratteristico dell'ambiente di sedimentazione deltizio-lacustre-palustre; tale complesso risulta costituito da depositi fini di natura limoso-argillosa alternati a livelli di depositi sabbiosi e ghiaiosi, ben individuabili nei settori settentrionali dell'area relativi alla Pianura Torinese, al margine con l'Altopiano di Poirino. Nel settore centrale dell'area sono attraversati dalle perforazioni dei pozzi per acqua nei soli settori marginali dell'area: ad Ovest, a ridosso del margine alpino (abitato di Saluzzo ad una profondità di 60-70 m) e ad Est in corrispondenza dell'abitato di Fossano per uno spessore noto di circa 70-80 m. Nei settori meridionali dell'area la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani non è mai attraversata dalle perforazioni dei pozzi per acqua a causa dell'elevato spessore della sovrastante Serie dei Depositi Fluviali. Nel settore settentrionale dell'area, inferiormente alla Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani è presente la Serie dei Depositi Marini Pliocenici costituita dal Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini in facies di "Astiano", caratterizzata da un ricco contenuto fossilifero, e dal sottostante Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso-sabbiosi Marini in facies di "Piacenziano". Tali complessi non sono incontrati dalle perforazioni di pozzi per acqua nel settore centrale e meridionale dell'area a causa dell'elevato spessore dei depositi delle serie sovrastanti.

- La Falda Superficiale è ospitata nella Serie dei Depositi Fluviali di età pleistocenica inf. - attuale con spessori progressivamente minori da S a N; la produttività di tale acquifero risulta maggiore in corrispondenza delle alluvioni recenti dei corsi d'acqua e nei settori meridionali relativi alla pianura cuneese, caratterizzati da granulometrie maggiori. La Falda Superficiale presenta condizioni di soggiacenza elevata in corrispondenza degli sbocchi vallivi (Stura di Demonte, Val Grana, Val Maira, Val Varaita, Valle Po), le condizioni di soggiacenza minima si riscontrano lungo l'asse centrale della Pianura Cuneese e Torinese Meridionale. La morfologia della superficie piezometrica della Falda Superficiale evidenzia il rapporto di interconnessione con il reticolo idrografico; osservando la Carta Idrogeologica allegata si osserva come il settore meridionale dell'area sia caratterizzato da una azione alimentante svolta dai principali corsi d'acqua (T. Maira e T. Varaita), nel settore centrale e settentrionale dell'area il F. Po risulta invece svolgere una azione drenante. Si osserva inoltre come i settori meridionali dell'area, relativi alla pianura cuneese e i settori pedemontani della pianura torinese presentino gradienti idraulici elevati, variabili da 0.01 (settore pedemontano della

pianura torinese) a 0.0065 (pianura cuneese); i rimanenti settori della pianura torinese presentano gradienti idraulici sensibilmente inferiori e valutabili in circa 0.001.

- Una separazione litologica tra gli acquiferi contenenti la Falda Superficiale e quelli contenenti le Falde Profonde risulta ben individuabile nel settore settentrionale dell'area a causa della marcata differenziazione granulometria dei depositi. Inferiormente alla Falda Superficiale è presente un sistema di falde sovrapposte in pressione contenute nei livelli a tessitura più grossolana (sabbie e ghiaie) presenti all'interno della Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani (Complesso delle Alternanze Villafranchiane) precedentemente descritti e, talora, nella sottostante Serie dei Depositi Marini Pliocenici. Nel settore meridionale, la presenza quasi esclusiva di sedimenti grossolani, anche se con diversi gradi di alterazione, non consente di separare la Falda Superficiale sulla base delle sole caratteristiche litostratigrafiche. Gli acquiferi profondi presentano una buona produttività e risultano sfruttati da numerose captazioni, specie per le necessità legate all'approvvigionamento idropotabile e industriale.



4.1.4.2 Altopiano di Poirino

- L'Altopiano di Poirino, sviluppato tra una quota di circa 380 m s.l.m. in corrispondenza dell'abitato di Montà d'Alba e circa 230 m s.l.m. presso l'abitato di Santena, costituisce l'appendice orientale della Pianura Meridionale Piemontese, interrotta ad E da una potente scarpata (alta circa 100 m); la scarpata dell'Altopiano di Poirino separa quest'area subpianeggiante dai Rilievi dell'Astigiano.
- I collettori principali dell'attuale sistema di drenaggio superficiale, caratterizzato da uno spartiacque superficiale in corrispondenza della scarpata dell'Altopiano di Poirino, sono il T. Banna ed il T. Meletta; gli affluenti del T. Banna drenano le porzioni settentrionale e centrale dell'Altopiano ed il versante meridionale della Collina di Torino, mentre il T. Meletta drena la parte meridionale dell'Altopiano.
- L'Altopiano di Poirino è costituito da una sequenza di depositi pleistocenici ed olocenici continentali: questi costituiscono la Serie dei Depositi Fluviali che ricoprono i terreni plio-pleistocenici a facies continentali della Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani e a facies marine della Serie dei Depositi Marini Pliocenici. Anche secondo quanto riportato nella carta geologica dell'Altopiano di Poirino alla scala 1:50.000 (Forno M.G., 1982), la parte alta della successione stratigrafica dell'altopiano è caratterizzata da depositi fluviali di natura prevalentemente limosa-argillosa con locali intercalazioni ghiaiose e sabbiose (Complesso dei Depositi Fini Fluviali). Studi di fotointerpretazione (Forno M.G., 1980) hanno rivelato la presenza di forme attribuibili a canali meandriformi, forme che nel settore settentrionale e meridionale dell'Altopiano di Poirino sono costituite da rilievi allungati con sommità tabulare. Studi sedimentologici e petrografico-mineralogici (Forno M.G., 1982) hanno dimostrato che questi depositi fluviali sono stati alimentati dai bacini del F. Po e del F. Tanaro e che quindi le forme relitte testimoniano tracciati abbandonati del "PaleoPo"; quest'ultimo deviò, assumendo l'attuale decorso, in conseguenza del basculamento verso W dell'Altopiano di Poirino avvenuto circa 40.000 anni fa. L'attuale sistema di drenaggio è stato fortemente condizionato dalla presenza di forme preesistenti che vengono riutilizzate in gran parte, ma con una direzione di deflusso verso W e non più verso E. Lo spessore totale dei depositi fluviali dell'Altopiano di Poirino è variabile da 10 a 30 m e la loro collocazione cronologica va dal Pleistocene medio all'Olocene. I depositi più antichi, presenti nel settore centrale e meridionale dell'altopiano sono intensamente pedogenizzati. La natura di questi depositi è prevalentemente limoso-argillosa con locali livelli sabbiosi e ghiaiosi. Inferiormente alla Serie dei Depositi Fluviali è presente la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani costituita da alternanze di depositi limosi e argillosi e depositi ghiaioso-sabbiosi (Complesso delle Alternanze Villafranchiane); questi depositi affiorano a N al margine dell'Altopiano di Poirino ai piedi della Collina di Torino, a S in corrispondenza dei Rilievi

del Braidese e a E in corrispondenza della scarpata orientale. Gli spessori maggiori si rilevano nel settore centrale dell'altopiano e sono valutabili in circa 200 m. Inferiormente è presente il Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini costituito da depositi sabbiosi fossiliferi (potente circa 100 m) e il Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso-sabbiosi.

- L'assetto idrogeologico dell'area è caratterizzato dalla presenza di una Falda Superficiale avente direzione di flusso E-W e da Falde Profonde con direzione W-E (Canavese P.A. et al., 1999). La Falda Superficiale è ospitata nelle intercalazioni più grossolane presenti nei depositi fluviali superficiali potenti alcune decine di metri (Complesso dei Depositi Fluviali Fini); la Falda Superficiale è caratterizzata da soggiacenze generalmente limitate a pochi metri nel settore settentrionale e centrale dell'Altopiano e progressivamente maggiori nel settore meridionale. Tale falda, drenata dal reticolato idrografico locale, presenta una direzione di flusso complessiva E-W. L'acquifero superficiale presenta una redditività generalmente mediocre ed è utilizzato esclusivamente nell'ambito di una economia rurale. Le Falde Profonde sono di tipo confinato e sono ospitate nei livelli più grossolani presenti all'interno della Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani (Complesso delle Alternanze Villafranchiane) precedentemente descritti e nella sottostante Serie dei Depositi Marini Pliocenici. Le Falde Profonde presentano soggiacenze in genere superiori ai 20÷30 m e direzione di flusso complessiva W-E, quindi opposte a quelle della Falda Superficiale. Gli acquiferi contenenti le Falde Profonde presentano una buona produttività e risultano sfruttati da numerose captazioni per uso idropotabile, agricolo ed industriale. Tali falde costituiscono la risorsa idrica più sfruttata nell'area.

4.1.4.3 Pianura Torinese Settentrionale

- L'area, compresa tra il bordo alpino e quello della Collina di Torino, presenta una quota massima di circa 650 m al margine con i rilievi alpini, e una minima di circa 160 m s.l.m. alla confluenza tra il F. Dora Baltea e il F. Po, in corrispondenza della stretta costituita dalla Serra di Ivrea e il margine dei rilievi della Collina di Torino che la separa dalla pianura Biellese-Vercellese-Novarese.
- L'area in esame è drenata dal F. Po e dai suoi affluenti; tra i più importanti si riportano il T. Sangone, il F. Dora Riparia, il F. Stura di Lanzo, il T. Malone, il T. Orco e il F. Dora Baltea; se confrontata con la pianura Cuneese e Torinese Meridionale, questa presenta una maggiore varietà di forme per la presenza di vaste aree terrazzate e rilevate rispetto alla pianura di base di alcune decine di metri.
- La sequenza litostratigrafica tipica risulta costituita dalla Serie dei Depositi Fluviali, di età pleistocenica-olocenica, avente spessore variabile da alcuni metri al margine con i rilievi della Collina di Torino a circa 60-70 m in corrispondenza degli alti terrazzi costituiti dai depositi fluviali del Pleistocene inf. (Mindel Auct.); va inoltre segnalata la presenza,

all'interno dei depositi fluviali, specie nell'area compresa tra il F. Sangone e il F. Dora Riparia, di livelli fortemente cementati dovuti alla precipitazione del carbonato di calcio. Tali livelli, di genesi secondaria, possono presentare spessori considerevoli, fino a 30-40 m, (cfr. sezione 3) ma con scarsa continuità laterale. Inferiormente è presente la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani, di età pliocenica sup. - pleistocenica inf.; tale serie risulta costituita, nell'area, da alternanze di banchi di spessore anche decametrico di limi e argille ricche di resti organici vegetali (torbe, resti lignei) e fossili di molluschi di acqua dolce, alternati a sabbie e ghiaie generalmente sterili da un punto di vista fossilifero (Complesso delle Alternanze Villafranchiane). La serie villafranchiana presenta gli spessori massimi nelle aree centrali dell'area in esame, valutabili in circa 150 m in corrispondenza dell'abitato di Collegno, e progressivamente minori, sino a scomparire, al margine con la Collina di Torino dove risulta assente. La sequenza litostratigrafica prosegue con la Serie dei Depositi Marini Pliocenici; questa costituisce una struttura sinclinale sepolta avente asse a direzione variabile e circa parallelo al margine dei Rilievi della Collina di Torino. Inferiormente è presente il Complesso dei Depositi Argilloso-Siltoso-Sabbiosi Marini in facies di "Piacenziano" (cfr. Sezione 4).

- La Falda Superficiale è ospitata in un acquifero costituito dai depositi nella Serie dei Depositi Fluviali di età Pleistocene inf. - Olocene; tale acquifero presenta caratteristiche di produttività variabili, maggiori in corrispondenza delle alluvioni più recenti e quindi più permeabili e minori in corrispondenza dei depositi più antichi e quindi più alterati degli alti terrazzi. La Falda Superficiale, generalmente a superficie libera, è caratterizzata da una direzione di flusso variabile da circa W-E in corrispondenza di Torino e NW-SE nei settori settentrionali dell'area. Osservando la Carta Idrogeologica allegata si evidenzia come la morfologia della superficie piezometrica sia fortemente condizionata dal reticolato idrografico che esercita generalmente una azione drenante. Il flusso idrico sotterraneo risulta inoltre condizionato dalla presenza degli alti terrazzi (Vaude) costituiti da depositi più antichi di età pleistocenica inf. (Mindel) e quindi generalmente più alterati e meno permeabili; in corrispondenza degli alti terrazzi la ricarica verticale della falda diviene trascurabile e l'acquifero presenta generalmente permeabilità inferiori alle altre aree. La soggiacenza presenta valori anche maggiori ai 50 m in corrispondenza degli alti terrazzi e progressivamente minori (alcuni metri) in corrispondenza delle alluvioni attuali dei corsi d'acqua. I gradienti idraulici maggiori si registrano nei settori pedemontani degli alti terrazzi e sono pari a 0.010, quelli minori si registrano a ridosso dei rilievi della Collina di Torino in corrispondenza dell'alveo del F. Po (0.0015). La separazione tra l'acquifero contenente la Falda Superficiale e l'acquifero contenente le Falde Profonde risulta generalmente ben individuata per le marcate differenze di tessitura che contraddistinguono i diversi complessi idrogeologici. Le Falde Profonde sono costituite

da un sistema di falde sovrapposte in pressione contenute nei livelli a tessitura più grossolana (sabbie e ghiaie) presenti all'interno dei Depositi di Transizione Villafranchiani (Complesso delle Alternanze Villafranchiane) precedentemente descritti e nella sottostante Serie dei Depositi Marini Pliocenici. Gli acquiferi profondi presentano anche in quest'area una buona produttività e risultano sfruttati da numerose captazioni, specie per le necessità legate all'approvvigionamento idropotabile e industriale.



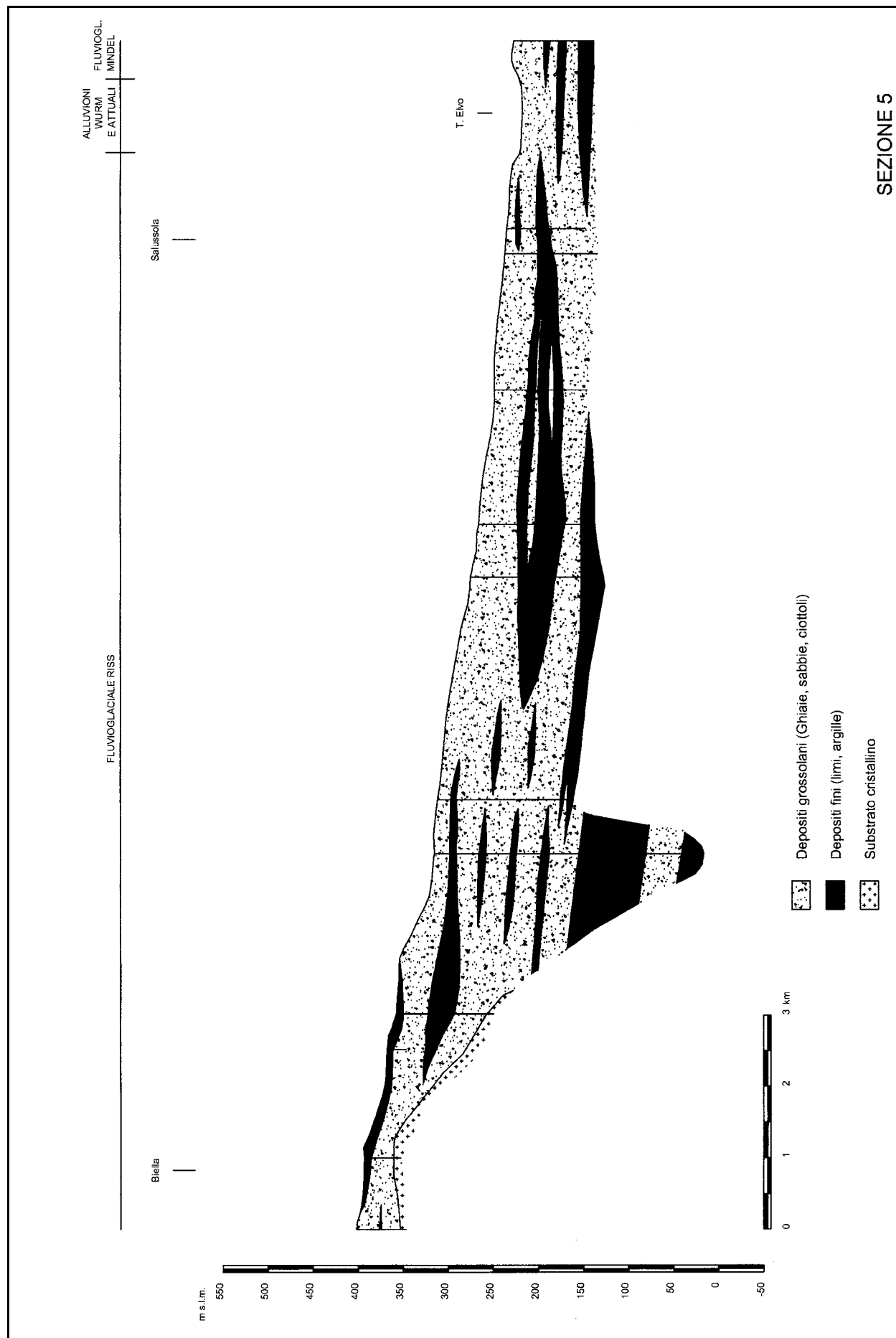
4.1.4.4 Pianura Biellese-Vercellese-Novarese

- L'area si sviluppa tra una quota massima di circa 450 m nel settore nordoccidentale, presso l'abitato di Biella, e una minima di circa 90 m s.l.m. al margine SE dell'area in corrispondenza dell'alveo del F. Po; risulta delimitata a N dai rilievi alpini, a S dai rilievi collinari del Monferrato, a W dall'anfiteatro morenico della Serra di Ivrea e dal F. Dora Baltea e ad E dai limiti territoriali della regione Piemonte.
- L'area in esame è drenata dal F. Po e dai suoi affluenti; tra i più importanti si riportano il F. Dora Baltea, il F. Sesia e il F. Ticino.
- La sequenza litostratigrafica tipica presenta nella parte alta della sequenza la Serie dei Depositi Fluviali, di età pleistocenica-olocenica aventi spessore variabile da circa 70-80 m nel settore orientale dell'area (cfr. Sezioni 6 e 7) e progressivamente minore al margine con i rilievi alpini ove si riducono a pochi metri di spessore (cfr. Sezione 5). La Serie dei Depositi Fluviali, complessivamente di età pleistocenica inf. - olocenica, è costituita da ghiaie prevalenti con sabbia e, localmente, ciottoli di età pleistocenica sup. - attuale (Complesso dei Depositi Grossolani Fluviali), da depositi ghiaiosi e sabbiosi prevalenti moderatamente alterati, con locali presenze di lenti limoso argillose, da materiali a granulometria decrescente procedendo verso valle, di età pleistocenica med. (Complesso delle Alternanze Fluviali); tali depositi affioranti in vaste aree del settore settentrionale e occidentale dell'area e per una ristretta fascia in corrispondenza dell'abitato di Novara sono raccordati alle alluvioni più recenti mediante scarpate di modesta altezza, generalmente inferiore ai 10 m; inferiormente sono presenti depositi ghiaiosi e limoso-argillosi fortemente alterati (Ferretto Auct.) di età pleistocenica inf. (Mindel. Auct.) (Complesso dei Depositi Fini Fluviali), affioranti nel settore settentrionale dell'area; questi depositi risultano terrazzati e raccordati alle sovrastanti alluvioni più recenti da scarpate di altezza variabile generalmente non inferiori ai 20 m. Inferiormente è presente la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani di età Pliocene sup. - Pleistocene inf., avente uno spessore massimo mal valutabile e comunque verosimilmente non inferiore ai 200 m nei settori centrali dell'area e progressivamente minori nei settori settentrionali dove è presente in affioramento. Nell'area la serie villafranchiana è costituita da depositi di ambiente lacustre o di laguna costiera caratterizzati dalla ripetuta comparsa di argille blu e grigie, con intercalazioni sabbiose in forma lenticolare, talvolta rilevanti, ma discontinue, localmente associate a livelli di ghiaietto (Complesso delle Alternanze Villafranchiane). E' ricorrente la presenza di torba o lignite associata alle argille e, subordinatamente alle sabbie. In alcune stratigrafie sono stati segnalati ritrovamenti fossiliferi, costituiti in genere da conchiglie, associate alle argille nel pozzo di Vespolate e nel pozzo di Fisrengo, quest'ultimo riportato anche da Sacco (1912, 1924, 1933). Studi precedenti (E.N.E.L., 1984), hanno evidenziato, nel

settore di Trino Vercellese, come la serie villafranchiana sia composta da sedimenti limoso-sabbiosi di ambiente lacustre o fluvio-lacustre depositi in continuità di sedimentazione sulle formazioni marine sottostanti. Nello stesso lavoro si evidenzia inoltre come i depositi villafranchiani siano costituiti da due “membri”; il primo (Membro Superiore), rappresentato da orizzonti limosi intercalati a livelli sabbioso-ghiaiosi e corrispondente al Complesso delle Alternanze Villafranchiane e il secondo (Membro Inferiore), prevalentemente limoso con livelli sabbiosi e, raramente, ghiaiosi corrispondente al Complesso dei Depositi Fini Villafranchiani. Sulla base delle caratteristiche petrografico-mineralogiche è stato evidenziato come la provenienza dei sedimenti sia frequentemente mista alpino-appenninico. Inferiormente alla serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani sono presenti i sedimenti della Serie dei Depositi Marini Pliocenici, costituiti da sabbie da fini a finissime giallastro-rossicce, talora con lenti o strati ghiaiosi o ciottolosi, e da sabbie grigio-giallastre o grigiastre il cui spessore valutabile è di circa 100 m sulla destra del T. Cervo alla base dell’altipiano di Candelo - Castellengo - Mottalciata (Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini in facies di “Astiano”) inferiormente sono presenti i sedimenti di età pliocenica inf. del Complesso dei Depositi Argilloso-Siltoso-Sabbiosi Marini in facies di “Piacenziano”, costituiti da orizzonti argillosi di colore grigio, potenti qualche decina di metri, alternati a sabbie di colore grigio a granulometria fine, generalmente fossiliferi. Tali depositi sono affioranti nei pressi degli abitati di Gozzano e Maggiora. I depositi marini pliocenici vengono raggiunti dalle perforazioni dei pozzi per acqua nei soli settori settentrionali dell’area mentre nei settori centrali e meridionali non vengono raggiunti a causa dell’elevato spessore dei depositi fluviali superficiali e dei sottostanti depositi villafranchiani.

- La Falda Superficiale è ospitata nei depositi grossolani, prevalentemente ghiaie, ciottoli e subordinatamente sabbie a granulometria variabile, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità buona (Complesso dei Depositi Fluviali); localmente sono presenti depositi argilloso-limosi, sotto forma di lenti discontinue o associate a ghiaie e sabbie che danno origine ad un deposito fortemente eterogeneo (Complesso delle Alternanze Fluviali). La produttività dell’acquifero contenente la Falda Superficiale è molto variabile: scarsa nei settori settentrionali dell’area, in corrispondenza dei depositi degli alti terrazzi, costituiti da alluvioni più antiche e quindi più alterate e progressivamente maggiore, nei settori centrali e meridionali dove sono presenti alluvioni più recenti e quindi meno alterate. Lo spessore dei depositi alluvionali risulta variabile da poche decine di metri fino a 80 m nel centro di Novara. Gli spessori minori si trovano lungo la fascia del T. Sesia a partire dai centri di Arborio e Landiona; a valle del T. Cervo, a partire da Buronzo e nel settore meridionale della pianura Vercellese; le potenze massime si raggiungono invece a nord di Novara, tra il F. Sesia (a N di Carpignano Sesia) e il F. Ticino. Nella zona di pianura

centro meridionale, l'acquifero superficiale è associabile ai depositi alluvionali recenti Würmiani (Pleistocene sup. - Attuale) e a quelli antecedenti del Mindel-Riss (Pleistocene inf. - Pleistocene med.). La soggiacenza presenta i valori maggiori, anche superiori ai 50 m, in corrispondenza degli alti terrazzi presenti nel settore settentrionale dell'area e generalmente inferiori ai 10 m nei settori centrali e meridionali dell'area. La Falda Superficiale mostra una direzione di flusso complessiva NW-SE e risulta fortemente condizionata dall'azione drenante svolta dal F. Ticino al margine E dell'area, dal T. Cervo nel settore centro settentrionale e dal F. Po nel settore meridionale dell'area. Questa presenta i gradienti idraulici più elevati nelle aree poste a ridosso dei rilievi alpini in corrispondenza degli alti terrazzi (0.012) e progressivamente minori nelle aree meridionali dell'area (0.0015). La base dell'acquifero contenente la Falda Superficiale è in genere ben delineabile a causa delle diverse tessiture dei depositi che caratterizzano l'acquifero superficiale e quello profondo. Le Falde Profonde sono contenute entro livelli permeabili (prevalentemente sabbiosi) del Complesso delle Alternanze Villafranchiane appartenente alla Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani, nei depositi del Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini in facies di "Astiano" e nel sottostante Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso-sabbiosi in facies di "Piacenziano". Nel settore meridionale dell'area, il confinamento delle Falde Profonde è dovuto verticalmente a strati impermeabili del Complesso Villafranchiano e, lateralmente, dai sovrascorimenti sepolti del margine appenninico, arcuati con direzione E-W, che troncano la continuità degli orizzonti permeabili, portandoli a contatto con la successione del Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso-sabbiosi in facies di "Piacenziano". Nella parte settentrionale dell'area, a ridosso dei rilievi pre-alpini, i depositi villafranchiani (Complesso delle Alternanze Villafranchiane) passano lateralmente a depositi ghiaiosi alterati, alternati localmente a lenti di sabbie argillose.



4.1.4.5 Settore Cuneese della Valle Tanaro

- L'area, sviluppata tra una quota massima di circa 600 m nel settore meridionale, presso l'abitato di Boves, e una minima circa 200 m s.l.m. in corrispondenza della confluenza del T. Stura di Demonte nel F. Tanaro, presso l'abitato di Cherasco, è costituita dalla porzione di Pianura Cuneese facente parte del bacino del F. Tanaro. Questa è delimitata a W dall'asta del F. Stura di Demonte, ad E dai rilievi collinari delle Langhe a S dai rilievi alpini e a N dalla confluenza tra il T. Stura di Demonte e il F. Tanaro, in corrispondenza della stretta di Cherasco.
- L'area in esame è drenata dal F. Tanaro e dai suoi affluenti; tra i più importanti si riporta il T. Stura di Demonte.
- La sequenza litostratigrafica tipica è caratterizzata dalla presenza in superficie della Serie dei Depositi Fluviali di età pliocenica-olocenica: il livello fondamentale della pianura è costituito dai sedimenti recenti di natura ghiaioso-ciottolosa con abbondante matrice sabbiosa di età Olocenica, tali depositi risultano alterati in superficie in un suolo di colore giallo-ocraceo profondamente modificato dall'attività agricola. I depositi più antichi risultano presenti in affioramento sui terrazzi di Benevagienna e Salmour e sugli "alti terrazzi" (terrazzo di Beinette, Roracco e Pianfei); tali depositi, di natura prevalentemente ciottoloso-ghiaiosa, risultano essere fortemente alterati specie nella porzione più superficiale con la formazione di una coltre limoso-argillosa. Sugli altopiani di Benevagienna e Salmour tali depositi, potenti circa 10 m, si trovano a quote nettamente superiori rispetto al livello fondamentale della pianura risultando nettamente separati da questo. Nella fascia tra Fossano e Margarita, la componente grossolana è costituita da una prevalenza di sabbia e le intercalazioni argillose sono scarse. Inferiormente le intercalazioni argillose divengono sempre più frequenti (Complesso delle Alternanze Villafranchiane). La successione litostratigrafica continua con la Serie dei Depositi Marini di età pliocenica, costituita nella parte alta dalla successione dal Complesso dei Depositi Sabbiosi Marini in facies di "Astiano" e nella parte bassa dal sottostante Complesso dei Depositi Marini Argilloso-siltoso-sabbiosi in facies di "Piacenziano". Inferiormente è presente la Serie dei Depositi Marini Prepliocenici. Tali sedimenti costituiscono il proseguimento delle varie formazioni pre-plioceniche affioranti in corrispondenza dei rilievi collinari. Particolare importanza riveste in questo settore la presenza della Formazione Gessoso-Solfifera del Messiniano affiorante nella porzione nordorientale dell'area, poiché i sedimenti ad essa ascrivibili influiscono sul chimismo delle acque nelle zone in cui essa costituisce il substrato delle falde o in quelle di pianura prossime alle aree dove si trova in affioramento. Data la natura fine dei sedimenti che formano i depositi terziari marini prepliocenici, si può dedurre che, ai fini pratici, questi possano essere considerati impermeabili.

- La direzione di flusso generale della Falda Superficiale è verso NE anche se la particolare conformazione geomorfologica dell'area, caratterizzata dalla presenza di forme terrazzate, influenza notevolmente la morfologia della superficie piezometrica. Le porzioni di pianura risultino sospese rispetto ai corsi d'acqua dei T. Gesso e Stura di Demonte ad W, del T. Pesio a S e del Fiume Tanaro a E. I principali fiumi risultano quindi essere incassati rispetto alla superficie piezometrica della falda a superficie libera e pertanto svolgono un'azione drenante su di essa. Le isopieze tendono infatti ad incurvarsi in corrispondenza delle scarpate principali assumendo un andamento circa parallelo a queste, a causa della brusca perdita del carico idraulico in loro prossimità. Numerose sono infatti le sorgenti lungo i principali orli di terrazzo. Sul terrazzo di Benevagienna i depositi fluviali, fortemente alterati in superficie, costituiscono un acquifero superficiale a bassa produttività. Sul terrazzo di Salmour la bassa produttività dei depositi fluviali è anche testimoniata dall'esiguo numero dei pozzi; infatti ai pozzi venivano preferite le cisterne atte a raccogliere l'acqua piovana per soddisfare i fabbisogni idrici ad uso domestico (oggi sostituite dal servizio acquedottistico comunale). Sugli altopiani di Benevagienna e Salmour è ancora una volta la morfologia della superficie topografica ad influenzare fortemente la piezometria della falda a superficie libera. L'andamento delle isofreatiche individua un alto in posizione centrale che funge da spartiacque con conseguente divergenza dei flussi verso le scarpate dei terrazzi. A E il F. Tanaro, incassato di oltre 80 m, svolge un'azione drenante riscontrabile anche nel Settore del Fondovalle Tanaro. I gradienti più elevati sono riscontrabili in prossimità della fascia pedemontana (0,009) e nella stretta fascia di pianura a N del Comune di Sant'Albano Stura tra l'incisione del T. Veglia a E e del T. Stura di Demonte a W. Il gradiente medio del tratto centrale della pianura cuneese presa in considerazione è di 0,007. Nei pressi di Tetti Pesio (Comune di Cuneo, a S di Castelletto Stura) l'andamento delle isofreatiche mostra però una sensibile riduzione del gradiente (0,004) coincidente con la storica presenza dei fontanili lungo un allineamento circa NW-SE che da Tetti Pesio giunge sino al L. di Beinette. A valle di Trinità il gradiente (0,003) diminuisce notevolmente sino al Comune di Narzole; mentre a N di Narzole la configurazione morfologica fa sì che il gradiente sia di nuovo in crescita.

4.1.4.6 Settore del Fondovalle Tanaro

- L'area è costituita dal fondovalle del Fiume Tanaro nel tratto tra Cherasco e il suo sbocco nella Pianura Alessandrina (all'altezza di Quattordio e Masio) sviluppata tra una quota di circa 200 m e circa 100 m s.l.m. In questo tratto del suo corso il F. Tanaro scorre in un fondovalle relativamente stretto, delimitato a Sud dai rilievi delle Langhe e a Nord dai Rilievi del Roero e del Monferrato. La sequenza litostratigrafica risulta costituita dalla presenza in superficie di un modesto spessore (circa 10 m) di depositi alluvionali di

età prevalentemente tardo pleistocenica sup. - olocenica (Serie dei Depositi Fluviali); tali depositi sono prevalentemente ghiaiosi, con granulometria che tende a diminuire procedendo da monte a valle. Le ghiaie non sono mai cementate; localmente l'erosione di fondo del corso d'acqua mette a nudo il substrato marino prequaternario; inferiormente, infatti, sono presenti le formazioni plioceniche della Serie dei Depositi Marini di Pliocenici (Complesso dei Depositi Argilloso-siltoso sabbiosi Marini in facies di "Piacenziano") e pre-plioceniche del Bacino Terziario Piemontese costituite da depositi fini generalmente sterili da un punto di vista idrogeologico. Va segnalata la presenza della Formazione Gessoso Solifera del Messiniano, incisa dal corso del F. Tanaro, e presente in affioramento nei settori settentrionali dell'area; tale formazione condiziona fortemente il chimismo delle acque di falda presenti nell'area.

- La Serie dei Depositi Fluviali ospita nell'area la Falda Superficiale generalmente a superficie libera. Tale falda presenta buone caratteristiche di produttività ed un gradiente medio di 0.0025; questa risulta strettamente interconnessa con il F. Tanaro risultando drenata da quest'ultimo. Nell'area non è presente un sistema acquifero profondo, per la presenza di formazioni terziarie di natura prevalentemente fine, e quindi impermeabile, inferiormente ai depositi fluviali.

4.1.4.7 Pianura Alessandrina-Tortonese

- L'area, sviluppata tra una quota massima di circa 300 m nel settore meridionale, al margine con i rilievi collinari delle Langhe, e una minima di circa 70 m s.l.m. in corrispondenza della confluenza del F. Scrivia nel F. Po nel settore NE, è costituita dalla Pianura Alessandrina fino al suo innesto con la Pianura Padana in corrispondenza della strettoia compresa tra i rilievi collinari del Monferrato Orientale a Nord-Ovest e l'Appennino Tortonese a Sud-Est; comprende inoltre un lembo della Pianura Padana costituito dalla Pianura di Tortona; questa confina nel settore NW con il settore del Fondovalle Tanaro, prima descritto, in corrispondenza della stretta Quattordio-Masio; ai margini meridionali dell'area sono presenti i rilievi collinari delle Langhe; il margine NE dell'area è costituito dai limiti territoriali della regione Piemonte; a N, sul lato occidentale, sono presenti i rilievi collinari del Monferrato.
- Tale area è drenata dal F. Tanaro e dai suoi affluenti; tra i più importanti si riportano il T. Belbo, il F. Bormida, il T. Scrivia. La morfologia dell'area risulta caratterizzata dalla presenza di superfici terrazzate raccordate con i rilievi collinari delle Langhe; queste presentano una caratteristica convergenza delle acclività dei rispettivi piani campagna verso la zona di Alessandria, dovuta alla particolare evoluzione strutturale del Bacino Alessandrino.
- Sulla base della ricostruzione dell'assetto litostratigrafico effettuata, la pianura del settore in esame si può suddividere in due aree: la Pianura Alessandrina s.s. e la

Pianura Tortonese, separate dalla direttrice Tortona-Montecastello. La sequenza litostratigrafica è caratterizzata dalla presenza in superficie della Serie dei Depositi Fluviali costituita da ampie conoidi alluvionali di età pleistocenica inf. - olocenica, che, dallo sbocco delle rispettive valli, si aprono a ventaglio verso nord, saldandosi lateralmente tra di loro; questi depositi, prevalentemente grossolani (Complesso dei Depositi Grossolani Fluviali), si interdigitano lungo il bordo del Monferrato con i materiali più fini del F. Tanaro (cfr. Sezione 9). I depositi più recenti si distinguono nettamente da quelli sottostanti più antichi lungo i corsi d'acqua principali, mentre altrove il passaggio è più sfumato; questi depositi, di natura ghiaiosa, sabbiosa e argillosa con modesto grado di alterazione superficiale, costituiscono la maggior parte della pianura tra Serravalle Scrivia, Tortona, Castelnuovo Scrivia, Sale e Alessandria. La piana estesa da Novi Ligure a Pozzolo Formigaro - Fresonara è formata da depositi fluviali di età pleistocenica media. La Serie dei Depositi Fluviali termina con i depositi fluviali più antichi, altimetricamente più elevati; questi formano i terrazzi a S di Novi Ligure e di Capriata d'Orba - San Cristoforo. Tali sedimenti corrispondono, nel F. 70 Alessandria della C.G.I. (Servizio Geologico d'Italia, 1969), ai depositi del Fluviale e Fluviale-lacustre Antichi di età pleistocenica inf., la cui natura è prevalentemente ghiaioso-sabbioso-argillosa, con un forte grado di alterazione superficiale. In via generale, la parte occidentale del bacino risulta alluvionata dal Bormida e dall'Orba con deposizione di materiale ghiaioso e ciottoloso, mentre il F. Tanaro, dato il suo lungo percorso, ha un apporto prevalentemente sabbioso. La parte orientale del bacino invece, comprendente l'area tra Novi-Alessandria-Sale, è essenzialmente il prodotto dell'alluvionamento dello Scrivia, come testimoniato dalla presenza di ciottoli calcarei provenienti dal bacino imbrifero dello Scrivia. Solo ad W di Spinetta Marengo e di Castelceriolo compaiono oltre ai ciottoli calcarei anche ciottoli di serpentiniti e di gneiss provenienti dall'erosione del Gruppo di Voltri da parte di Bormida e Orba. La confluenza in tale area di grosse correnti fluviali (soprattutto il Bormida e lo Scrivia) può in parte spiegare la grande potenza dei depositi alluvionali, 100 m nell'area poco a N di Pozzolo Formigaro, mentre spessori ridotti di alcuni metri si ritrovano nelle aree pedecollinari e in corrispondenza della dorsale sepolta Tortona-Montecastello (cfr. Sezione 8). Nella zona tra Castelceriolo e Montecastello e nei pressi di S. Giuliano Nuovo, infatti, i depositi alluvionali presentano un esiguo spessore (a 20 m dal p.c. sono state trovate marne gessifere riferibili alla Formazione "Marnoso Gessifera" del Messiniano). Inferiormente ai depositi fluviali è presente la Serie dei Depositi Villafranchiani di Transizione; l'area di distribuzione in affioramento e nel sottosuolo di tale complesso è limitata alle zone pianeggianti e subcollinari, mentre è assente nei rilievi collinari e sulla dorsale sepolta tra Tortona e S. Giuliano, tra Castelceriolo e Piovera ed a E della congiungente Novi Ligure - Tortona.

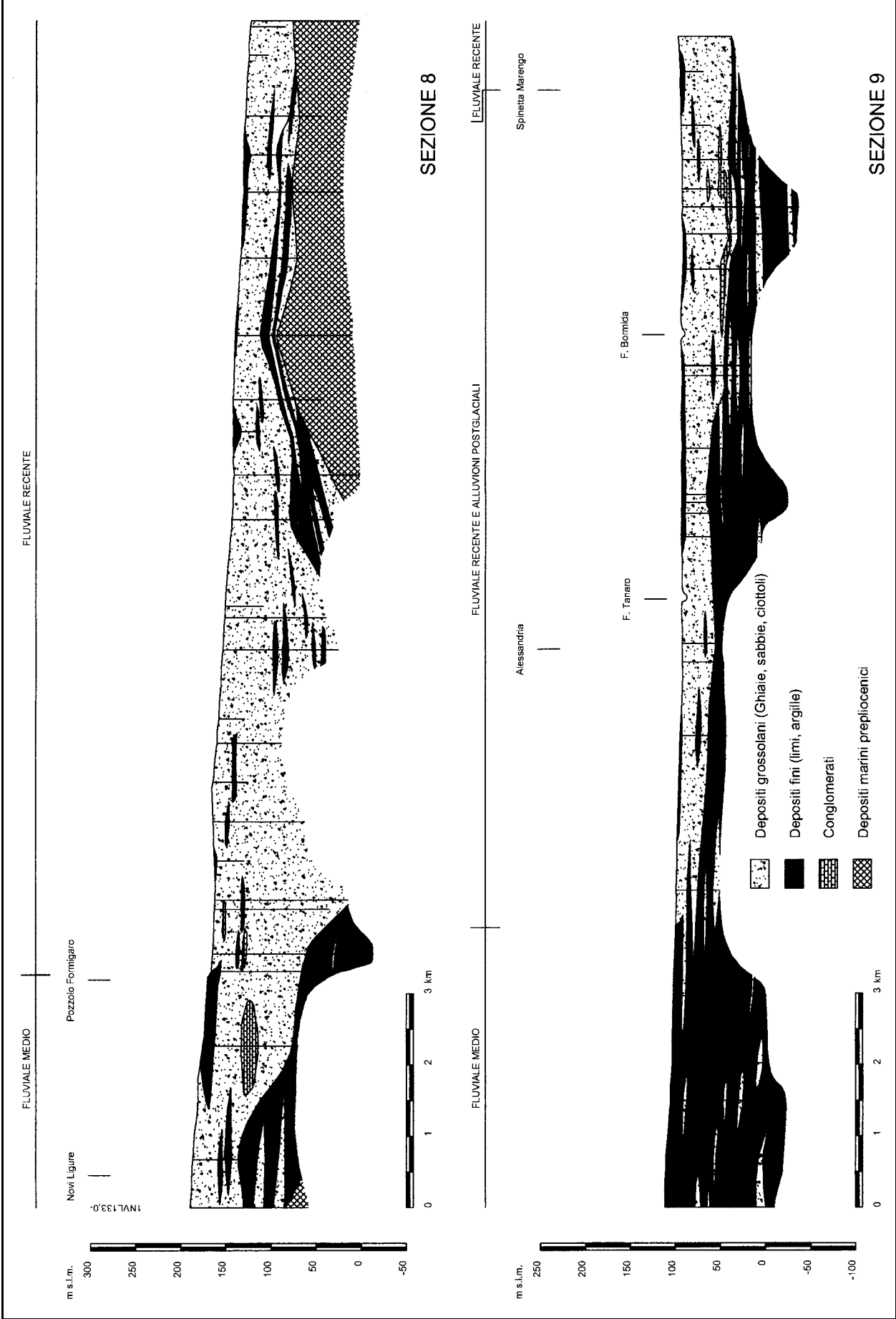
Questo complesso raggiunge le massime potenze in corrispondenza delle conche strutturali di Alessandria e Tortona. Nel “settore alessandrino”, i depositi villafranchiani sono caratterizzati da una maggiore abbondanza dei depositi argillosi procedendo da E verso W, cioè avvicinandosi all’Astigiano, come aveva già notato B. Martinis (1949), e procedendo dalla parte superiore verso quella inferiore. Quest’ultima caratteristica è da imputarsi al fatto, come descritto nelle note del Foglio Alessandria della Carta Geologica d’Italia (Boni e Casnedi, 1970), che la parte del Villafranchiano superiore appare legata ad un ambiente a più alta energia, di tipo fluviale, mentre la parte inferiore del Villafranchiano appare legata ad un ambiente palustro-lacustre e quindi a più bassa energia. Nella parte centrale della pianura alessandrina, tale complesso risulta essere costituita da un’alternanza di sabbie da fini a grossolane, argille limoso-sabbiose e marne argillose grigio-verdi con faune lacustri (Paludina, Planorbis, Bythynia, ecc.) talora con concrezioni calcaree e livelli ricchi di materia organica. Raramente sono presenti anche passate ghiaiose. Al centro della Pianura Alessandrina la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani raggiunge una potenza di oltre 300 m. Procedendo verso sud le ghiaie diventano più frequenti, per cui la Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani ai bordi della pianura tra il Bormida e lo Scrivia è rappresentata da un’alternanza di facies argilloso-limoso-marnose e facies grossolane talora cementate. Spesso in assenza di dati paleontologici certi, i sedimenti fini della Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani possono essere confusi con i sedimenti della Serie dei Depositi Marini Pliocenici. La sequenza stratigrafica continua con la Serie dei Depositi Marini di età pliocenica, affioranti in corrispondenza dei rilievi collinari delle Langhe e del Monferrato; questi si approfondiscono rapidamente procedendo verso il centro della pianura stessa sino a non risultare più raggiungibili da pozzi e sondaggi. In tale settore questa fa parte integrante delle strutture sepolte, essendo stata anch’essa deformata dai movimenti tettonici responsabili della formazione di un bacino asimmetrico, allungato SE-NW (da Serravalle Scrivia ad Alessandria), interpretabile come un bacino piggy-back, formatosi alle spalle dei thrust rappresentanti il modello deformativo sepolto della zona. La dorsale Tortona-Montecastello rappresenta in quest’ottica la culminazione assiale di uno di questi thrust separando il bacino di Alessandria (a S della dorsale) dal bacino della pianura tortonese (posto a N della dorsale) che si raccorda più a N con la Pianura Padana. In corrispondenza della parte apicale di tale dorsale, i sedimenti marini sono stati in parte erosi. L’individuazione della serie marina è relativamente agevole in alcune zone, mentre in altre risulta più problematica, in parte per la modesta profondità dei pozzi disponibili, in parte per la difficoltà di interpretazione dei sedimenti con facies di transizione fra l’ambiente marino e

quello continentale a causa della carenza di informazioni paleontologiche nelle stratigrafie.

- Nelle aree pianeggianti la Falda Superficiale è ospitata perlopiù nei depositi della Serie dei Depositi Fluviali, mentre le Falde Profonde nella Serie dei Depositi di Transizione Villafranchiani e nella sottostante Serie dei Depositi Marini di età pliocenica. Nelle aree pedecollinari, lungo il primo tratto pianeggiante del T. Belbo, fino all'altezza di Oviglio e nella parte nord occidentale dell'area, tra Quargnento, S. Michele e Valle S. Bartolomeo l'acquifero superficiale presenta una produttività limitata, in quanto è frequente la presenza di limi argillosi e argilloso sabbiosi (Complesso dei Depositi Fini Fluviali). Vi sono inoltre aree nelle quali sono assenti acquiferi profondi. In tali aree l'acquifero superficiale poggia su una sequenza appartenente per lo più al Terziario marino, sterile da un punto di vista idrogeologico. Tali aree sono:
 - tratto del F. Bormida a sud di Cassine e Castelnuovo Bormida;
 - lungo il T. Orba a sud di Capriata d'Orba;
 - lungo la dorsale Tortona-Montecastello, nel tratto San Giuliano-Tortona;
 - in destra Scrivia a sud di Tortona.

Nell'area compresa entro la Pianura Alessandrina s.s., l'acquifero contenente la Falda Superficiale, costituito dalla Serie dei Depositi Fluviali, raggiunge spessori notevoli, valutabili alla confluenza Orba-Bormida in circa 50 m. Nella Pianura Tortonese si assiste invece ad un generale approfondimento del limite inferiore dell'acquifero superficiale procedendo da sud a nord, verso il Po. A SE del F. Tanaro è stata individuata una depressione con direzione SW-NE, probabilmente testimoniante un paleoalveo di tale corso d'acqua. Dall'analisi delle isofreatiche si può notare la presenza di numerosi assi drenanti e spartiacque sotterranei. La Carta Idrogeologica (Tavola 00CAJ-C302AD02/1, Allegato 1) mette in evidenza come il F. Tanaro costituisca ancora l'elemento drenante principale di tutta l'area in esame, sostituito in questa funzione a nord dal F. Po. I flussi idrici sotterranei hanno un andamento centripeto verso la zona di Alessandria. Uno spartiacque, posto nell'area compresa tra il T. Orba e il T. Scrivia, subparallelo al T. Orba, delimita le acque che convergono verso il centro della Pianura Alessandrina s.s.. A NE di detto spartiacque, il flusso scorre in genere verso la Pianura Tortonese ed è condizionato dai paleoalvei del T. Scrivia e dalle aste fluviali dei corsi d'acqua attuali. Un altro spartiacque è ben visibile a SW di Alessandria; esso separa le acque sotterranee che confluiscono a nord, nel sistema Tanaro-Belbo, da quelle che confluiscono a sud, drenate dal Bormida. Per quanto riguarda il rapporto tra falda freatica e acque superficiali, lo Scrivia è l'unico tra i corsi d'acqua principali ad alimentare, per parte del suo corso. I gradienti idraulici più elevati (0.011) si osservano nel settore SE dell'area; i settori assiali della pianura alessandrina sono caratterizzati invece da gradienti

sensibilmente inferiori valutabili mediamente in 0.0005. I valori di soggiacenza della Falda Superficiale, diminuiscono progressivamente dai settori prossimi ai rilievi collinari delle Langhe e del Monferrato dove superano talora i 20 m, al settore assiale della pianura in corrispondenza dell'alveo del F. Tanaro dove le soggiacenze risultano anche inferiori a 2 m.



4.2 Le “Aree Idrogeologiche” della Falda Superficiale

La necessità di interpretare su base areale i dati chimici puntuali provenienti dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee ha richiesto l'individuazione di un criterio per la definizione di aree di riferimento basato su limiti di natura idrogeologica e non amministrativa. Tale delimitazione di aree è stata affidata dalla Regione Piemonte al Dipartimento di Scienze della Terra (DST) dell'Università degli Studi di Torino (De Luca et al., 2002). Il criterio utilizzato dal DST per la delimitazione delle aree è stato quello di individuare porzioni di territorio non collegate idraulicamente tra loro, fanno eccezione le aree degli alti terrazzi, non del tutto separate idraulicamente dalle aree limitrofe, ma caratterizzate da una maggiore protezione alla contaminazione grazie ai valori elevati di soggiacenza e/o alla presenza in superficie di terreni prevalentemente più fini (limi e argille). In Tabella 4.2-1 è riportato l'elenco delle aree individuate e la relativa descrizione, nell' Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/2 è mostrata l'ubicazione di tali aree nell'ambito della Pianura Piemontese, mentre nella Figura 4.2-1 si presenta uno schema con la distribuzione delle aree idrogeologicamente separate (definite da ora in avanti “Aree idrogeologiche”). e la relativa corrispondenza con le subaree di pianura utilizzate nella descrizione dell'assetto idrogeologico. La delimitazione delle aree è stata realizzata dal DST utilizzando un criterio idrogeologico basato sulle “reti di flusso” con l'ausilio delle seguenti basi cartografiche:

- Carta Piezometrica della Regione Piemonte alla scala 1:250.000 derivata dai progetti regionali PR.I.S.M.A.S. (Regione Piemonte, 2000a), PR.I.S.M.A.S. II (Regione Piemonte, 2000b), “VALLE TANARO” (Regione Piemonte, 2000c);
- Carta dell'Idrografia della Regione Piemonte alla scala 1:100.000 redatta in ambito del Sistema Informativo Territoriale Ambientale della Regione (SITA);
- fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, a tutt'oggi l'unica che copra l'intero territorio della regione, versione informatizzata ad opera del DST;
- Carta dei Paesaggi Agrari e Forestali alla scala 1:250.000 redatta da IPLA nel 1992.

Dalla Carta Piezometrica e dalla Idrografia sono state ricavati i limiti delle aree idrogeologicamente separate in accordo con il metodo delle reti di flusso.

Dai fogli della Carta Geologica sono state delimitate ulteriori aree idrogeologicamente separate, corrispondenti ai terrazzi fluviali con scarpata superiore a 10 m rispetto al livello basale della pianura: si può infatti ipotizzare che tali terrazzi siano dotati di una circolazione sotterranea differenziata da quella della pianura di base.

Infine, per la delimitazione del territorio oggetto di studio, dalla Carta dei Paesaggi Agrari e Forestali è stato ricavato il limite a monte della pianura piemontese.

Con la delimitazione delle aree si è proceduto alla spazializzazione dei dati puntuali sia su base statistica che mediante il calcolo di indici connessi ai fenomeni di contaminazione delle Acque Sotterranee per causa antropica.

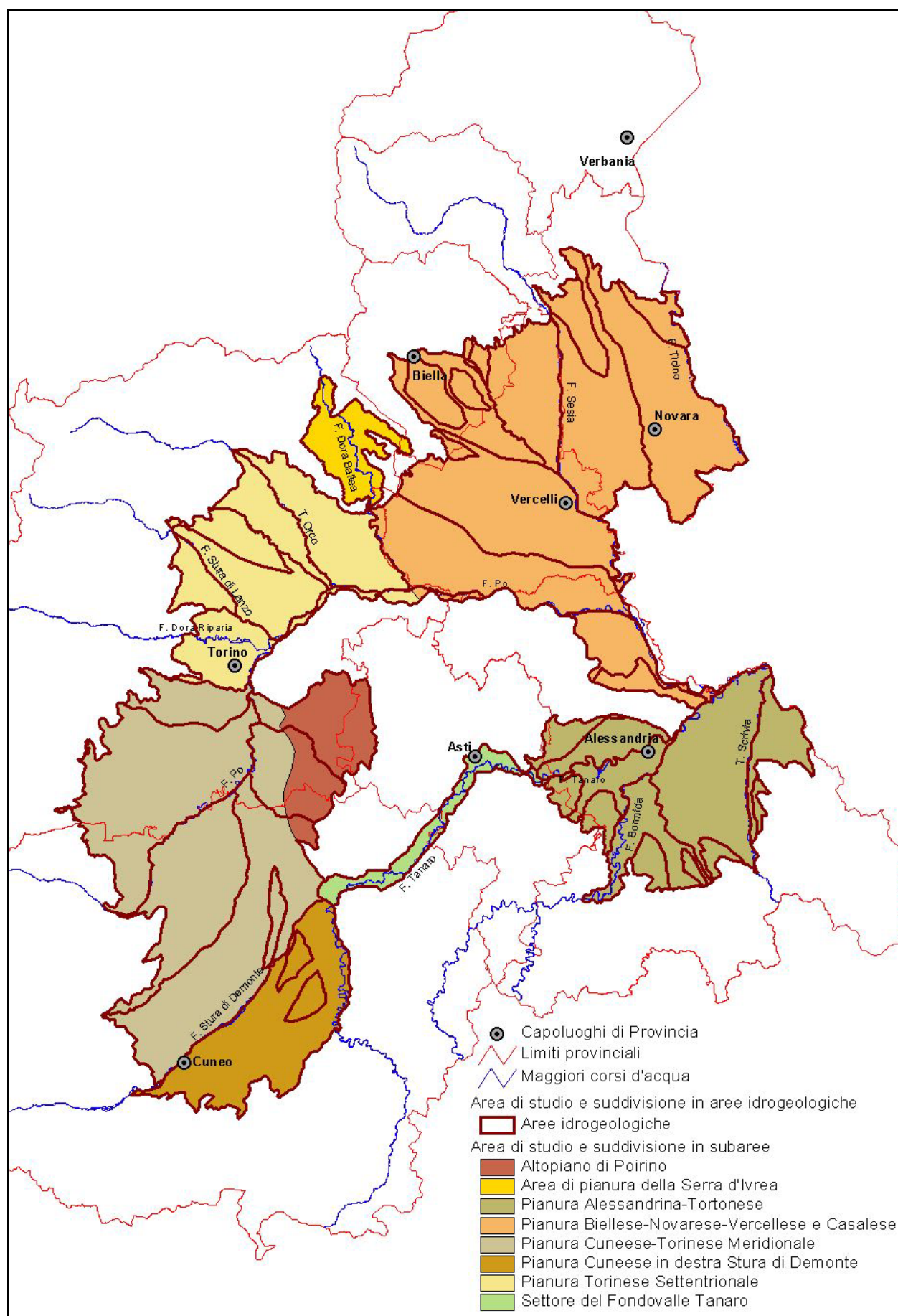


Figura 4.2-1: ubicazione delle aree idrogeologiche e delle subaree di pianura della regione Piemonte.

Codice area idrogeologica	Descrizione area idrogeologica
AL01	Pianura alessandrina in Tanaro da Cerro Tanaro
AL02	Pianura alessandrina tra Tanaro e Bormida
AL03	Pianura alessandrina tra Bormida e Orba
AL04	Pianura alessandrina tra Orba e Scrivia
AL05	Pianura alessandrina in Scrivia
AL06	Pianura casalese tra Po e Sesia
AT01	Valle del Tanaro tra confluenza Tanaro - Stura di Demonte e Cerro Tanaro
CN01	Pianura cuneese tra Po e Maira
CN02	Pianura cuneese tra Maira e Stura di Demonte
CN03	Pianura cuneese tra Stura di Demonte e Tanaro
IV01	Pianura inframorenica d'Ivrea
NO01	Pianura novarese tra Ticino e Agogna
NO02	Pianura novarese tra Agogna e Sesia
TE01	Terrazzo - spartiacque idrogeologico
TE02	Terrazzo
TE03	Terrazzo
TE04	Terrazzo
TE05	Terrazzo
TE06	Terrazzo
TE07	Terrazzo
TE08	Terrazzo
TE09	Terrazzo
TE10	Terrazzo
TE11	Terrazzo
TE12	Terrazzo
TE13	Terrazzo
TE14	Terrazzo
TE15	Terrazzo
TE16	Terrazzo
TE17	Terrazzo
TE18	Terrazzo
TE19	Terrazzo
TO01	Pianura torinese tra Dora Baltea, Po e Orco
TO02	Pianura torinese tra Orco, Po e Malone
TO03	Pianura torinese tra Malone, Po e Stura di Lanzo
TO04	Pianura torinese in ds Po da confluenza Po - Stura di Lanzo a Gabiano
TO05	Pianura torinese tra Stura di Lanzo, Po e Sangone
TO06	Pianura torinese tra Sangone e Chisola
TO07	Pianura torinese tra Chisola e Po
TO08	Altopiano di Poirino in ds Banna – Rioverde
TO09	Pianura torinese tra Ricchiardo, Po e Banna - Rioverde
VC01	Pianura vercellese tra Sesia e Cervo
VC02	Pianura vercellese tra Elvo - Cervo, Sesia, Marcova - spartiacque idrogeologico
VC03	Pianura vercellese tra Marcova - spartiacque idrogeologico, Po e Dora Baltea
VC04	Pianura biellese tra Cervo e Elvo

Tabella 4.2-1: aree idrogeologiche e relativa descrizione.

4.3 Le “macroaree” delle Falde Profonde

Al fine di poter procedere all'elaborazione dei dati derivanti dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee relativa alle Falde Profonde si è tentata una suddivisione preliminare delle aree di Pianura in “macroaree” similmente a quanto proposto dal DST relativamente alla Falda Superficiale.

Va comunque evidenziato come il criterio individuato si basi esclusivamente sulle caratteristiche strutturali dei vari bacini di sedimentazione presenti nella regione Piemonte, generalmente ben separati tra di loro, e sulle caratteristiche litostratigrafiche delle sequenze sedimentarie marine e continentali depositatesi negli stessi.

Non essendo disponibile, allo stato dell'arte, una piezometria relativa ai circuiti profondi, la suddivisione proposta ha dunque un significato **essenzialmente preliminare**; pertanto, potrà essere in seguito rivista, modificata e/o integrata da nuovi dati di natura piezometrica eventualmente acquisiti e/o dalle risultanze di nuovi studi espressamente dedicati.

L'individuazione delle aree di pianura della regione Piemonte nelle quali siano presenti acquiferi profondi si è basata sul lavoro di De Luca et al. (2002) relativo all'identificazione del modello idrogeologico concettuale degli acquiferi di pianura ed alla loro caratterizzazione derivante da una convenzione tra il Dipartimento di Scienze della Terra e la Regione Piemonte.

Le “macroaree” individuate risultano dunque le seguenti:

- Pianura Biellese-Novarese-Vercellese: delimitata a N dai rilievi alpini, ad E dal confine regionale, a S dai rilievi del Monferrato e a W dalla Serra di Ivrea e dalla stretta compresa tra i Rilievi della Serra e i Rilievi della Collina di Torino/Monferrato; in tale area è inoltre compresa la stretta fascia di pianura relativa all'area Casalese a S del F. Po;
- L'area intramorenica della Serra di Ivrea: tale area è costituita dall'area pianeggiante limitata a N dai rilievi alpini e a E, S e W dai rilievi dell'arco morenico della Serra di Ivrea; attualmente non esistono punti di controllo relativi alle acque della falda profonda per tale area;
- La Pianura Torinese Settentrionale: delimitata a N dai rilievi alpini, ad E dai rilievi della Serra di Ivrea e dalla stretta compresa tra i rilievi della Serra e i rilievi della Collina di Torino/Monferrato, a S dai rilievi della collina di Torino e dalla stretta compresa tra il margine occidentale della Collina di Torino e i rilievi Alpini e a W dai rilievi alpini;
- La Pianura Cuneese (in sinistra Stura di Demonte) e Torinese Meridionale: delimitata a N a S dai rilievi della collina di Torino e dalla stretta compresa tra il margine occidentale della Collina di Torino e i rilievi Alpini e dai rilievi della Collina di Torino, a W dall'Altopiano di Poirino che per le caratteristiche idrogeologiche dell'area è stato considerato una macroarea esso stesso e dal corso del F. Stura di Demonte e del F. Tanaro fortemente incassati nella Pianura Cuneese latu senso e a S e ad W dai rilievi alpini;

- L'Altopiano di Poirino: distinto dall'area di Pianura Cuneese e Torinese Meridionale per le caratteristiche idrogeologiche e litostratigrafiche peculiari dell'area: le falde profonde presenti nell'area ricevono una alimentazione principalmente dalla Pianura Cuneese e Torinese, ma anche dai rilievi della Collina di Torino e del Braidese; l'area è inoltre caratterizzata da direzioni di flusso della Falda Superficiale e delle Falde Profonde del tutto opposte (Canavese et al., 1999); verso W quella superficiale, verso E quelle profonde. L'Area risulta delimitata a N dai rilievi della Collina di Torino, a E dalla potente scarpata (circa 100 m) che la separa dai Rilievi dell'Astigiano con andamento N-S, a S da un'altra scarpata ad andamento NE-SW e dai Rilievi del Braidese, a W da una scarpata di modesta entità con altezze maggiori a S e progressivamente minori fino quasi a scomparire a N;
- La Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte: tale area risulta delimitata a N dai rilievi del Braidese; a W dai rilievi delle Langhe, a S dai rilievi alpini e a W dal corso del F. Stura di Demonte e del F. Tanaro fortemente incassati nella Pianura Cuneese latu senso;
- La Pianura Alessandrina-Tortonese: l'area è delimitata a N dai rilievi del Monferrato e dai limiti della regione Piemonte, a W dai limiti regionali, a S e a W dai rilievi delle Langhe.

In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/3 è riportata l'ubicazione di tali aree nell'ambito della Pianura Piemontese.

In Figura 4.3-1 si riporta uno schema con la distribuzione delle "Macroaree" e la relativa corrispondenza con le subaree di pianura utilizzate nella descrizione dell'assetto idrogeologico e nell'ambito della caratterizzazione geochimica delle falde.

4.4 Uso del territorio

La conoscenza dell'utilizzo del territorio costituisce un utile indicatore delle pressioni potenziali. Nella valutazione delle pressioni è stata utilizzata, come area di riferimento, l'area idrogeologica.

Sono stati selezionati indicatori ritenuti importanti ai fini della comprensione dei fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee.

Sono state considerate le principali pressioni potenzialmente correlate alla contaminazione delle acque sotterranee quali:

- **Nitrati:** connessi principalmente con l'attività agricola e potenzialmente con le perdite dagli scarichi domestici o urbani;
- **Prodotti Fitosanitari:** connessi con l'attività agricola;
- **Solventi clorurati:** potenzialmente connessi con l'attività industriale e ad alcune attività di tipo commerciale quali le lavanderie;
- **Metalli pesanti:** potenzialmente connessi con l'attività industriale.

Gli indicatori utilizzati sono i seguenti:

- **% di area edificata** (agglomerati urbani) – fonte dati SITA (Regione Piemonte) Scala 1:100.000: alle aree edificate definite nell'ambito del SITA sono state sottratte mediante l'utilizzo di GIS le aree produttive (fonte A.R.P.A.) di seguito descritte. Tale indicatore consente di correlare l'uso residenziale del territorio con pressioni legate ad esempio alla presenza di scarichi fognari perdenti, di attività commerciali potenzialmente impattanti come ad esempio la presenza di tintorie (facenti uso di Tetracloroetilene).
- **% aree produttive** – fonte dati Regione Piemonte, Scala 1:10.000: Elaborazione dalla "Carta Tecnica Regionale Numerica Speditiva". Tale indicatore consente di correlare l'uso produttivo del territorio connesso con attività di tipo industriale o legato ai servizi, con pressioni legate all'uso di sostanze chimiche quali metalli, solventi, idrocarburi utilizzati nell'ambito delle attività produttive stesse.
- **% aree agricole** – fonte dati CORINE Land Cover (Regione Piemonte), Scala 1:100.000: Tale indicatore consente di correlare l'uso agricolo del territorio con pressioni legate allo smaltimento dei liquami zootecnici da allevamento e l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi (carico di nitrati), l'utilizzo di prodotti fitosanitari, di sostanze chimiche quali metalli, solventi, idrocarburi utilizzati nell'ambito delle attività produttive stesse.
- **% aree naturali** – fonte dati CORINE Land Cover (Regione Piemonte), Scala 1:100.000: tale indicatore consente di valutare il grado di naturalità di un'area.

Si è ritenuto utile disporre di uno strumento conoscitivo delle diverse realtà di uso del territorio, seppure con un grado di approssimazione connesso con la diversità di scala tra le basi cartografiche utilizzate.

Per ogni indicatore è riportato in Tabella 4.4-1 il valore relativo all'area idrogeologica di riferimento espresso in kmq e in percentuale; in Tabella 4.4-2 è riportato il valore relativo alle varie tipologie di aree produttive espresso in kmq e in percentuale; in Tabella 4.4-3 è riportato il valore relativo alla varie tipologie di aree agricole espresso in kmq e in percentuale.

Su base regionale nelle aree di pianura le **aree naturali** coprono in media circa il **10%** del totale, le **aree urbanizzate** circa l'**8%**, le **aree produttive** il **2%** e le **aree agricole** l'**80%**.

Nei grafici riportati successivamente alle tabelle è possibile confrontare le percentuali di utilizzo del territorio sulla base delle aree Idrogeologiche e relativamente alle varie tipologie individuate, con la media regionale.

In Allegato 1 Tavola 00CAJ-C302AD02/4 è riportata la copertura delle varie tipologie di aree per le zone di pianura della regione Piemonte.

Area Idrogeologica	Aree Naturali		Aree Edificate		Aree Produttive		Aree Agricole		Totale kmq
	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	
AL01	0.77	0.68	7.03	6.20	1.28	1.13	104.37	92.00	113.45
AL02	2.73	2.47	13.96	12.62	2.49	2.25	91.47	82.67	110.65
AL03	15.15	9.14	9.75	5.88	1.06	0.64	139.83	84.34	165.79
AL04	29.51	6.37	25.22	5.45	6.74	1.46	401.52	86.72	462.98
AL05	6.89	5.48	9.39	7.47	2.88	2.29	106.55	84.76	125.71
AL06	15.79	11.43	9.45	6.83	3.41	2.46	109.59	79.27	138.24
AT01	21.65	14.93	14.70	10.14	3.81	2.63	104.81	72.30	144.96
CN01	18.94	4.42	13.43	3.13	3.57	0.83	392.50	91.61	428.43
CN02	33.48	5.01	21.42	3.20	9.49	1.42	604.17	90.37	668.57
CN03	61.62	11.42	21.36	3.96	6.26	1.16	450.50	83.47	539.73
IV01	30.46	14.30	19.85	9.32	2.88	1.35	159.91	75.04	213.10
NO01	69.44	13.97	42.06	8.46	11.05	2.22	374.55	75.35	497.11
NO02	31.77	7.23	25.88	5.89	6.68	1.52	375.13	85.36	439.46
TE01	24.34	41.18	3.14	5.32	0.93	1.57	30.71	51.94	59.12
TE02	40.86	46.14	3.76	4.25	0.64	0.72	43.28	48.88	88.54
TE03	7.82	46.95	2.25	13.50	0.58	3.50	6.00	36.05	16.65
TE04	21.27	70.59	1.09	3.62	0.25	0.83	7.52	24.96	30.13
TE05	7.50	9.13	8.20	10.00	6.45	7.85	59.92	73.02	82.07
TE06	2.27	13.69	0.24	1.42	0.41	2.50	13.69	82.39	16.61
TE07	33.29	32.12	5.06	4.88	3.13	3.02	62.16	59.98	103.64
TE08	38.17	41.00	4.89	5.25	2.06	2.21	47.99	51.55	93.10
TE09	0.37	1.02	2.65	7.34	0.47	1.31	32.57	90.32	36.06
TE10	2.32	7.95	0.58	1.99	0.20	0.69	26.05	89.37	29.15
TE11	1.65	4.65	0.49	1.39	0.20	0.57	33.12	93.39	35.47
TE12	2.97	5.06	2.47	4.21	0.35	0.60	52.89	90.14	58.68
TE13	6.59	18.80	0.71	2.03	0.02	0.04	27.73	79.13	35.05
TE14	5.62	12.16	1.39	3.01	0.09	0.20	39.12	84.62	46.23
TE15	2.02	4.41	0.97	2.12	0.02	0.04	42.68	93.42	45.68
TE16	1.13	8.43	0.32	2.41	0.03	0.24	11.90	88.91	13.38
TE17	2.55	10.09	0.95	3.76	0.06	0.25	21.68	85.90	25.24
TE18	0.94	6.32	0.62	4.14	0.12	0.81	13.23	88.73	14.91
TE19	2.44	4.31	4.10	7.24	0.58	1.03	49.53	87.43	56.66
TO01	34.34	11.74	27.47	9.39	4.77	1.63	225.89	77.23	292.48
TO02	21.50	14.97	14.66	10.21	2.72	1.89	104.75	72.93	143.63
TO03	17.21	7.67	44.81	19.99	20.07	8.95	142.12	63.39	224.20
TO04	14.69	28.57	3.27	6.37	0.64	1.25	32.82	63.82	51.43
TO05	8.65	4.70	103.58	56.25	30.10	16.34	41.83	22.71	184.16
TO06	13.93	9.76	33.97	23.82	9.18	6.44	85.55	59.98	142.63
TO07	32.52	4.74	39.88	5.81	9.91	1.44	604.12	88.01	686.43
TO08	6.01	2.32	43.57	16.84	7.52	2.90	201.69	77.94	258.78
TO09	10.11	4.80	8.53	4.05	3.94	1.87	188.05	89.28	210.64
VC01	64.82	23.41	10.07	3.64	2.80	1.01	199.22	71.94	276.91
VC02	16.99	3.16	27.50	5.12	9.04	1.68	483.42	90.03	536.96
VC03	30.98	6.77	21.11	4.61	5.89	1.29	399.92	87.34	457.91
VC04	19.57	12.66	8.13	5.26	7.54	4.88	119.33	77.20	154.57
Totale	833.62	9.74	663.96	7.76	192.32	2.25	6865.36	80.25	8555.27

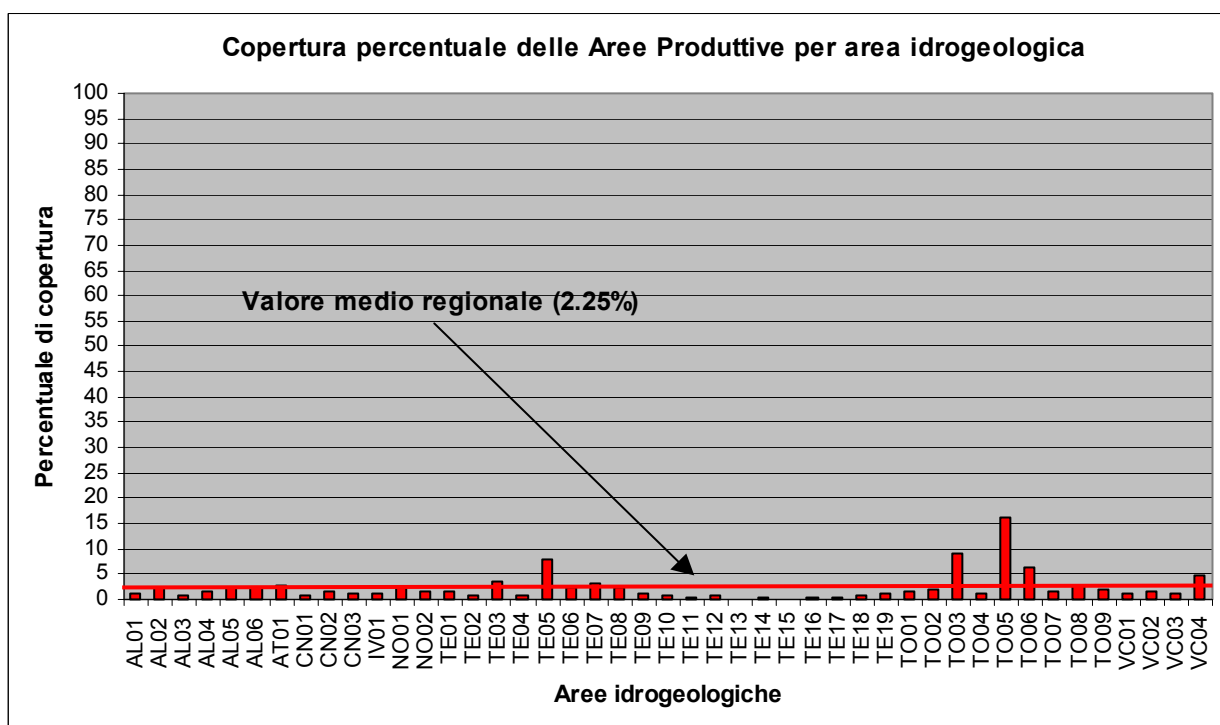
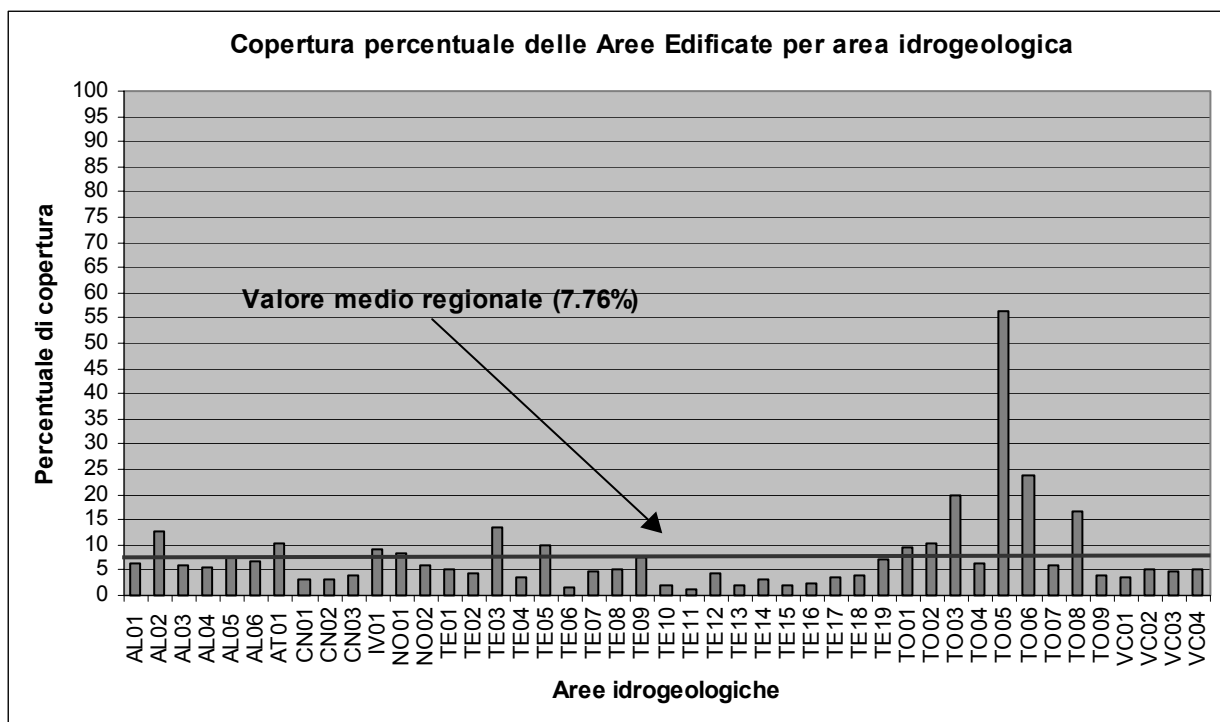
Tabella 4.4-1: estensione in kmq e percentuale delle varie tipologie di uso del territorio riferite alle aree idrogeologiche e al totale delle aree di pianura della regione Piemonte.

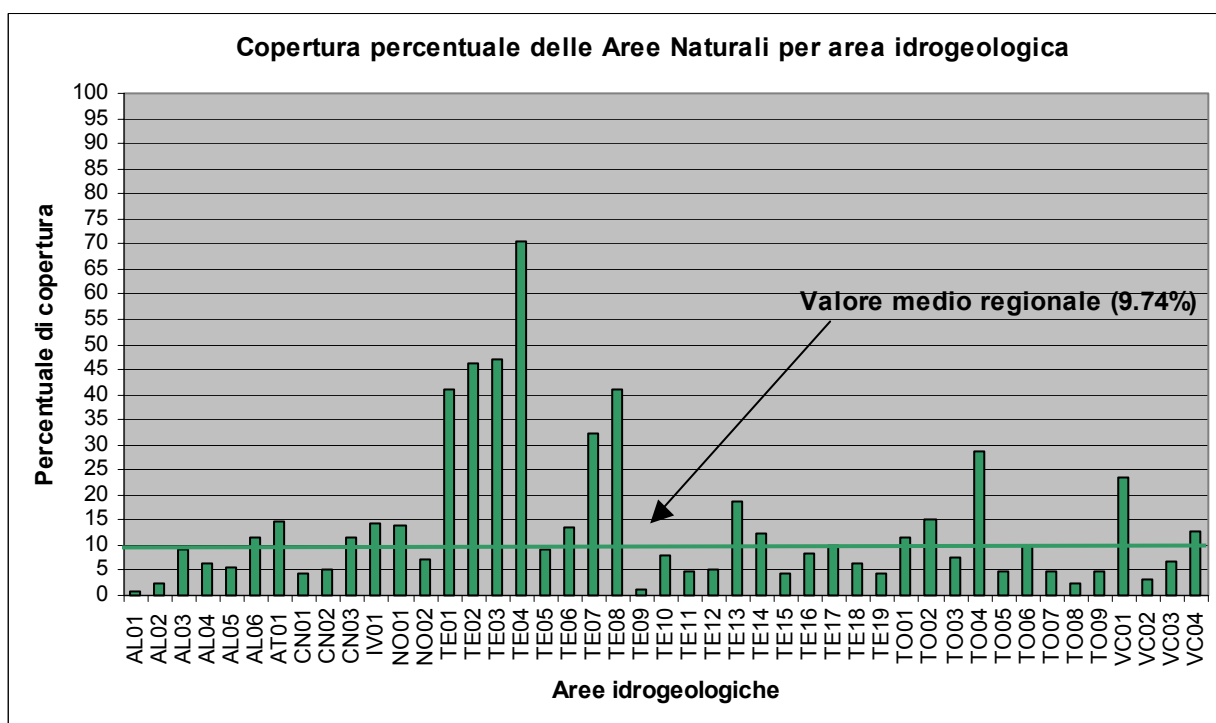
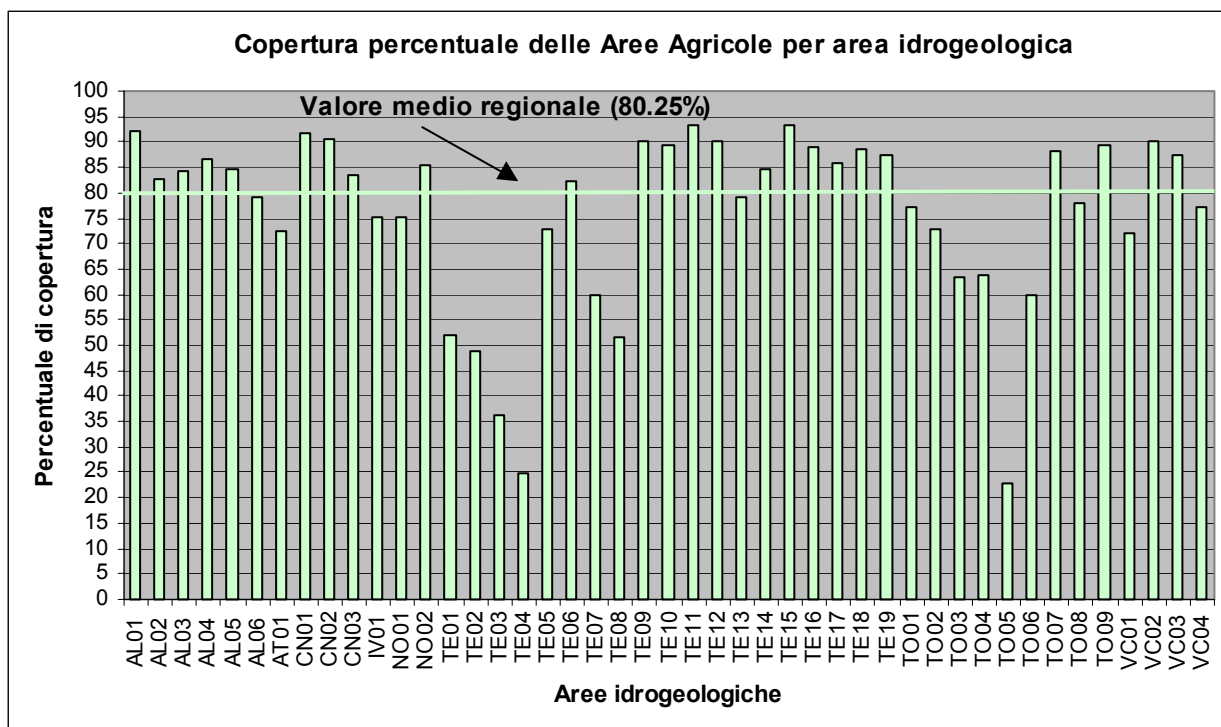
Area Idrogeologica	Aree produttive												Totale kmq
	Altre Infrastrutture		Infrastrutture e impianti tecnologici		Infrastrutture e impianti trasporti		Aree di incerta classificazione		Aree Produttive		Aree miste residenziali produttive		
	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	
AL01	0.06	5.04	0.11	8.87	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	83.67	0.03	2.41	1.28
AL02	0.13	5.41	0.04	1.51	1.11	44.83	0.00	0.00	1.09	43.84	0.11	4.41	2.49
AL03	0.11	10.01	0.02	1.64	0.09	8.79	0.00	0.00	0.82	77.12	0.03	2.43	1.06
AL04	0.25	3.73	0.01	0.14	0.55	8.16	0.00	0.00	5.86	87.01	0.06	0.96	6.74
AL05	0.11	3.77	0.04	1.52	0.20	6.92	0.00	0.00	2.48	86.30	0.04	1.49	2.88
AL06	0.78	22.93	0.04	1.11	0.32	9.37	0.00	0.00	1.77	52.05	0.50	14.55	3.41
AT01	0.19	4.96	0.00	0.00	0.03	0.70	0.00	0.00	3.58	93.92	0.02	0.42	3.81
CN01	0.18	5.03	0.05	1.34	0.08	2.28	0.00	0.00	2.69	75.36	0.57	15.99	3.57
CN02	0.30	3.16	1.38	14.53	0.21	2.23	0.00	0.00	7.54	79.44	0.06	0.63	9.49
CN03	0.31	4.99	0.01	0.19	0.30	4.75	0.00	0.00	5.63	90.07	0.00	0.00	6.26
IV01	0.12	4.31	0.01	0.26	0.07	2.28	0.00	0.00	2.26	78.44	0.42	14.72	2.88
NO01	0.59	5.35	0.41	3.67	0.66	6.01	0.00	0.00	8.06	72.92	1.33	12.04	11.05
NO02	0.23	3.41	0.08	1.18	0.06	0.96	0.00	0.00	5.64	84.45	0.67	9.99	6.68
TE01	0.03	3.02	0.02	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	93.66	0.01	0.70	0.93
TE02	0.04	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	89.39	0.03	4.71	0.64
TE03	0.01	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	36.93	0.36	61.77	0.58
TE04	0.01	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	96.28	0.00	0.00	0.25
TE05	0.06	0.88	0.03	0.54	0.23	3.50	0.06	0.99	4.78	74.15	1.28	19.93	6.45
TE06	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	66.63	0.14	32.66	0.41
TE07	0.07	2.18	0.01	0.18	0.00	0.00	2.08	66.35	0.96	30.81	0.02	0.49	3.13
TE08	0.02	1.11	0.00	0.00	0.01	0.65	0.02	1.04	2.00	97.20	0.00	0.00	2.06
TE09	0.06	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	88.00	0.00	0.00	0.47
TE10	0.01	2.72	0.00	0.00	0.02	9.91	0.00	0.00	0.18	87.37	0.00	0.00	0.20
TE11	0.01	2.62	0.09	42.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	54.80	0.00	0.00	0.20
TE12	0.01	3.67	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	95.18	0.00	0.00	0.35
TE13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	100.00	0.00	0.00	0.02
TE14	0.03	29.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	70.92	0.00	0.00	0.09
TE15	0.02	86.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.97	0.00	0.00	0.02
TE16	0.01	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	83.60	0.00	0.00	0.03
TE17	0.01	12.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	72.10	0.01	15.06	0.06
TE18	0.01	7.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	92.45	0.00	0.00	0.12
TE19	0.08	14.46	0.02	3.91	0.03	5.06	0.00	0.00	0.44	75.43	0.01	1.14	0.58
TO01	0.29	6.00	0.29	6.17	0.16	3.46	0.06	1.20	3.06	64.13	0.91	19.04	4.77
TO02	0.11	4.10	0.06	2.05	0.00	0.02	0.02	0.76	2.44	89.73	0.09	3.35	2.72
TO03	0.27	1.33	0.79	3.93	2.36	11.75	0.41	2.02	15.75	78.46	0.50	2.50	20.07
TO04	0.01	2.26	0.00	0.00	0.01	1.49	0.01	2.05	0.58	90.42	0.02	3.78	0.64
TO05	2.58	8.56	0.23	0.78	4.12	13.70	3.30	10.98	16.66	55.35	3.20	10.63	30.10
TO06	0.11	1.20	0.25	2.75	0.21	2.29	0.32	3.51	8.04	87.55	0.25	2.70	9.18
TO07	0.34	3.42	0.18	1.79	0.16	1.60	0.08	0.83	8.07	81.42	1.08	10.94	9.91
TO08	0.16	2.16	0.03	0.46	0.25	3.32	0.05	0.72	6.58	87.52	0.44	5.82	7.52
TO09	0.13	3.27	0.28	7.03	0.16	4.09	0.17	4.23	2.79	70.79	0.42	10.59	3.94
VC01	0.15	5.41	0.01	0.31	0.07	2.49	0.00	0.00	2.13	75.94	0.44	15.85	2.80
VC02	0.39	4.31	0.10	1.16	0.67	7.41	0.19	2.11	4.92	54.35	2.77	30.66	9.04
VC03	0.26	4.41	1.68	28.44	0.05	0.90	0.02	0.41	3.45	58.49	0.43	7.34	5.89
VC04	0.22	2.95	0.00	0.03	0.05	0.61	0.04	0.46	4.63	61.42	2.60	34.53	7.54
Totale	8.85	4.60	6.28	3.26	12.25	6.37	6.84	3.56	139.25	72.40	18.85	9.80	192.32

Tabella 4.4-2: estensione in kmq e percentuale (sul totale di area produttiva) delle varie tipologie di aree produttive riferite alle Aree Idrogeologiche e al totale delle aree di pianura della regione Piemonte.

Area Idrogeologica	Aree Agricole												Totale kmq
	Seminativi		Risaie		Vigneti		Frutteti		Prati Pascoli		Piccoli appezzamenti e colture con aree naturali		
	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	kmq	%	
AL01	85.20	81.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17	2.08	16.99	16.28	104.37
AL02	73.28	80.11	0.00	0.00	0.25	0.27	0.00	0.00	0.55	0.60	17.40	19.02	91.47
AL03	88.71	63.44	0.00	0.00	5.68	4.06	0.00	0.00	1.99	1.42	43.45	31.07	139.83
AL04	348.00	86.67	0.00	0.00	0.23	0.06	0.00	0.00	15.21	3.79	38.07	9.48	401.52
AL05	81.34	76.34	0.00	0.00	0.00	0.00	4.22	3.96	1.18	1.11	19.81	18.59	106.55
AL06	21.95	20.03	20.73	18.92	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	2.83	63.81	58.23	109.59
AT01	33.79	32.24	0.00	0.00	0.50	0.48	0.00	0.00	1.76	1.68	68.76	65.60	104.81
CN01	255.35	65.06	0.00	0.00	0.00	0.00	45.99	11.72	12.91	3.29	78.25	19.94	392.50
CN02	431.34	71.39	0.00	0.00	0.00	0.00	6.27	1.04	42.26	6.99	124.31	20.57	604.17
CN03	178.46	39.61	0.00	0.00	0.84	0.19	1.49	0.33	95.25	21.14	174.45	38.72	450.50
IV01	108.77	68.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.44	50.43	31.54	159.91
NO01	76.04	20.30	170.35	45.48	0.71	0.19	0.00	0.00	0.52	0.14	126.93	33.89	374.55
NO02	52.57	14.01	232.34	61.94	0.17	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	90.05	24.00	375.13
TE01	7.10	23.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.61	76.89	30.71
TE02	2.00	4.63	0.75	1.73	5.78	13.35	0.00	0.00	0.00	0.00	34.76	80.30	43.28
TE03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	5.08	5.70	94.90	6.00
TE04	1.08	14.37	1.57	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	13.42	3.86	51.30	7.52
TE05	29.05	48.49	10.40	17.36	0.14	0.23	0.00	0.00	0.39	0.65	19.94	33.27	59.92
TE06	5.35	39.12	3.89	28.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	3.11	4.01	29.32	13.69
TE07	5.42	8.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.26	35.81	34.48	55.47	62.16
TE08	6.26	13.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.48	44.76	20.25	42.20	47.99
TE09	18.70	57.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	1.42	3.85	11.84	9.55	29.33	32.57
TE10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.43	25.94	99.57	26.05
TE11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.47	32.97	99.53	33.12
TE12	27.56	52.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	1.25	24.67	46.64	52.89
TE13	4.71	17.00	0.00	0.00	4.16	14.99	0.00	0.00	0.53	1.90	18.33	66.11	27.73
TE14	18.83	48.15	0.00	0.00	1.08	2.75	0.00	0.00	0.90	2.30	18.31	46.80	39.12
TE15	12.37	29.00	0.00	0.00	12.18	28.54	0.00	0.00	0.00	0.00	18.12	42.47	42.68
TE16	0.93	7.85	0.00	0.00	6.27	52.75	0.00	0.00	0.19	1.60	4.50	37.79	11.90
TE17	2.03	9.35	0.00	0.00	9.35	43.12	0.00	0.00	0.46	2.11	9.85	45.43	21.68
TE18	9.21	69.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.02	30.39	13.23
TE19	13.06	26.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	1.45	35.75	72.18	49.53
TO01	153.77	68.07	0.00	0.00	0.21	0.09	0.00	0.00	24.34	10.77	47.57	21.06	225.89
TO02	27.59	26.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.80	17.94	58.37	55.72	104.75
TO03	82.50	58.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.89	20.33	30.73	21.62	142.12
TO04	20.37	62.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	2.81	11.53	35.13	32.82
TO05	14.79	35.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.76	20.93	18.29	43.72	41.83
TO06	51.87	60.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.68	7.81	27.01	31.57	85.55
TO07	366.01	60.59	0.00	0.00	0.00	0.00	6.79	1.12	39.36	6.51	191.97	31.78	604.12
TO08	163.56	81.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.18	6.04	25.95	12.86	201.69
TO09	165.22	87.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.23	3.84	15.60	8.30	188.05
VC01	5.70	2.86	137.74	69.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.46	54.87	27.54	199.22
VC02	85.25	17.64	353.78	73.18	1.34	0.28	11.43	2.36	0.14	0.03	31.48	6.51	483.42
VC03	126.97	31.75	237.84	59.47	0.00	0.00	0.54	0.14	0.00	0.00	34.56	8.64	399.92
VC04	20.96	17.57	68.69	57.57	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	3.60	25.37	21.26	119.33
Totale	3283.04	47.82	1238.08	18.03	48.89	0.71	77.19	1.12	383.56	5.59	1834.60	26.72	6865.36

Tabella 4.4-3: estensione in kmq e percentuale (sul totale di area agricola) delle varie tipologie di aree agricole riferite alle Aree Idrogeologiche e al totale delle aree di pianura della regione Piemonte.





4.4.1 Siti contaminati

A livello regionale la modalità di gestione dei siti contaminati in Piemonte è descritta nei Piani Regionali di Bonifica delle Aree Inquinare rispettivamente del 1991 e del 2000. Oltre a tali strumenti, la Regione Piemonte si sta dotando, come previsto dalla legge (art. 17 c., 12 del D.Lgs. 22/97 e art. 17 del D.M. 471/99), dell'Anagrafe dei Siti da Bonificare che permetterà di avere un aggiornamento continuo e sistematico della situazione relativa ai siti da bonificare, rappresentando un prezioso strumento di supporto nell'attività di attuazione del Piano. L'Anagrafe dei Siti da Bonificare, predisposta ed aggiornata a livello regionale, avrà una struttura condivisa e comune a livello nazionale.

In Allegato 8 è riportato il numero di siti contaminati per Area Idrogeologica attualmente censiti da A.R.P.A. Piemonte.

In Figura 4.4.1-1 sono riportati i siti contaminati censiti nell'ambito delle aree di pianura della regione Piemonte.

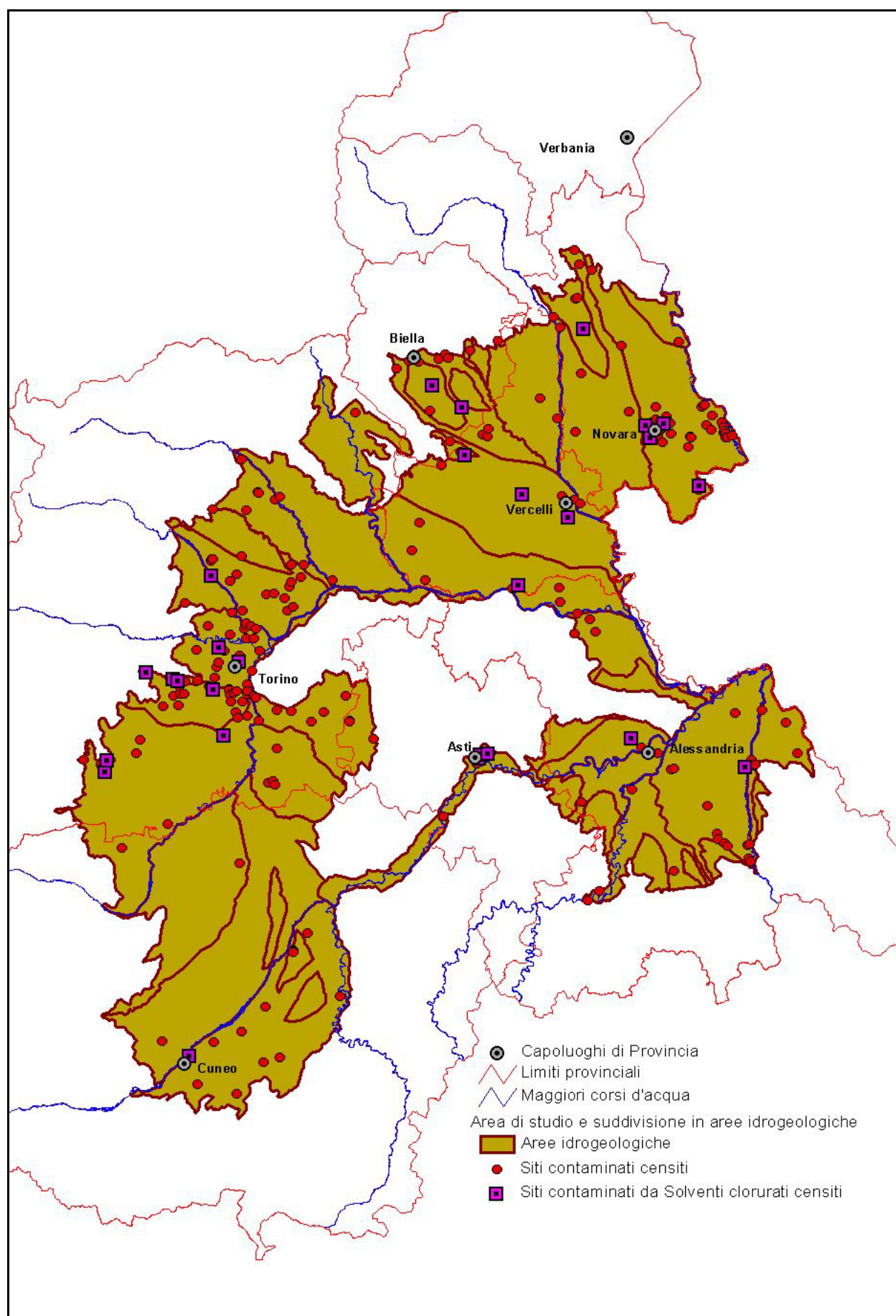


Figura 4.4.1-1: siti contaminati nell'ambito delle aree di pianura censiti dall'A.R.P.A.

4.5 La Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee della Regione Piemonte

La Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee ha come obiettivo il monitoraggio delle falde ospitate dagli acquiferi presenti nei depositi alluvionali delle aree di pianura; sono escluse dal monitoraggio le aree di pianura intravalliva. In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/2, è riportata l'area di pianura, suddivisa in "Aree idrogeologiche", nella quale è presente una Falda Superficiale; in Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/3 è riportata l'area di pianura suddivisa in "Macroaree" nelle quali sono presenti Falde Profonde: la definizione delle aree nelle quali sono presenti Falde Profonde è stata effettuata dal Dipartimento di Scienze della Terra (De Luca et al., 2002) su incarico della Regione Piemonte.

4.5.1 Fasi di Progettazione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee

La Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee nasce dall'unione dei progetti PR.I.S.M.A.S. (Regione Piemonte, 2000a), PR.I.S.M.A.S. II (Regione Piemonte, 2000b) e "VALLE TANARO" (Regione Piemonte, 2000c). La fase progettuale e di prima sperimentazione della Rete Regionale si è conclusa nell'agosto 2000; nel periodo successivo è stata dunque avviata la fase di gestione ordinaria della stessa. Il monitoraggio relativo all'anno 2000 è tuttavia iniziato nel marzo 2000, cosicché il 2000 può essere considerato come il primo anno di attività della Rete di Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee.

Il Progetto PR.I.S.M.A.S. ha avuto come obiettivo la definizione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee relativamente alla Pianura Cuneese in sinistra Stura di Demonte e Torinese. Il Progetto PR.I.S.M.A.S. II, omologo del Progetto PR.I.S.M.A.S., si è sviluppato nell'ambito della Pianura Biellese, Novarese e Vercellese/Casalese. Il Progetto "VALLE TANARO", inizialmente concepito al fine di valutare l'evoluzione spazio-temporale degli effetti dell'evento alluvionale del novembre 1994 e prevenire i fenomeni di crisi idrica quali-quantitativa, ha di fatto costituito la prima parte della Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee della Regione Piemonte (Masciocco et al., inedito); tale progetto ha avuto come area di studio la Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte, il Settore del Fondovalle Tanaro e la Pianura Alessandrina-Tortonese.

Le fasi progettuali relative ai progetti PR.I.S.M.A.S., PR.I.S.M.A.S. II e "VALLE TANARO" sono state realizzate, tramite la collaborazione di vari Enti coordinati dal Settore Rilevamento, Controllo, Tutela e Risanamento delle acque, Disciplina degli Scarichi, nell'ambito della Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche della Regione Piemonte:

- l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte (A.R.P.A. Piemonte) ha fornito il supporto di personale specializzato per la realizzazione delle attività di campo

ed informatiche correlate ai progetti P.R.I.S.M.A.S. e P.R.I.S.M.A.S. II; effettuando inoltre le analisi chimiche dei campioni prelevati per tutti e tre i progetti. L'A.R.P.A. ha infine curato gli aspetti relativi all'integrazione dei tre progetti per la costituzione della Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee e degli altri progetti afferenti al SINA (che costituisce una gestione informatizzata dei dati derivanti da comparti ambientali diversi), nonché il raccordo tra la banca dati regionale e il sistema informativo nazionale;

- il Dipartimento di Scienze della Terra, coinvolto al fine di definire la struttura idrogeologica del sottosuolo nelle aree oggetto di indagine, le modalità di flusso idrico sotterraneo e il chimismo delle acque (anche in rapporto a quelle superficiali), ha contribuito alla progettazione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee e ad individuare le aree di interesse per fini idropotabili;
- Il Politecnico di Torino, ha realizzato la carta della vulnerabilità degli acquiferi secondo il metodo SINTACS., per quanto concerne il Progetto "VALLE TANARO".
- il Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali ha definito la caratterizzazione chimica e mineralogica dei suoli più rappresentativi delle aree di interesse strategico ai fini idropotabili e delle aree di salvaguardia, predisponendo schemi operativi di intervento tesi a razionalizzare le pratiche agronomiche in dette aree;
- il C.S.I. Piemonte è intervenuto nella realizzazione e gestione dei sistemi informativi.

La Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee costituisce dunque lo strumento conoscitivo dello stato quali-quantitativo delle acque sotterranee relativamente ai settori di pianura della regione piemonte ed è costituita da due sottoreti distinte:

- la prima, relativa alla "**Falda Superficiale**": generalmente a superficie libera, in relazione con i principali corsi d'acqua e alimentata anche dalla superficie (precipitazioni ed irrigazioni);
- la seconda, corrispondente alle "**Falde Profonde**": generalmente confinate, che ricevono alimentazione dalle zone di ricarica, poste generalmente in corrispondenza delle fasce pedemontane, ed eventualmente per drenanza dall'acquifero superficiale. Gli acquiferi profondi sono generalmente separati dall'acquifero superficiale tramite corpi a bassa conducibilità idraulica.

Entrambe le reti di monitoraggio sono concepite per una sorveglianza dei parametri quantitativi (misure piezometriche) e qualitativi (misure dei parametri chimici).

Il monitoraggio quantitativo è effettuato mediante rilevamenti manuali e automatizzati. I rilevamenti manuali sono effettuati con cadenza semestrale in concomitanza alle campagne di prelievo di campioni d'acqua; le misure automatizzate (relative per ora alla sola Falda Superficiale) sono effettuate mediante piezometri appositamente installati ed attrezzati

(attualmente 70) con apparecchiature per il rilevamento in continuo dei valori di soggiacenza con cadenza giornaliera.

Il monitoraggio qualitativo è effettuato mediante il campionamento con cadenza semestrale e relative analisi sulla base del protocollo analitico concordato tra Regione Piemonte e A.R.P.A. (cfr. par. 4.5.3).

4.5.2 Triennio 2000-2001-2002 di gestione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee

Come accennato in precedenza, nell'Agosto 2000 con la consegna degli ultimi elaborati del Progetto P.R.I.S.M.A.S si conclude ufficialmente la fase progettuale della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee.

Nell'anno 2000 l'A.R.P.A. inizia a gestire la rete in modo sperimentale garantendo continuità rispetto alle attività dei progetti.

Nel 2001 La Regione Piemonte incarica l'A.R.P.A. come soggetto gestore della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee. Il 2001 costituisce dunque il primo anno di gestione ordinaria della rete.

L'area di pianura compresa dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee ha un'estensione di circa **8544 kmq** per quanto concerne le zone interessate da una **Falda Superficiale** e circa **8095 kmq** per le aree nelle quali si ritrovano **Falde Profonde**.

Gli obiettivi della Rete di Monitoraggio sono i seguenti:

- in una prima fase della sua gestione, giungere ad una distribuzione dei pozzi secondo un criterio geometrico con una densità media pari ad almeno 1 punto di controllo ogni 20 kmq per la Falda Superficiale e di un punto ogni 40 kmq per le Falde Profonde; si ritiene inoltre, anche al fine di predisporre elaborazioni di natura statistica maggiormente affidabili, di poter disporre di almeno di 3 punti di controllo per ogni area idrogeologica (Falda Superficiale) o macroarea (Falde Profonde).
- in una seconda fase giungere ad un adattamento di tale criterio sulla base di:
 1. valutazioni di natura idrogeologica;
 2. pressioni;
 3. valutazioni statistiche
 4. valutazione dei risultati provenienti dal primo triennio.

4.5.2.1 Anno 2000

La **rete di progetto dell'anno 2000** prevedeva il campionamento di **602 pozzi** o piezometri per la **Falda Superficiale** con una densità pari ad un punto ogni **14 kmq** e **229 pozzi** per le **Falde Profonde** con una densità pari ad un punto ogni **35 kmq**.

Per quanto riguarda l'**anno 2000** sono stati campionati **460 pozzi** o piezometri relativi alla **Falda Superficiale** e **205 pozzi** dalle **Falde Profonde**.

La **densità media** su base regionale risulta dunque pari ad un punto di controllo ogni **18.5 kmq** per la **Falda Superficiale** (anno 2000) e di un punto ogni **39.5 kmq** per le **Falde Profonde**.

Nell'**anno 2000** sono stati prelevati complessivamente **1242 campioni**, per la Falda Superficiale e per le Falde Profonde, nel corso di due campagne di prelievo.

Il minor numero di pozzi campionato rispetto alla rete di progetto può essere giustificato con la non idoneità logistica degli stessi al campionamento quale ad esempio la difficile reperibilità dei proprietari nei consueti orari di lavoro.

In Tabella 4.5.2.1-1 è riportato il numero di punti per Area Idrogeologica per la Falda Superficiale e la densità di punti per kmq relativamente all'anno 2000.

In Figura 4.5.2.1-1 è riportato un grafico che rappresenta i dati riportati in Tabella 4.3.2.1-1; le barre rosso scuro che non raggiungono la linea rossa sono relative ad aree nelle quali non è soddisfatto il criterio di un numero minimo di punti per area; i punti blu scuro che si trovano al di sopra della linea blu sono relativi ad aree per le quali non è soddisfatto il criterio di densità sufficiente.

In Allegato 1 Tavole 00CAJ-C302AD02/5 e 00CAJ-C302AD02/6 sono riportati i punti campionati nel periodo 2000-2001 rispettivamente per la Falda Superficiale e per le Falde Profonde.

Area Idrogeologica	N punti di controllo	Area kmq	kmq/ Punti controllo
AL01	12	113.45	9.45
AL02	10	110.64	11.06
AL03	12	165.55	13.80
AL04	40	462.98	11.57
AL05	15	125.71	8.38
AL06	5	138.24	27.65
AT01	52	144.96	2.79
CN01	15	430.81	28.72
CN02	29	676.26	23.32
CN03	58	547.81	9.45
IV01	11	213.10	19.37
NO01	22	497.11	22.60
NO02	18	439.46	24.41
TE01	1	59.12	59.12
TE02	2	88.54	44.27
TE03	1	16.65	16.65
TE04	3	30.13	10.04
TE05	9	82.07	9.12
TE06	1	16.61	16.61
TE07	0	100.94	N/A
TE08	4	85.73	21.43
TE09	1	36.06	36.06
TE10	0	29.15	N/A
TE11	4	35.47	8.87
TE12	0	58.68	N/A
TE13	0	35.05	N/A
TE14	2	46.23	23.11
TE15	0	45.68	N/A
TE16	0	13.38	N/A
TE17	0	25.24	N/A
TE18	0	14.91	N/A
TE19	0	56.66	N/A
TO01	8	292.48	36.56
TO02	3	143.63	47.88
TO03	7	223.92	31.99
TO04	2	51.14	25.57
TO05	2	184.16	92.08
TO06	2	142.63	71.31
TO07	33	684.05	20.73
TO08	8	238.75	29.84
TO09	3	214.90	71.63
VC01	14	276.91	19.78
VC02	32	536.96	16.78
VC03	7	457.91	65.42
VC04	8	154.57	19.32

Tabella 4.5.2.1-1: Numero di punti per area Idrogeologica e densità relativa (punti/kmq) anno 2000

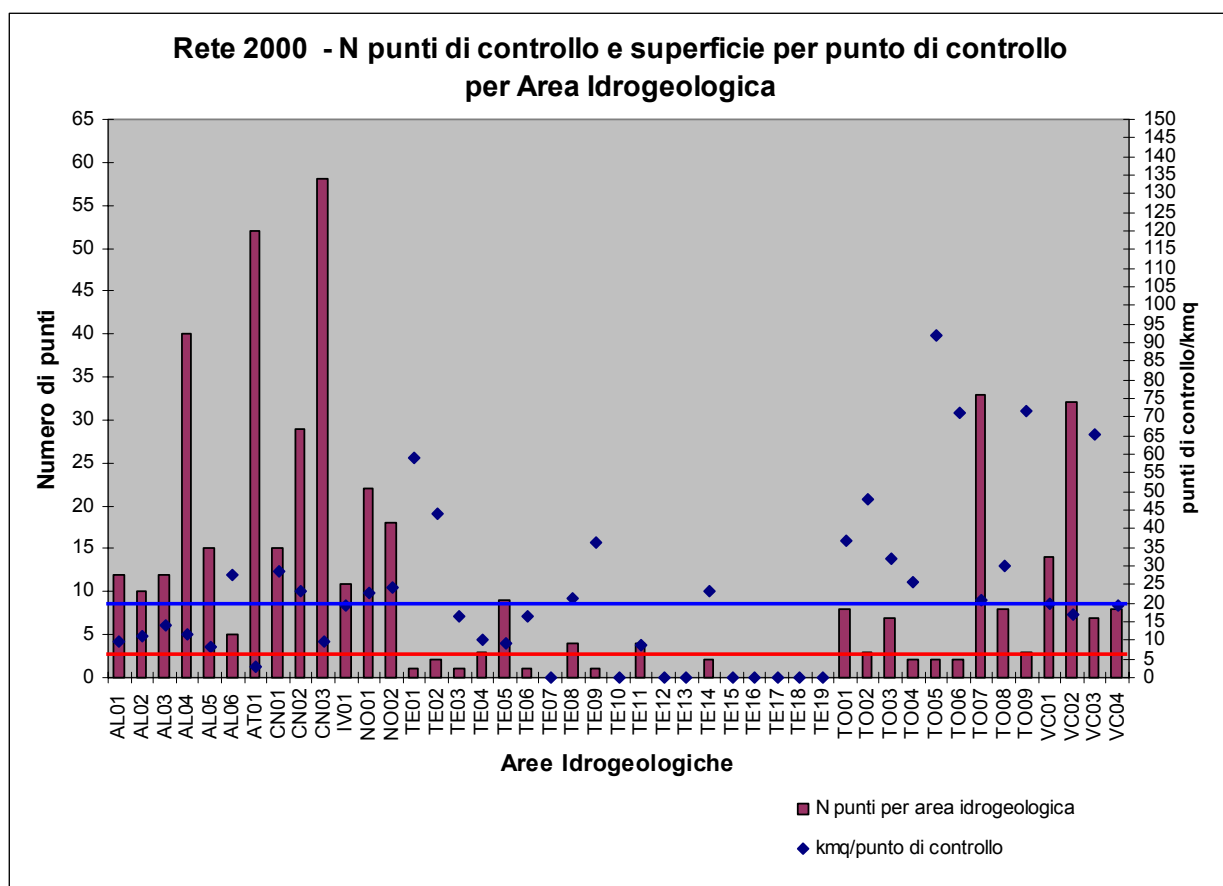


Figura 4.5.2.1-1: numero di punti di controllo e densità di copertura della rete per Area Idrogeologica anno 2000 relativamente alla Falda Superficiale.

4.5.2.2 Anno 2001

La **rete di progetto dell'anno 2001** prevedeva il campionamento di **544 pozzi** o piezometri per la **Falda Superficiale** con una densità pari ad un punto ogni **16 kmq** e **218 pozzi** per le **Falde Profonde** con una densità pari ad un punto ogni **37 kmq**.

Per quanto riguarda l'**anno 2001** sono stati campionati **470 pozzi** o piezometri relativi alla **Falda Superficiale** e **208 pozzi** relativi alle **Falde Profonde**.

La **densità media** su base regionale dei punti campionati risulta dunque pari ad un punto di controllo ogni **18 kmq** per la **Falda Superficiale** (anno 2001) e di un punto ogni **39 kmq** per le **Falde Profonde**.

Nell'**anno 2001** sono stati prelevati complessivamente **1268 campioni** per la Falda Superficiale e per le Falde Profonde nel corso di due campagne di prelievo.

In Tabella 4.5.2.2-1 è riportato il numero di punti per Area Idrogeologica della Falda Superficiale e la densità di punti per kmq relativamente all'anno 2001.

In Figura 4.5.2.2-1 è riportato un grafico che rappresenta i dati riportati in Tabella 4.5.2.2-1; le barre rosso scuro che non raggiungono la linea rossa sono relative ad aree nelle quali non è soddisfatto il criterio di un numero minimo di punti per area; i punti blu scuro che si trovano al di

sopra della linea blu indicano invece le aree per le quali non è soddisfatto il criterio di densità sufficiente.

Area Idrogeologica	N punti di controllo	Area kmq	kmq/ Punti controllo
AL01	12	113.45	9.45
AL02	8	110.64	13.83
AL03	15	165.55	11.04
AL04	39	462.98	11.87
AL05	13	125.71	9.67
AL06	11	138.24	12.57
AT01	48	144.96	3.02
CN01	14	430.81	30.77
CN02	29	676.26	23.32
CN03	50	547.81	10.96
IV01	9	213.10	23.68
NO01	26	497.11	19.12
NO02	19	439.46	23.13
TE01	2	59.12	29.56
TE02	1	88.54	88.54
TE03	1	16.65	16.65
TE04	3	30.13	10.04
TE05	8	82.07	10.26
TE06	1	16.61	16.61
TE07	0	100.94	N/A
TE08	4	85.73	21.43
TE09	1	36.06	36.06
TE10	0	29.15	N/A
TE11	3	35.47	11.82
TE12	0	58.68	N/A
TE13	0	35.05	N/A
TE14	2	46.23	23.11
TE15	0	45.68	N/A
TE16	0	13.38	N/A
TE17	0	25.24	N/A
TE18	0	14.91	N/A
TE19	0	56.66	N/A
TO01	12	292.48	24.37
TO02	4	143.63	35.91
TO03	8	223.92	27.99
TO04	2	51.14	25.57
TO05	3	184.16	61.39
TO06	1	142.63	142.63
TO07	34	684.05	20.12
TO08	8	238.75	29.84
TO09	3	214.90	71.63
VC01	14	276.91	19.78
VC02	26	536.96	20.65
VC03	21	457.91	21.81
VC04	8	154.57	19.32

Tabella 4.5.2.1-1: Numero di punti per area Idrogeologica e densità relativa (punti/kmq) anno 2001

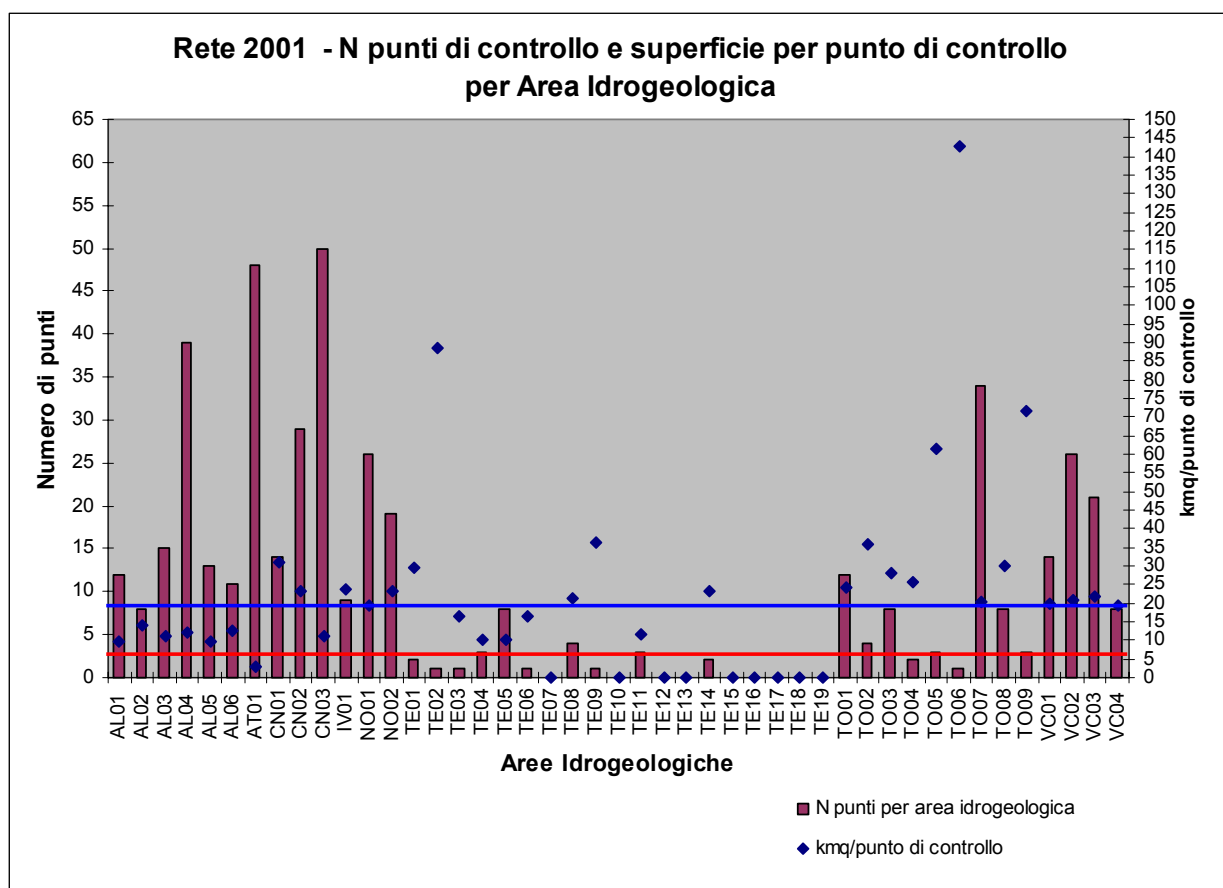


Figura 4.5.2.2-1: numero di punti di controllo e densità di copertura della rete per Area Idrogeologica anno 2001.

4.5.2.3 Anno 2002

La **rete di progetto dell'anno 2002** prevedeva, come per il 2001, il campionamento di **544 pozzi** o piezometri per la **Falda Superficiale** con una densità pari ad un punto ogni **16 kmq** e **218 pozzi** per le **Falde Profonde** con una densità pari ad un punto ogni **37 kmq**.

Per quanto riguarda l'**anno 2002** sono stati campionati **462 pozzi** o piezometri relativi alla **Falda Superficiale** e **204 pozzi** relativi alle **Falde Profonde**.

La **densità media** su base regionale dei punti campionati risulta dunque pari ad un punto di controllo ogni **18 kmq** per la **Falda Superficiale** e di un punto ogni **40 kmq** per le **Falde Profonde**.

Nell'**anno 2002** sono stati prelevati complessivamente **1339 campioni** per la Falda Superficiale e per le Falde Profonde nel corso di due campagne di prelievo.

In Tabella 4.5.2.3-1 è riportato il numero di punti per Area Idrogeologica della Falda Superficiale e la densità di punti per kmq relativamente all'anno 2002.

In Figura 4.5.2.3-1 è riportato un grafico che rappresenta i dati riportati in Tabella 4.5.2.3-1; le barre rosso scuro che non raggiungono la linea rossa sono relative ad aree nelle quali non è soddisfatto il criterio di un numero minimo di punti per area; i punti blu scuro che si trovano al di sopra della linea blu indicano invece le aree per le quali non è soddisfatto il criterio di densità sufficiente.

Area Idrogeologica	N punti di controllo	Area kmq	kmq/ Punti controllo
AL01	12	113.45	9.45
AL02	8	110.64	13.83
AL03	15	165.55	11.04
AL04	38	462.98	12.18
AL05	13	125.71	9.67
AL06	11	138.24	12.57
AT01	48	144.96	3.01
CN01	14	430.81	30.77
CN02	25	676.26	27.05
CN03	46	547.81	11.91
IV01	8	213.10	26.64
NO01	27	497.11	18.41
NO02	20	439.46	21.97
TE01	2	59.12	29.56
TE02	2	88.54	44.27
TE03	1	16.65	16.65
TE04	3	30.13	10.04
TE05	8	82.07	10.26
TE06	1	16.61	16.61
TE07	1	100.94	100.94
TE08	4	85.73	21.43
TE09	1	36.06	36.06
TE10	0	29.15	N/A
TE11	3	35.47	11.82
TE12	0	58.68	N/A
TE13	0	35.05	N/A
TE14	2	46.23	23.11
TE15	0	45.68	N/A
TE16	0	13.38	N/A
TE17	0	25.24	N/A
TE18	0	14.91	N/A
TE19	2	56.66	28.49
TO01	12	292.48	24.37
TO02	4	143.63	35.91
TO03	8	223.92	27.99
TO04	1	51.14	51.14
TO05	3	184.16	61.39
TO06	0	142.63	N/A
TO07	33	684.05	20.73
TO08	8	238.75	29.84
TO09	3	214.90	71.63
VC01	14	276.91	19.78
VC02	27	536.96	19.89
VC03	26	457.91	17.62
VC04	8	154.57	19.32

Tabella 4.5.2.3-1: Numero di punti per area Idrogeologica e densità relativa (punti/kmq) anno 2002

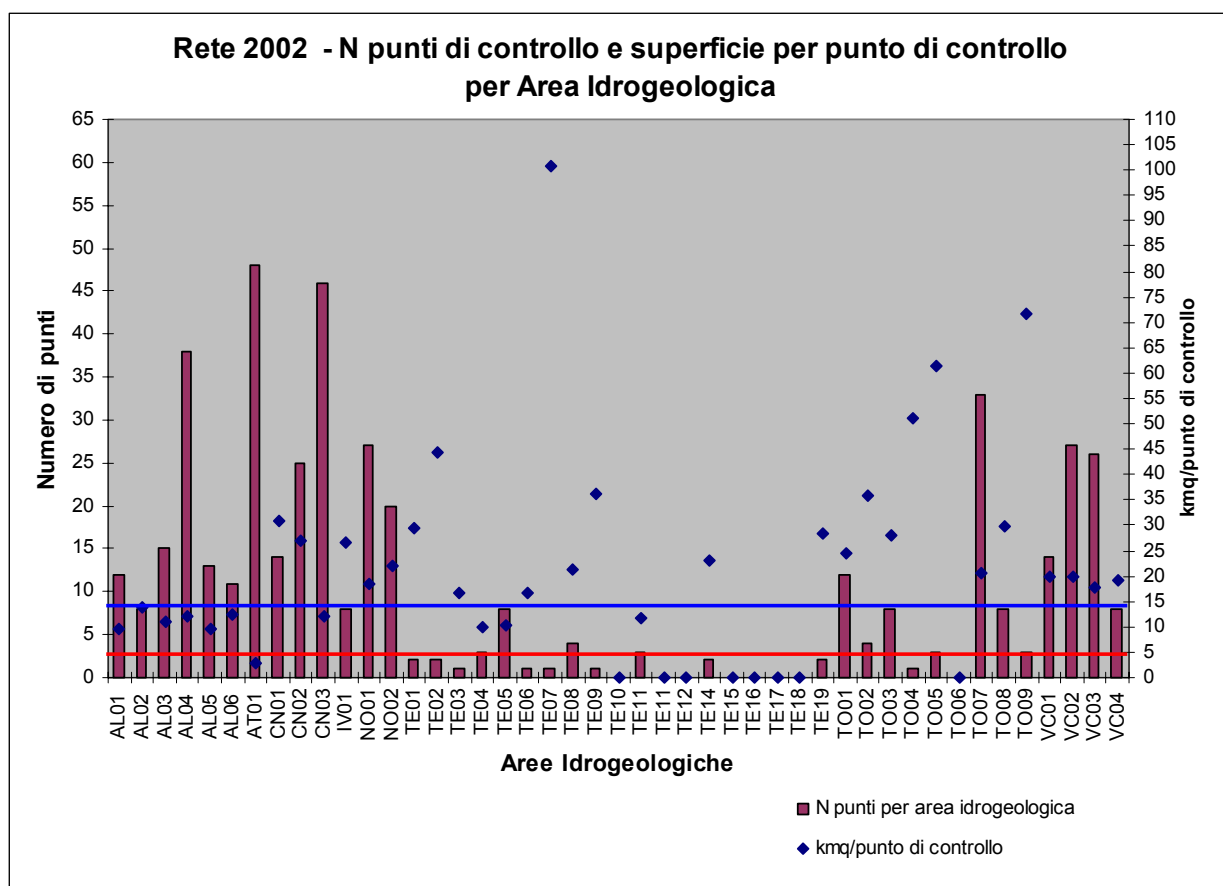


Figura 4.5.2.3-1: numero di punti di controllo e densità di copertura della rete per Area Idrogeologica anno 2002.

4.5.3 Il Protocollo Analitico della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee

Per la gestione degli aspetti qualitativi della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee della Regione Piemonte, l'A.R.P.A. ha stabilito, di concerto con la Regione Piemonte, di adottare un protocollo analitico che partendo da quanto previsto dal D.Lgs. 152/99 permettesse di:

- fornire i dati necessari alla classificazione;
- fornire i dati necessari alla caratterizzazione geochimica delle acque;
- fornire informazioni sui principali contaminanti di origine antropica;

Il protocollo prevede la determinazione obbligatoria su tutti i campioni di una serie di parametri ritenuti essenziali per gli scopi sopra indicati quali:

- parametri di base indicati dal D.Lgs 152/99 (integrati con alcuni parametri generali);
- metalli pesanti;
- solventi clorurati;
- prodotti fitosanitari prioritari;

a questi si aggiungono parametri non obbligatori da ricercare in base alle specificità del territorio quali:

- parametri aggiuntivi inorganici;
- prodotti fitosanitari aggiuntivi;
- aromatici e IPA.

Nella Tabella 4.5.3-1a e b è riportato il protocollo analitico con i limiti di quantificazione.

Parametro	Unità di misura	Limite di rilevabilità
Parametri di base – generali – obbligatori		
Conducibilità	(µS/cm a 20°C)	-
Cloruri	(mg/L)	1
Manganese	(µg/l)	5
Ferro	(µg/l)	50
Nitrati	(mg/L)	1
Solfati	(mg/L)	1
Ione ammonio	(mg/L NH4)	0,04
Temperatura acqua	(°C)	-
Durezza totale	(mg/L CaCO3)	-
Bicarbonato	(mg/L)	-
Calcio	(mg/L)	1
Magnesio	(mg/L)	1
Potassio	(mg/L)	1
Sodio	(mg/L)	1
Ortofosfati	(mg/L PO4)	0,2
PH	(Unità di pH)	-
Metalli pesanti – obbligatori		
Cadmio	(µg/l)	0,5
Cromo	(µg/l)	5
Mercurio	(µg/l)	0,5
Nichel	(µg/l)	5
Piombo	(µg/l)	5
Rame	(µg/l)	5
Zinco	(µg/l)	50
Parametri aggiuntivi Inorganici – facoltativi		
Alluminio	(µg/l)	50
Arsenico	(µg/l)	5
Selenio	(µg/l)	10
Cromo Esavalente	(µg/l)	20
Cianuri	(µg/l)	50
Fluoruri	(mg/L)	0,5
Nitriti	(mg/L NO2)	0,01
Solventi clorurati - obbligatori		
1,1,1Tricloroetano	(µg/l)	0,5
1,2 Dicloroetano	(µg/l)	10
Cloroformio	(µg/l)	0,5
Percloroetilene	(µg/l)	0,5
Tetracloruro di carbonio	(µg/l)	0,5
Tricloroetilene	(µg/l)	0,5
Prodotti fitosanitari prioritari - obbligatori		
Alaclor	(µg/l)	0,02
Atrazina	(µg/l)	0,02
Metolaclor	(µg/l)	0,02
Simazina	(µg/l)	0,02
Terbutilazina	(µg/l)	0,02
Bensulfuron Metile	(µg/l)	0,05
Bentazone	(µg/l)	0,05
Cinosulfuron	(µg/l)	0,05
Dimepiperate	(µg/l)	0,05
Dimetenamide	(µg/l)	0,05
Exazinone	(µg/l)	0,05
Molinate	(µg/l)	0,05
Oxadiazon	(µg/l)	0,05
Pretilaclor	(µg/l)	0,05
Propanil	(µg/l)	0,05
Quinclorac	(µg/l)	0,05
Tiocarbazil	(µg/l)	0,05

Tabella 4.5.3-1a: parametri del protocollo analitico

Parametro	Unità di misura	Limite di rilevabilità
Prodotti fitosanitari aggiuntivi - facoltativi		
24D	(µg/l)	0,05
Bendiocarb	(µg/l)	0,05
Benfluralin	(µg/l)	0,05
Carbendazim	(µg/l)	0,05
Cianazina	(µg/l)	0,05
Clorpirifos	(µg/l)	0,05
Clorpirifos Metile	(µg/l)	0,05
DDT	(µg/l)	0,05
Diazinone	(µg/l)	0,05
Diclofluanide	(µg/l)	0,05
Dicofol	(µg/l)	0,05
Dimetoato	(µg/l)	0,05
Endosulfan	(µg/l)	0,05
Esaclorobenzene	(µg/l)	0,05
Esaconazolo	(µg/l)	0,05
Fenarimol	(µg/l)	0,05
Fosalone	(µg/l)	0,05
Iprodione	(µg/l)	0,05
Lindano	(µg/l)	0,05
Linuron	(µg/l)	0,05
Malation	(µg/l)	0,05
MCPA	(µg/l)	0,05
MCPB	(µg/l)	0,05
Metalaxil	(µg/l)	0,05
Metidation	(µg/l)	0,05
Metsolfuron	(µg/l)	0,05
Oxadixil	(µg/l)	0,05
Paration	(µg/l)	0,05
Paration Metile	(µg/l)	0,05
Penconazolo	(µg/l)	0,05
Pendimetalin	(µg/l)	0,05
Pirimicarb	(µg/l)	0,05
Pirimifos Metile	(µg/l)	0,05
Procimidone	(µg/l)	0,05
Propargite	(µg/l)	0,05
Propoxur	(µg/l)	0,05
Quinalfos	(µg/l)	0,05
Terbumeton	(µg/l)	0,05
Tetradifon	(µg/l)	0,05
Tiabendazolo	(µg/l)	0,05
Triciclazolo	(µg/l)	0,05
Triclopir	(µg/l)	0,05
Trifluralin	(µg/l)	0,05
Vinclozolin	(µg/l)	0,05
Desetilatrastina	(µg/l)	0,05
Desetilbutilazina	(µg/l)	0,05
Aromatici e IPA - facoltativi		
Benzene	(µg/l)	0,5
Benzo(a)pirene	(µg/l)	0,05
Benzo(b)fluorantene	(µg/l)	0,05
Benzo(k)fluorantene	(µg/l)	0,05
Benzo(ghi)perilene	(µg/l)	0,05
Indeno(1,2,3-cd)pirene	(µg/l)	0,05

Tabella 4.5.3-1b: parametri del protocollo analitico

4.6 Raccolta ed organizzazione dei dati di stato

4.6.1 Fonti dati

Le fonti dati utilizzate per la predisposizione del Piano di Tutela, relativamente al comparto Acque Sotterranee, sono costituite dalle informazioni provenienti dai progetti PR.I.S.M.A.S, PR.I.S.M.A.S II, e “VALLE TANARO” (di seguito definiti come “progetti”), dai dati chimici e piezometrici prodotti da A.R.P.A nel corso dell’anno 2000 su incarico della Regione Piemonte (2 campagne di monitoraggio quali-quantitativo relativamente alla rete permanente definita nell’ambito dei progetti) e dal primo anno di gestione ordinaria della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee da parte di A.R.P.A su incarico della Regione Piemonte (anno 2001). Sono inoltre stati raccolti i dati anagrafici provenienti dalla rete di monitoraggio in continuo (70 piezometri) installati dalla Regione Piemonte.

Nell’ambito dei progetti è stata prodotta una notevole mole di dati sia di natura anagrafico/tecnica (ubicazione e caratteristiche dei pozzi, generalità di proprietari e gestori), sia chimica. In particolare, i dati raccolti durante l’attività di campo sono stati archiviati su schede cartacee ed una parte informatizzati mediante l’utilizzo di svariati “contenitori” nell’ambito dei progetti stessi quali: fogli di calcolo in formato EXCEL® 8.0 di MICROSOFT® e SHAPE file di ARCVIEW® della ESRI®.

4.6.2 Organizzazione e standardizzazione dei dati raccolti

Successivamente alla raccolta dei dati sono seguite le operazioni per la loro organizzazione, revisione e standardizzazione. Queste operazioni hanno riguardato solo i dati disponibili in formato digitale, mentre quelli archiviati in forma cartacea (presso i sopracitati enti) non sono stati presi in considerazione nel presente lavoro. La raccolta e omogeneizzazione dei dati ha riguardato tutti i pozzi censiti e informatizzati nell’ambito dei due progetti PR.I.S.M.A.S e dei soli pozzi definiti come appartenenti alla “rete permanente” del progetto “VALLE TANARO”. Al riguardo, sono esclusi i pozzi censiti ma non appartenenti alla rete permanente per i quali sono disponibili le sole schede cartacee.

I dati raccolti sono stati quindi organizzati in tabelle, all’interno di un file di ACCESS®.

4.6.3 Tabelle di sintesi

Vengono di seguito descritte le tabelle che costituiscono la base dati utilizzata nell’ambito del Piano di Tutela riportate integralmente nell’ Allegato 2.

Tabella Codici_pozzo:

- CODICE REGIONALE (codice assegnato al pozzo sulla base del codice ISTAT provinciale + codice ISTAT comunale + un numero progressivo preceduto da un numero di zeri sufficiente a mantenere la cifra di 4 numeri)
- FONTE DATI (indica la fonte dei dati archiviati relativamente al record)
- UTM X (coordinata secondo il sistema chilometrico UTM)
- UTM Y (coordinata secondo il sistema chilometrico UTM)
- QUOTA (quota del p.c. in corrispondenza del pozzo)
- ACQUIFERO (tipo di acquifero filtrato dal pozzo)
- PROF (profondità del pozzo)
- INDIRIZZO (indirizzo del pozzo)
- LOCALITA' (località del pozzo o descrizione utile alla sua individuazione)
- USO (tipo di uso del pozzo)
- TIPO DI MONITORAGGIO (tipo di monitoraggio possibile)
- CODICE ISTAT (codice ISTAT del comune nel quale è ubicato il pozzo)

Tabella Anagrafica_proprietari_gestori:

- CODICE REGIONALE (codice assegnato al pozzo sulla base del codice ISTAT provinciale + codice ISTAT comunale + un numero progressivo preceduto da un numero di zeri sufficiente a mantenere la cifra di 4 numeri)
- SIGLA_DIP (sigla del dipartimento A.R.P.A. responsabile delle operazioni di campionamento)
- PROPRIETARIO (nome e cognome del proprietario del pozzo)
- GESTORE (nome e cognome del gestore del pozzo)
- INDIRIZZO_GESTORE (indirizzo del gestore)
- TEL_GESTORE (numero telefonico del gestore)

Tabella CODICI_ISTAT_USL

- CODICOM (codice comune)
- NOME COMUNE
- COD_ISTAT (codice Istat)
- CAP (codice di avviamento postale)
- PR (provincia)
- USL_OLD (vecchio codice USL)
- CODFIS (codice fiscale)

- CODREG (codice regionale)
- CODUSL (codice ASL)

Tabella ANALISI_CHIMICHE

Si riportano i parametri previsti nel protocollo analitico (vedi paragrafo 4.5.3).

4.6.4 Operazioni di revisione dei dati

I dati raccolti sono stati organizzati in modo da poter essere tra loro accorpati nelle tabelle precedentemente descritte. Successivamente alle operazioni di raccolta dati e di organizzazione in tabelle si è proceduto all'operazione di verifica delle informazioni acquisite, apportando eventuali correzioni od eliminazioni nel caso di invalidità del dato. Tali interventi sono di seguito descritti.

- **Dati di natura anagrafica e tecnica:** la prima operazione di controllo-correzione ha riguardato i dati di natura anagrafica e tecnica delle Tabelle Codici_Pozzo e Anagrafica_proprietari_gestori. Questi dati sono stati organizzati in ulteriori tabelle al fine di renderne più essenziale il contenuto. La gestione separata dei progetti ha comportato la duplicazione di alcuni codici pozzo non univoci (codici doppi) e non omogenei (non uniformità nelle convenzioni utilizzate per l'assegnazione dei codici ai piezometri); si è dunque reso necessario procedere alla modifica di alcuni codici pozzo al fine di evitare duplicati; i codici dei piezometri sono stati modificati inserendo il carattere "P" all'interno del codice (es. 123456P0001 anziché 1234560001). Si è inoltre proceduto alla verifica di congruità dei codici con l'ubicazione relativamente al territorio comunale di appartenenza. In Allegato 3 è riportata la tabella di transcodifica che consentirà di modificare i codici pozzo anche sulle schede pozzo cartacee non ancora informatizzate.
- **Dati di natura chimica:** si è proceduto alla verifica di dati errati a causa di un incorretto inserimento degli stessi; si è inoltre intervenuto sui seguenti parametri:
 1. Durezza - ricalcolata su tutte le analisi, sulla base di Ca e Mg;
 2. Pesticidi Totali - calcolato il valore sulla base della sommatoria dei dati disponibili;
 3. IPA Totali - calcolato il valore sulla base della sommatoria dei dati disponibili.

4.7 Caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee

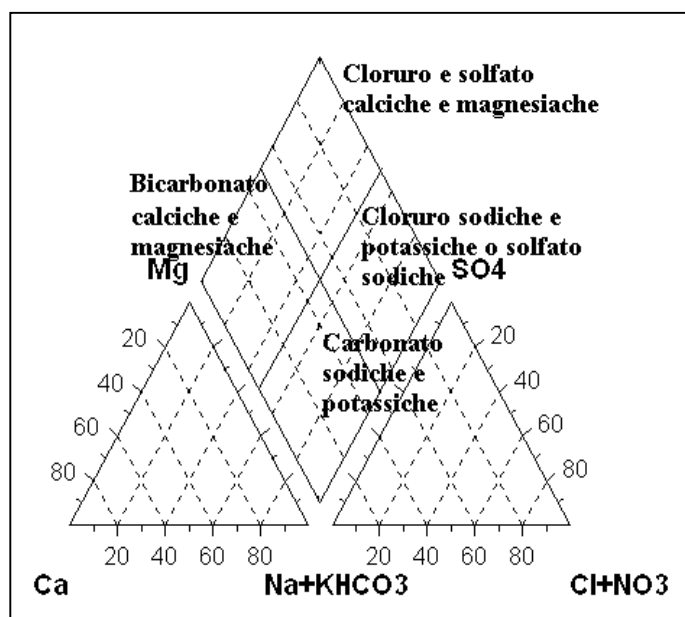
Per fornire un quadro complessivo sulle caratteristiche geochimiche delle falde investigate dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee, sono state realizzate elaborazioni alla scala di lavoro sui dati analitici tenendo conto della distribuzione degli elementi ritenuti maggiormente significativi o individuati dal D.Lgs. 152/99 come parametri di base o addizionali. Si fornisce di seguito una breve trattazione degli elementi considerati:

- **Conducibilità elettrolitica:** è un parametro direttamente correlato al contenuto salino dell'acqua; la Falda Superficiale presenta valori generalmente superiori rispetto alle Falde Profonde; tuttavia, valori molto elevati delle Falde Profonde possono anche indicare commistioni con acque connate (acque con elevato carico salino per circolazione/segregazione profonda);
- **Cloruri:** i valori più elevati di questo parametro sono generalmente tipici della Falda Superficiale a causa dell'attività antropica (utilizzo di fertilizzanti, liquami organico-biologici derivanti da allevamenti e scarichi fognari perdenti, spandimento di NaCl come antigelo etc.), valori inferiori sono generalmente tipici dalle Falde Profonde; valori molto elevati possono indicare commistioni con acque connate o la presenza di formazioni evaporitiche;
- **Solfati:** i valori più elevati sono tipici della Falda Superficiale in relazione all'attività antropica (fertilizzanti); valori particolarmente elevati di tale parametro possono essere correlati con la presenza nel sottosuolo o nel bacino di alimentazione di rocce evaporitiche ricche di gessi quali ad esempio la Formazione Gessoso-Solfifera del Messiniano;
- **Ferro:** è un elemento presente nella matrice dell'acquifero sotto forma di ossidi, può passare in soluzione in condizioni riducenti che si verificano generalmente negli acquiferi profondi laddove lo scambio di ossigeno con l'atmosfera è ridotto o assente: valori elevati di questo metallo sono quindi generalmente più frequenti in falde profonde. Concentrazioni elevate possono verificarsi anche nella Falda Superficiale laddove sussistano condizioni riducenti (anossia) anche indotte dall'attività microbica;
- **Manganese:** evidenzia un comportamento geochimico del tutto simile a quello del Ferro;
- **Nichel:** valori elevati, anche superiori ai limiti di legge, su ampie aree possono essere correlati alla particolare natura petrografia e mineralogica della matrice degli acquiferi e delle adiacenti aree di alimentazione. Infatti, i minerali ricchi in ferro e magnesio includono nel loro reticolo cristallino anche il più solubile Nichel. In particolare, concentrazioni anomale di questo metallo possono essere correlate con la presenza di rocce ofiolitiche (rocce eruttive e metamorfiche derivate dalla solidificazione di magmi basici) quali: peridotiti successivamente metamorfosate (serpentiniti), gabbri e basalti nei

bacini di pertinenza. Al riguardo, risulta particolarmente elevato il contenuto di Ni all'interno delle peridotiti; in tali rocce la sua concentrazione può raggiungere i 2000 ppm (L. Marini e G. Ottonello ed. 2002).

Sono inoltre state effettuate elaborazioni che valutano i seguenti elementi:

- Rapporto ione sodio / ione cloruro:** costituisce un indicatore utile alla discriminazione tra circuiti idrici superficiali (Falda Superficiale) e circuiti idrici profondi (Falde Profonde). Negli acquiferi superficiali il rapporto tra questi due ioni è generalmente di tipo stechiometrico o spostato a favore dello ione cloruro a causa degli apporti di cloruro connessi con l'attività antropica; negli acquiferi profondi il rapporto è invece generalmente spostato a favore dello ione sodio. Tale arricchimento si determina a causa di fenomeni di scambio ionico ($\text{Na} - \text{Ca}$); inoltre, la matrice rocciosa dell'acquifero può rilasciare sodio ma non cloruro. Tali fenomeni assumono un'importanza maggiore nell'ambito dei circuiti profondi nei quali le velocità di flusso risultano generalmente inferiori, se paragonate a quelle degli acquiferi superficiali (generalmente meno alterati e quindi più permeabili), e tempi di contatto tra l'acqua e la matrice dell'acquifero generalmente più lunghi.
- Diagramma di Piper:** il diagramma di Piper (1944) costituisce un rapido metodo grafico di caratterizzazione delle acque sotterranee in gruppi aventi caratteristiche chimico-fisiche omogenee e distinguibili da altri gruppi; è costituito da due triangoli equilateri sormontati da un rombo: il triangolo di sinistra rappresenta i cationi, quello di destra gli anioni. Il vertice inferiore sinistro del triangolo sinistro è occupato dal Ca^{++} , quello di destra dalla somma di Na^+ e K^+ , quello superiore dal Mg^{++} ; il vertice inferiore sinistro del triangolo di destra è occupato dai HCO_3^- , quello di destra dalla somma di Cl^- e NO_3^- quello superiore dai SO_4^{--} . Ogni analisi origina tre punti, due posizionati nei due triangoli, uno per i cationi ed uno per gli anioni, proporzionalmente al contenuto relativo dei vari ioni, ed uno nel rombo localizzato all'intersezione delle rette originate dagli altri due punti e tracciate parallelamente alla retta congiunte Ca^{++} e Mg^{++} per i cationi e parallelamente alla retta congiungente la somma di Cl^- e NO_3^- e SO_4^{--} per gli anioni. E' indispensabile effettuare un controllo della posizione



dei punti anche nei due triangoli in quanto nel rombo sono riportate le somme di SO_4^- e Cl^- e di Ca^{++} e Mg^{++} , quindi acque con mineralizzazioni anche diverse possono occupare la medesima posizione. All'interno del rombo le acque sono suddivise in quattro categorie tramite la suddivisione del rombo in altrettanti rombi più piccoli. Il rombo più in alto è quello delle acque cloruro e solfato calciche e magnesiache, quello di destra è quello delle acque cloruro sodiche e potassiche o solfato sodiche, quello in basso è quello delle acque carbonato sodiche e potassiche, quello di sinistra è quello delle acque bicarbonato calciche e magnesiache.

- **Diagramma di Schoeller:** è costituito da più ordinate lungo le quali vengono riportate in scala logaritmica le concentrazioni dei singoli ioni presi in considerazione successivamente uniti con una spezzata. I vantaggi di questa rappresentazione sono quelli di mantenere le concentrazioni assolute dei vari ioni e quindi rendere distinguibili acque a debole o intensa mineralizzazione e di visualizzare tramite la pendenza della spezzata che unisce le concentrazioni tra ioni adiacenti il loro rapporto caratteristico. Mediante il diagramma di Schoeller è dunque possibile evidenziare anomalie del singolo punto di campionamento nei confronti dell'andamento tipico regionale grazie alla valutazione dei rapporti tipici tra i singoli ioni e i livelli di concentrazione degli stessi.

4.7.1 Caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee della Falda Superficiale

Si riportano di seguito le elaborazioni eseguite per la Falda Superficiale, mentre le relative tavole grafiche sono presentate nell' Allegato 1.

Le elaborazioni effettuate per i parametri: Conducibilità Elettrolitica, Cloruri, Solfati, Ferro, Manganese e Nichel (elaborazioni su base puntuale) sono relative al dato medio calcolato sulle 4 campagne di prelievo effettuate nel biennio 2000-2001 e verificate sui dati delle campagne 2002-2003. Qualora fosse disponibile un numero inferiore di campagne la media è stata effettuata sulle campagne disponibili. Il dato acquisito è stato comunque ritenuto "rappresentativo" in quanto riferito a parametri chimici naturali. Tutti i dati chimici utilizzati sono riportati nell'Allegato 4.

Le elaborazioni effettuate per i digrammi Na/Cl, Piper e Schoeller (elaborazioni per punto, relativamente a Piper e Schoeller raggruppate per area idrogeologica) sono riferite alla seconda campagna 2001 al fine di mantenere il corretto bilanciamento ionico; in assenza dell'ultima campagna 2001 è stata utilizzata la prima campagna disponibile andando a ritroso nel tempo. Tutti i dati chimici utilizzati sono riportati nell'Allegato 5.

4.7.1.1 Conducibilità elettrolitica - Falda Superficiale

	Conducibilità $\mu\text{S/cm}$
Max	4160.0
Min	74.5
Media	598.0
Mediana	509.0
Dev. standard	431.3
Limite D.Lgs 152/99 (Classi 4/0)	2500.0

Tabella 4.7.1.1-1: Sintesi dei valori della Conducibilità elettrolitica nelle aree di pianura della regione Piemonte.

Il parametro Conducibilità elettrolitica presenta, per le acque della Falda Superficiale, una estrema variabilità: questa infatti oscilla tra valori compresi tra 75 $\mu\text{S/cm}$ e 4200 $\mu\text{S/cm}$; la Pianura Novarese (Aree idrogeologiche NO01 e NO02) evidenzia generalmente conducibilità più basse con valori generalmente compresi tra 50 $\mu\text{S/cm}$ e 400 $\mu\text{S/cm}$; tale evidenza è giustificabile dalla natura esclusivamente silicatica delle rocce presenti nel bacino di riferimento. Valori moderatamente più elevati, comunque sempre inferiori a 1000 $\mu\text{S/cm}$ si registrano nella pianura Biellese (Aree Idrogeologiche VC01, VC04, TE04, TE05 e TE06) e Vercellese (Aree idrogeologiche VC02 e VC03).

La Pianura Torinese Settentrionale (Aree idrogeologiche TO01, TO02, TO03, TO04, TO05, TE07 e TE08) mostra una situazione paragonabile a quella della Pianura Novarese con valori generalmente inferiori a 400 $\mu\text{S/cm}$.

La Pianura Cuneese e Torinese Meridionale (Aree idrogeologiche TO06, TO07, CN01, CN02 e TE09) presenta valori generalmente compresi tra 400 $\mu\text{S/cm}$ e 1000 $\mu\text{S/cm}$; fa eccezione il settore Pinerolese e Saluzzese dove i valori sono mediamente inferiori a 400 $\mu\text{S/cm}$. Tale diversità può essere giustificata anche in questo caso con la diversa natura petrografica dei bacini di riferimento: con presenza di rocce carbonatiche nel primo caso (Pianura Cuneese Meridionale) e una più ridotta presenza di tali rocce in corrispondenza dei rilievi posti a monte dell'area Pinerolese-Saluzzese.

L'Altopiano di Poirino, presenta una Conducibilità elettrolitica generalmente inferiore a 1000 $\mu\text{S/cm}$ con un massimo di circa 1100 $\mu\text{S/cm}$; valori quindi mediamente più elevati se paragonata a quelli della pianura Torinese Meridionale. Tale evidenza trova una giustificazione dalla presenza nel bacino di alimentazione di rocce terziarie terrigene maggiormente solubili se paragonate alle rocce silicatiche dei rilievi alpini. La particolare natura dell'acquifero dell'altopiano, caratterizzata da una bassa permeabilità, contribuisce inoltre a innalzare i valori di conducibilità elettrolitica a causa del suo scarso potere diluente nei confronti degli apporti dalla superficie come lo spandimento di liquami connesso con l'attività agricola.

L'area di Pianura Cuneese (Aree idrogeologiche CN03, TE10 e TE11) posta in destra Stura di Demonte presenta valori della conducibilità elettrolitica paragonabili alla restante parte di Pianura Cuneese (400 -1000 $\mu\text{S/cm}$). Valori più elevati (anche superiori a 3000 $\mu\text{S/cm}$) si riscontrano in prossimità dei rilievi delle Langhe, verosimilmente per l'interazione con le rocce terrigene terziarie all'interno delle quali possono esistere circuiti di acque connate ad elevata salinità.

Il Settore del Fondovalle Tanaro (Area idrogeologica AT01) è caratterizzato dai valori più elevati di tutta la regione; questi risultano generalmente compresi tra 1000 e 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con punte massime nel comune di Costigliole di circa 4100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/7). Tale evidenza è da correlarsi con la natura delle rocce del bacino di riferimento; infatti, l'area in corrispondenza dei rilievi ed il sottosuolo sono caratterizzati dalla presenza della Formazione Gessoso-Solfifera del Messiniano di natura prevalente marnoso-gessosa, altamente solubile.

La Pianura Alessandrina-Tortonese (Aree idrogeologiche AL01, AL02, AL03, AL04, AL05, TE12, TE13, TE14, TE15, TE16, TE17, e TE18) presenta valori generalmente compresi tra 400 e 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con massimi relativi in corrispondenza della stretta Tortona-Montecastello; in quest'area il substrato Terziario è presente a ridotta profondità e l'interazione con rocce maggiormente solubili, o con circuiti profondi di acque connate, contribuiscono a innalzare i valori della conducibilità elettrolitica fino a circa 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.7.1.2 Cloruri – Falda Superficiale

	Cloruri mg/L
Max	958.0
Min	0.0
Media	33.0
Mediana	15.8
Dev. standard	80.1
Limite D.Lgs 152/99 (Classi 4/0)	250.0

Questo parametro presenta concentrazioni generalmente inferiori ai 25 mg/L nella pianura Biellese-Novarese-Vercellese e Cuneese-Torinese; valori più elevati (generalmente inferiori a 100 mg/L), si registrano in corrispondenza dell'Altopiano di Poirino e della Pianura Alessandrina-Tortonese e Casalese. Valori sensibilmente maggiori si rilevano invece nel Fondovalle Tanaro, dove raggiungono circa 1000 mg/L, e in corrispondenza della stretta Tortona-Montecastello (comuni di Sale e Alluvioni Cambiò) con valori massimi di circa 650 mg/L (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/8).

Tabella 4.7.1.2-1: Sintesi dei valori dei Cloruri nelle aree di pianura della regione Piemonte.

In via generale le aree che sono di “pertinenza” del Bacino Terziario Ligure Piemontese presentano concentrazioni di cloruri generalmente maggiori se paragonate con le aree di “pertinenza” alpina. Valori elevati dei cloruri sono verosimilmente riconducibili a fenomeni di commistione delle acque della Falda Superficiale con acque connate appartenenti ai circuiti profondi.

4.7.1.3 Solfati – Falda Superficiale

	Solfati mg/L
Max	992.6
Min	0.0
Media	66.1
Mediana	44.3
Dev. standard	83.7
Limite D.Lgs 152/99 (Classi 4/0)	250.0

I Solfati evidenziano una distribuzione simile a quella dei cloruri; la Pianura Biellese-Novarese-Vercellese, quella Torinese e Cuneese e quella Alessandrina-Tortonese presentano valori generalmente inferiori a 100 mg/L e solo localmente valori maggiori (comunque inferiori a 250 mg/L). Concentrazioni sensibilmente più elevate si registrano nel settore del Fondovalle Tanaro dove risultano generalmente comprese tra 250 e 500 mg/L. I valori più elevati si registrano in corrispondenza

Tabella 4.7.1.3-1: Sintesi dei valori dei Solfati nelle aree di pianura della regione Piemonte.

della stretta di Cherasco (comuni di La Morra e Santa Vittoria d'Alba) con tenori massimi di circa 1000 mg/L e nel comune di Costigliole (750 mg/L) (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/9). Concentrazioni elevate di solfati sono generalmente riconducibili all'interazione delle acque con la formazione Gessoso-Solfifera del Messiniano di natura gessoso-marnosa ed in particolare dove tale formazione costituisce il substrato dell'acquifero superficiale (Falda Superficiale).

4.7.1.4 Ferro – Falda Superficiale

	Ferro µg/L
Max	8123.8
Min	0.0
Media	203.1
Mediana	27.5
Dev. standard	657.1
Limite D.Lgs 152/99 (Classi 4/0)	200.0

La presenza del Ferro in soluzione è generalmente legata alle condizioni riducenti dell'acquifero. La concentrazione di tale parametro nelle acque sotterranee presenta una grande variabilità sull'intero territorio della regione; la pianura Biellese Vercellese presenta valori generalmente elevati compresi tra 200 e 1000 µg/L, con punte massime anche superiori ai 6000 µg/L. La pianura Torinese Settentrionale è caratterizzata da valori sostanzialmente inferiori (intorno ai 100 µg/L) e solo localmente compresi tra 100 e 250 µg/L. Le pianure torinese e cuneese sono distinte da

Tabella 4.7.1.4-1: Sintesi dei valori dei Solfati nelle aree di pianura della regione Piemonte.

una grande variabilità con valori minimi anche inferiori a 25 µg/L e massimi di circa 1200 µg/L (Comune di Vinovo). L'Altopiano di Poirino presenta valori generalmente inferiori a 100 µg/L ed una punta di circa 8000 µg/L presso Santena. Anche il Settore del Fondovalle Tanaro e la Pianura Alessandrina-Tortonese evidenziano un grande variabilità delle concentrazioni riscontrate con tenori che oscillano tra minimi inferiori a 25 e massimi superiori a 1000 µg/L (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/10).

4.7.1.5 Manganese – Falda Superficiale

	Manganese µ/L
Max	2770.8
Min	0.0
Media	59.8
Mediana	1.5
Dev. standard	220.1
Limite D.Lgs 152/99 (Classi 4/0)	50.0

Anche la presenza del Manganese in soluzione (analogamente al Ferro) è legata alle condizioni riducenti dell'acquifero. Il Manganese evidenzia infatti una distribuzione del tutto paragonabile a quella del Ferro con valori moderatamente più elevati nella Pianura Biellese e Vercellese (valori compresi tra minimi inferiori a 20 µg/L e massimi anche superiori a 1000 µg/L) se paragonati alla Pianura Novarese (valori generalmente inferiori a 20 µg/L solo localmente compresi tra 50 e 500 µg/L).

Tabella 4.7.1.5-1: Sintesi dei valori del Manganese nelle aree di pianura della regione Piemonte.

La Pianura Torinese Settentrionale presenta valori sempre inferiori a 20 µg/L. La pianura Torinese Meridionale e quella Cuneese presentano concentrazioni generalmente inferiori a 20 µg/L; solo localmente si rilevano valori superiori a 1000 µg/L. L'Altopiano di Poirino presenta tenori sempre inferiori a 20 µg/L, solo localmente (Comune di Santena) si rilevano concentrazioni superiori a 1000 µg/L.

Il settore del Fondovalle Tanaro è caratterizzato da una grande variabilità delle concentrazioni rilevate, con minimi di concentrazione inferiori a 20 µg/L e massimi compresi tra 500 e 1000 µg/L. La Pianura Alessandrina-Tortonese è invece caratterizzata da valori di concentrazione generalmente inferiori a 20 µg/L; solo localmente (stretta Tortona-Montecastello) si registrano concentrazioni più elevate e comunque inferiori a 500 µg/L (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/11).

4.7.1.6 Nichel – Falda Superficiale

	Nichel µg/L
Max	195.5
Min	0.0
Media	5.8
Mediana	0.0
Dev. standard	16.7
Limite D.Lgs 152/99 - Parametri aggiuntivi	20.0

Il Parametro Nichel presenta valori superiori al limite tabellare di 20 µg/L (D.Lgs. 152/99) nella pianura Vercellese (con tenori anche prossimi ai 200 µg/L) e all'interno dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea ed ai margini esterni dello stesso con valori massimi di circa 140 µg/L. Valori prossimi a 100 µg/L si riscontrano anche nella pianura torinese tra l'abitato di Torino e l'alto terrazzo posto a N di Caselle Torinese. Nella pianura cuneese i valori massimi si verificano in corrispondenza dello sbocco vallivo della Valle Po a N dell'abitato di Saluzzo. Tenori elevati, superiori al limite si rilevano

Tabella 4.7.1.5-1: Sintesi dei valori del Nichel nelle aree di pianura della regione Piemonte.

anche nella pianura Alessandrina con valori massimi di circa 40 µg/L (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/12).

Le concentrazioni anomale di Nichel possono essere correlate alla presenza di rocce ofiolitiche (rocce eruttive e metamorfiche derivate dalla solidificazione di magmi basici) quali: peridotiti successivamente metamorfosate (serpentiniti), gabbri e basalti nei bacini di pertinenza ed ai loro prodotti di degradazione. Al riguardo, risulta particolarmente elevato il contenuto di Ni all'interno delle peridotiti, dove la sua concentrazione può raggiungere anche i 2000 ppm (L. Marini e G. Ottonello ed. 2002).

4.7.1.7 Rapporto ione sodio/ione cloruro – Falda Superficiale

L'analisi del rapporto Na/Cl consente la discriminazione tra circuiti idrici superficiali e profondi; infatti, rapporti di tipo stechiometrico o debolmente sbilanciati verso il Cloro sono tipici dei circuiti superficiali (Falda Superficiale).

Eppure, osservando la Tavola 00CAJ-C302AD02/13 (Allegato 1) si nota come la Pianura Novarese sia caratterizzata da punti di controllo per la Falda Superficiale con valori generalmente sbilanciati verso lo Ione Sodio: tale evidenza potrebbe essere giustificata da un acquifero “superficiale” di natura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa con setti limosi e argillosi scarsi o assenti e con potenze anche prossime agli 80 m. In tale contesto i pozzi superficiali (o considerati come tali in quanto filtranti questo spesso acquifero “indifferenziato”) possono richiamare acque poste nella parte bassa del complesso acquifero, più assimilabili ad acque “profonde” (rapporto Na/Cl sbilanciato verso il Sodio) che ad acque superficiali (rapporto Na/Cl di tipo stechiometrico).

Tuttavia, nell'ambito delle attività di revisione ed ottimizzazione della Rete di Monitoraggio (tuttora in corso) saranno effettuate delle verifiche su tali punti anche alla luce delle informazioni dedotte dal documento: “Identificazione della base dell'acquifero libero nelle provincie di Asti, Biella, Cuneo (area nord-orientale), Novara e Vercelli” redatto dal DST di Torino (De Luca et al, 2002) per conto della Regione Piemonte.

La Pianura Biellese presenta punti di controllo con un valore del Rapporto Na/Cl maggiormente variabile se paragonato a quello della Pianura Novarese: sono presenti punti di monitoraggio caratterizzati sia da rapporto di tipo stechiometrico o debolmente sbilanciato verso il Cloro che punti con un marcato arricchimento in Sodio.

La Pianura Vercellese, è monitorata da punti di controllo che presentano un chimismo ben riconducibile a circuiti superficiali (rapporto Na/Cl stechiometrico); tuttavia, alcune opere mostrano un rapporto Na/Cl tipico dei circuiti profondi.

La Pianura posta all'interno dell'anfiteatro morenico di Ivrea presenta nella maggior parte dei casi punti di controllo caratterizzati da un rapporto Na/Cl di tipo stechiometrico o sbilanciato a favore del Cloro.

In corrispondenza della Pianura Torinese Settentrionale i punti di monitoraggio evidenziano un rapporto Na/Cl variabile: da deboli arricchimenti in Cl, a rapporti di tipo stechiometrico, a rapporti marcatamente sbilanciati verso il Na.

La Pianura Torinese Meridionale, la Pianura Cuneese e l'Altopiano di Poirino presentano punti di monitoraggio caratterizzati generalmente da un rapporto Na/Cl sbilanciato verso il cloro o quasi stechiometrico; solo localmente alcune opere di captazione evidenziano un rapporto sbilanciato verso il Sodio.

Anche il Settore del Fondovalle Tanaro presenta valori del rapporto Na/Cl quasi stechiometrici; localmente, alcune opere esibiscono un maggiore arricchimento in Na; in particolare in corrispondenza della Stretta di Cherasco.

La Pianura Alessandrina-Tortonese è caratterizzata da rapporti Na/Cl di tipo stechiometrico, o da un arricchimento in Cl; solo pochi punti presentano un arricchimento in Na.

4.7.1.8 Caratterizzazione mediante il diagramma di Piper – Falda Superficiale

Il diagramma di Piper, come accennato in precedenza, permette di distinguere acque di diversa origine e chimismo, consentendone la caratterizzazione.

Le elaborazioni effettuate si riferiscono ai dati analitici relativi alla seconda campagna 2001; ove

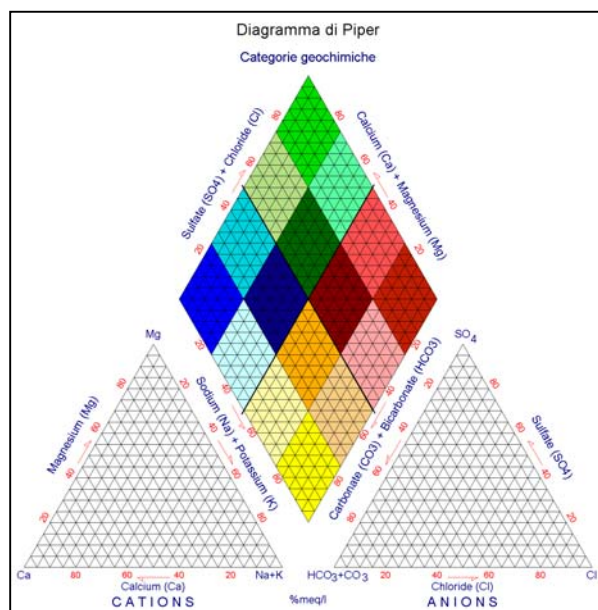


Figura 4.7.1.8-1: suddivisione del rombo di Piper in 16 sottoaree, utilizzate per rappresentare i punti in carta.

tale dato non fosse disponibile è stato utilizzata la prima campagna fruibile andando a ritroso nel tempo.

Al fine di poter rappresentare in carta (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/14) la posizione di ogni punto di monitoraggio all'interno del rombo nel diagramma di Piper è stato implementato un foglio di calcolo attraverso il quale è possibile ottenere tale posizione discretizzando il rombo in 16 parti (4 per famiglia geochemica). Questo strumento consente una valutazione immediata dei dati analitici permettendo di visualizzare l'evoluzione del chimismo su base areale e di effettuare elaborazioni di natura statistica. In Figura 4.7.1.8-1 è riportato il diagramma di Piper con il rombo suddiviso in 16 sottoaree; ai colori

indicati nel rombo corrispondono i colori dei punti indicati in Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/13.

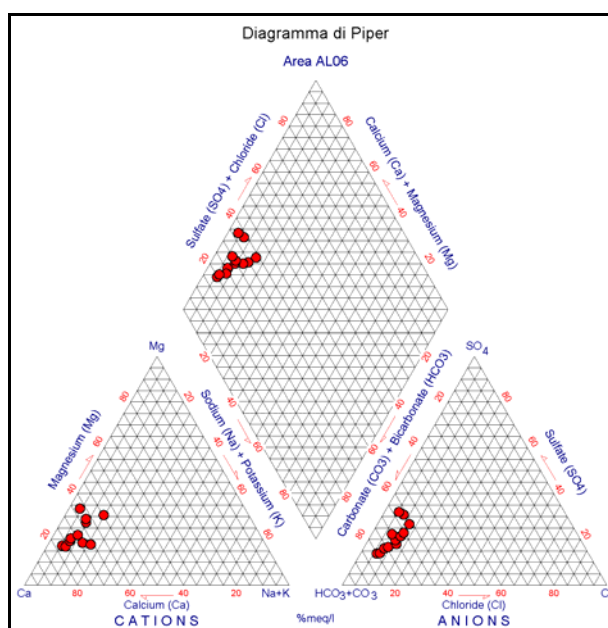
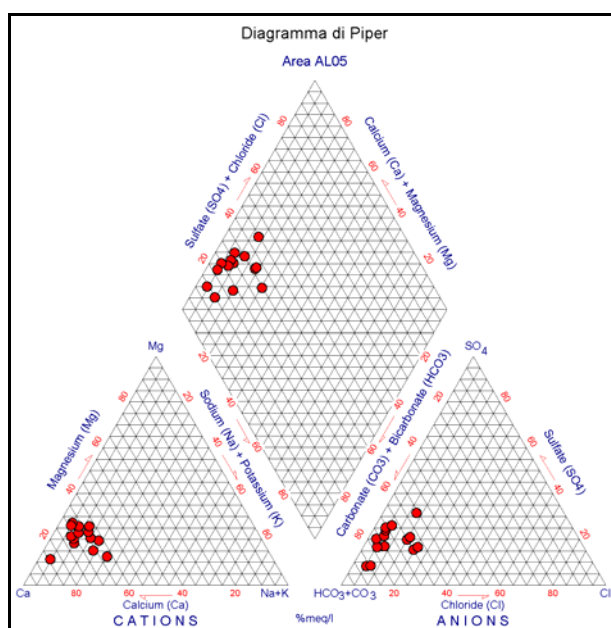
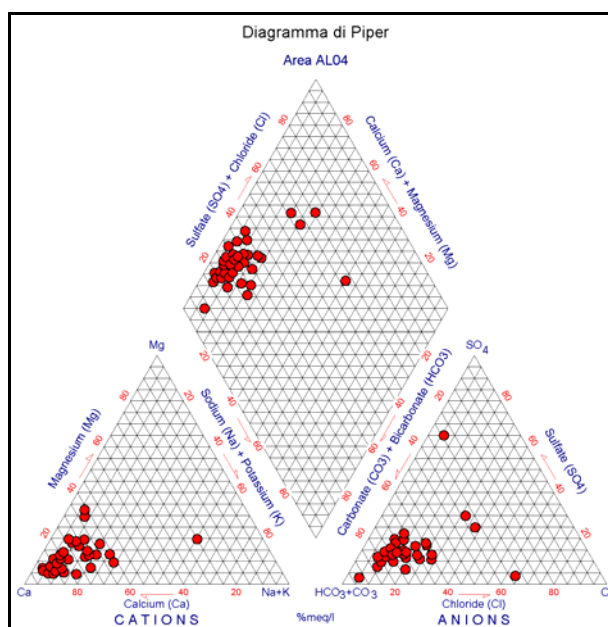
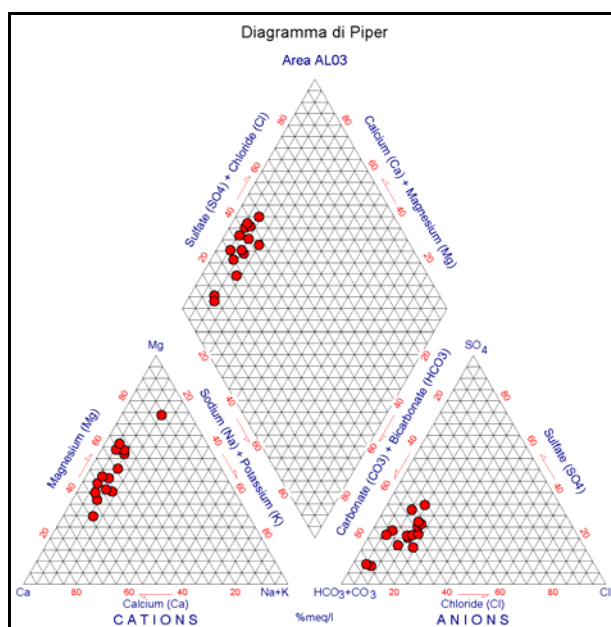
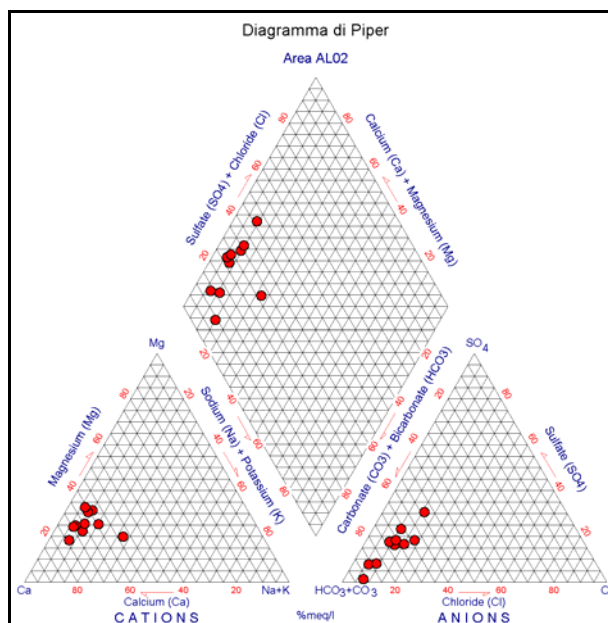
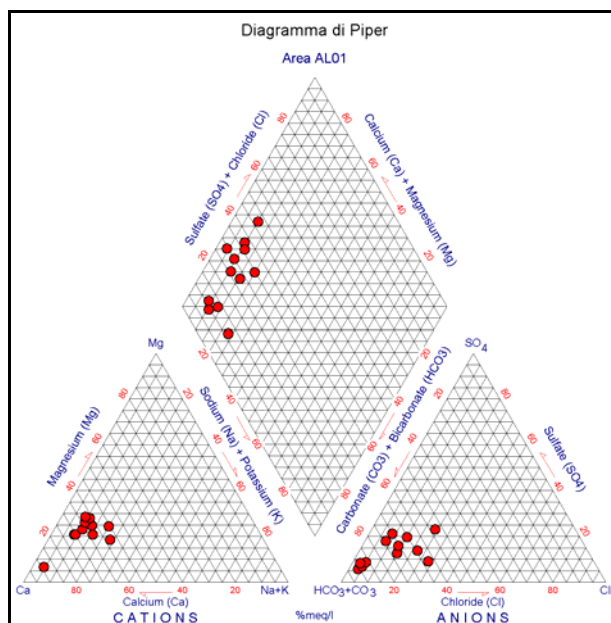
Osservando i diagrammi di Piper di seguito riportati e realizzati sulla base della suddivisione delle aree di pianura in "Aree Idrogeologiche" (laddove fossero presenti almeno 5 punti di controllo per Area Idrogeologica) e la Tavola 00CAJ-C302AD02/14 (Allegato 1), si nota come la Falda Superficiale della Pianura Piemontese presenti generalmente acque di tipo Bicarbonato calcico e magnesiaci talora prossime o appartenenti al campo delle Cloruro e solfato calciche.

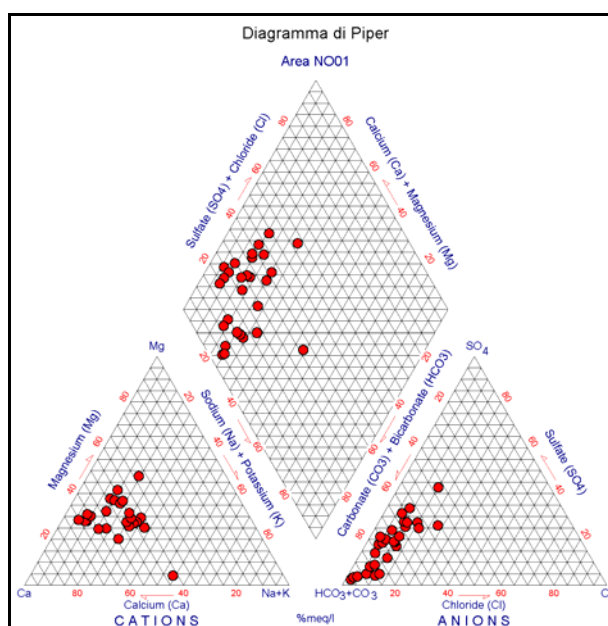
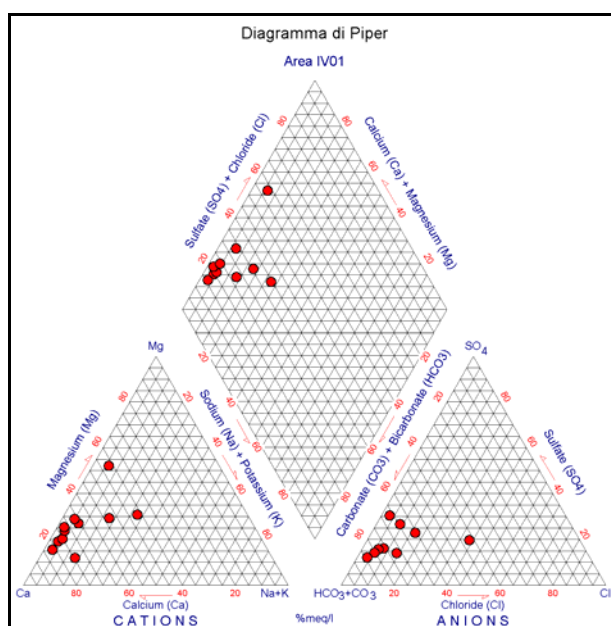
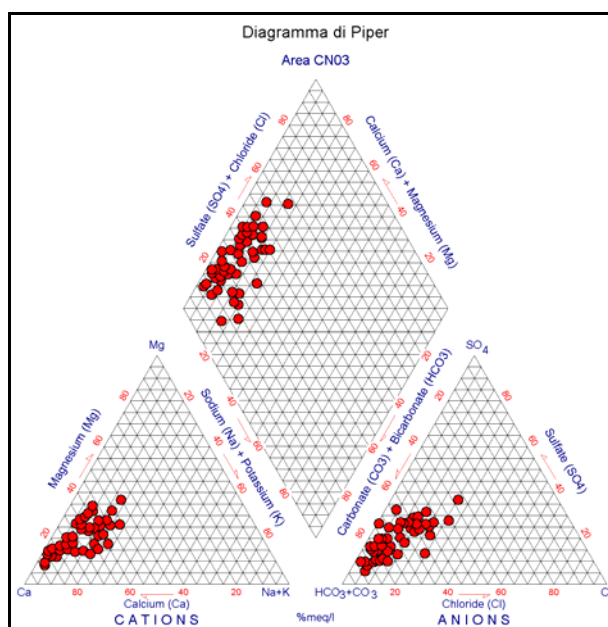
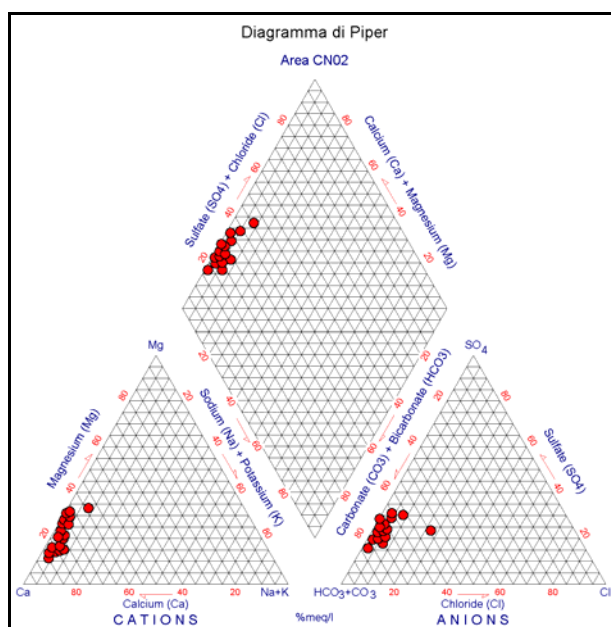
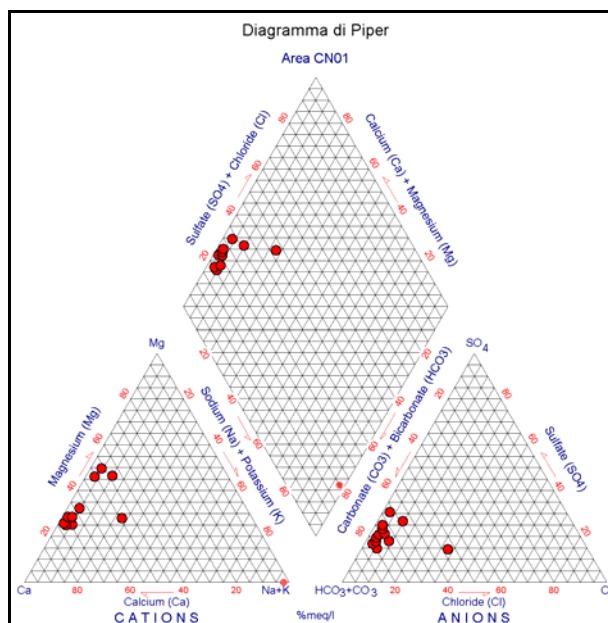
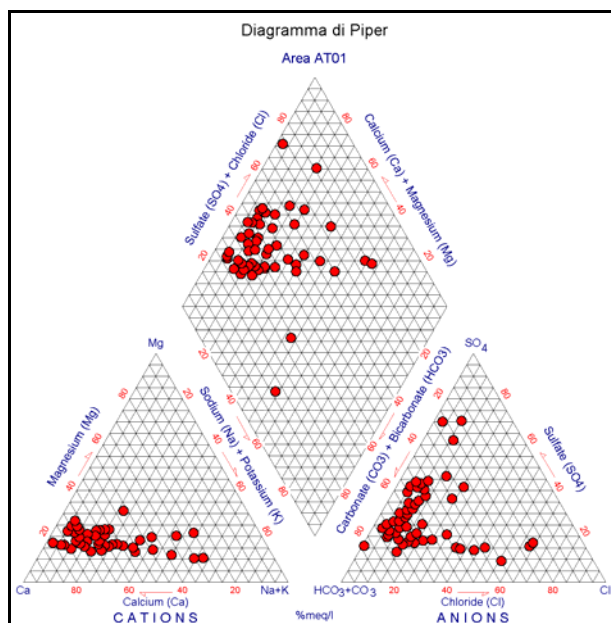
Questo quadro si rileva nell'alta Pianura Biellese, localmente nella Pianura Novarese, in alcuni settori della Pianura Cuneese (in destra Stura di Lanzo), in vasti settori del Fondovalle Tanaro e nella Pianura Alessandrina-Tortonese in corrispondenza della stretta Tortona-Montecastello.

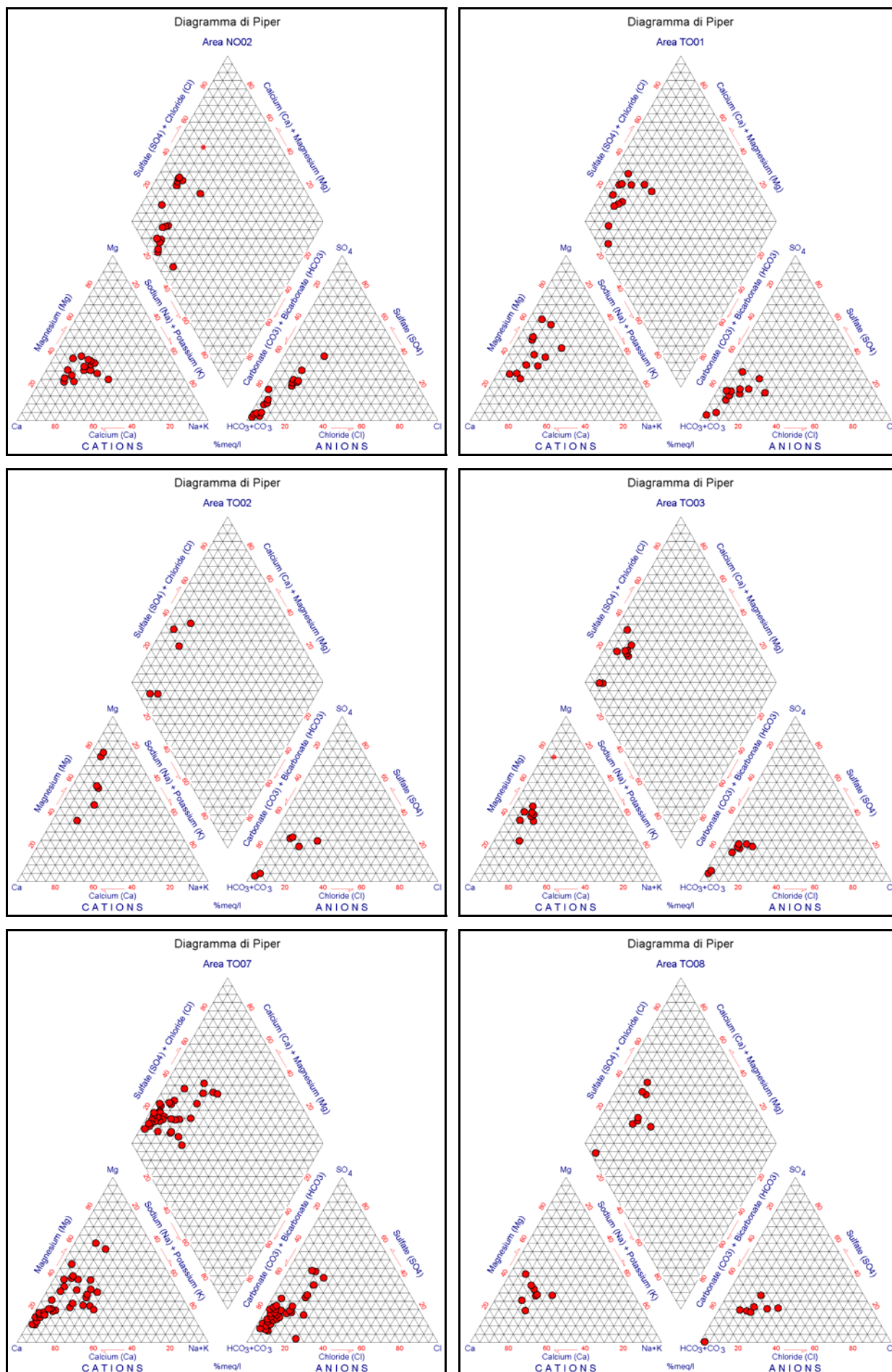
Solo localmente sono presenti acque appartenenti alla famiglia delle Carbonato Sodiche e Potassiche: localmente nella Pianura Novarese e Cuneese in corrispondenza della Stretta di Cherasco e nel Settore del Fondovalle Tanaro.

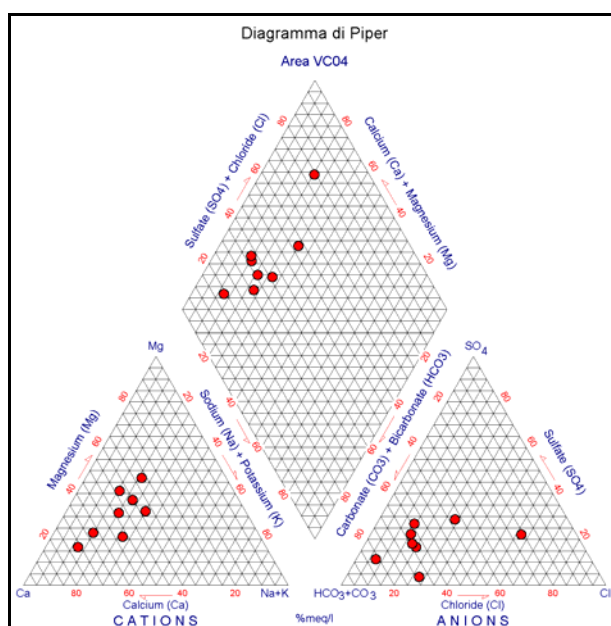
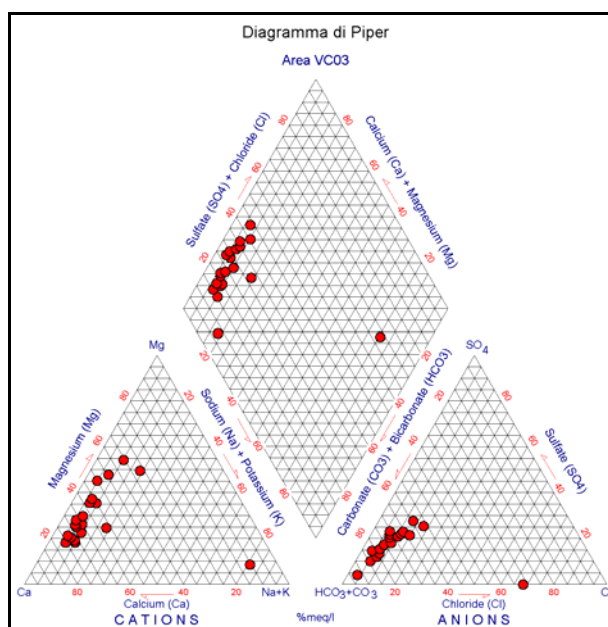
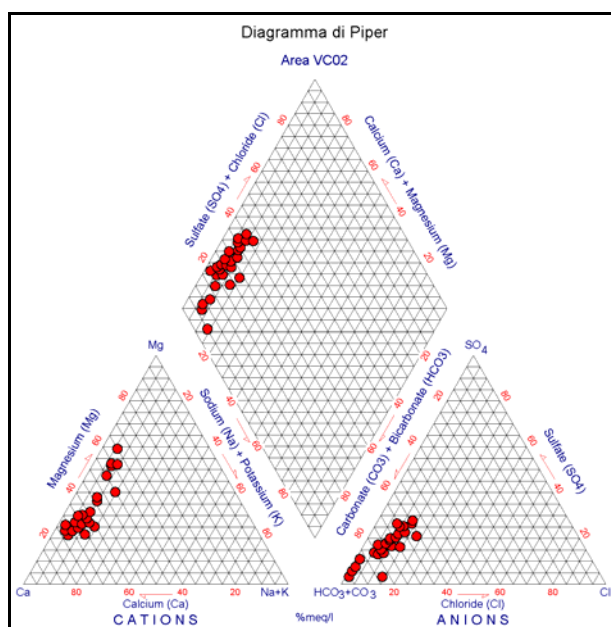
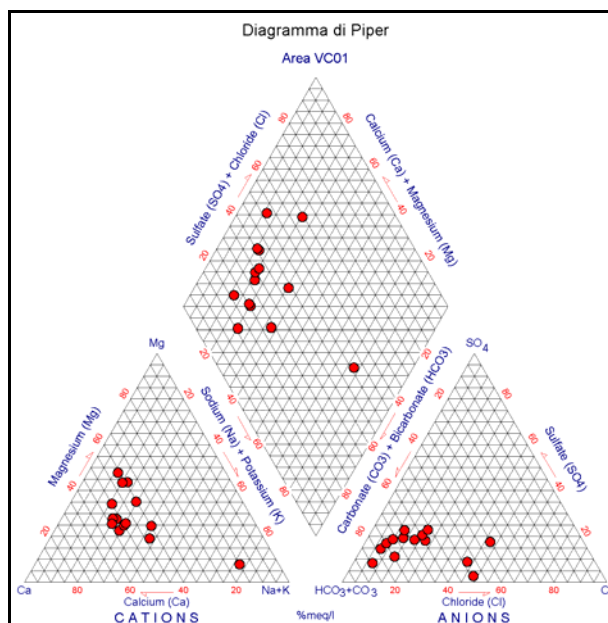
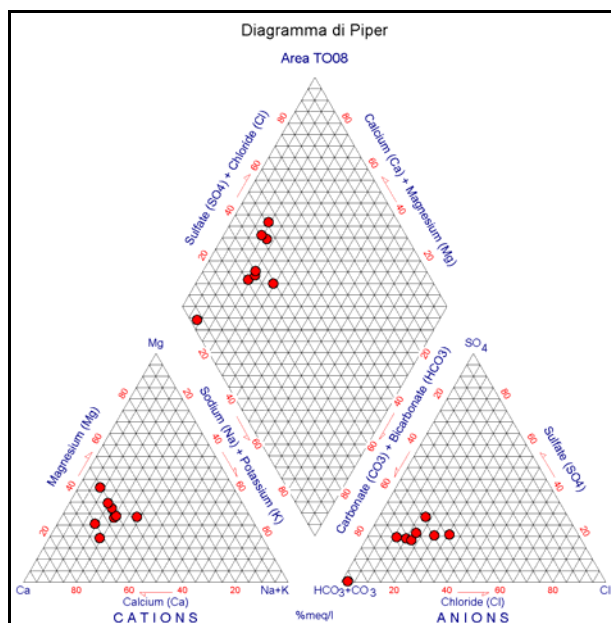
Nel Settore del Fondovalle Tanaro, nel Comune di Costigliole d'Asti sono inoltre riconoscibili acque appartenenti alla classe delle Cloruro sodiche o solfato potassiche. In tale aree la Formazione Gessoso-Solfifera di natura marnoso-gessosa determina un aumento della componente solfatica delle acque sotterranee favorendo il cambio di classe.

Analogamente nel settore della Pianura Alessandrina-Tortonese si osservano acque appartenenti alla medesima famiglia delle Cloruro sodiche e potassiche o solfato sodiche a causa verosimilmente di fenomeni di commistione delle acque della Falda Superficiale con acque connate ad elevato contenuto salino a causa della presenza (a modesta profondità), del substrato marino Terziario costituito dalla congiunzione tra l'arco del Monferrato e i rilievi dell'Appennino.









4.7.1.9 Caratterizzazione mediante il diagramma di Schoeller – Falda Superficiale

Il diagramma di Schoeller permette di caratterizzare dal punto di vista idrochimico le acque attraverso una correlazione tra i costituenti fondamentali, consentendo anche di distinguere (grazie alla scala logaritmica) tra acque a debole o intensa mineralizzazione. L'elemento saliente che permette di correlare acque della stessa famiglia con tenori salini diversi è la pendenza della spezzata che unisce le concentrazioni degli ioni adiacenti, evidenziandone il rapporto caratteristico. Mediante il diagramma di Schoeller è dunque possibile evidenziare sia anomalie del singolo punto di campionamento nei confronti dell'andamento tipico regionale, che la congruenza tra campioni dello stesso tipo chimico più o meno diluiti.

Le elaborazioni relative al diagramma di Schoeller riguardano i dati analitici corrispondenti alla seconda campagna 2001; ove tale dato non fosse disponibile è stata utilizzata la prima campagna fruibile andando a ritroso nel tempo.

Osservando i diagrammi di Schoeller di seguito riportati e realizzati sulla base della suddivisione delle aree di pianura in "Aree Idrogeologiche" (laddove fossero presenti almeno 5 punti di controllo per Area Idrogeologica), si nota, in via generale, come l'andamento delle spezzate nelle varie aree idrogeologiche presenti una buona correlabilità tra punti di controllo appartenenti alla medesima area, denotando generalmente delle caratteristiche idrochimiche molto simili.

Si fornisce di seguito una valutazione delle situazioni riscontrate all'interno delle "Aree Idrogeologiche" ritenute più significative:

AL 01

In questo settore il chimismo delle acque superficiali è di tipo bicarbonato calcico con una sostanziale sovrapposizione dei trend chimici per i punti considerati. Si osservano solamente modeste variazioni dello ione cloruro ascrivibile ad apporti locali legati all'attività antropica.

AL 02

Anche in questa area si osserva un chimismo bicarbonato calcico con una sovrapposizione dei trend dei vari punti. Si osserva solamente un valore leggermente inferiore per lo ione solfato nel punto 00612200004.

AL 03

Si nota un carico solido disciolto leggermente maggiore rispetto alle aree precedenti con un chimismo bicarbonato calcico e bicarbonato magnesiaco (00602900003), con trend abbastanza simili tra i punti considerati. E' possibile considerare un apporto dalle formazioni calcaree ubicate immediatamente a monte nel bacino di alimentazione.

AL 04

Costituisce un'Area Idrogeologica" molto ampia con numerosi punti di monitoraggio che nel loro insieme mostrano una evidente analogia nel chimismo verso il tipo bicarbonato calcico. Si osservano tuttavia dei punti anomali nel settore nord dell'area con chimismo di tipo cloruro alcalino e solfato calcico (00600600001 e 00600300014), ascrivibili all'affioramento del bacino terziario con un possibile contributo di acque fossili. Il punto ubicato nell'estremo settore sud dell'area con chimismo solfato calcico (00616000001) è invece riconducibile alla presenza di formazioni evaporitiche (gessosa solfifera) a monte del bacino di alimentazione

AL 05

Si riconosce una tendenza simile tra i punti considerati con un chimismo bicarbonato calcico; si notano leggere oscillazioni per quanto concerne gli ioni sodio, cloruro e solfati presumibilmente imputabili a cause locali.

AL 06

Si osserva una evidente affinità idrochimica tra i punti inclusi in quest'area verso una tipologia bicarbonato calcico con una marcata sovrapposizione dei trend caratteristici.

AT 01

Costituisce un'area idrogeologica abbastanza ampia e particolare in quanto delimita il settore di pianura del F. Tanaro. Per la sua estensione, sub parallela al corso d'acqua, è interessata da interazioni trasversali (in seno al bacino di alimentazione e influenza), che producono come risultato un'ampia diversità idrochimica come testimoniato dal diagramma in esame. Infatti, la presenza di formazioni evaporitiche può influire sui termini di tipo solfato calcico e cloruro sodico, laddove la circolazione sotterranea permanga a contatto con queste formazioni, producendo tutta una serie di termini a minore o maggiore diluizione. Si riconosce comunque una prevalenza del tipo bicarbonato calcico e la peculiarità del punto 00402900022 che presenta un chimismo bicarbonato sodico.

CN 01

Si osserva un chimismo prevalente di tipo bicarbonato calcico con un minore carico salino rispetto alle aree precedenti, a causa della presenza nel bacino di alimentazione di formazioni ignee e metamorfiche che interagiscono debolmente con le acque di circolazione (soprattutto per quanto concerne il contributo degli ioni più solubili). Si osservano comunque delle divagazioni dal trend generale, come 00410400004, che evidenzia un carattere bicarbonato sodico e 00420300003 che presenta una certa diluizione con acque cloruro sodiche.

CN 02

E' un'area abbastanza ampia con numerosi punti che presentano un trend sostanzialmente costante ed un chimismo di tipo bicarbonato calcico. Questa situazione evidenzia una certa omogeneità, sia per quanto concerne le caratteristiche litostratigrafiche del bacino di alimentazione dell'acquifero, che i tempi di residenza delle acque circolanti al suo interno.

CN 03

Anche questa area idrogeologica risulta abbastanza ampia con una elevata densità e presenza di punti (55). Si osserva un chimismo prevalente di tipo bicarbonato calcico con bassi contenuti salini, secondo quanto trattato per la precedente area CN 01. Dall'esame del diagramma si osserva un trend di traslazioni parallele (in senso verticale) da termini più o meno mineralizzati in funzione del tempo di residenza nell'acquifero.

IV 01

Questa area, localizzata all'interno dell'anfiteatro morenico di Ivrea, costituisce per la sua natura un settore alquanto circoscritto nel quale i maggiori contenuti salini sono riconducibili ad una più intensa solubilizzazione dei minerali provenienti dal materiale morenico (più facilmente degradabile), che interessa il bacino di alimentazione. Il chimismo è comunque di tipo bicarbonato calcico. Si rileva il punto 00106100001 che evidenzia tenori più elevati di cloruri, solfati e sodio ascrivibili a fattori locali.

NO 01

In questo ambito pur osservando una tendenza generale ad un chimismo di tipo bicarbonato calcico e magnesiaco, si osservano diverse oscillazioni dal trend principale soprattutto per gli ioni cloruro e solfato; anche se i valori effettivi (pur in scala logaritmica) risultano abbastanza contenuti e probabilmente riconducibili a cause antropiche. Infatti, in queste acque a basso contenuto salino modesti apporti esterni possono risaltare immediatamente nel chimismo generale. Il basso contenuto di sali è invece da attribuire alle formazioni del bacino di alimentazione e circolazione, formato essenzialmente da rocce cristalline e dai loro prodotti di disaggregazione. Si distacca dal trend generale il campione 00310600023, caratterizzato da un chimismo bicarbonato alcalino-alcalino-terroso, probabilmente dovuto a cause locali.

NO 02

Anche questa area presenta caratteristiche analoghe al settore precedente, con un chimismo bicarbonato calcico ed un basso contenuto salino. Lo sviluppo prevalente dell'area in senso nord-sud, dalle zone pedemontane alla pianura novarese s.s., favorisce un progressivo

arricchimento delle acque verso termini leggermente più mineralizzati. Il campione 00302600002 denota condizioni di limitata circolazione e vicinanza alle zone di ricarica dell'acquifero.

TE 01

Il terrazzo che delimita l'area in oggetto evidenzia un chimismo prevalentemente bicarbonato calcico con divagazioni di tipo bicarbonato magnesiaco (09605800004) e solfato calcico (09601200006). Il basso contenuto salino è in accordo con il limitato tempo di permanenza nell'acquifero delle acque di alimentazione, mentre le variazioni idrochimiche riscontrate sono da attribuire alla tipologia degli acquiferi, che risultano interessati da una circolazione comunque limitata, non necessariamente intercomunicante e influenzata da fattori locali.

TO 01

Si riconoscono due trend principali nel chimismo dell'area: il primo di tipo bicarbonato calcico ed il secondo di tipo bicarbonato magnesiaco, attribuibili all'interazione con rocce incassanti di diversa tipologia da parte delle acque di circolazione all'interno del bacino. Infatti, i termini magnesiaci sono da ricondurre alla presenza di rocce contenenti minerali ferromagnesiaci: presenti sia come corpo roccioso, che come prodotti di disgregazione, all'interno dell'area.

TO 02

Anche in questa zona, analogamente a quanto osservato per il settore precedente, risalta un chimismo di tipo bicarbonato magnesiaco riconducibile alla composizione litologica prevalente nel settore di alimentazione e circolazione delle acque sotterranee, che denotano altresì un basso tenore salino.

TO 03

In questa area idrogeologica si osservano oscillazioni tra il tipo bicarbonato calcico e ed bicarbonato magnesiaco. In particolare, pur mantenendo la stessa caratterizzazione geochemica, si distacca il campione 00127200003 che evidenzia un più intenso contenuto salino per una maggiore permanenza ed interazione tra le soluzioni circolanti e l'acquifero incassante; il punto è infatti ubicato nella parte terminale dell'area in questione.

TO 07

Costituisce una delle aree più vaste e con il maggior numero di punti (40) dove si osserva una tendenza generale di tipo bicarbonato calcico e bicarbonato magnesiaco. I trend idrochimici nel complesso risultano molto simili tra loro con traslazioni, tra le spezzate che collegano le concentrazioni ioniche, alquanto limitate e comunque all'interno di un ordine di grandezza. Si

distaccano dal trend generale i punti 00103500001 e 00115600001 che evidenziano rispettivamente: un chimismo solfato calcico con un tenore salino più elevato ed una componente cloruro sodica. Ambedue i punti denotano quindi una deviazione dal trend generale probabilmente attribuibile a fattori locali.

TO 08

Si riconosce un trend chimico di tipo bicarbonato calcico, si distacca il campione 00121500003 che evidenzia concentrazioni più basse, in particolare per gli ioni solfato e cloruro, evidenziando una possibile diluizione rispetto ai termini del gruppo.

VC 01

Si osserva un chimismo prelevante di tipo bicarbonato-calcico con oscillazioni molto contenute all'interno degli elementi caratteristici; si distacca solamente il campione 00206100004 che evidenzia un chimismo di tipo cloruro sodico. Tale caratteristica potrebbe essere associata al contributo di acque salmastre associate ai sedimenti pliocenici che risultano sub affioranti nelle aree limitrofe al pozzo considerato.

VC 02

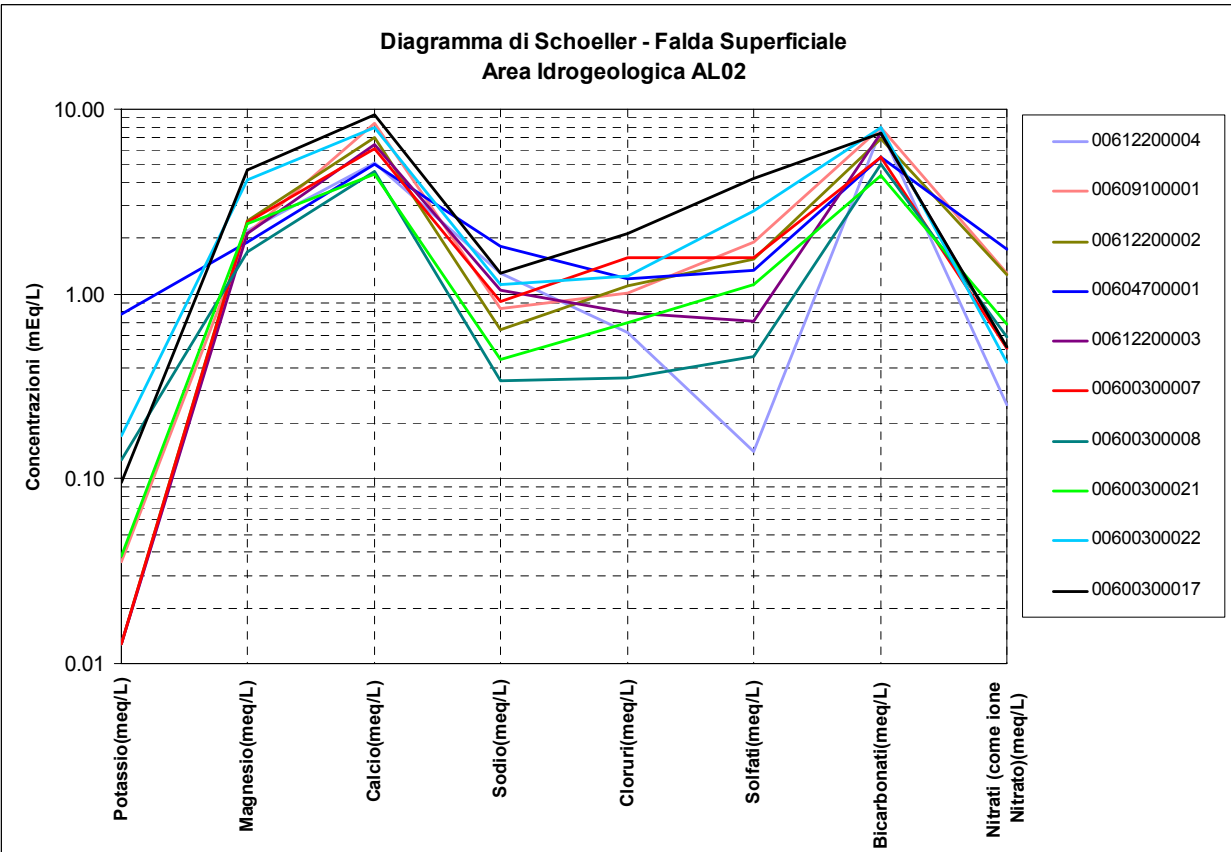
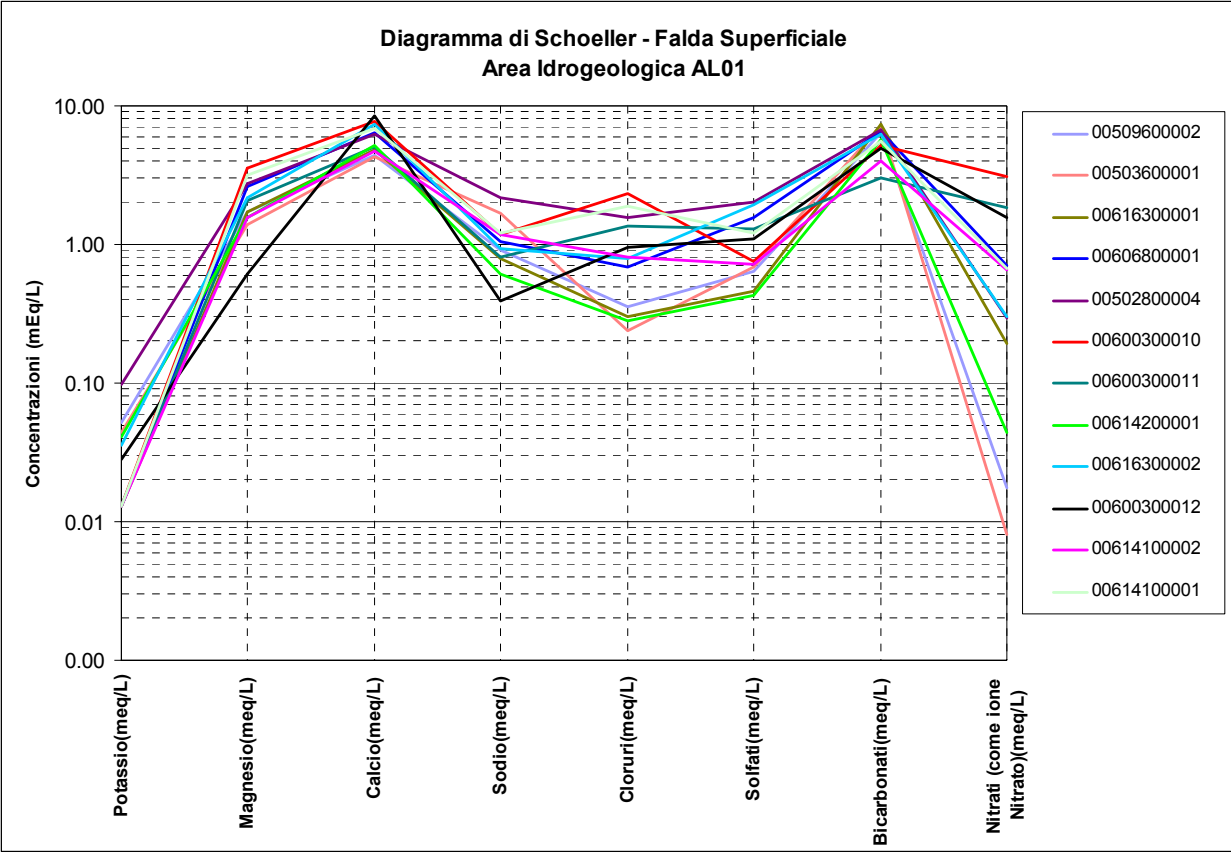
Rappresenta un'area molto estesa che si estende in direzione ONO-ESE, dalle propaggini moreniche dei Monti della Serra fino al F. Sesia con la presenza di ben 30 pozzi. Si nota un chimismo bicarbonato calcico prevalente con una distizione in due sottogruppi: il primo (prevalente), caratterizzato da punti con un trend molto simile di tipo bicarbonato-calcico, il secondo, con caratteristiche analoghe, ma con contenuti inferiori di cloruro e solfati. Per quanto concerne quest'ultimo gruppo, i punti di appartenenza identificano un settore ubicato a OSO da Vercelli che denota l'influenza di fattori locali.

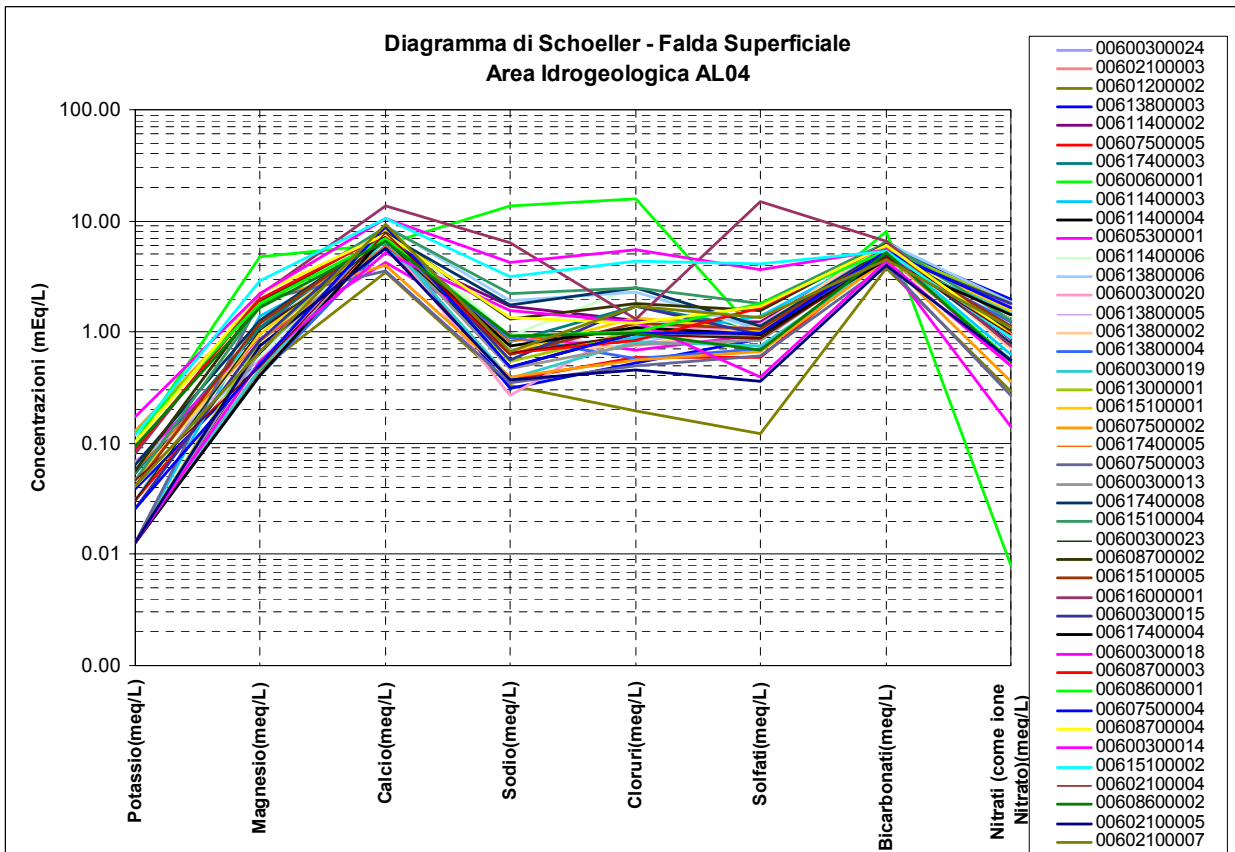
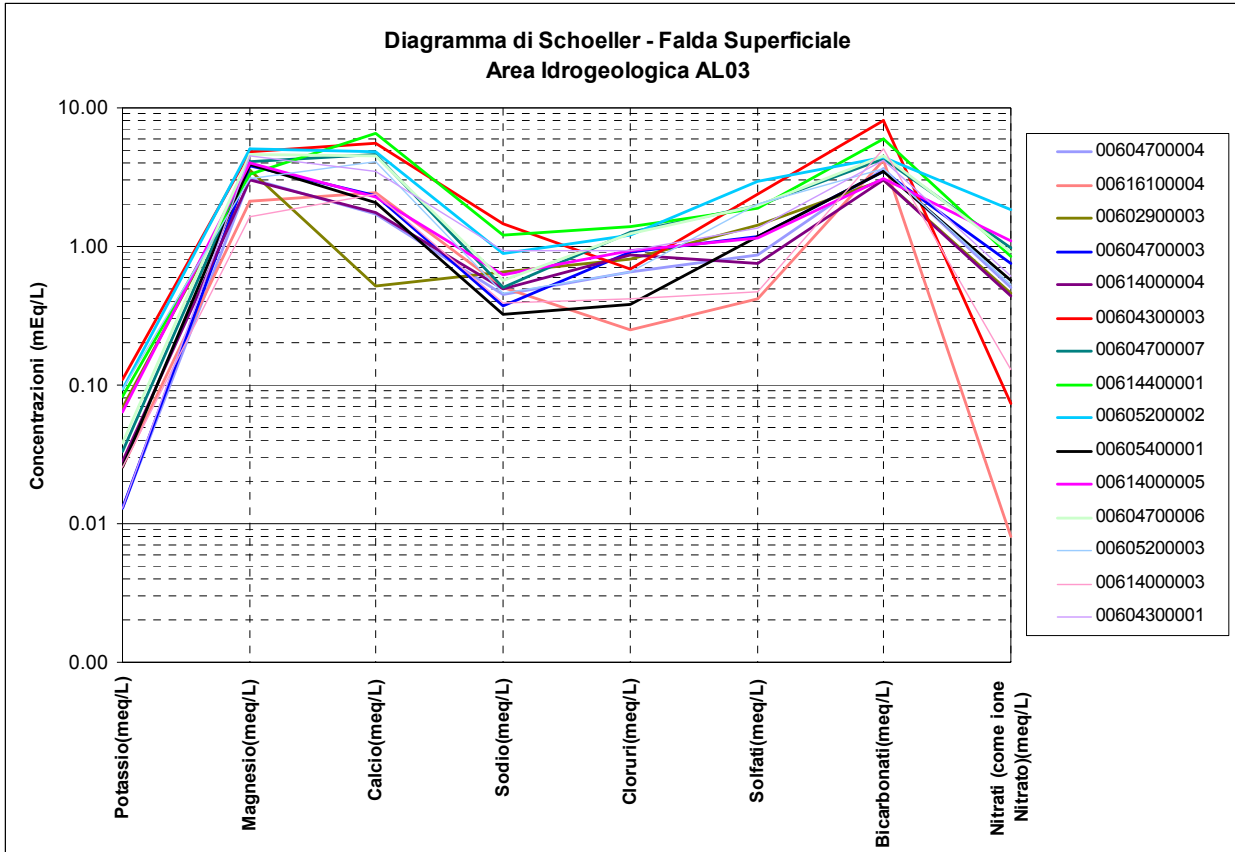
VC 03

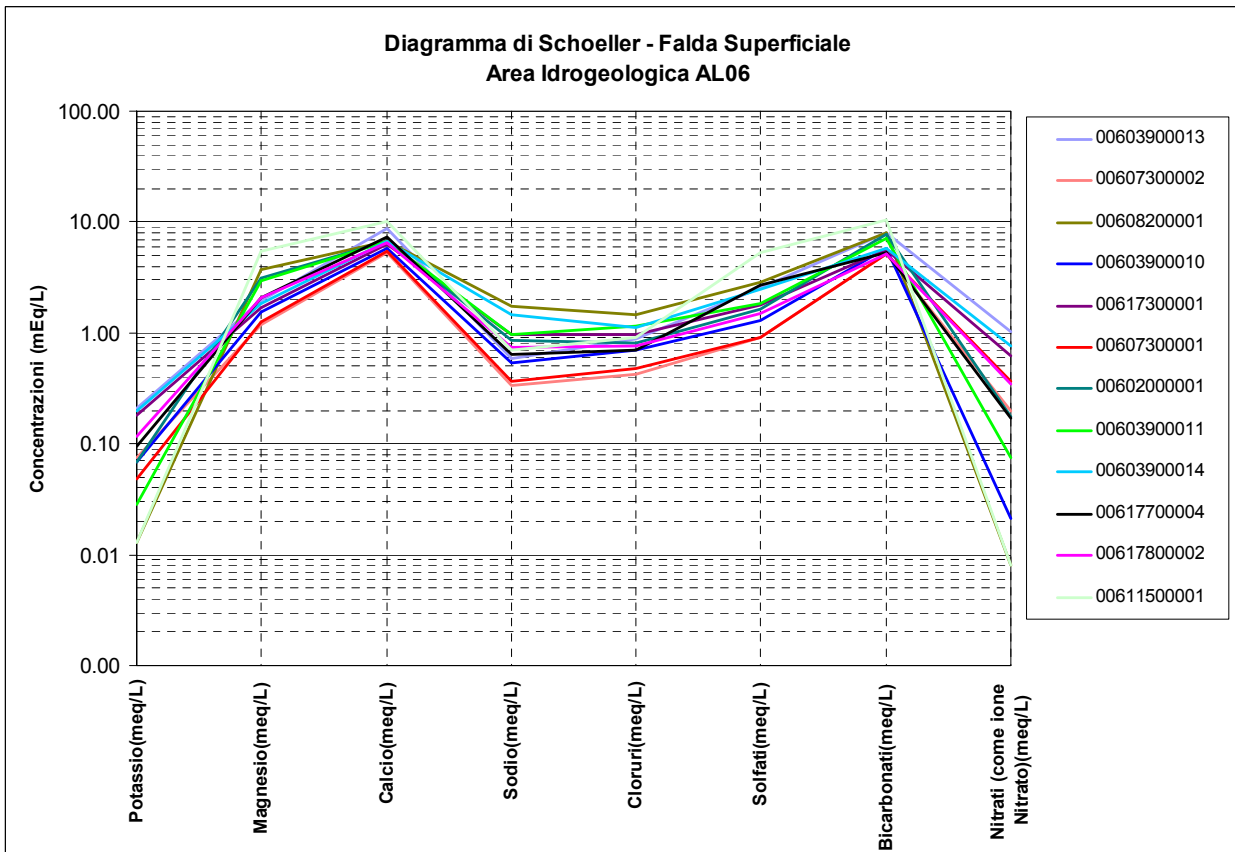
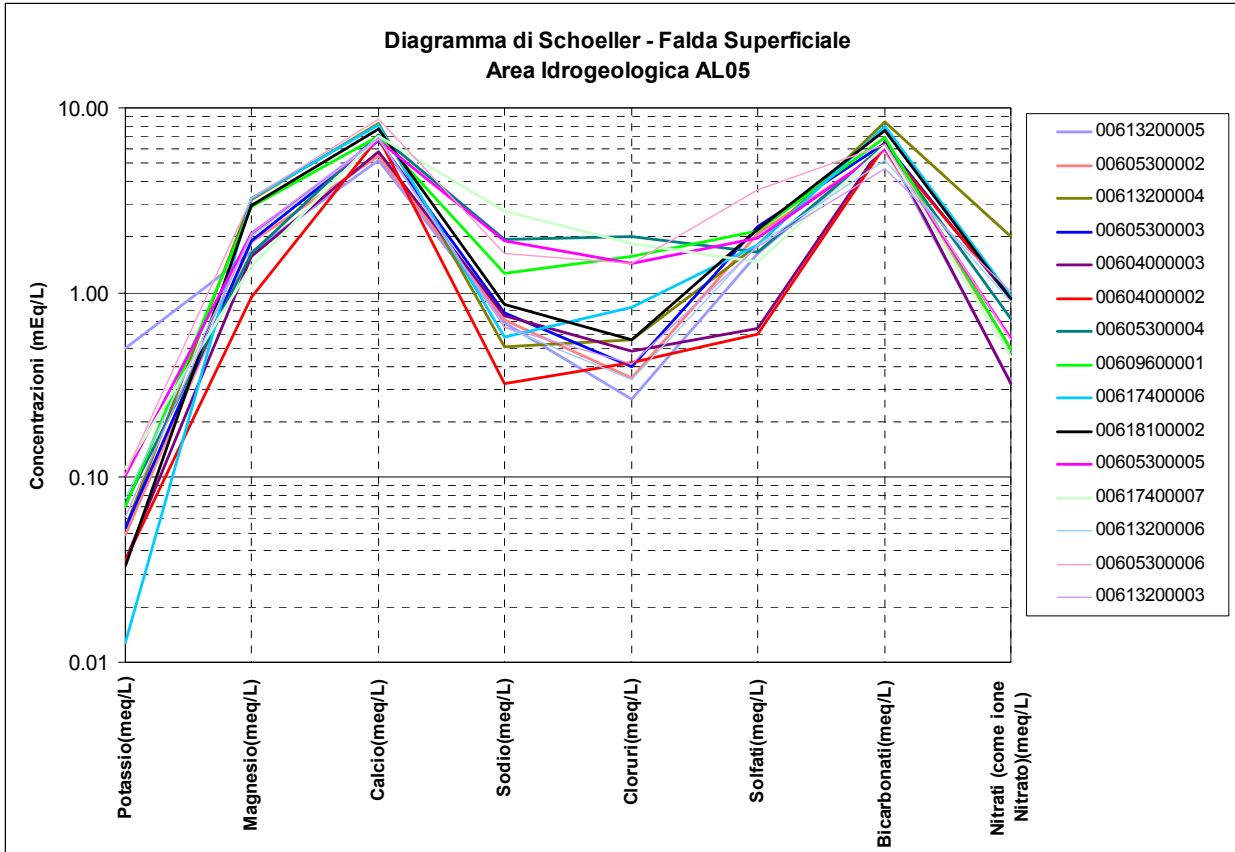
E' un area simile alla precedente come orientazione in quanto hanno un confine longitudinale in comune; anche in questo caso si osserva una marcata analogia tra i trend dei punti considerati che denotano un chimismo molto simile di tipo bicarbonato-calcico. Si distaccano solamente il punto 00204700004, con chimismo bicarbonato magnesiacco e valori più elevati di sodio e solfati, che rappresenta probabilmente il mescolamento con acque di sorgenti termali saline ubicate nelle vicinanze (font salera) ed il punto 00610900004, con chimismo cloruro sodico, che può essere influenzato sia da un apporto dagli acquiferi profondi per risalita lungo linee strutturali, o per il contributo da livelli evaporitici sub affioranti nell'area.

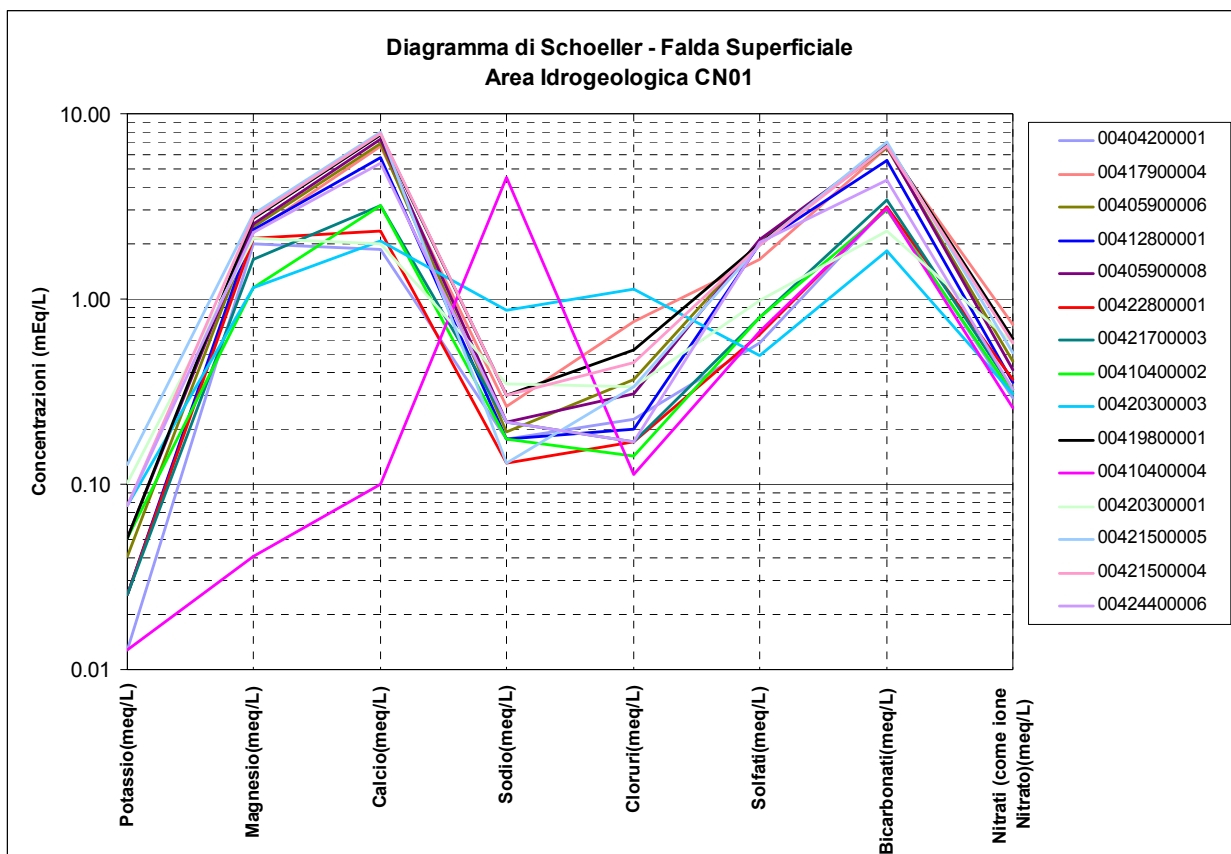
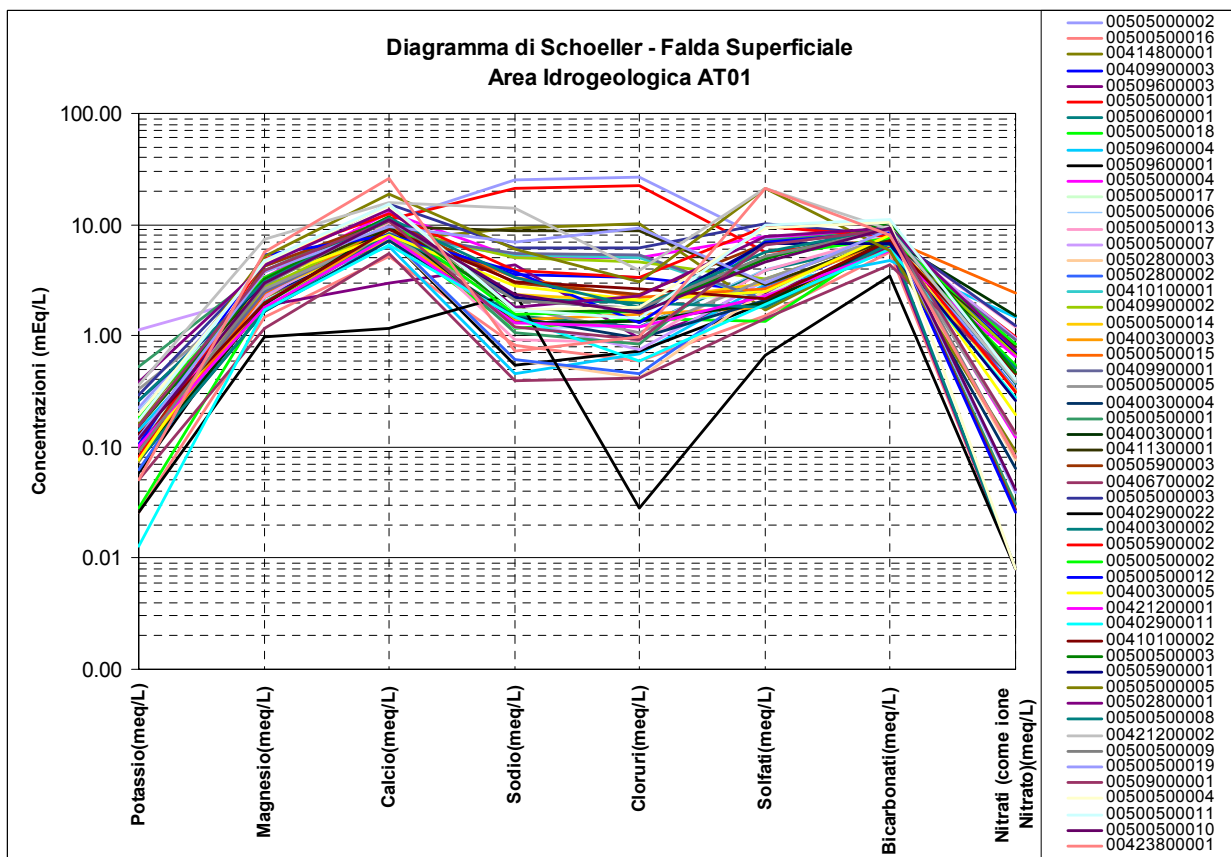
VC 04

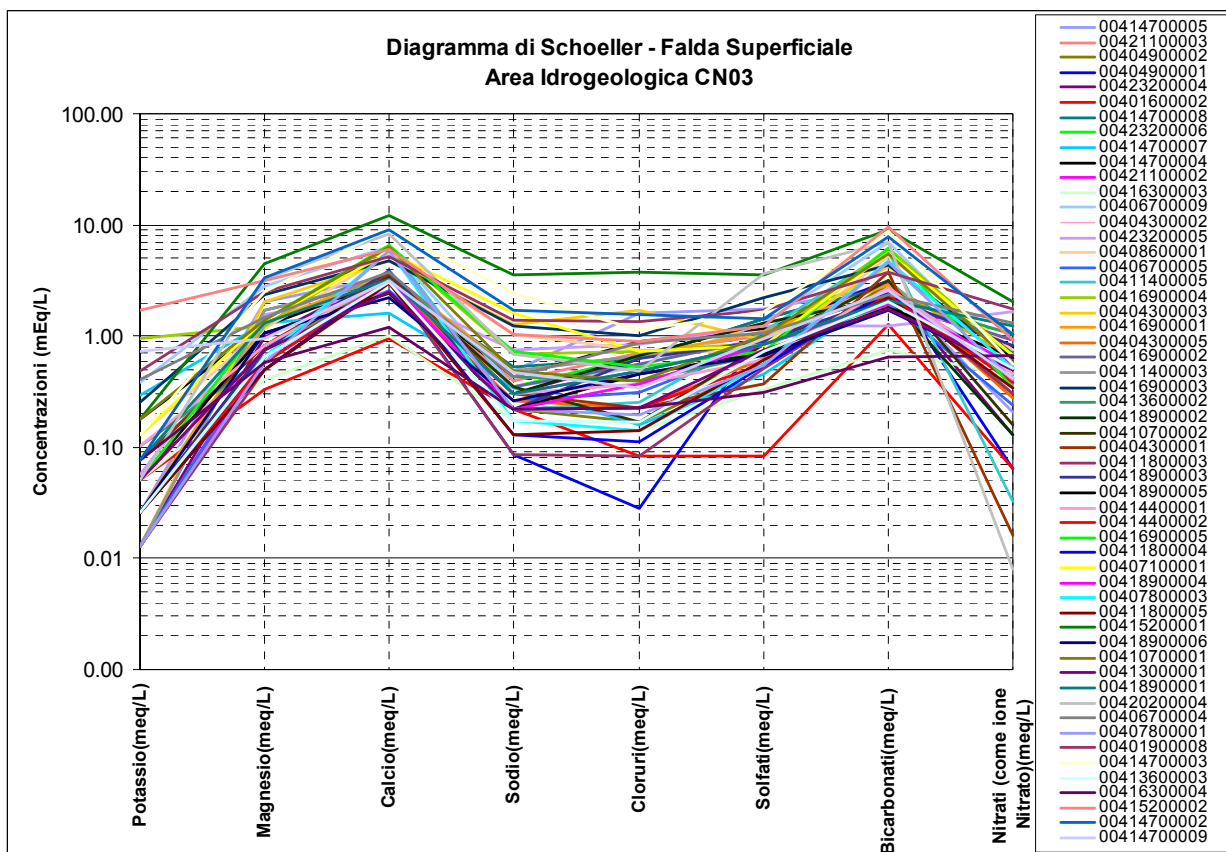
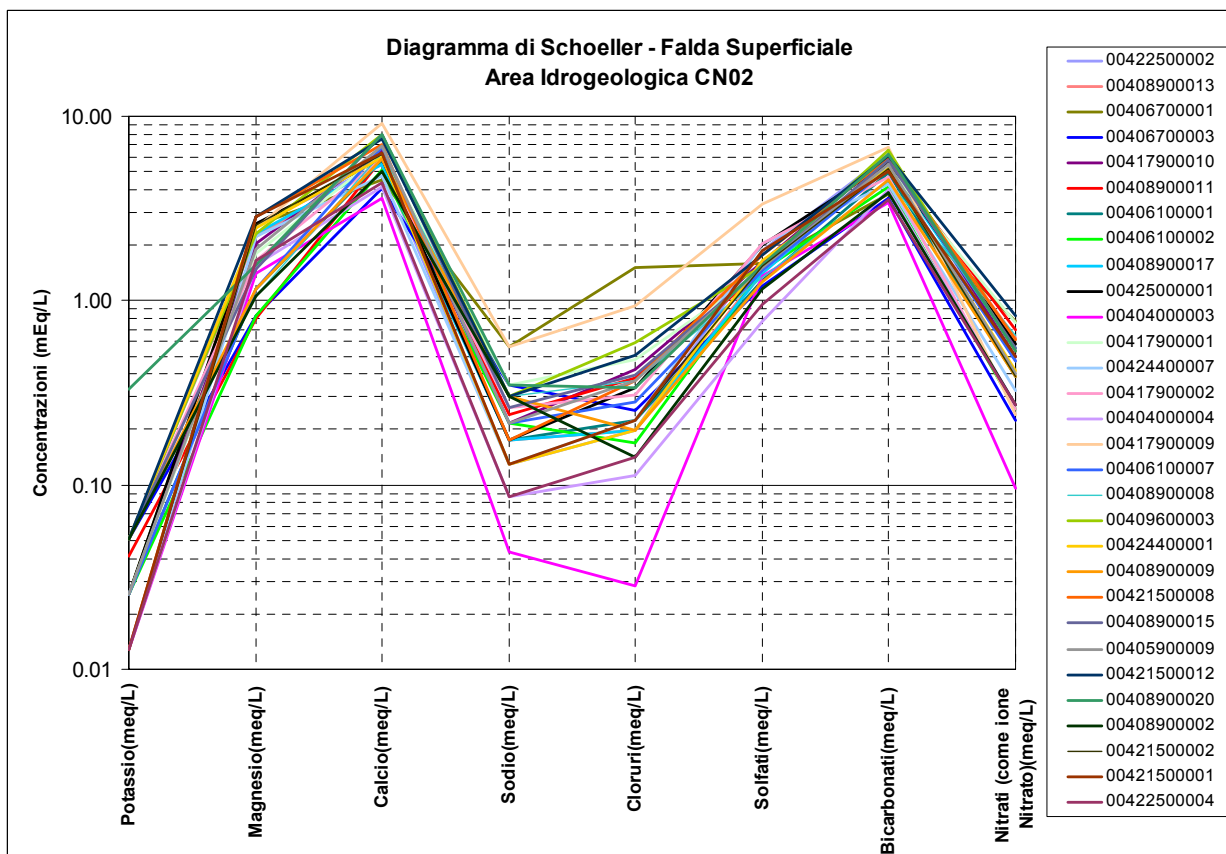
E' un'area caratterizzata dalla presenza di due terrazzi nella parte centrale, i cui acquiferi sospesi interagiscono probabilmente con la circolazione delle acque di falda nel settore di pianura s.s.. Inoltre, è presumibile anche un contributo da parte degli acquiferi (pur di scarsa entità) circolanti all'interno dei depositi morenici, come nel settore nord ovest dell'area in esame. Infatti, pur presentando solo 8 punti di monitoraggio, questi manifestano variazioni nei trend relativi abbastanza marcati; si osservano infatti chimismi di tipo bicarbonato-calcico, bicarbonato-magnesiaco e cloruro calcico.

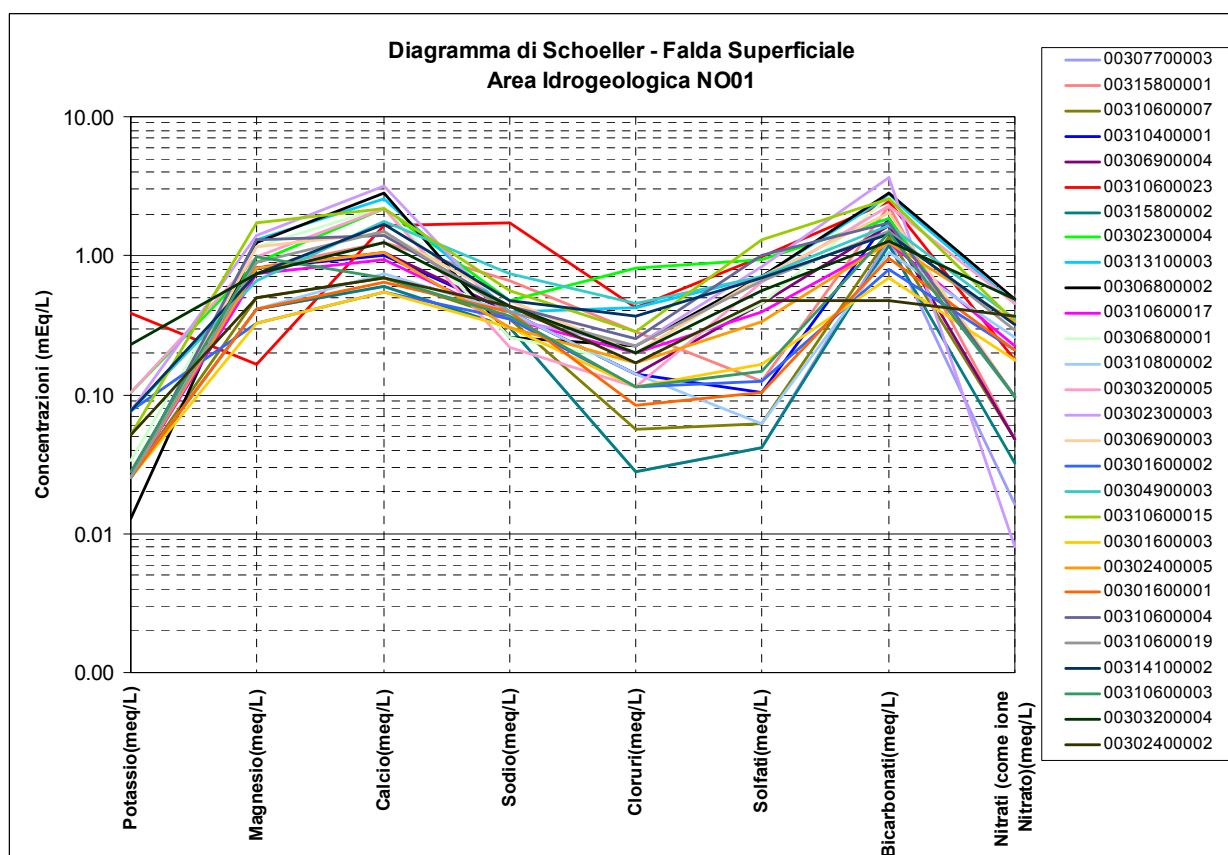
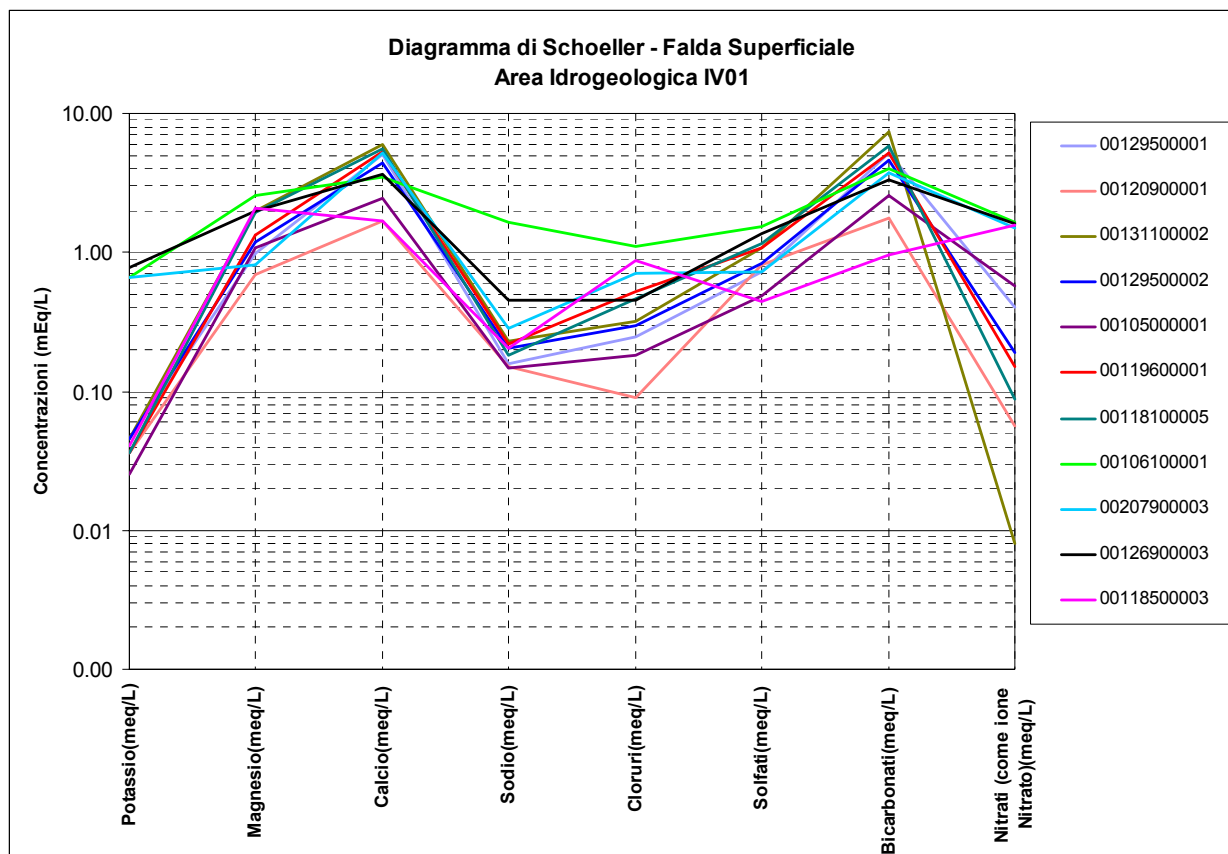


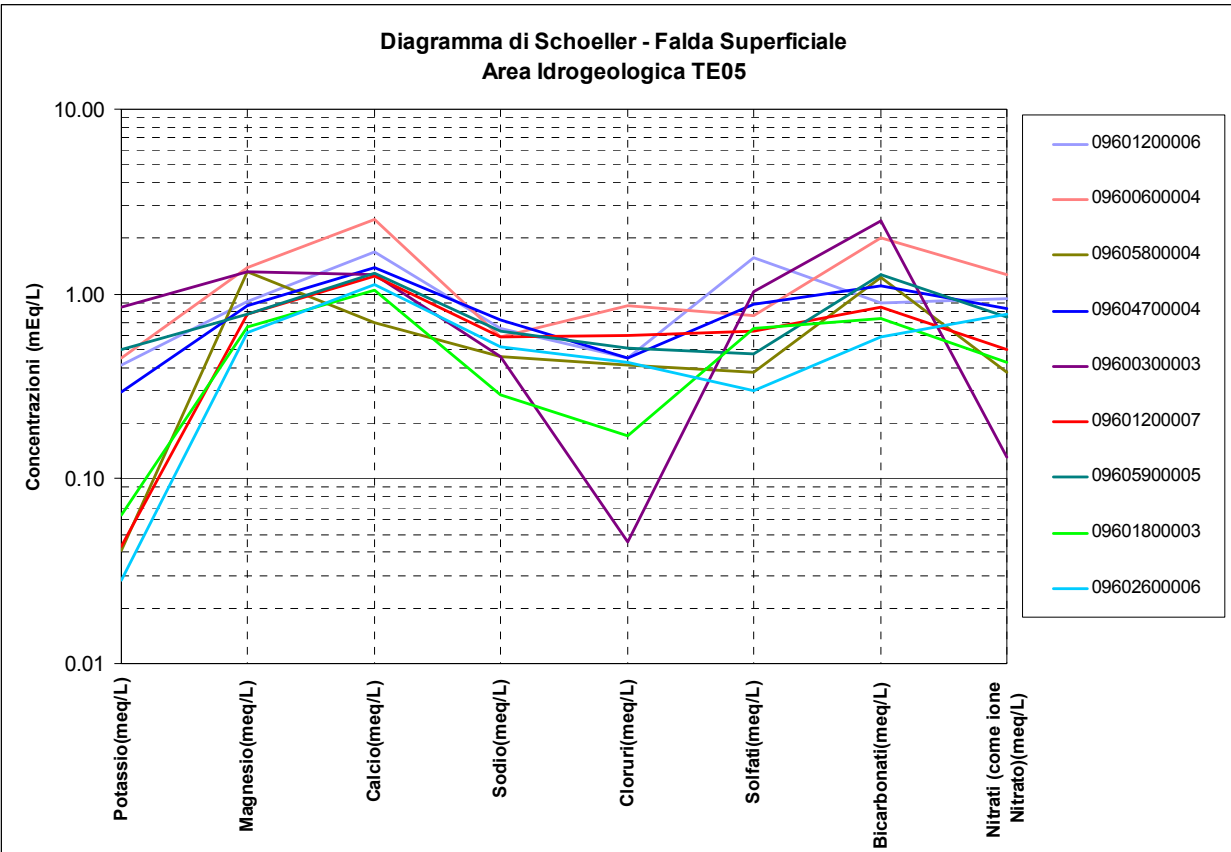
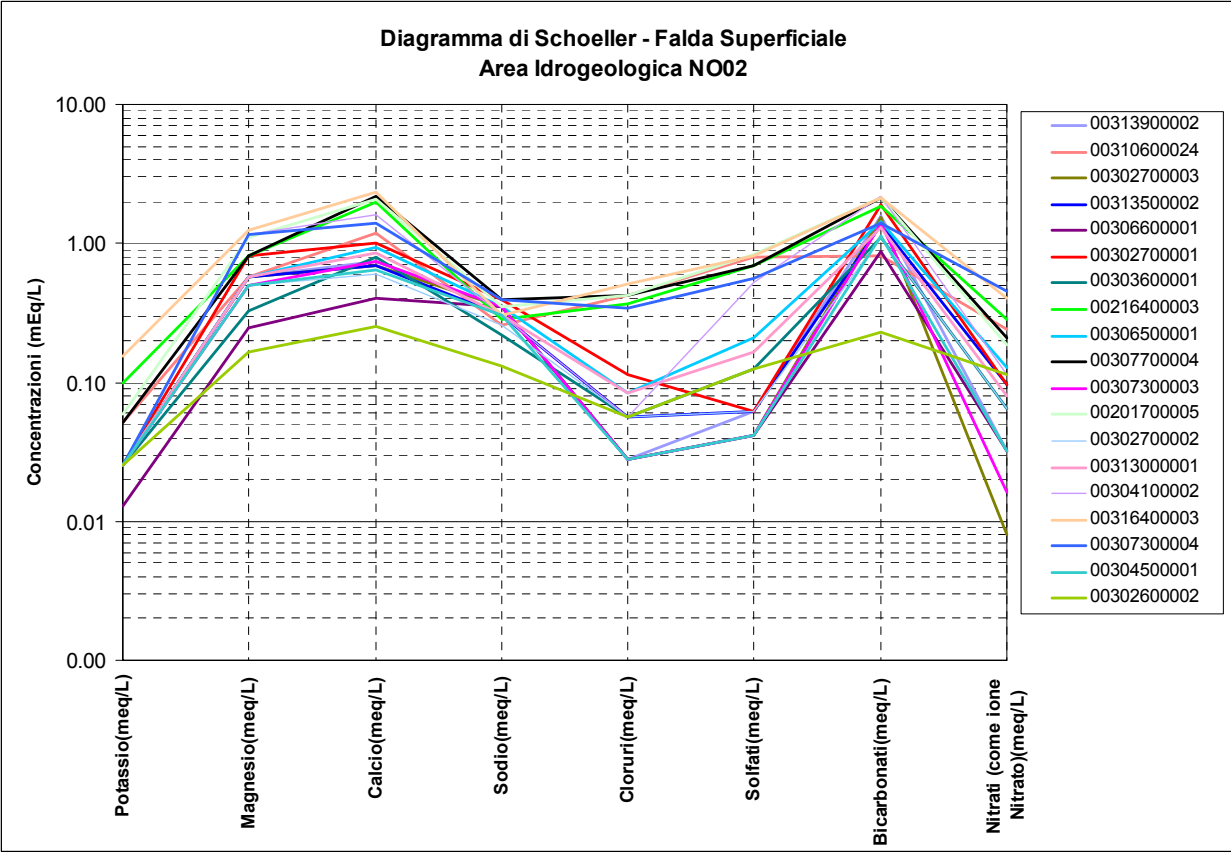


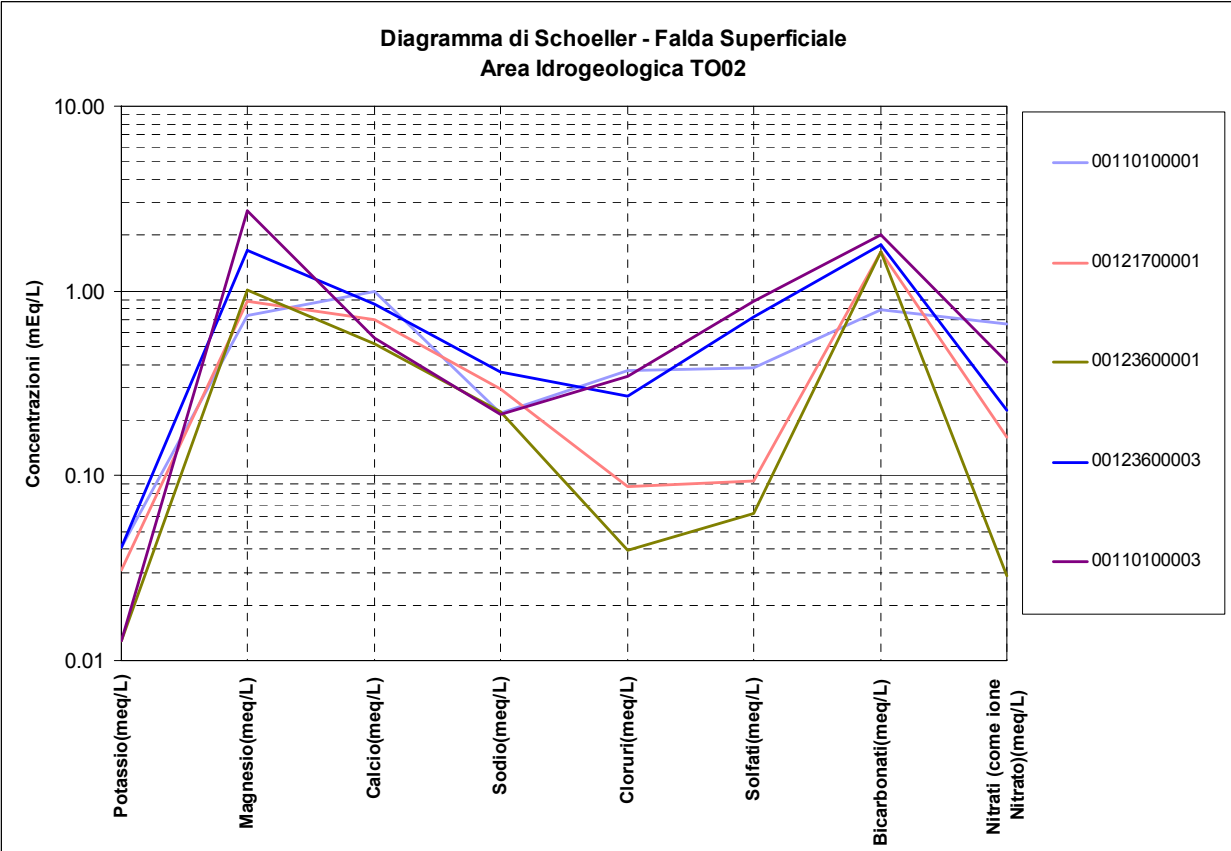
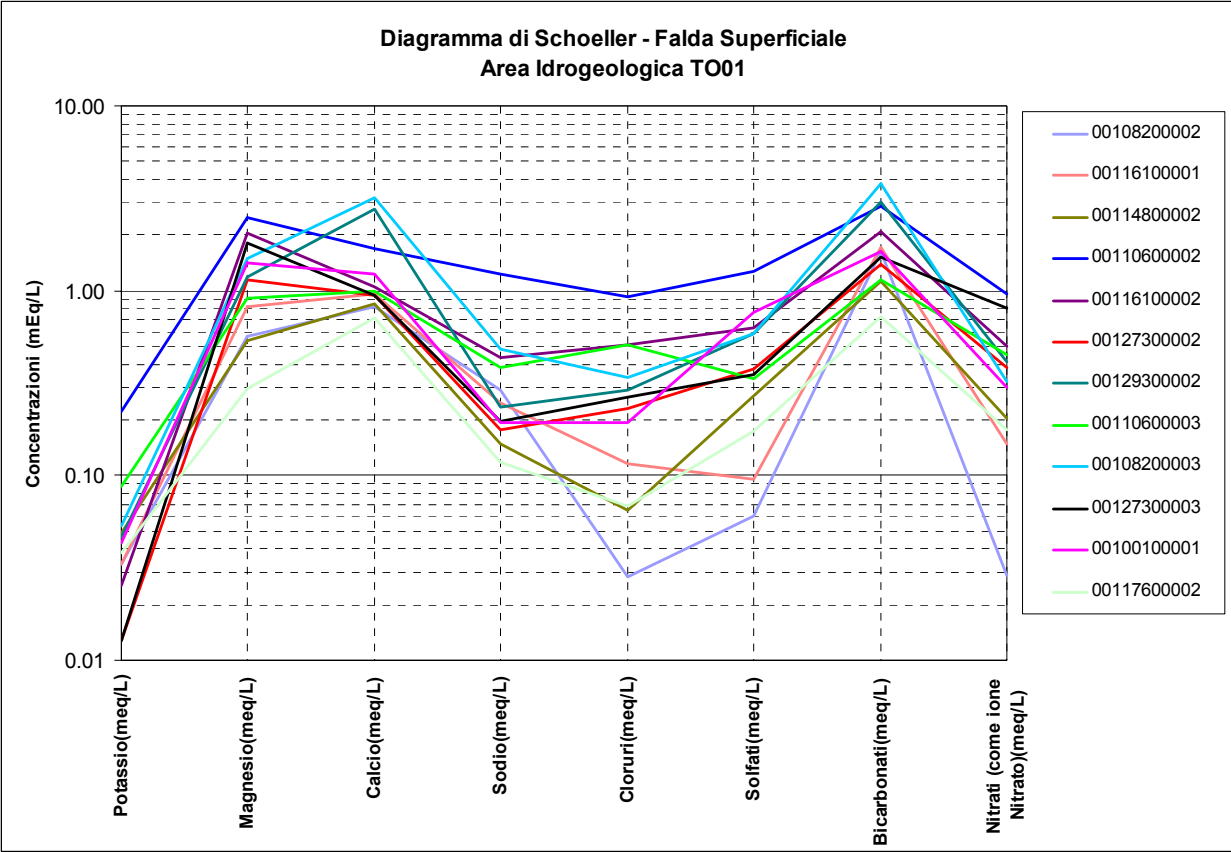


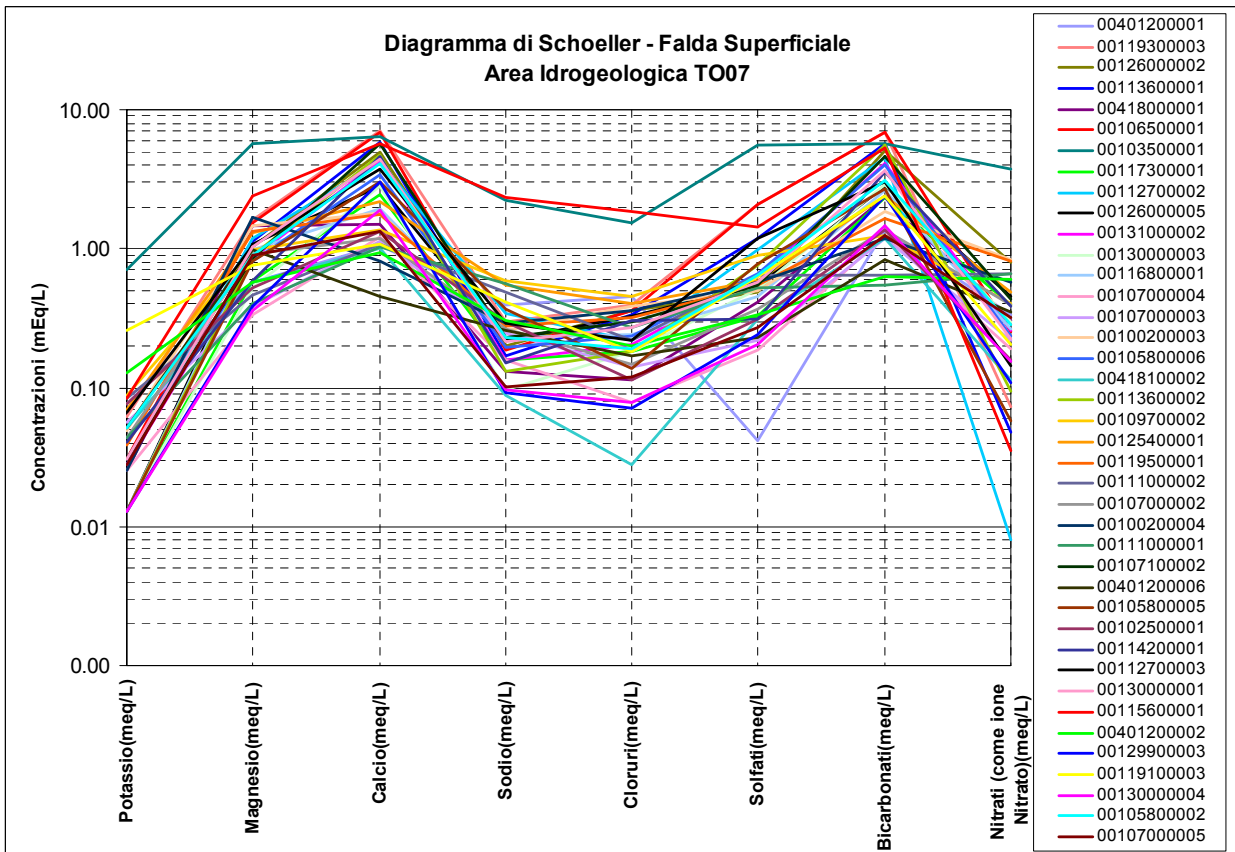
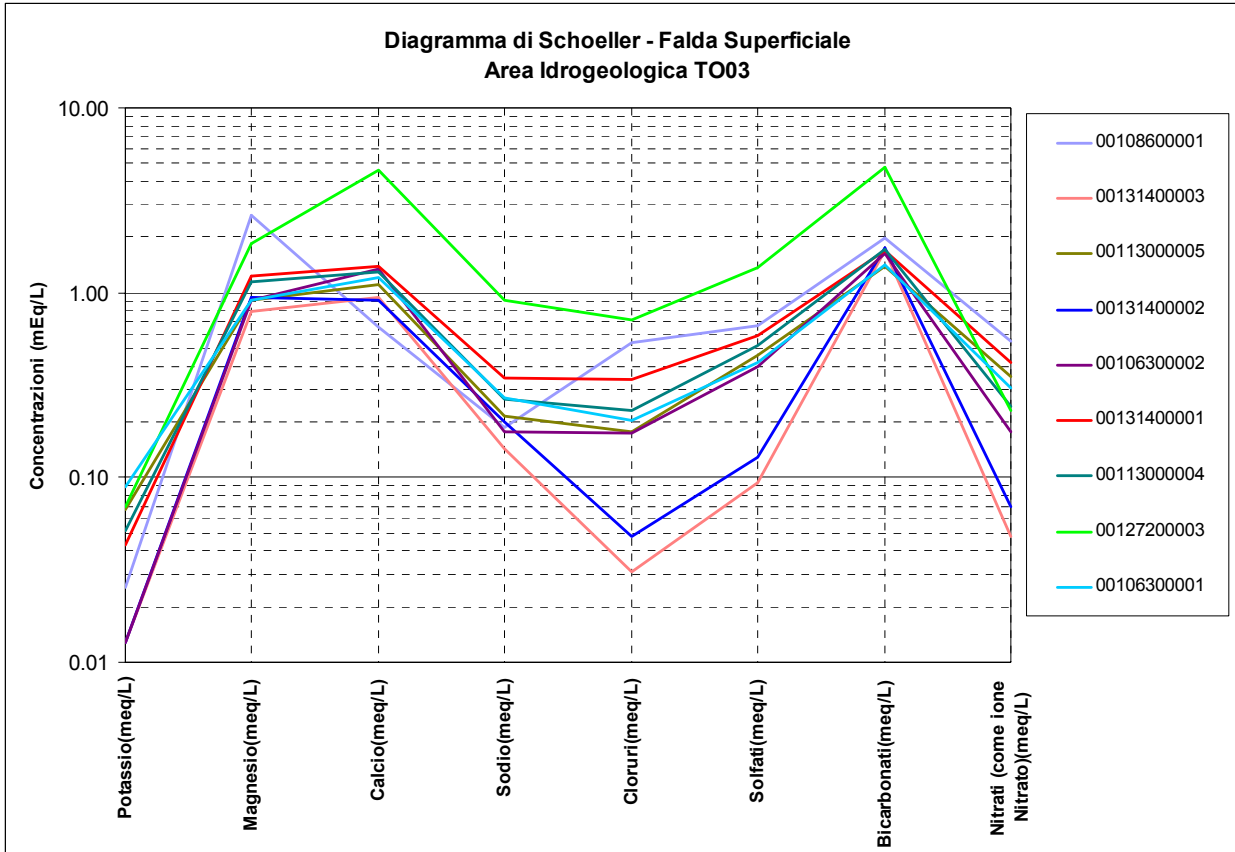


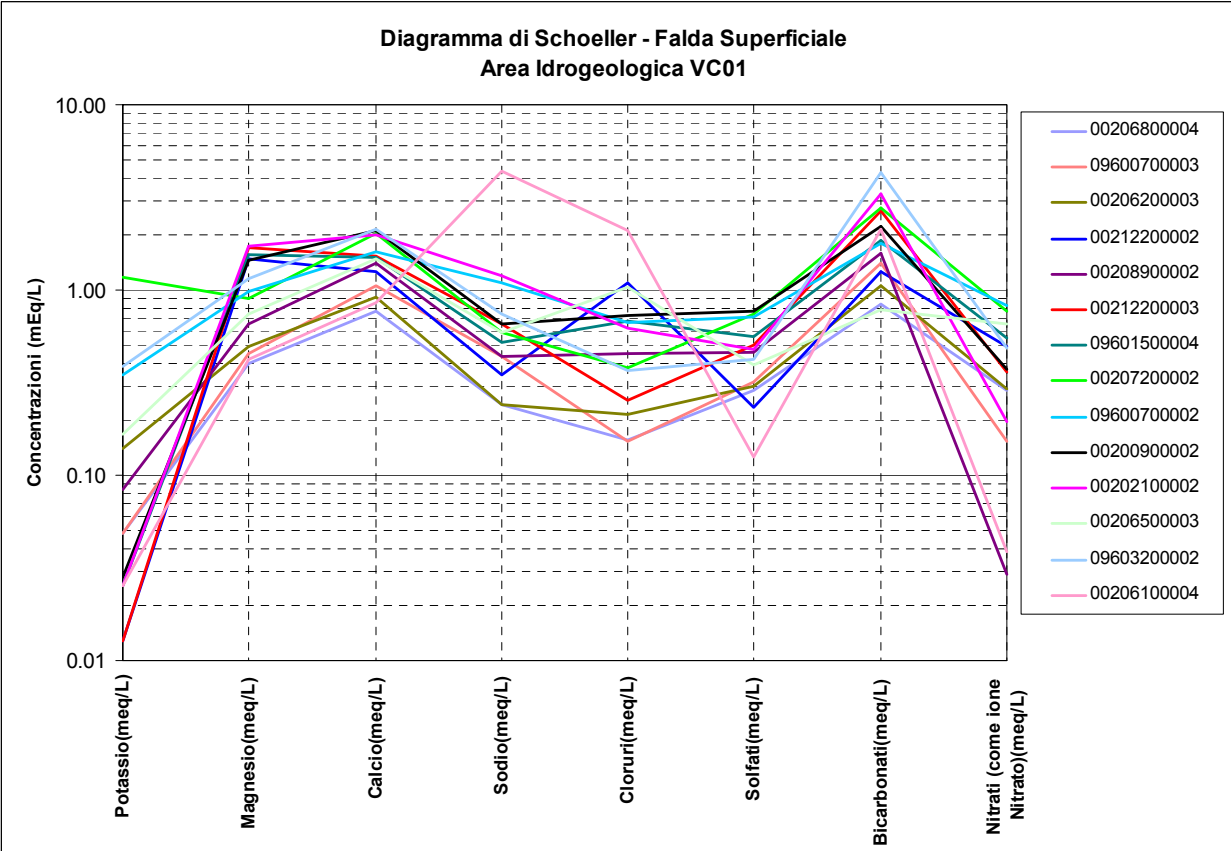
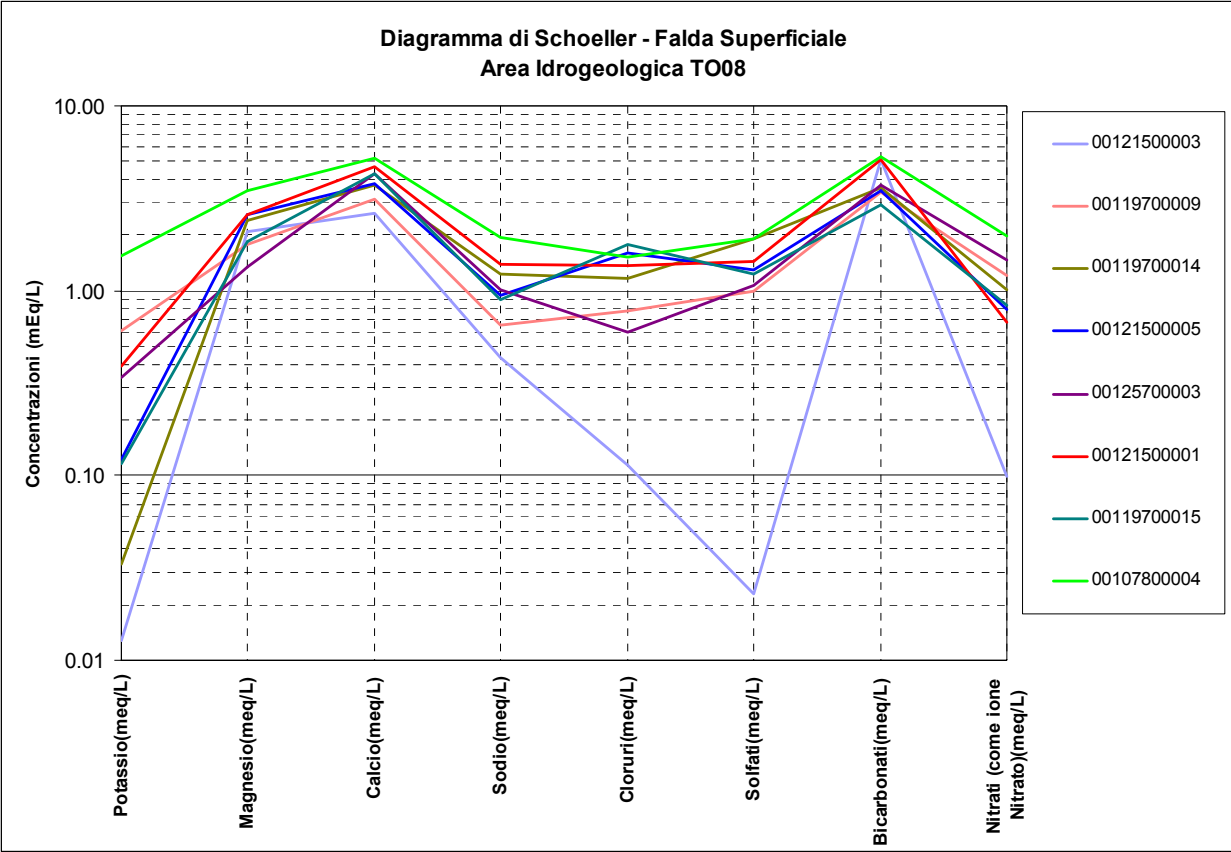


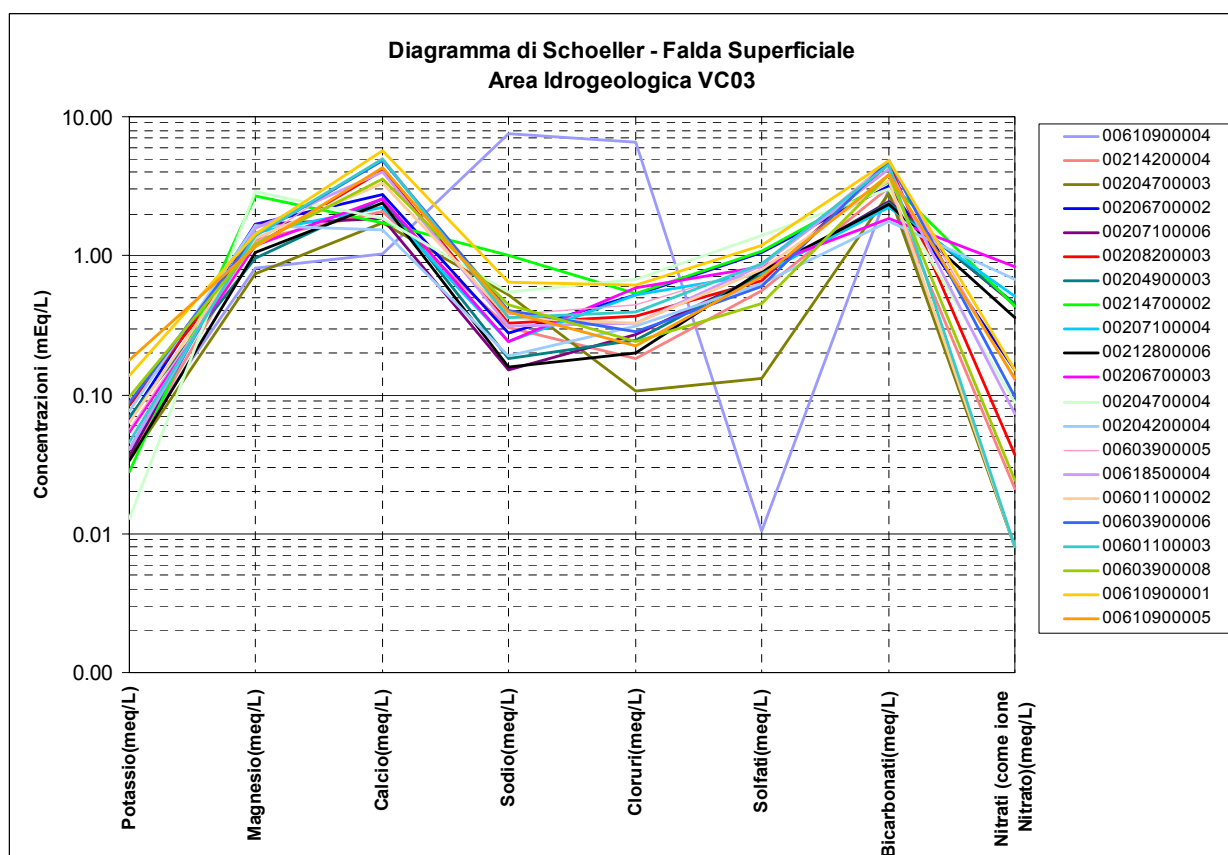
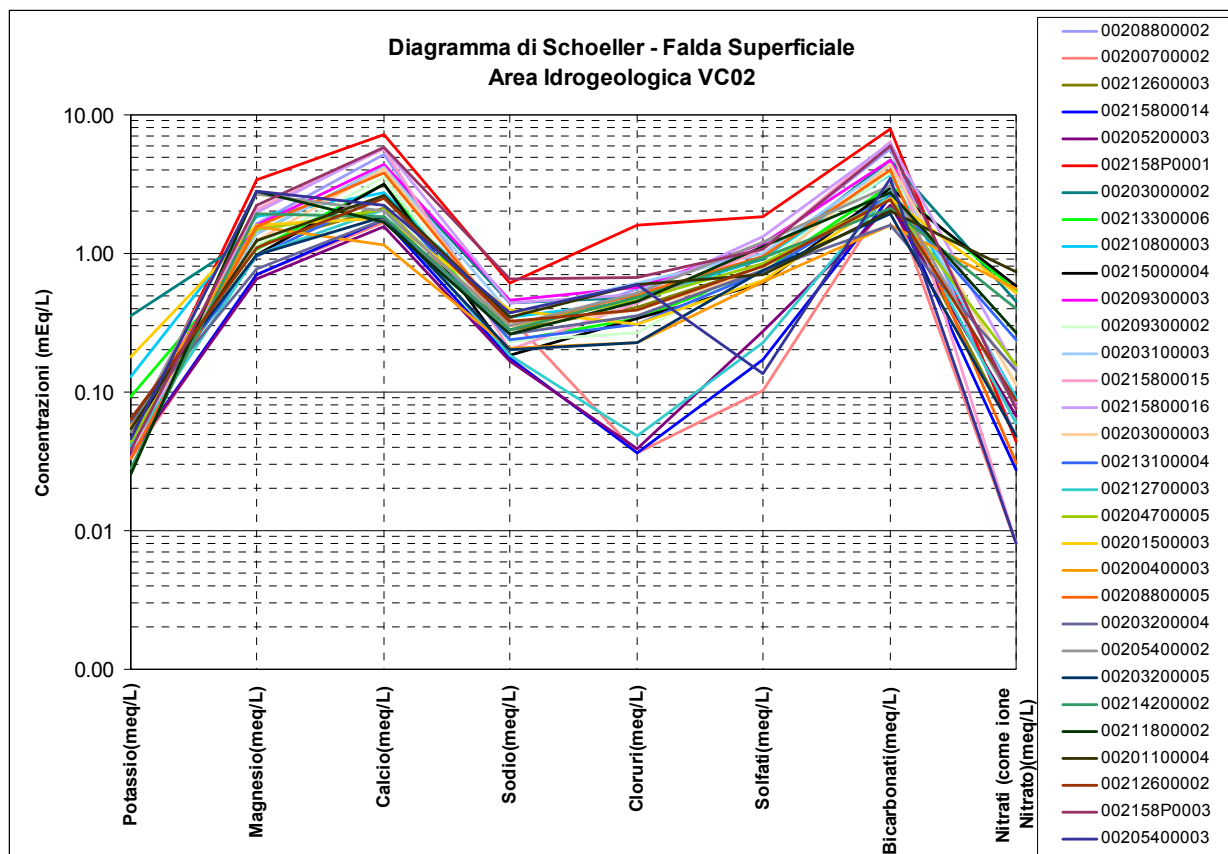


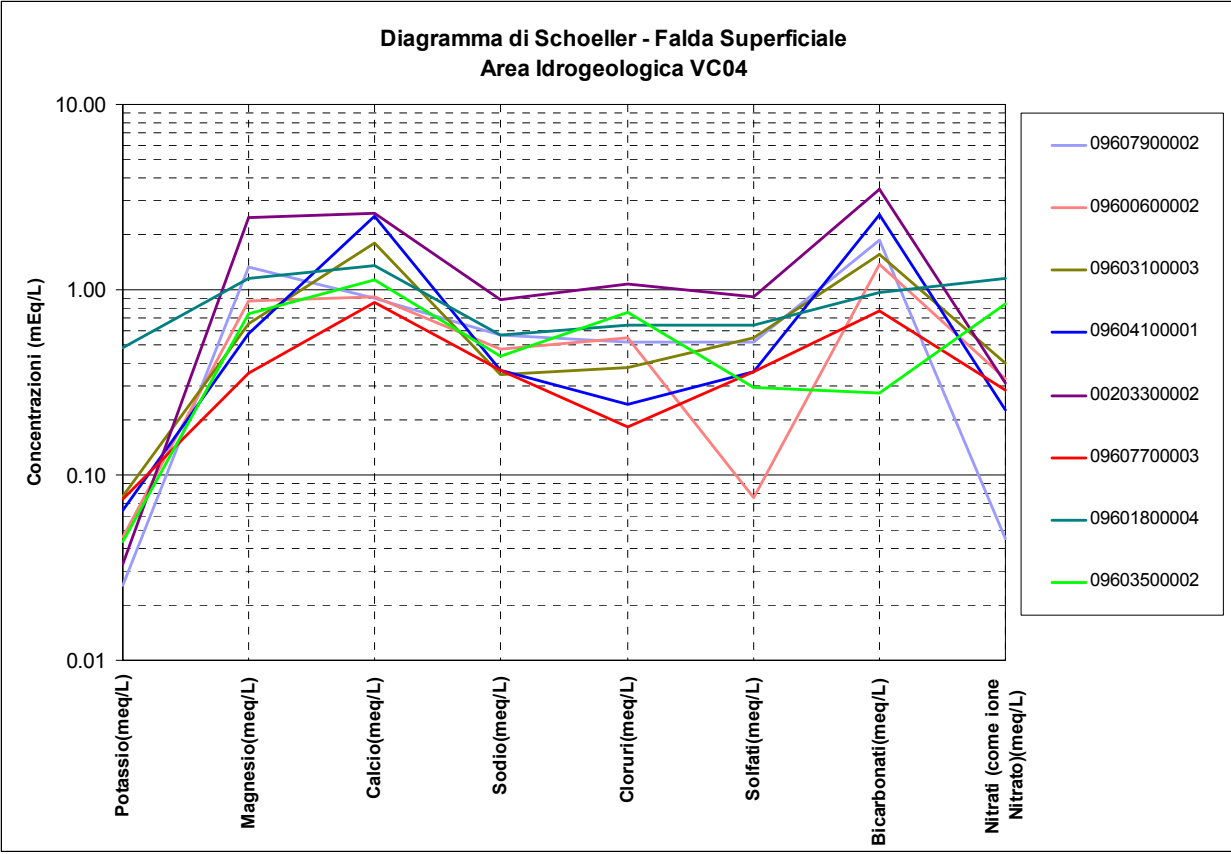












4.7.2 Caratterizzazione geochemica delle acque sotterranee delle Falde Profonde

Si riportano di seguito le elaborazioni eseguite per le Falde Profonde, mentre le relative tavole grafiche sono presentate nell' Allegato 1.

Le elaborazioni effettuate per i parametri: Conducibilità Elettrolitica, Cloruri, Solfati, Ferro, Manganese e Nichel sono riferite al dato medio calcolato sulle 4 campagne di prelievo effettuate nel biennio 2000-2001; qualora fosse disponibile un numero inferiore di campagne la media è stata calcolata sulle campagne disponibili; il dato ottenuto si considera comunque rappresentativo in quanto riferito a parametri chimici naturali. I dati sono riportati nell'Allegato 4. Le elaborazioni effettuate relativamente ai digrammi Na/Cl, Piper e Schoeller sono riferite alla seconda campagna 2001. In assenza dell'ultima campagna 2001 è stata utilizzata la prima campagna disponibile andando a ritroso nel tempo. I dati chimici utilizzati sono riportati nell'Allegato 5.

4.7.2.1 Conducibilità elettrolitica - Falde Profonde

	Conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$
Max	1249.0
Min	78.0
Media	326.1
Mediana	294.0
Dev. standard	175.1
Limite D.Lgs 152/99 (Classe 4/0)	2500.0

Tabella 4.7.2.1-1: Sintesi dei valori della Conducibilità elettrolitica nelle aree di pianura della regione Piemonte.

La Conducibilità elettrolitica (vedi Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/15) delle Falde Profonde della Pianura Piemontese risulta generalmente inferiore se paragonata a quella della Falda Superficiale. Il settore di Pianura Novarese presenta i valori generalmente più bassi, verosimilmente a causa della natura esclusivamente silicatica delle rocce del bacino di riferimento, e generalmente inferiori a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (solo localmente compresi tra 200 e 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La Pianura Biellese e Vercellese presenta anch'essa valori generalmente bassi e quasi sempre inferiori a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mentre in corrispondenza della fascia pedemontana (compresa tra Biella e Gattinara) si rilevano conducibilità più elevate verosimilmente per la presenza del substrato Terziario sub affiorante.

La Pianura Torinese Settentrionale mostra una situazione paragonabile a quella della Pianura Novarese con valori generalmente inferiori a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La Pianura Torinese Settentrionale presenta conducibilità inferiori a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e solo localmente si registrano valori superiori come in corrispondenza del pozzo 0016400001 (Nichelino). In questo punto la causa è verosimilmente da ricercarsi nella presenza a ridotta profondità del substrato Terziario, all'interno del quale possono essere presenti circuiti profondi di acque ad elevato grado di salinità.

L'Altopiano di Poirino è caratterizzato da valori della conducibilità elettrolitica variabili tra 200 e 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La Pianura Cuneese presenta conducibilità generalmente comprese tra 400 e 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; tali valori, mediamente più elevati, possono essere giustificati con la natura delle rocce del bacino di riferimento contenente anche termini carbonatici (marmi, calcari ecc), caratterizzati da un maggiore grado di solubilità rispetto alle rocce silicatiche.

La Pianura Alessandrina è anch'essa caratterizzata da valori di conducibilità compresi tra 200 e 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; solo localmente (pozzo 00605200001 nel Comune di Castelnuovo Bormida) si registrano valori di poco superiori (1033 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

4.7.2.2 Cloruri – Falde Profonde

	Cloruri mg/L
Max	382.0
Min	0.0
Media	11.3
Mediana	4.4
Dev. standard	31.0
Limite D.Lgs 152/99 (Classe 4/0)	250.0

Questo parametro (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/16) presenta concentrazioni generalmente inferiori ai 25 mg/L in tutta la Pianura Piemontese. Solo localmente si rilevano tenori superiori: come in corrispondenza della fascia pedemontana tra Biella e Gattinara (100-200 mg/L) e in coincidenza della sinclinale sepolta costituita dal prolungamento dei rilievi della Collina di Torino (circa 400 mg/L nel punto 00116400001 a Nichelino).

Tabella 4.7.2.2-1: Sintesi dei valori dei Cloruri nelle aree di pianura della regione Piemonte.

Valori più elevati dei cloruri sono verosimilmente riconducibili a fenomeni di commistione delle acque delle Falde Profonde con acque connate ad elevato grado di salinità.

Le acque delle Falde Profonde presentano concentrazioni di Cloruri generalmente inferiori rispetto a a quelle della Falda Superficiale.

4.7.2.3 Solfati – Falde Profonde

	Solfati mg/L
Max	182.9
Min	0.0
Media	24.1
Mediana	14.5
Dev. standard	28.8
Limite D.Lgs 152/99 (Classe 4/0)	250.0

Tabella 4.7.2.3-1: Sintesi dei valori dei Solfati nelle aree di pianura della regione Piemonte.

La Pianura Alessandrina Tortonese presenta una maggiore variabilità, con concentrazioni inferiori a 25 mg/L e massimi che raggiungono i 200 mg/L.

Come per i Cloruri, le acque delle Falde Profonde presentano concentrazioni di Solfati generalmente inferiori rispetto a quelle della Falda Superficiale.

I Solfati (vedi Allegato 1 00CAJ-C302AD02/17) presentano concentrazioni alquanto ridotte nelle acque delle Falde Profonde (generalmente inferiori a 25 mg/L), in corrispondenza della Pianura Biellese-Novarese-Vercellese e solo localmente si hanno concentrazioni superiori come a valle dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea (25-100 mg/L).

Nella Pianura Torinese valori elevati si registrano a valle dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli (100-200 mg/L), mentre la Pianura Cuneese è caratterizzata da tenori generalmente compresi tra 25 e 200 mg/L.

4.7.2.4 Ferro – Falde Profonde

	Ferro µg/L
Max	2500.0
Min	0.0
Media	83.3
Mediana	16.3
Dev. standard	221.2
Limite D.Lgs 152/99 (Classe 4/0)	200.0

Tabella 4.7.2.4-1: Sintesi dei valori del Ferro nelle aree di pianura della regione Piemonte.

Le aree con elevati tenori di Ferro risultano caratterizzate da acquiferi profondi generalmente ben compartimentati con ridotti (o assenti) scambi di Ossigeno con la Falda Superficiale e l'atmosfera. La presenza in soluzione di quantità più elevate di Ferro risulta dunque in accordo con il contesto idrogeologico di riferimento.

Questo metallo (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/18) evidenzia concentrazioni molto variabili nell'ambito della Pianura Piemontese; i valori più elevati si registrano in corrispondenza della Pianura Biellese-Vercellese (200-1000 µg/L), in corrispondenza dell'Altopiano di Poirino con valori massimi di 2500 µg/L e in prossimità dell'Alto Terrazzo di Salmour nella Pianura Cuneese (intorno ai a 500 µg/L).

Gli altri settori della Pianura Piemontese presentano generalmente valori inferiori a 100 µg/L con locali eccezioni.

4.7.2.5 Manganese – Falde Profonde

	Manganese µ/L
Max	1030.0
Min	0.0
Media	33.3
Mediana	1.8
Dev. standard	84.6
Limite D.Lgs 152/99 (Classe 4/0)	50.0

Il Manganese (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/19) presenta una distribuzione analoga a quelle del Ferro, con i valori più elevati nella pianura Biellese-Vercellese e nella bassa pianura Novarese (50 - 500 µg/L). Concentrazioni più elevate si rilevano anche in corrispondenza dell'Altopiano di Poirino con tenori di poco superiori a 1000 µg/L (Ceresole d'Alba) e in corrispondenza dell'alto terrazzo di Salmour (intorno ai 150 µg/L).

Tabella 4.7.2.5-1: Sintesi dei valori del

Manganese nelle aree di pianura della regione Piemonte.

4.7.2.6 Nichel – Falde Profonde

	Nichel µg/L
Max	24.0
Min	0.0
Media	0.8
Mediana	0.0
Dev. standard	2.6
Limite D.Lgs 152/99 Parametri addizionali	20

Il Nichel (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/20) presenta concentrazioni generalmente inferiori al limite di rilevabilità (5 µg/L) in tutta la Pianura Piemontese; valori poco superiori al limite tabellare previsto dal D.Lgs. 152/99 (20 µg/L) si rilevano esclusivamente in corrispondenza del pozzo 00605200001 (con 24 µg/L) nel Comune di Castelnuovo Belbo nella Pianura Alessandrina. Questo dato è in accordo con la presenza di rocce ofiolitiche ricche di Nichel nel bacino di riferimento.

Tabella 4.7.2.6-1: Sintesi dei valori del

Nichel nelle aree di pianura della regione Piemonte.

4.7.2.7 Rapporto ione sodio/ione cloruro – Falde Profonde

Come trattato in precedenza, l'analisi del rapporto Na/Cl costituisce un indicatore utile per la discriminazione tra circuiti idrici superficiali e profondi. Rapporti sbilanciati verso lo ione sodio sono infatti tipici in prevalenza dei circuiti profondi (Falde Profonde).

Osservando la Tavola 00CAJ-C302AD02/21 (Allegato 1) si nota come la quasi totalità dei pozzi della rete di monitoraggio delle Falde Profonde presenti un rapporto sbilanciato verso lo Ione Sodio, in accordo ad una circolazione più lenta all'interno dei circuiti delle Falde Profonde ed agli elevati tempi di permanenza nell'acquifero delle acque di falda. Valori anomali si registrano a valle dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea, a valle dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli, nell'alta Pianura Cuneese e nell'Alta Pianura Alessandrina a ridosso dei rilievi delle Langhe.

Tale evidenza potrebbe essere correlata con una separazione tra complessi acquiferi superficiali e profondi di natura non litologica: l'azione di pompaggio esercitata dai pozzi potrebbe quindi potenzialmente richiamare anche acque superficiali caratterizzate da un rapporto di tipo stechiometrico, o sbilanciato verso il cloro.

La commistione con acque connate saline relative a circuiti molto profondi potrebbe inoltre giustificare rapporti di tipo stechiometrico tipici dell'acqua di mare.

4.7.2.8 Caratterizzazione mediante il diagramma di Piper – Falde Profonde

La rappresentazione mediante il diagramma di Piper consente di raggruppare tra loro famiglie di acque aventi caratteristiche chimico-fisico similari.

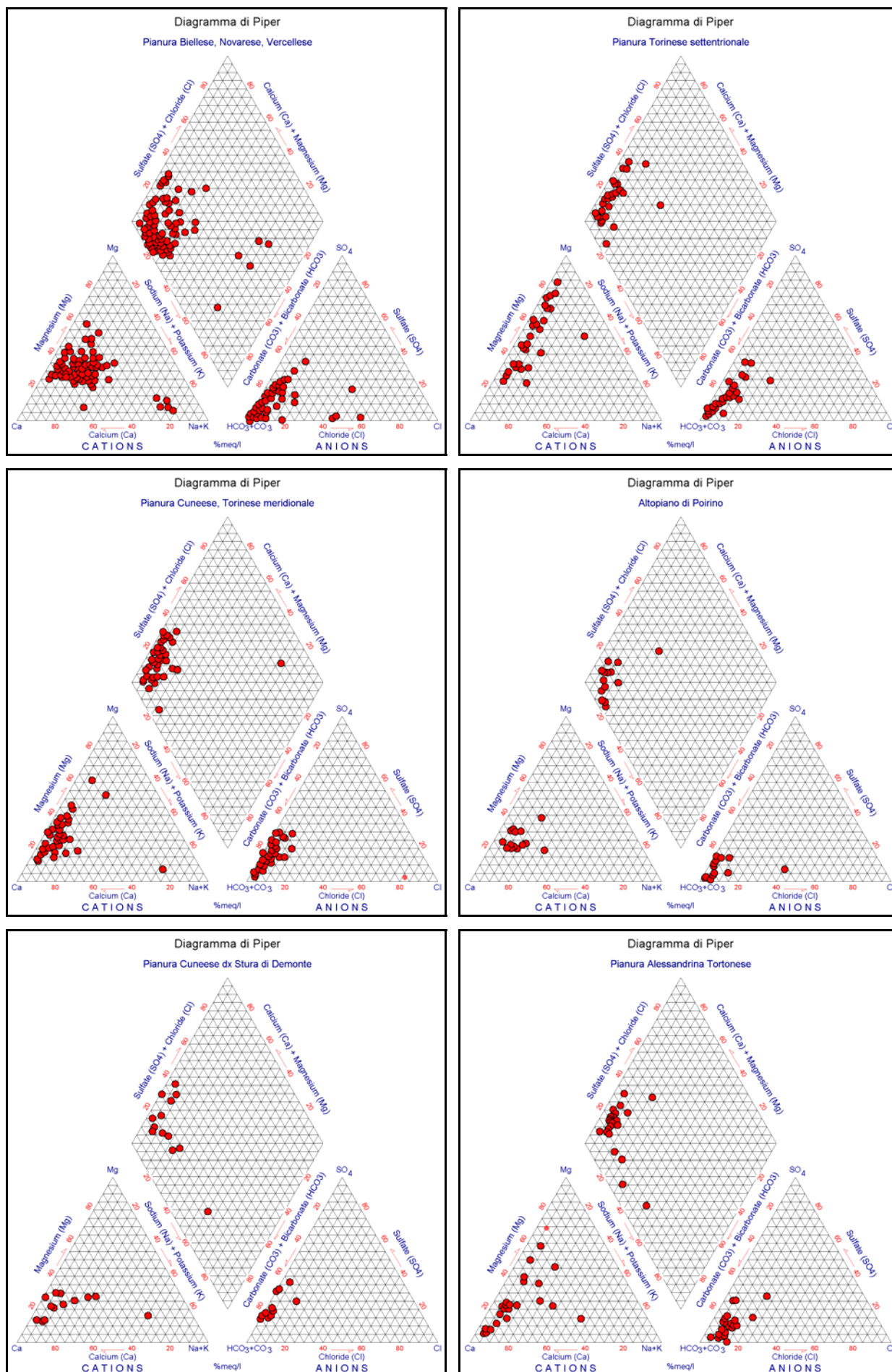
Le elaborazioni effettuate si riferiscono ai dati analitici della seconda campagna 2001; ove tale dato non fosse disponibile è stata utilizzata la prima campagna disponibile andando a ritroso nel tempo.

I diagrammi di Piper di seguito riportati sono stati realizzati considerando delle “macroaree” basate sulla suddivisione della Pianura Piemontese in bacini di pertinenza. Queste aree sono state ulteriormente frazionate laddove l'assetto idrogeologico di un'area evidenziava caratteristiche peculiari e distinte dalle aree limitrofe.

Osservando i diagrammi di Piper e la Tavola 00CAJ-C302AD02/22 (Allegato 1) si nota come le Falde Profonde della Pianura Piemontese appartengano principalmente alla famiglia delle Bicarbonato calciche e magnesiache.

Nell'alta Pianura Biellese-Vercellese sono presenti acque appartenenti alla famiglia delle cloruro sodiche e potassiche o solfato sodiche, verosimilmente per fenomeni di commistione con acque connate saline.

Nella bassa pianura Novarese, a ridosso del Terrazzo di Salmour nella Pianura Cuneese e nella parte centrale della Pianura Alessandrina-Tortonese si evidenzia la presenza di acque appartenenti alla famiglia delle Carbonato sodiche e potassiche: tale chimismo è tipico di acque appartenenti a circuiti profondi con lunghi tempi di permanenza nell'acquifero. In queste circostanze è facilitato il fenomeno di scambio cationico Na-Ca un con progressivo impoverimento in Calcio e arricchimento in Sodio.



4.7.2.9 Caratterizzazione mediante il diagramma di Schoeller – Falde Profonde

Il diagramma di Schoeller permette di caratterizzare dal punto di vista idrochimico le acque attraverso una correlazione tra i costituenti fondamentali consentendo anche di distinguere (grazie alla scala logaritmica) tra acque a debole o intensa mineralizzazione. L'elemento saliente che permette di correlare acque della stessa famiglia con tenori salini diversi è la pendenza della spezzata che unisce le concentrazioni degli ioni adiacenti evidenziandone il rapporto caratteristico. Mediante il diagramma di Schoeller è dunque possibile evidenziare sia anomalie del singolo punto di campionamento nei confronti dell'andamento tipico regionale, che la congruenza tra campioni dello stesso tipo chimico più o meno diluiti.

Le rappresentazioni ottenute tramite il diagramma di Schoeller prendono in considerazione i dati analitici relativi alla seconda campagna 2001; ove tale dato non fosse disponibile è stato utilizzata la prima campagna disponibile andando a ritroso nel tempo.

Osservando i diagrammi di Schoeller di seguito riportati (realizzati sulla base della suddivisione delle aree di pianura in "macroaree") si nota, in via generale, come l'andamento delle spezzate nelle varie macroaree presenti una buona correlabilità tra punti di controllo appartenenti allo stesso settore, anche se sussiste comunque una certa variabilità in funzione della maggiore estensioni delle "macroaree" rispetto alle "Aree Idrogeologiche" della Falda Superficiale.

Localmente, si riscontrano comunque andamenti anomali relativi a singoli o a gruppi di dati analitici.

Si fornisce infine di seguito una valutazione delle situazioni riscontrate all'interno delle "Macroaree":

Pianura Alessandrina -Tortonese

Si osserva un andamento dei trend specifici sostanzialmente simile all'interno dell'area idrogeologica, identificando un chimismo prevalente di tipo bicarbonato-calcico con divagazioni bicarbonato-magnesiache.

Pianura Cuneese destra Stura di Demonte

Anche in questo caso si osserva una sostanziale analogia tra i trend specifici con un chimismo di tipo bicarbonato-calcico. Si distacca solamente il punto 00401900001 che evidenzia un chimismo di tipo bicarbonato-sodico influenzato presumibilmente da fattori locali.

Altopiano di Poirino

Si nota altresì una sostanziale congruenza tra i trend considerati, relativi ai parametri principali, denotando un chimismo di tipo bicarbonato-calcico. Risalta il punto 00406200004 che evidenzia una componente di tipo cloruro sodico riconducibile ad apporti profondi,

Pianura Biellese-Novarese-Vercellese

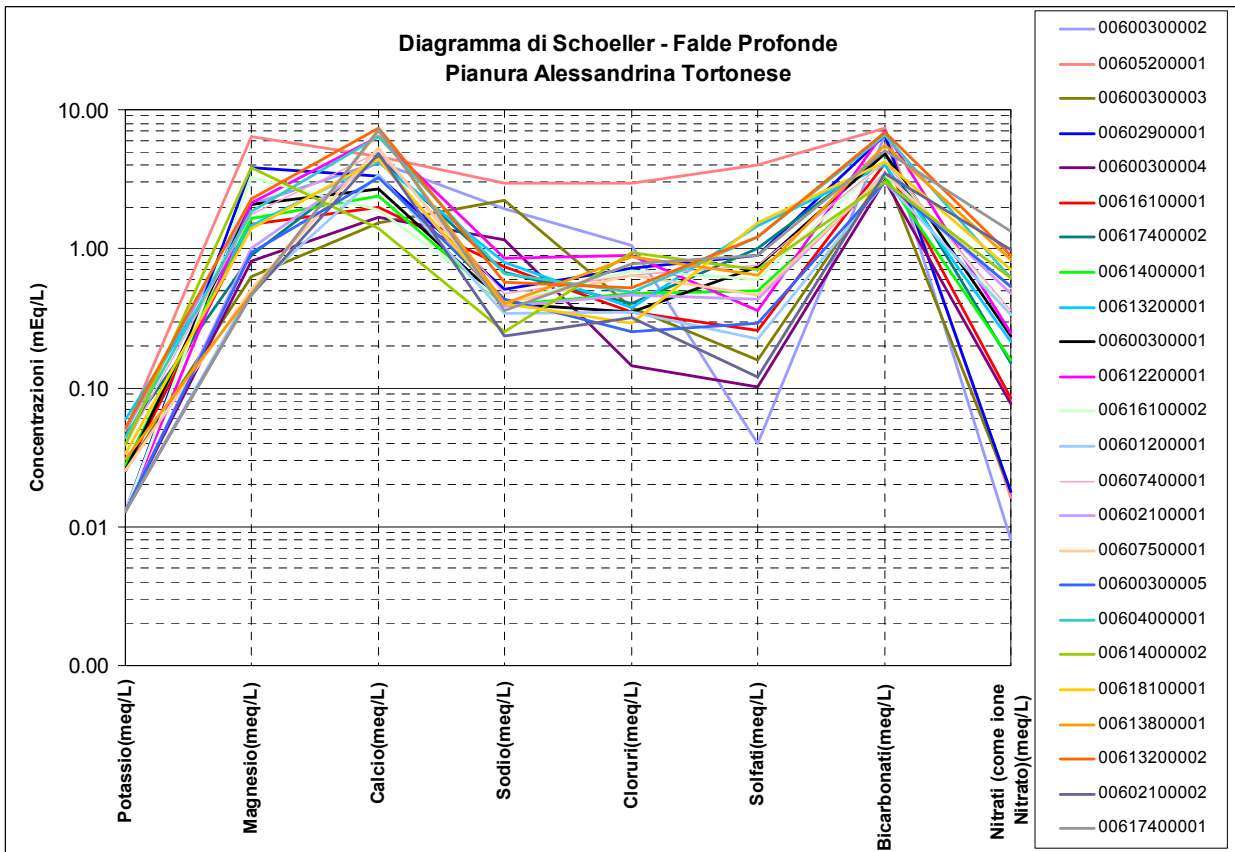
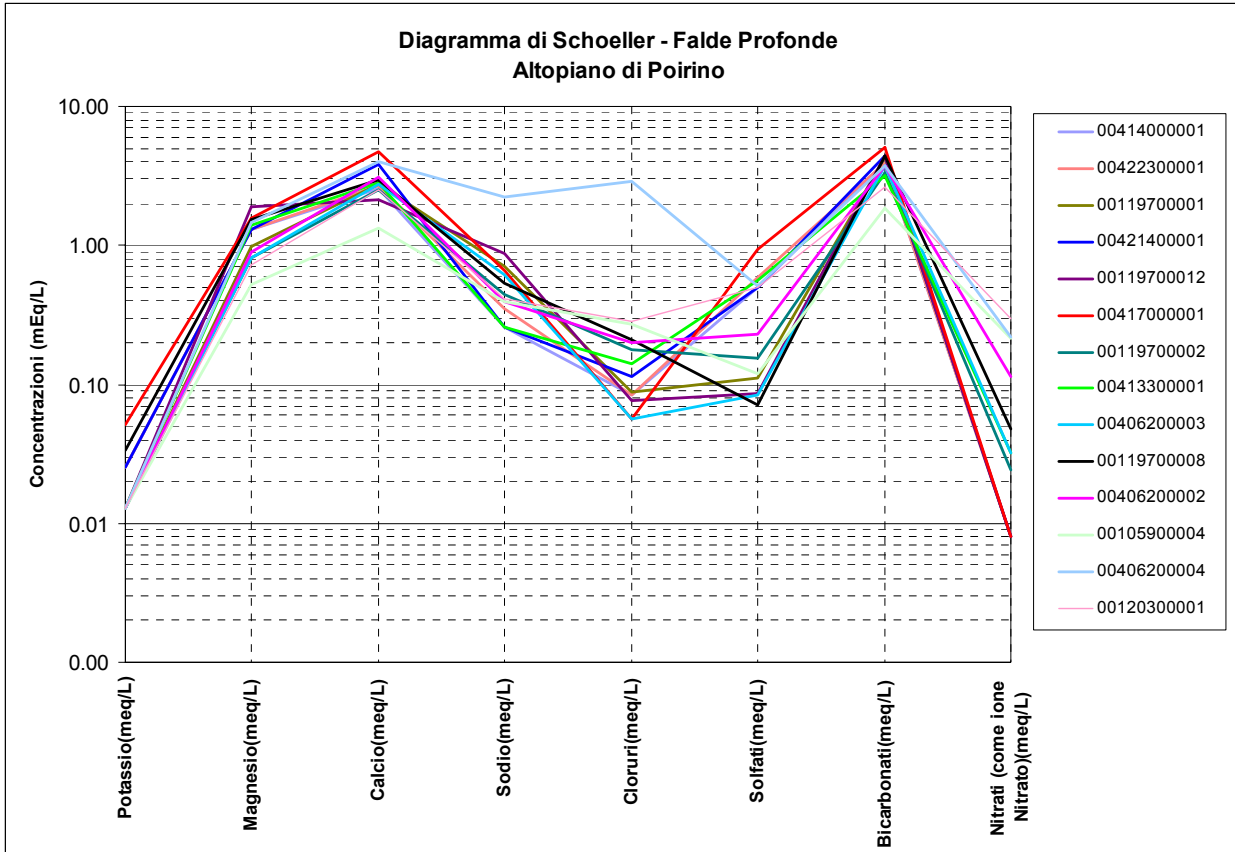
Costituisce l'area più importante interessata da 98 punti profondi. Nonostante il gran numero di pozzi si rileva una certa conformità tra i trend rilevati con un chimismo di tipo bicarbonato-calcico ed un basso contenuto salino. Si riconosce tuttavia un sottogruppo minore formato essenzialmente da 4 punti che evidenziano un chimismo cloruro sodico. Questi pozzi sono localizzati in un settore ad est di Biella dove sono sub affioranti i depositi pliocenici; queste formazioni possono essere associate a circolazioni e/o interazioni con acque saline legate all'ambiente di deposizione di tipo marino.

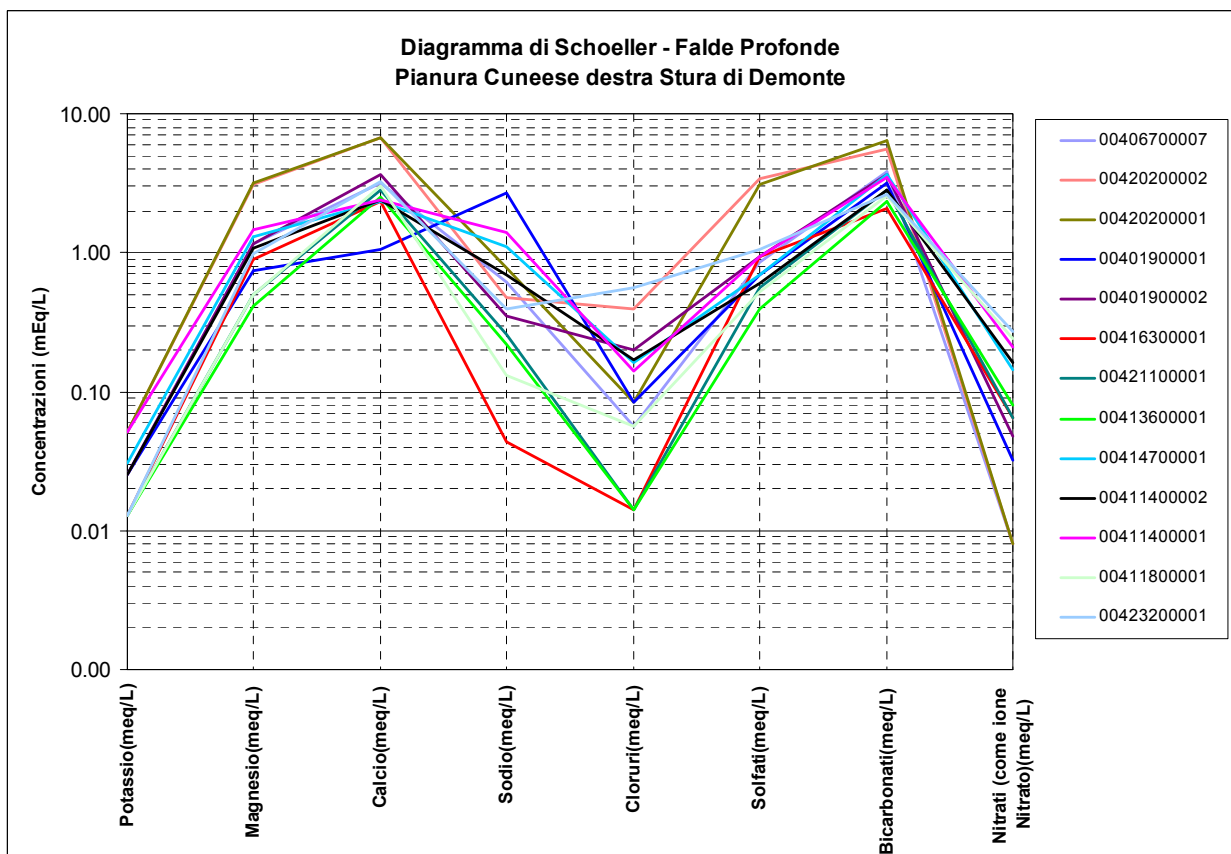
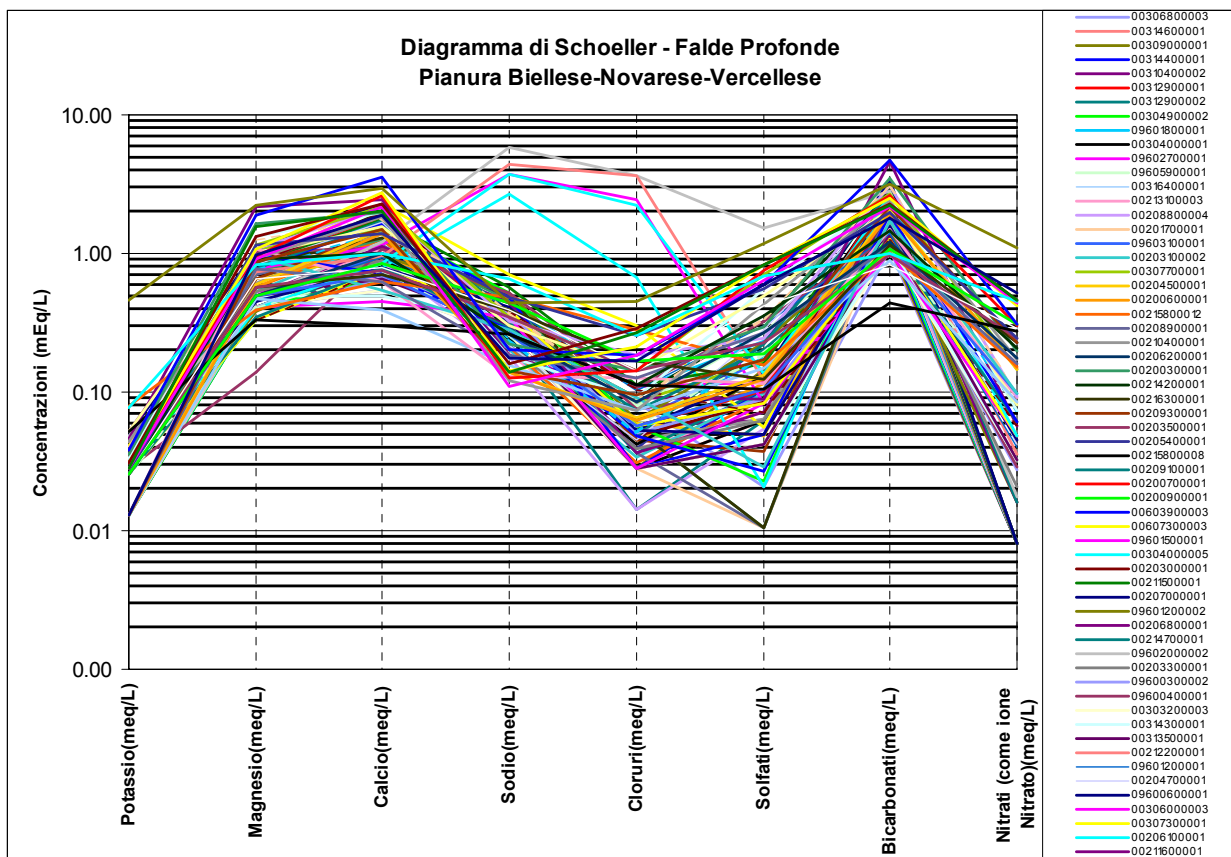
Pianura Cuneese-Torinese Meridionale

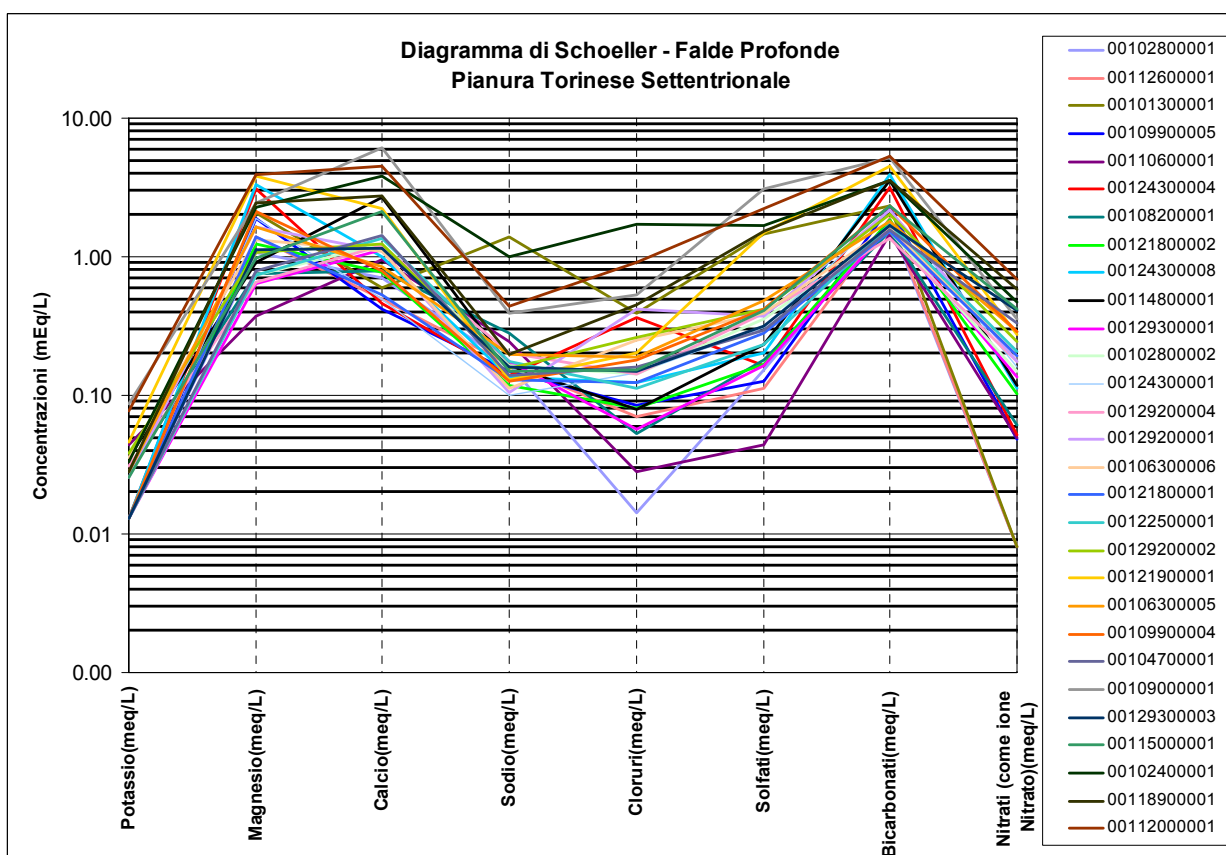
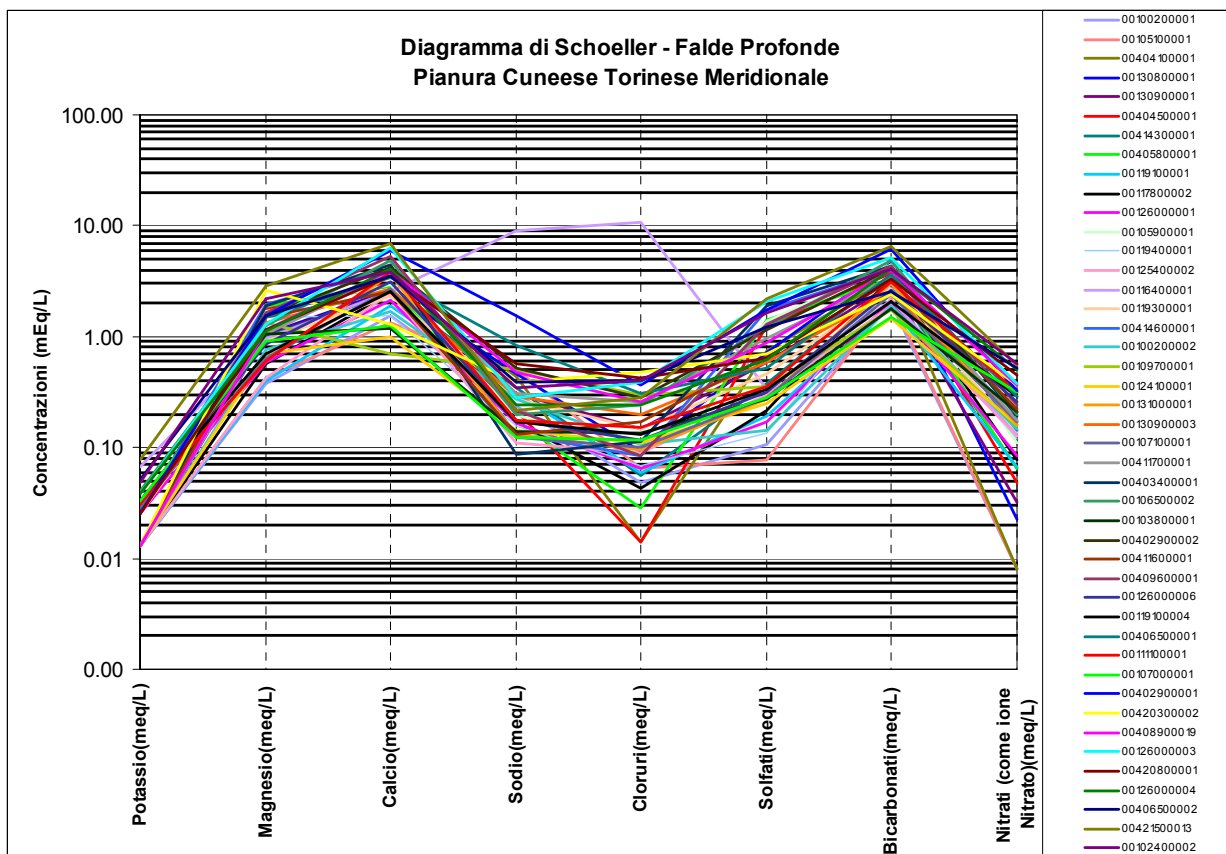
Costituisce una vasta area idrogeologica con 44 punti di monitoraggio dove si osserva una ottima congruenza dei trend relativi identificando un chimismo di tipo bicarbonato-calcico con una sostanziale omogeneità degli acquiferi filtrati. Si distaccano dal trend il punto 00116400001, che evidenzia un chimismo cloruro sodico per un palese contributo profondo, ed il punto 004203000002 che denota una componente magnesiaca.

Pianura Torinese Settentrionale

Questa area costituita da 29 punti esibisce un chimismo prevalente di tipo bicarbonato-calcico e bicarbonato magnesiaci, si osservano oscillazioni consistenti per quanto riguarda cloruri e solfati evidenziando dei trend di diluizione tra acque di circolazione provenienti da bacini di alimentazione diversi.







4.8 *Impatto antropico sulla qualità delle acque sotterranee*

La contaminazione delle acque sotterranee è riconducibile prevalentemente all'attività industriale ed alla pratica agricolo-zootecnica intensiva; la contaminazione può essere quindi di tipo puntuale (locale), legata principalmente ad attività di tipo industriale, oppure diffusa (da fonti diffuse), connessa all'attività agricolo-zootecnica.

La contaminazione legata all'attività industriale può essere talora assimilata ad una "contaminazione diffusa" in presenza di molteplici sorgenti puntuali non individuate/individuabili, tali da determinare fenomeni di contaminazione su vasta scala.

I fenomeni più significativi di contaminazione delle acque sotterranee nell'ambito della pianura piemontese sono riconducibili ai seguenti elementi:

- **nitrati**: derivanti dalla concimazione mediante fertilizzanti di sintesi e spandimento di liquami zootecnici;
- **prodotti fitosanitari**: utilizzati in agricoltura come erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi, fumiganti, fitoregolatori e riscontrati in base al tipo di coltura prevalente dell'area;
- **composti alifatici alogenati**: derivanti da attività industriale.

4.8.1 *Impatto antropico sulla qualità delle acque della Falda Superficiale*

La Falda Superficiale costituisce il primo bersaglio della contaminazione proveniente dalle attività antropiche di superficie ed è la prima risorsa idrica sotterranea ad essere interessata dal deterioramento delle sue caratteristiche qualitative originarie. Gli acquiferi superficiali, generalmente più permeabili di quelli profondi, possiedono una maggiore capacità autodepurativa rispetto a quest'ultimi, grazie ai fenomeni di interscambio con il reticolo idrografico, ai minori tempi di permanenza delle acque all'interno dell'acquifero, alla possibilità di avere un maggiore scambio di ossigeno con l'atmosfera, favorendo così i fenomeni di diluizione/trasporto e degradazione dei contaminanti.

Al fine della caratterizzazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee, sono state realizzate elaborazioni statistiche dei dati disponibili su base puntuale e su base areale; in particolare, la valutazione della vulnerazione è stata effettuata attraverso una elaborazione sulle "Aree Idrogeologiche".

4.8.1.1 Nitrati - Falda Superficiale

Nel presente paragrafo si illustra il metodo ed i risultati ottenuti per la definizione delle aree di pianura vulnerate da nitrati della regione Piemonte relativamente alla Falda Superficiale. Quanto presentato riprende un precedente lavoro realizzato da A.R.P.A. per la designazione delle aree vulnerate da Nitrati nella regione Piemonte (Definizione delle aree di pianura vulnerate da nitrati per le acque della falda superficiale della regione Piemonte. A.R.P.A., 2002).

La base dati relativa alle elaborazioni effettuate è costituita dai dati inerenti 6 campagne di monitoraggio per gli anni 2001, 2001 e 2002 provenienti dalla Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee della Regione Piemonte. Nell'ambito delle elaborazioni effettuate non sono stati considerati i dati dei punti di controllo per i quali era disponibile una sola campagna di prelievi.

Le elaborazioni effettuate sono relative ai bienni 2000-2001 e 2001-2002.

Le elaborazioni statistiche su base puntuale ritenute di maggiore interesse ai fini della valutazione della contaminazione da nitrati sono state:

- il valore medio;
- la mediana;
- il valore massimo;
- la deviazione standard.

I dati sono riportati in Tabella 1 (biennio 2000-2001) e 3 (biennio 2001-2002), Allegato 6.

La scelta di calcolare oltre alla media ed al valore massimo previsti dalla "Direttiva Nitrati" anche la mediana e la deviazione standard, pur avendo a disposizione un numero massimo di 4 dati, trova spiegazione nel fatto che queste semplici elaborazioni forniscono informazioni aggiuntive sulla distribuzione e sulla dispersione dei dati considerati.

In generale, i dati ambientali di questo tipo presentano una distribuzione non normale, un aspetto che può essere verificato anche dallo scostamento della mediana rispetto alla media.

Anche in presenza di una distribuzione non normale la deviazione standard, normalizzata sulla media, può dare informazioni sulla dispersione dei dati.

Le elaborazioni statistiche su base areale sono state effettuate sulle "Aree Idrogeologiche" (partendo dalle elaborazioni dei dati puntuali) al fine di determinare i seguenti parametri:

- media dei valori medi puntuali;
- media dei valori massimi puntuali;
- mediana dei valori medi puntuali;
- massimo dei valori medi puntuali.

I risultati ottenuti sono riportati nelle Tabella 2 (biennio 2000-2001) e 4 (biennio 2001-2002), Allegato 6.

Le elaborazioni effettuate sono state rappresentate mediante la suddivisione in classi prevista dal D.Lgs 152/99 integrato dalla Normativa Nitrati (Direttiva CEE/CEE/CE n. 676 del 12/12/1991)

. Le classi utilizzate sono le seguenti:

- 0 – 24.9 mg/L
- 25.0 – 39.9 mg/L
- 40.0 – 50.0 mg/L
- > 50 mg/L

4.8.1.1.1 Biennio 2000-2001

Al fine di consentire una elaborazione statistica dei dati sono stati scartati dai calcoli effettuati tutti i punti di controllo per i quali non erano disponibili almeno due dati analitici relativi al periodo 2000-2001. Il conteggio del numero di analisi disponibili è riportato in Tabella 1 Allegato 6.

Dalla elaborazione dei dati puntuali risulta che meno del 20% dei punti presenta un valore medio e mediano superiore a 50 mg/L di nitrati e meno del 10% compreso tra 40 e 50 mg/L.

Risulta invece maggiore la percentuale di punti con valori massimi superiori a 50 mg/L (28%).

Questi dati sono comunque variabili, infatti il 30% dei punti presenta una RSD superiore al 40%.

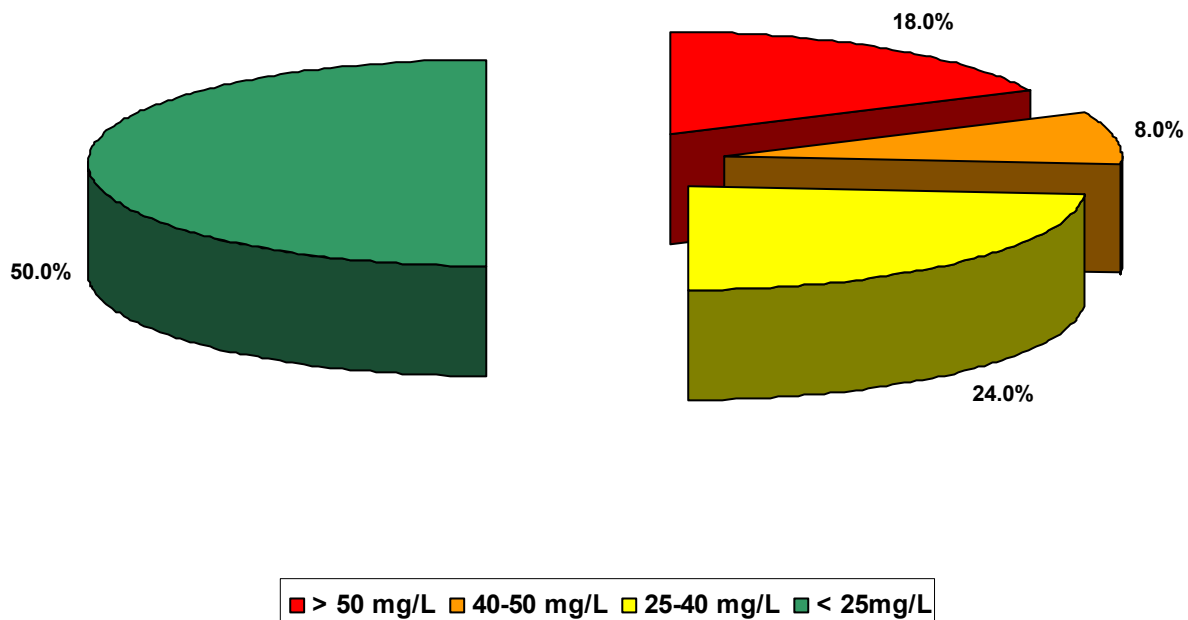
Dalla elaborazione dei dati su base areale ("Aree Idrogeologiche") risulta che 5 aree evidenziano una media dei valori medi puntuali superiori a 50 mg/L di nitrati, identificando queste aree come vulnerate (vedi Allegato 1, Tavole 00CAJ-C302AD01/23 e 00CAJ-C302AD01/24).

Questa valutazione può essere confermata sicuramente per le aree AL04 e TO08, dato che in tali settori anche la mediana dei valori medi puntuali supera il valore di 50 mg/L di nitrati. Questo aspetto evidenzia una distribuzione normale dei valori medi all'interno dell'area, con un numero di punti sufficiente a garantire la significatività dell'elaborazione. I punti di controllo presenti invece nelle aree TE19 e TE03 non consentono una attribuzione certa.

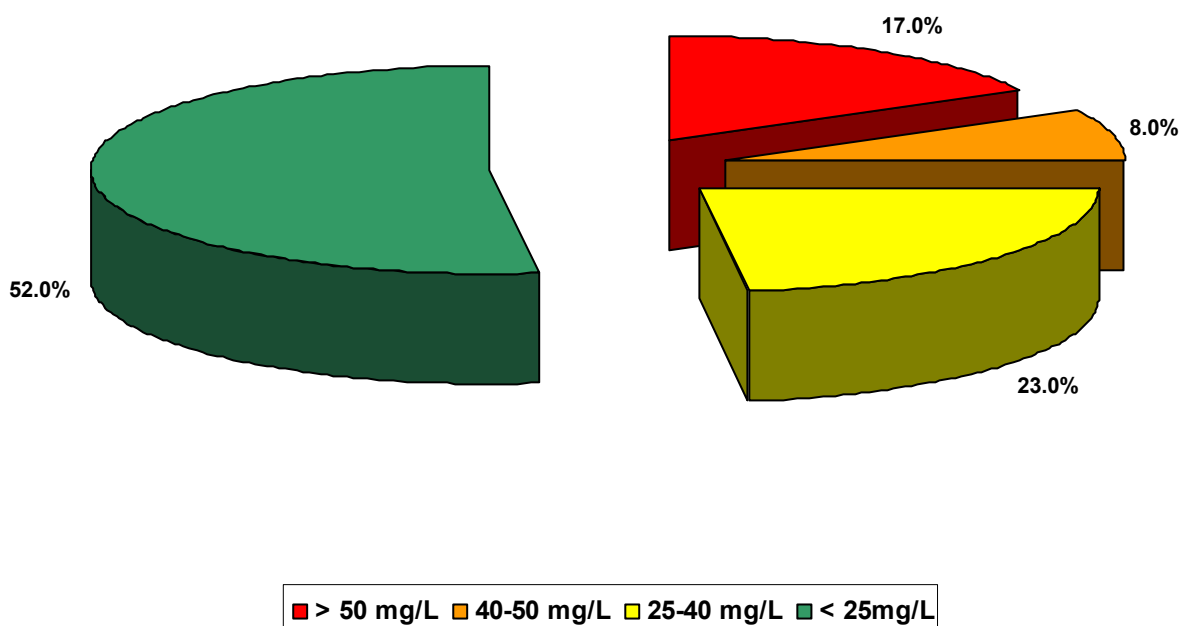
Per 3 aree idrogeologiche (TE03, TE04 e TE11) la media e la mediana ricadono in classi diverse (> 50 mg/L e tra 30 e 50 mg/L) anche perché all'interno di questi "alti terrazzi" il numero esiguo di punti e la disomogeneità dei dati disponibili influisce negativamente sull'esito dell'elaborazione.

Analogamente alle elaborazioni puntuali risulta maggiore il numero di aree nelle quali il valore massimo delle medie puntuali risulta superiore a 50 mg/L (14).

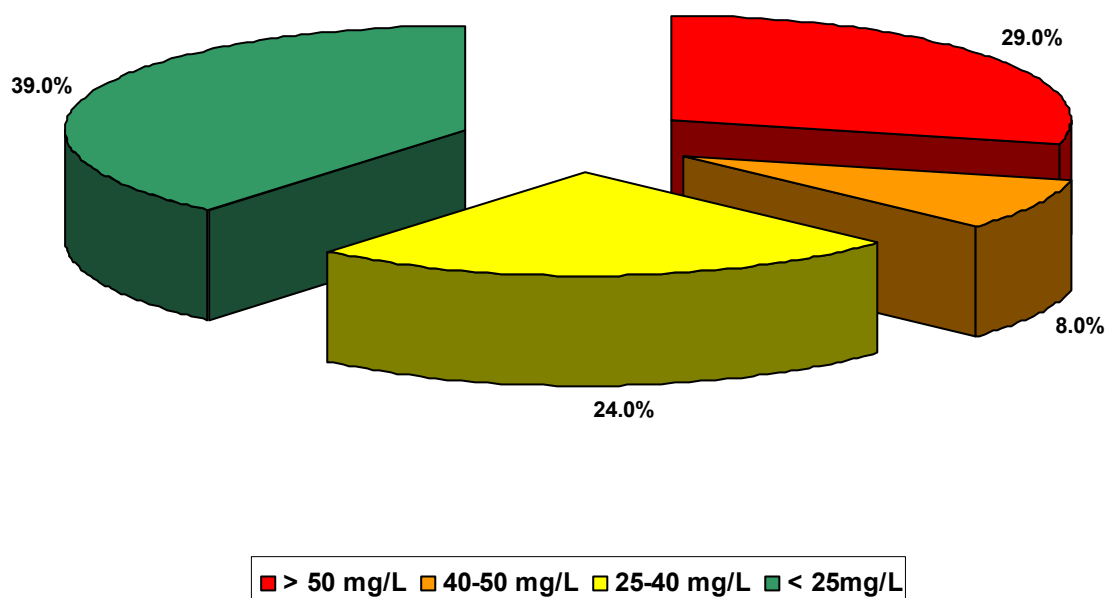
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori medi per punto



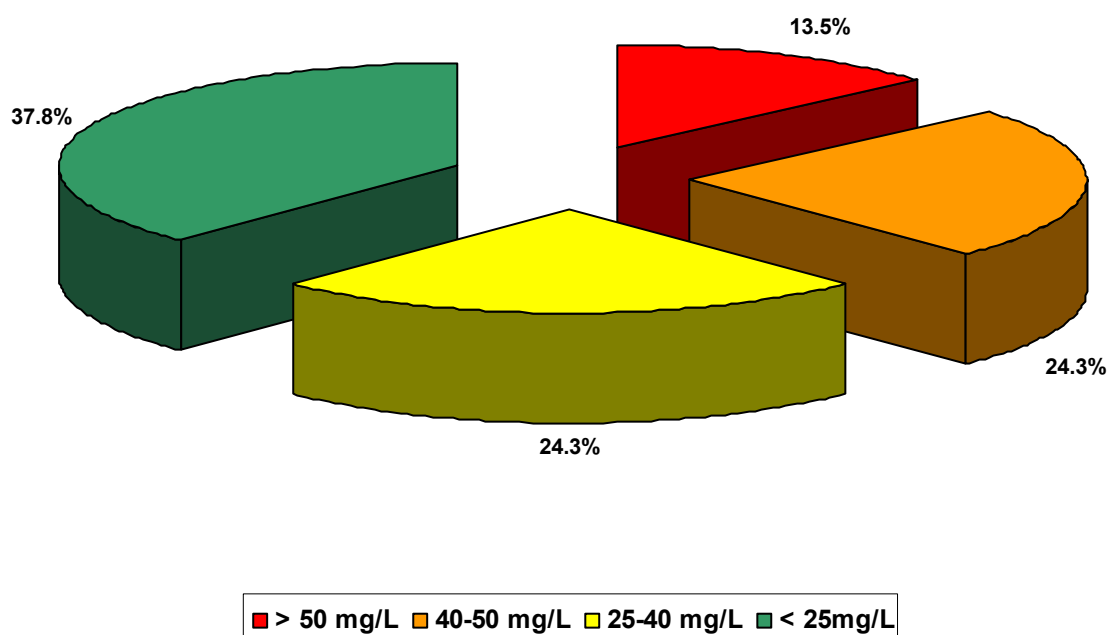
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione mediana per punto



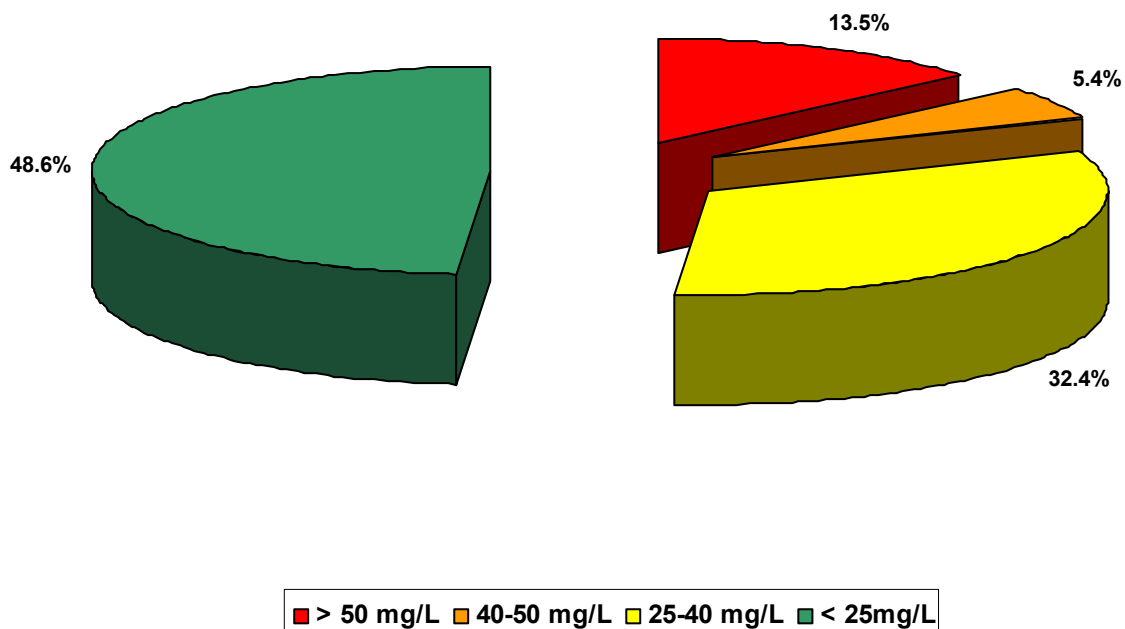
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori massimi per punto



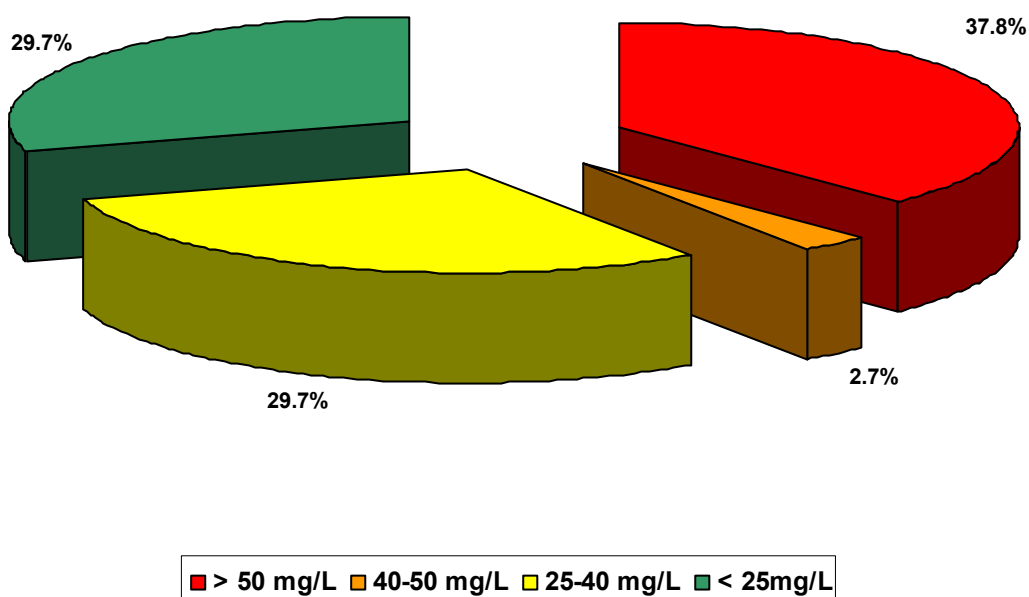
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori medi per area



Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione mediana per area



Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori massimi per area



Le elaborazioni effettuate hanno consentito la prima designazione delle aree vulnerate da nitrati (DPGR 18 ottobre 2002, n. 9/R - BUR 2° supplemento al numero 43).

Le aree vulnerate, nelle quali la media dei valori medi di nitrati dei punti compresi nell'area è risultata superiore a 50 mg/L, risultano 5 pari al 13% del totale. Al riguardo, TE04 presenta una differenza tra media e mediana dei valori medi puntuali, mentre TE03 e TE19 un numero di punti nell'area che non ne consentono una attribuzione certa; si nota inoltre come l'alto terrazzo TE19 risulti contiguo all'area AL04 sicuramente vulnerata. Va altresì evidenziato che, per quanto concerne l'area TE04, si dispone di un numero di punti comunque limitato (3) non sufficiente alla sua valutazione, anche in relazione alla disomogeneità dei dati rilevati per i singoli punti.

Le aree idrogeologiche nelle quali la media dei valori medi puntuali è risultata compresa tra 40 e 50 mg/L sono risultate 9 (24%).

Le aree sicuramente vulnerate sono risultate AL04 e TO08, mentre per alcuni alti terrazzi (TE03, TE04, TE19) sono necessari ulteriori approfondimenti.

4.8.1.1.2 Biennio 2001-2002

Al fine di consentire una corretta elaborazione statistica sono stati scartati dalle elaborazioni effettuate tutti i punti di controllo per i quali non erano disponibili almeno due dati analitici relativi al periodo 2001-2002. Il conteggio del numero di analisi disponibili è riportato in Tabella 3 Allegato 6.

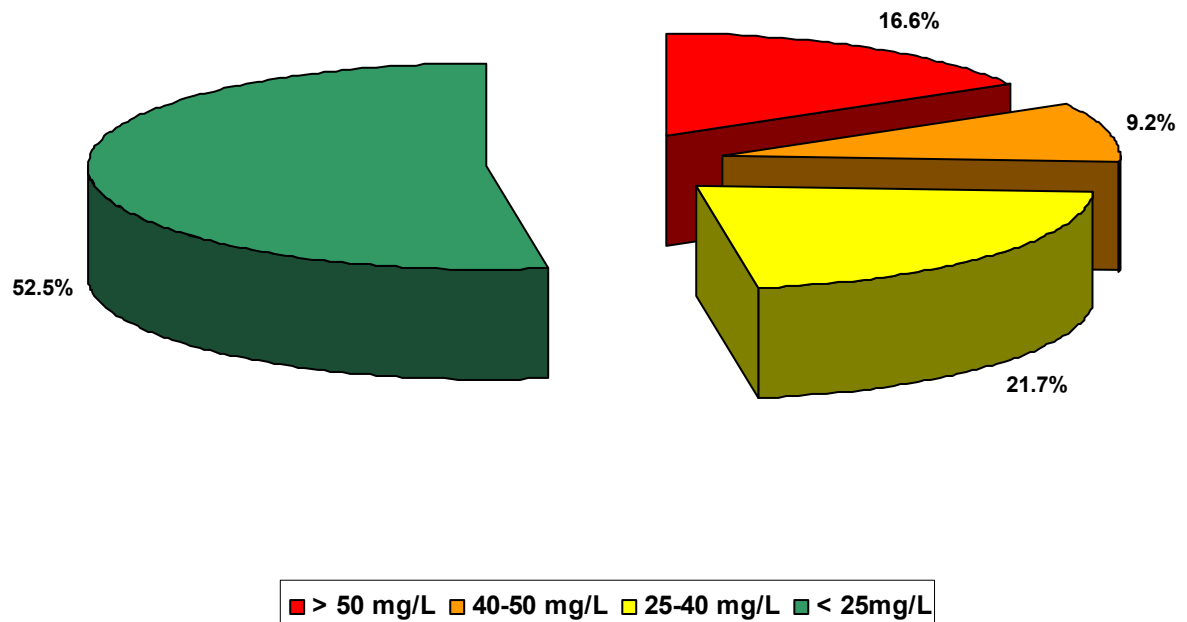
Dalla elaborazione dei dati su base puntuale risulta che meno del 20% dei punti presenta un valore medio e mediano superiore a 50 mg/L di nitrati e meno del 10% compreso tra 40 e 50 mg/L.

Risulta invece maggiore la percentuale di punti con valori massimi superiori a 50 mg/L (25.8%). I dati presentano comunque una certa variabilità, infatti il 23% presenta una RSD superiore al 40%.

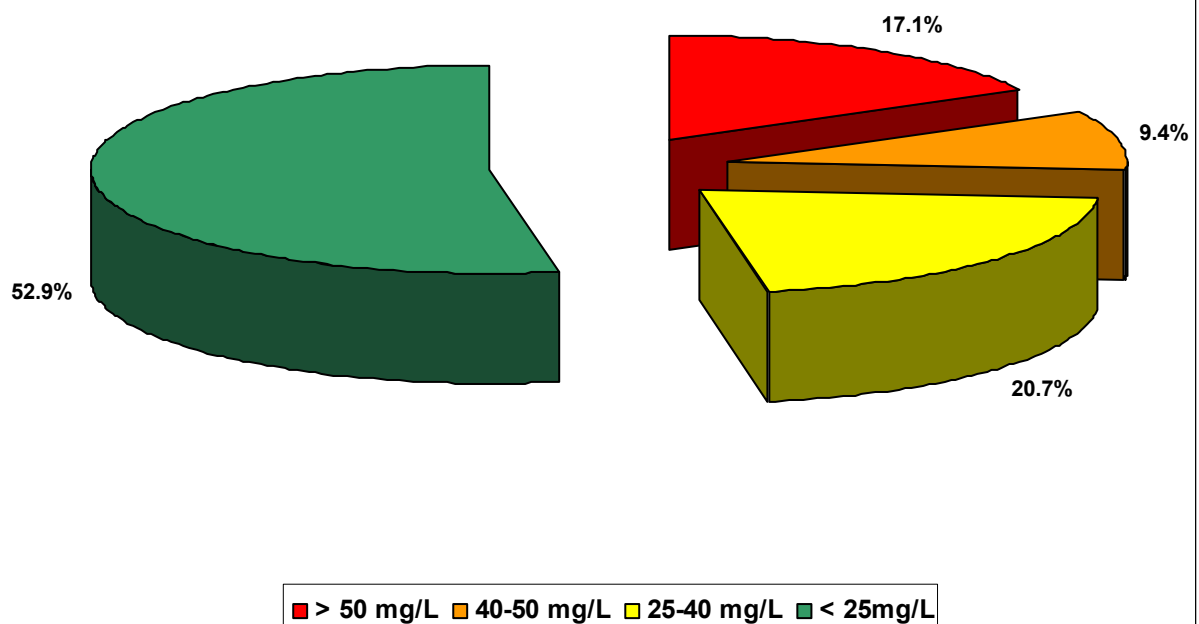
Dalla elaborazione dei dati su base areale risulta che 6 "Aree Idrogeologiche" evidenziano una media dei valori medi puntuali superiori a 50 mg/L identificandole come vulnerate (vedi Allegato 1, Tavole 00CAJ-C302AD02/25 e 00CAJ-C302AD02/26).

Tale valutazione può essere confermata sicuramente per le aree AL04, TE04, TE11 e TO08 dato che in questi settori anche la mediana dei valori medi puntuali supera i 50 mg/L di nitrati, evidenziando una sostanziale distribuzione normale dei valori medi all'interno dell'area. In questo caso il numero dei punti è sufficiente a garantire la significatività dell'elaborazione. I punti di controllo presenti invece nelle aree TE19 e TO04 non consentono una attribuzione certa.

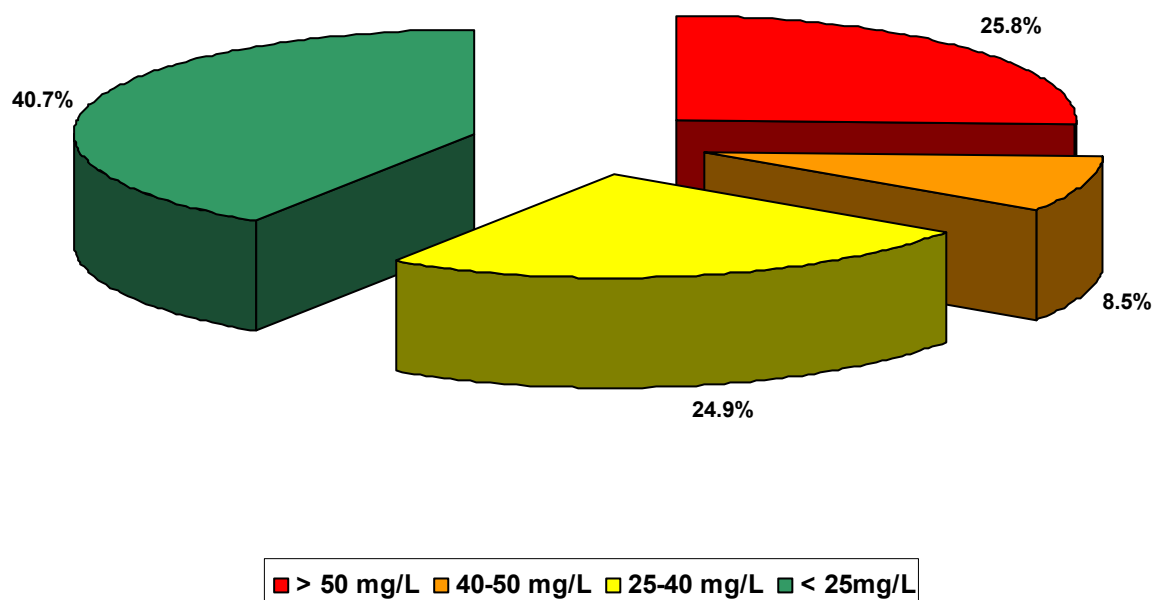
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori medi per punto



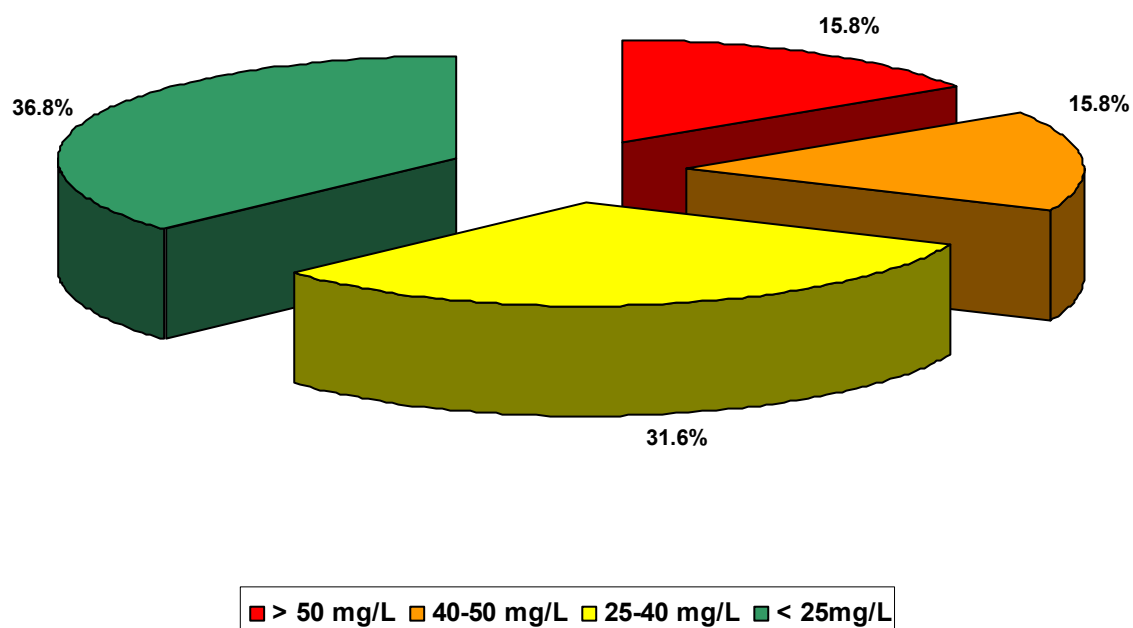
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione mediana per punto



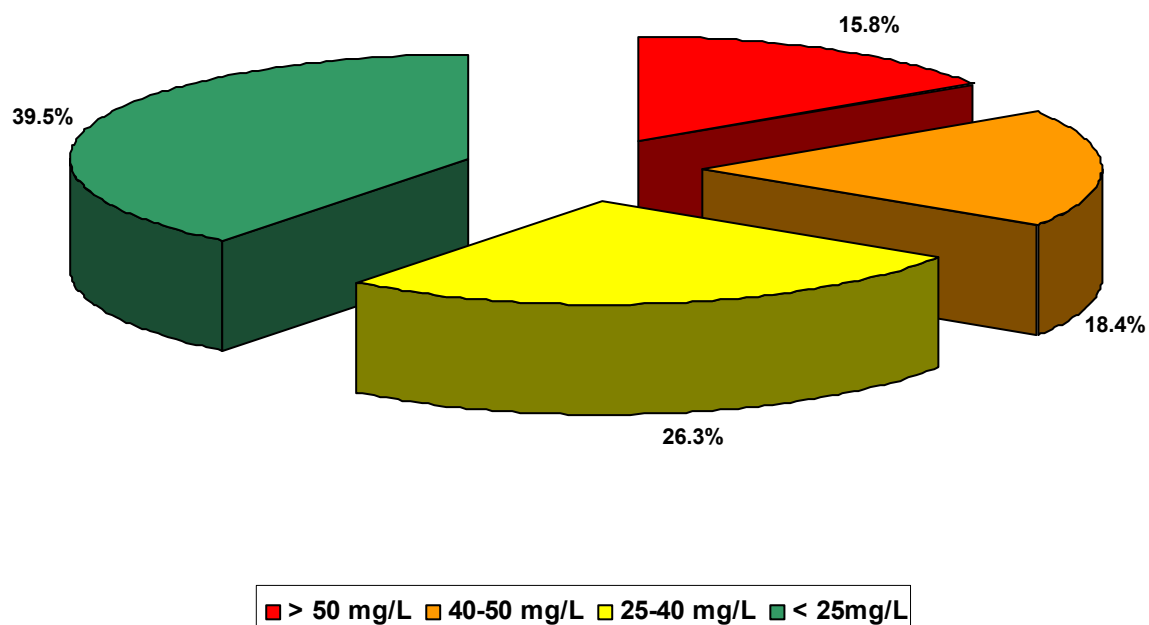
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori massimi per punto



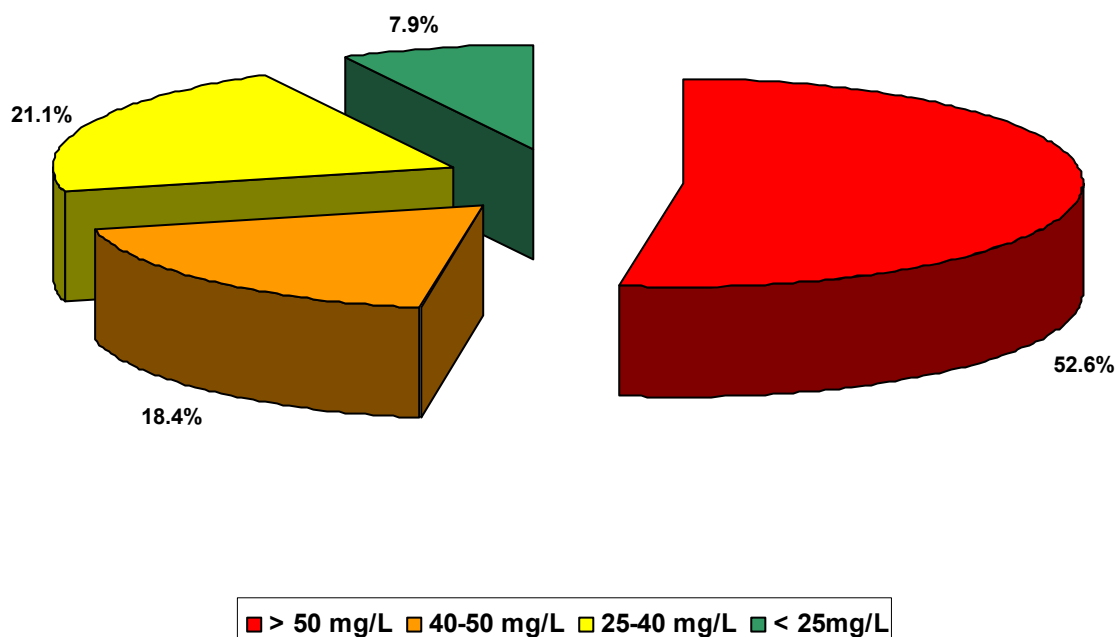
Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori medi per area



Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione mediana per area



Nitrati nelle acque della Falda Superficiale
Distribuzione dei valori massimi per area



Le elaborazioni effettuate hanno consentito una prima verifica delle elaborazioni relative al biennio 2000-2001 sulla base delle quali sono state designate le aree vulnerate da nitrati (DPGR 18 ottobre 2002, n. 9/R - BUR 2° supplemento al numero 43)

Le aree nelle quali la media dei valori medi di nitrati dei punti compresi nell'area è risultata superiore a 50 mg/L, sono 6 pari al 15.8% del totale (calcolato sul numero di aree per le quali si dispone di almeno un dato). Nel caso di TE19 e TO04 il numero di punti presenti nelle rispettive aree non ne consentono l'attribuzione.

Le aree idrogeologiche nelle quali la media dei valori medi puntuali è risultata compresa tra 40 e 50 mg/L sono risultate 6 (15.8 %).

In definitiva, le aree nelle quali la media dei valori medi di nitrati dei punti compresi è risultata superiore a 50 mg/L sono le seguenti: AL04, TE04, TE11 e TO08, mentre per TE19 e TO04 sono necessari ulteriori approfondimenti.

4.8.1.1.3 Confronto tra il biennio 2000-2001 e il biennio 2001-2002

L'elaborazione dei dati relativi al biennio 2001-2002, se paragonata al biennio 2000-2001, ha consentito di confermare come le aree AL04 e TO08 presentino medie dei valori medi puntuali e mediana dei valori medi puntuali superiori a 50 mg/L.

Relativamente all'area TE19, pur risultando confermata la vulnerazione, si dispone di un numero di punti ritenuto non sufficiente per una elaborazione affidabile dei dati puntuali su base areale.

Nel biennio 2001-2002 l'area TE03, nella quale sussiste un solo punto di controllo, presenta valori inferiori a 50 mg/L, tenori invece superiori risultavano nel biennio 2000-2001. E' evidente come, anche in questo caso, per un'affidabile elaborazione statistica dei dati, si renda necessaria la disponibilità di un maggior numero di punti.

Nel biennio 2001-2002 sono inoltre risultate "vulnerate", diversamente dal biennio 2000-2001, le aree TO04 (nella quale è presente un solo punto di controllo) e TE11 nella quale sussistono 3 punti di controllo. Anche per tali aree appare indispensabile un adeguamento dei punti di monitoraggio.

4.8.1.2 Fitosanitari – Falda Superficiale

La definizione della vulnerazione della falda da Prodotti Fitosanitari è affrontata in un documento autonomo (Task C302B: elaborazioni dei dati qualitativi delle acque sotterranee – approfondimento sui prodotti sanitari); al quale si rimanda per una trattazione più dettagliata della problematica in oggetto.

In sintesi, i risultati delle elaborazioni effettuate nell'ambito del documento di cui sopra hanno evidenziato vari gradi di vulnerazione da Prodotti Fitosanitari, relativamente alle "Aree Idrogeologiche", per il biennio 2000-2001. Le aree maggiormente vulnerate sono risultate VC02 e TO01 (vulnerazione medio alta) e TO08 e TO09 (vulnerazione molto alta). Nell'ambito del medesimo lavoro sono inoltre state definite le sostanze attive che hanno determinato la vulnerazione.

4.8.1.3 Solventi clorurati nelle acque sotterranee della Falda Superficiale

Nel presente paragrafo si illustra il metodo ed i risultati ottenuti per la definizione della incidenza della contaminazione da Solventi Clorurati (intesi come Solventi Clorurati Totali), nelle aree di pianura della regione Piemonte per la Falda Superficiale. Nell'ambito del protocollo analitico sono stati inseriti i seguenti composti: 1,1,1-Tricloroetano, 1,2-Dicloroetano, Cloroformio, Percloroetilene, Tricloroetilene e Tetracloruro di Carbonio. Non sono stati inclusi i prodotti di degradazione degli stessi, anche se i composti ricercati costituiscono un indicatore della presenza di solventi clorurati in falda.

Per le elaborazioni ci si è avvalsi dei dati relativi alle 6 campagne di monitoraggio per gli anni 2000, 2001 e 2002 provenienti dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee.

In Allegato 4 sono riportati i dati medi utilizzati per le elaborazioni (che verranno di seguito descritte), basati sul dato medio calcolato sulle campagne disponibili.

La valutazione della incidenza della contaminazione su base areale è stata effettuata mediante il calcolo di un indice di contaminazione areale (ICa) con una procedura di calcolo (di seguito descritta) applicata sulle "Aree Idrogeologiche".

In tale ambito non è stato ritenuto appropriato ricorrere ad un procedimento di interpolazione dei dati di concentrazione in base alle seguenti considerazioni:

- La maggior parte dei solventi clorurati ha densità maggiore dell'acqua, viscosità inferiore e bassa solubilità; caratteristiche che ne favoriscono la migrazione verso il basso e l'eventuale stratificazione sotto forma di una fase separata non acquosa (DNAPL). Una volta in falda il DNAPL tende lentamente a solubilizzarsi ed a disperdersi nella direzione di moto della falda persistendo come sorgente di contaminazione anche per decenni e dando luogo a notevoli gradienti (o cadute) di concentrazione nelle porzioni laterali dei pennacchi di contaminazione.
- Le sorgenti di contaminazione sono generalmente puntiformi e relative a prodotti specifici legati alle diverse tipologie di lavorazioni industriali; quindi, la dispersione in falda provoca la formazione di pennacchi di contaminazione costituiti da singoli composti spesso associati ai loro prodotti di degradazione.
- La interazione tra diversi punti sorgente di contaminazione in aree ad alto rischio potenziale rendono la contaminazione assimilabile a quella di tipo diffuso. Una interpolazione tra punti contaminati riconducibili a pennacchi di origine e composizione diversa non condurrebbe a risultati corretti da un punto di vista scientifico, implicando

una rappresentazione non corretta delle aree realmente contaminate e del fenomeno in generale.

- Inoltre, la delimitazione dei pennacchi di contaminazione non può essere ottenuta con una rete di monitoraggio a scala regionale che presenta una densità ed una localizzazione dei punti non finalizzata a tale scopo. La corretta demarcazione delle aree effettivamente contaminate e dei prodotti presenti nei settori individuati può essere invece delegata a progetti ed approfondimenti specifici mediante l'implementazione di sottoreti di monitoraggio appositamente progettate.

Indice di Contaminazione Areale da Solventi (ICa)

Al fine di valutare l'incidenza, su base areale, del fenomeno della contaminazione da Solventi si è proceduto alla definizione di un indice sintetico. L'indice è stato calcolato per tutte le "Aree Idrogeologiche", con lo scopo di evidenziare i fenomeni di contaminazione nelle aree di riferimento. Tuttavia, è importante sottolineare come, in questo caso, l'indicazione di un livello di contaminazione non vada spazializzato all'intera area di appartenenza, ma debba essere considerato come un'incidenza percentuale di punti contaminati sul totale dei punti di controllo. Nella definizione dell'indice, e per una corretta comprensione dell'importanza del fenomeno, sono stati considerati "contaminati" sia i punti con concentrazioni medie superiori a 10 µg/L, che quelli con concentrazioni inferiori ma rilevabili dal riscontro analitico.

L'Indice di Contaminazione areale (ICa) (per area idrogeologica) è stato dunque calcolato nel modo seguente:

$$\text{ICa} = \text{N punti contaminati} / \text{N punti Tot. (per area idrogeologica)}$$

Dove:

Punti contaminati = punti con concentrazioni medie (relativamente alle campagne 2000-2001) superiori al limite di quantificazione.

L'indice di contaminazione risulta dunque uno strumento utile per visualizzare e comprendere la "presenza dei Solventi Clorurati" nelle acque di falda all'interno delle aree idrogeologiche, senza avere lo scopo di definire l'estensione di aree con concentrazioni superiori ai limiti previsti dal D.Lgs 152/99 (10µg/L). La non distinzione tra concentrazioni superiori o inferiori a tale soglia ne aumenta pertanto il significato di "**indice di sintesi**", utile per comprendere l'evoluzione e la diffusione dei solventi clorurati, piuttosto che la magnitudo e la localizzazione del fenomeno stesso. Al valore dell'indice calcolato è stato assegnato un giudizio sintetico relativo al grado di contaminazione secondo il seguente schema:

- ICa = 0.00 Aree non contaminate
- ICa = > 0.00 - 0.10 Aree con Contaminazione Bassa
- ICa = 0.11 - 0.25 Aree con Contaminazione Medio-bassa

- I_{Ca} = 0.26- 0.50 Aree con Contaminazione Medio-alta
- I_{Ca} = 0.51 - 1.00 Aree con Contaminazione Alta

Come è possibile osservare, il giudizio sul grado di contaminazione è pesato in modo da fornire una indicazione di area a contaminazione alta per tutte quelle aree nelle quali almeno il 50% dei punti di controllo presentino valori medi maggiori del limite di quantificazione: si è infatti ritenuto che una situazione come quella descritta (più del 50% dei punti contaminati) indichi un forte impatto areale pur essendo la contaminazione da solventi il prodotto di contaminazioni puntuali.

4.8.1.3.1 Biennio 2000-2001

La presenza dei solventi nelle acque sotterranee delle aree di pianura della regione Piemonte è da considerarsi “diffusa” (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD01/25); non ne è stata rilevata la presenza solamente su ridotti areali generalmente coincidenti con alti terrazzi; le concentrazioni rilevate risultano tuttavia generalmente inferiori ai 10 µg/L (limite imposto dal D.Lgs 152/99). Concentrazioni superiori ai 10 µg/L sono state rilevate in corrispondenza o a valle (in senso idrogeologico) di alcuni dei maggiori centri urbani quali:

- l'area urbana del Comune di Novara e del Comune di Romentino (Est di Novara);
- l'area urbana torinese e della sua cintura;
- l'area a S del Comune di Saluzzo (CN);
- l'area a S dell'abitato del Comune di Asti;
- l'area a S dell'abitato del Comune di Alessandria.

Va inoltre segnalata la presenza di solventi in concentrazioni superiori ai 10µg/L anche nel Comune di Costigliole (AT), in corrispondenza del Fondovalle Tanaro, pur in assenza di insediamenti industriali.

In Tabella 4.8.1.3.1-1 è riportato, per area idrogeologica, il numero dei punti di monitoraggio disponibile, la percentuale di punti con concentrazioni medie rilevate maggiori a 10 µg/L, quelli con concentrazioni inferiori a tale soglia (ma con valori rilevabili in analisi) ed il valore dell'Indice di Contaminazione areale (I_{Ca}). Le elaborazioni effettuate su aree idrogeologiche nelle quali siano presenti meno di tre punti sono da ritenersi preliminari e non indicative; infatti, per tali aree, sarà necessario procedere all'individuazione di un numero di punti di controllo non inferiore a 3.

Nella Tavola 00CAJ-C302AD02/29 (Allegato 1) sono riportati i dati puntuali (dati medi sul biennio) relativi alla concentrazione medie di Solventi Totali; è inoltre rappresentato l'indice di contaminazione areale sulla base delle aree idrogeologiche.

Le aree risultate maggiormente contaminate sono:

- alcuni settori della pianura biellese-vercellese (aree idrogeologiche, TE05, VC04);
- l'area metropolitana torinese (aree idrogeologiche TO03, TO05, TO06);

- l'area di pianura Saluzzese (area idrogeologica CN01);
- il terrazzo posto a N dell'abitato di Fossano (CN) (area idrogeologica TE09).

Area Idrogeologica	N punti di controllo	% punti con conc > 10 µg/L	% punti con conc < 10 µg/L e > L.R.	ICa
VC04	8	0.00	62.50	0.63
VC03	21	0.00	19.05	0.19
VC02	32	3.13	21.88	0.25
VC01	14	0.00	42.86	0.43
TO09	3	0.00	0.00	0.00
TO08	8	0.00	25.00	0.25
TO07	41	0.00	29.27	0.29
TO06	2	50.00	50.00	1.00
TO05	4	50.00	25.00	0.75
TO04	3	0.00	33.33	0.33
TO03	9	0.00	77.78	0.78
TO02	5	0.00	40.00	0.40
TO01	12	0.00	8.33	0.08
TE19	2	0.00	0.00	0.00
TE18	0			
TE17	0			
TE16	0			
TE15	0			
TE14	2	0.00	0.00	0.00
TE13	0			
TE12	0			
TE11	4	0.00	0.00	0.00
TE10	0			
TE09	1	0.00	100.00	1.00
TE08	4	0.00	25.00	0.25
TE07	0			
TE06	1	0.00	0.00	0.00
TE05	9	0.00	66.67	0.67
TE04	2	0.00	0.00	0.00
TE03	1	0.00	100.00	1.00
TE02	2	0.00	0.00	0.00
TE01	2	0.00	50.00	0.50
NO02	19	0.00	10.53	0.11
NO01	28	10.71	21.43	0.32
IV01	12	0.00	0.00	0.00
CN03	55	0.00	27.27	0.27
CN02	30	3.33	33.33	0.37
CN01	15	6.67	46.67	0.53
AT01	53	3.77	22.64	0.26
AL06	11	0.00	9.09	0.09
AL05	13	0.00	38.46	0.38
AL04	39	5.13	7.69	0.13
AL03	15	0.00	6.67	0.07
AL02	8	0.00	12.50	0.13
AL01	12	0.00	0.00	0.00

Tabella 4.8.1.3.1-1: indice di contaminazione areale (ICa) per area idrogeologica biennio 2000-2001.

4.8.1.3.2 Biennio 2001-2002

La presenza dei solventi clorurati nelle acque della Falda Superficiale subgiacente certe zone della pianura regionale può considerarsi “diffusa” (Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/30), in quanto è stata riscontrata solo su porzioni ridotte (all’interno di alcune aree idrogeologiche), ma difficilmente riconducibile a singoli punti sorgente. Le concentrazioni risultano tuttavia inferiori ai 10 µg/L (limite imposto dal D.Lgs 152/99). Concentrazioni superiori ai 10 µg/L sono state rilevate in corrispondenza o immediatamente a valle idrogeologico di alcuni dei maggiori centri urbani quali:

- l’area urbana del Comune di Novara e del Comune di Romentino (Est di Novara);
- l’area metropolitana torinese;
- l’area a S del Comune di Saluzzo (CN);
- l’area a S dell’abitato del Comune di Asti;
- l’area a S dell’abitato del Comune di Alessandria.

Va inoltre segnalata la presenza di solventi in concentrazioni superiori ai 10 µg/L anche nel Comune di Costigliole d’Asti (AT), in corrispondenza del Fondovalle Tanaro, pur in assenza di insediamenti industriali.

In Tabella 4.8.1.3.2-1 viene riportato, per area idrogeologica, il numero dei punti di monitoraggio disponibile, la percentuale di punti con concentrazioni medie rilevate maggiori a 10 µg/L, quelli con concentrazioni inferiori a tale soglia, (ma quantificabili nei riscontri analitici) ed il valore dell’Indice di Contaminazione areale (ICa). Le elaborazioni effettuate su aree idrogeologiche nelle quali siano presenti meno di tre punti sono da ritenersi preliminari: per tali aree sarà necessario procedere all’individuazione di un numero di punti di controllo non inferiore a 3.

In Tavola 00CAJ-C302AD02/29 (Allegato 1) sono riportati i dati puntuali (dati medi sul biennio) relativi alla concentrazione medie di Solventi Totali; è inoltre rappresentato l’indice di contaminazione areale sulla base delle aree idrogeologiche.

Le aree risultate maggiormente contaminate (Contaminazione Alta) sono:

- un terrazzo dell’area di pianura biellese (area idrogeologica TE05);
- l’area metropolitana torinese (aree idrogeologiche TO03, TO05, TO06).

Le aree che presentano una contaminazione Medio-alta sono risultate essere:

- parte della pianura novarese (Area Idrogeologica NO01);
- parte della pianura biellese e parte della pianura vercellese (Aree Idrogeologiche VC01, VC02, VC04);
- parte della Pianura Torinese Settentrionale (Aree Idrogeologiche (TO02, TO04);
- la Pianura Torinese Meridionale (Area Idrogeologica (TO07);
- parte della Pianura Cuneese in sx Stura di Demonte (Area Idrogeologica CN01);
- la pianura Tortonese (Area Idrogeologica AL05).

Area Idrogeologica	N punti di controllo	% punti con conc > 10 µg/L	% punti con conc < 10 µg/L e > L.R.	ICa
AL01	13	0.00	15.38	0.15
AL02	8	0.00	12.50	0.13
AL03	16	0.00	6.25	0.06
AL04	41	0.00	21.95	0.22
AL05	13	0.00	46.15	0.46
AL06	11	0.00	18.18	0.18
AT01	48	4.17	16.67	0.21
CN01	14	0.00	42.86	0.43
CN02	30	3.33	20.00	0.23
CN03	50	0.00	12.00	0.12
IV01	9	0.00	0.00	0.00
NO01	27	11.11	14.81	0.26
NO02	20	0.00	15.00	0.15
TE01	2	0.00	50.00	0.50
TE02	2	0.00	0.00	0.00
TE03	1	0.00	100.00	1.00
TE04	3	0.00	0.00	0.00
TE05	8	25.00	62.50	0.88
TE06	1	0.00	0.00	0.00
TE07	1	0.00	0.00	0.00
TE08	4	0.00	25.00	0.25
TE09	1	0.00	0.00	0.00
TE10				
TE11	3	0.00	0.00	0.00
TE12				
TE13				
TE14	2	0.00	0.00	0.00
TE15				
TE16				
TE17				
TE18				
TE19	2	0.00	0.00	0.00
TO01	12	0.00	16.67	0.17
TO02	4	0.00	50.00	0.50
TO03	8	0.00	75.00	0.75
TO04	2	0.00	50.00	0.50
TO05	3	66.67	33.33	1.00
TO06	1	100.00	0.00	1.00
TO07	34	0.00	35.29	0.35
TO08	8	0.00	12.50	0.13
TO09	3	0.00	0.00	0.00
VC01	14	0.00	28.57	0.29
VC02	29	0.00	31.03	0.31
VC03	27	0.00	7.41	0.07
VC04	8	0.00	50.00	0.50

Tabella 4.8.1.3.2-1: indice di contaminazione areale (ICa) per area idrogeologica biennio 2001-2002.

4.8.1.3.3 Confronto tra il biennio 2000-2001 e il biennio 2001-2002

Il confronto tra le elaborazioni relative ai due bienni ha confermato come le aree nelle quali la contaminazione da solventi clorurati costituisce un fenomeno rilevante risultano: l'area Idrogeologica, VC04 (quest'ultima con un indice di contaminazione inferiore nel biennio 2001-2002, ma comunque medio-alto), mentre si conferma per le aree TE03, TE04 un dato non sufficientemente consistente; l'area di pianura torinese (aree idrogeologiche TO03, TO05 e TO06) e l'area di pianura cuneese-torinese meridionale corrispondente all'area idrogeologica CN01. Per quanto concerne quest'ultima area è stato calcolato un indice di contaminazione variabile: tra alto (biennio 2000-2001) e medio-alto (biennio 2001-2002), indicando una situazione di contaminazione da solventi significativa.

Per l'area TE09, alla quale corrisponde un indice di contaminazione alto nel biennio 2000-2001, la presenza di un solo punto di monitoraggio non consente elaborazioni statistiche affidabili.

4.8.2 *Impatto Antropico sulla qualità delle acque delle Falde Profonde*

Le Falda Profonde costituiscono una risorsa strategica ai fini del reperimento di grandi quantitativi d'acqua con pregiate caratteristiche qualitative (approvvigionamento idropotabile). Esse rappresentano un bersaglio secondario della contaminazione proveniente dalle attività antropiche di superficie, laddove avvengono fenomeni di drenanza di acque contaminante dall'acquifero superficiale; oppure, costituiscono un bersaglio primario nel caso si verifichino fenomeni di infiltrazione diretta dei contaminanti in corrispondenza delle aree di ricarica.

La contaminazione degli acquiferi profondi è dunque facilitata laddove non sussista una separazione di tipo litologico (setti argillosi e siltosi) tra gli acquiferi superficiali e quelli profondi ed in funzione delle diverse modalità di alimentazione e i diversi tempi di permanenza delle acque all'interno dell'acquifero, oltre che dalle caratteristiche chimico fisiche e chemio dinamiche dei contaminanti.

Per esempio pozzi acquedottistici, che generalmente filtrano i livelli acquiferi più profondi e caratterizzati da notevoli emungimenti, possono richiamare delle acque dai sovrastanti livelli acquiferi della Falda Superficiale per drenanza, oppure per una cementazione non eseguita correttamente in corrispondenza dei tratti ciechi, oltre che per un deterioramento dell'opera connesso con l'età e l'intenso sfruttamento della stessa. Per tali motivi la contaminazione rilevata nelle acque di un pozzo ad uso idropotabile deve essere valutata in modo critico e approfondito, tenendo conto dei succitati fattori, delle caratteristiche costruttive dell'opera e confrontando le informazioni acquisite con quelle derivanti dai pozzi (punti di monitoraggio) adiacenti.

4.8.2.1 Nitrati - Falde Profonde

Le elaborazioni relative a tale parametro si riferiscono al dato medio delle 6 campagne di monitoraggio effettuate nel periodo 2000-2002. Le elaborazioni effettuate sono relative ai bienni 2000-2001 e 2001-2002. I dati medi calcolati relativi a due bienni sono riportati in Allegato 4.

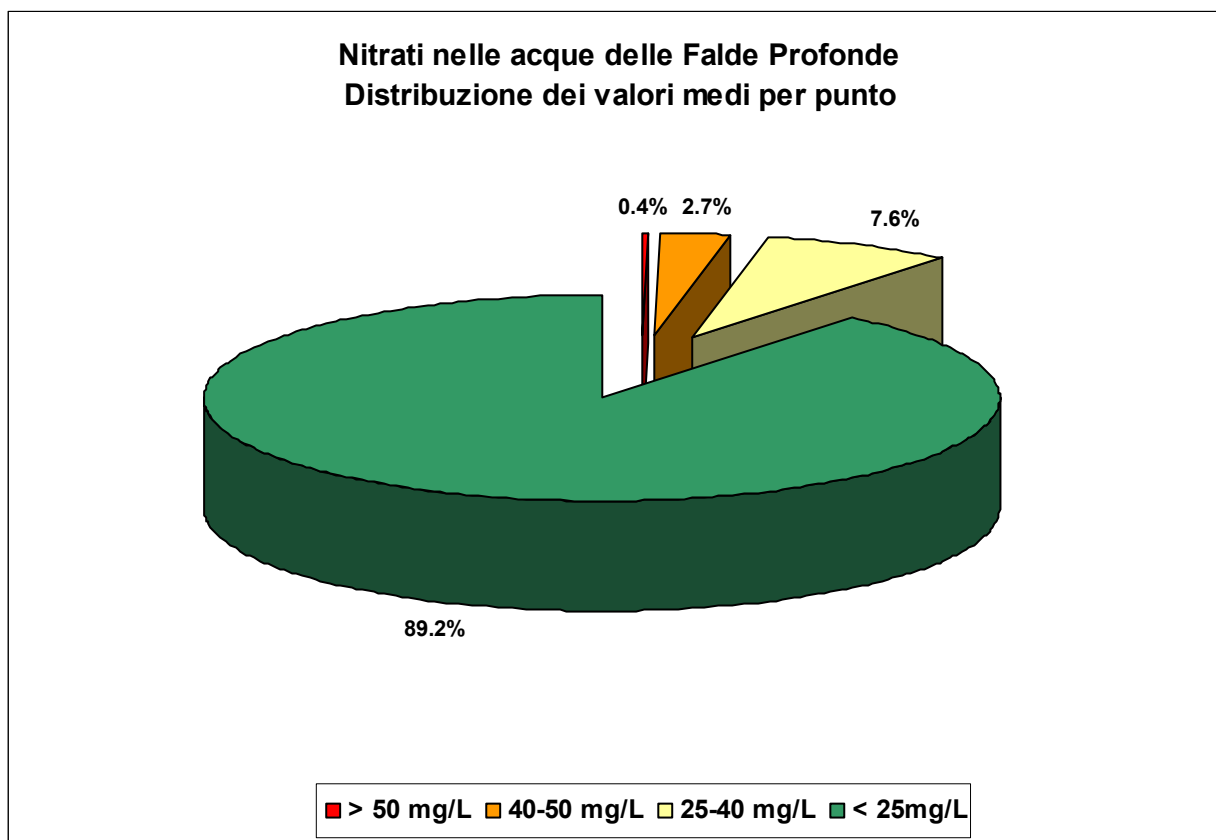
Data la totale assenza di contaminazione da nitrati (concentrazioni maggiori di 50 mg/L) per le Falde Profonde, il calcolo del valore medio è stato ritenuto indicativo anche per quei pozzi nei quali fosse stata realizzata una sola campagna di monitoraggio.

4.8.2.1.1 Biennio 2000-2001

Come si può osservare dal grafico di seguito riportato, meno dello 0.5% dei punti (1 su 223) è risultato contaminato da Nitrati in concentrazioni superiori al limite di 50 mg/L. Circa il 3 % dei punti presenta concentrazioni comprese tra 40 e 50 mg/L e circa l'8% concentrazioni comprese tra 25 e 40 mg/L. Circa l'89% dei punti di monitoraggio presenta concentrazioni medie di nitrati inferiori a 25 mg/L.

In considerazione della quasi totale assenza di una contaminazione da nitrati non si è ritenuto opportuno sviluppare ulteriori approfondimenti, reputando comunque necessario una futura sorveglianza sui trend temporali di concentrazione. Tale elaborazione potrà essere affrontata una volta disponibile un numero adeguato di campagne sufficientemente significativo.

In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD01/27, è riportata una cartografia relativa alla distribuzione del valore medio dei nitrati nel periodo 2000-2001 per le Falde Profonde.

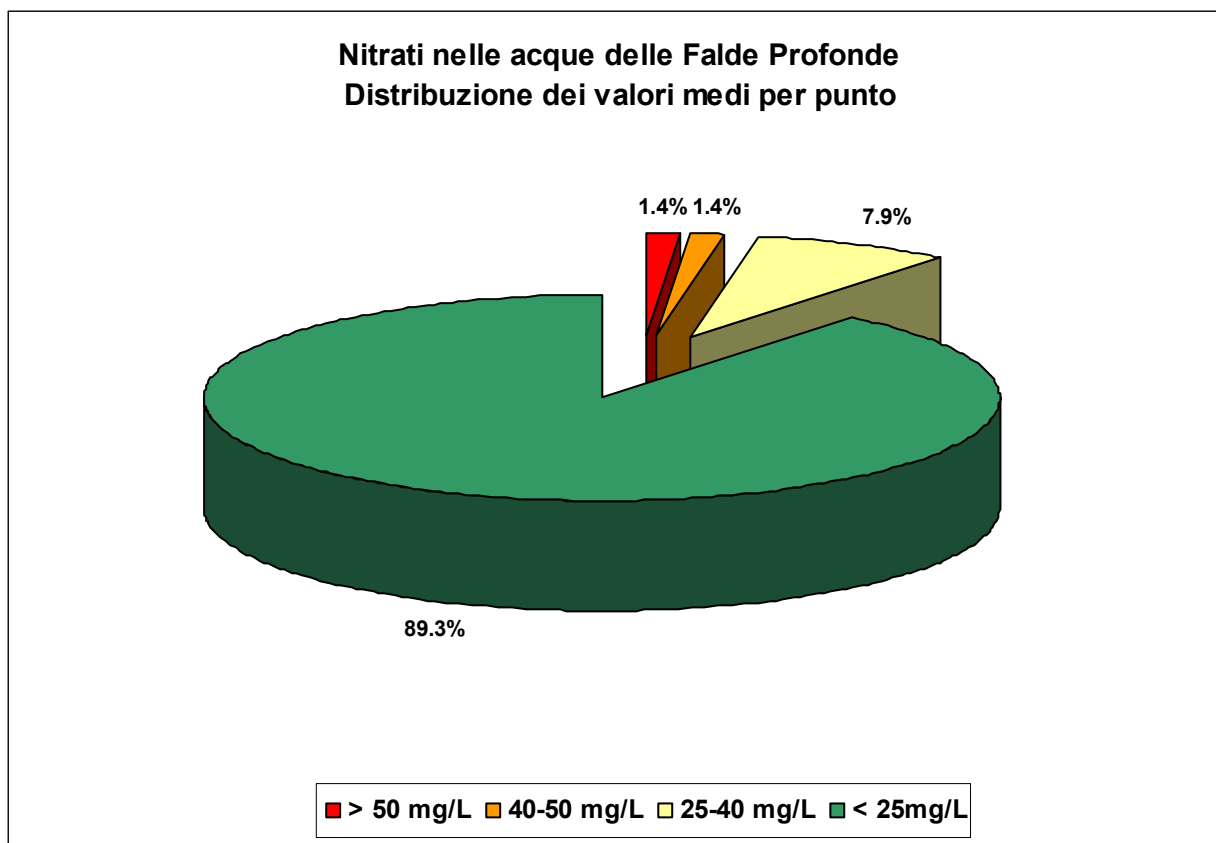


4.8.2.1.2 Biennio 2001-2002

Come si può osservare dal grafico di seguito riportato, meno dello 1.5% dei punti (3 su 214) è risultato contaminato da Nitrati in concentrazioni superiori al limite di 50 mg/L. Meno dell'1.5 % dei punti presenta concentrazioni comprese tra 40 e 50 mg/L e circa l'8% concentrazioni comprese tra 25 e 40 mg/L. Circa l'89% dei punti di monitoraggio presenta infine concentrazioni medie di nitrati inferiori a 25 mg/L.

Data la quasi totale assenza di contaminazione da nitrati non si è ritenuto di sviluppare ulteriori approfondimenti, reputando comunque necessario una futura sorveglianza sui trend temporali di concentrazione. Tale elaborazione potrà essere eseguita una volta disponibile un adeguato numero di campagne sufficientemente significativo.

In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/28, è riportata una cartografia relativa alla distribuzione del valore medio dei nitrati nel periodo 2001-2002 per le Falde Profonde.



4.8.2.1.3 Confronto tra il biennio 2000-2001 e il biennio 2001-2002

Il confronto tra i dati dei due bienni non ha evidenziato variazioni significative del fenomeno, che presenta comunque una incidenza estremamente limitata con circa il 3% dei pozzi con concentrazioni > a 40 mg/L. Le minime variazioni osservate sono relative a pozzi che presentano concentrazioni intermedie tra le classi di concentrazione 40-50 e > 50 mg/L.

4.8.2.2 Fitosanitari – Falde Profonde

La definizione della vulnerazione della falde da Prodotti Fitosanitari è affrontata in documento autonomo (Task C302B: elaborazioni dei dati qualitativi delle acque sotterranee – approfondimento sui prodotti sanitari) al quale si rimanda per una trattazione più approfondita sull'argomento.

Le elaborazioni realizzate nell'ambito del documento di cui sopra hanno evidenziato la presenza di due soli punti di controllo vulnerati da Prodotti Fitosanitari per il biennio 2000-2001, denotando una generale situazione di non compromissione della risorsa costituita dalle Falde Profonde. La ripetizione delle elaborazioni effettuate nel biennio 2000-2001 per il biennio 2001-2002 ha evidenziato come i punti "vulnerati" siano passati da 2 a 7.

4.8.2.3 Solventi nelle acque sotterranee delle Falde Profonde

Nel presente paragrafo si illustra il metodo e i risultati ottenuti per la definizione della incidenza della contaminazione da solventi clorurati (intesi come Solventi Totali), nelle aree di pianura della regione Piemonte per le Falde Profonde.

La base dati per le elaborazioni statistiche è costituita dai risultati delle 6 campagne di monitoraggio relative agli anni 2000, 2001 e 2002 provenienti dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee, mentre le elaborazioni sono state eseguite per i bienni 2000-2001 e 2001-2002.

In Allegato 4 sono riportati i dati medi dei due bienni utilizzati per le elaborazioni basate sul dato medio calcolato sulle campagne disponibili.

La valutazione della incidenza della contaminazione su base areale è stata effettuata mediante il calcolo di un Indice di Contaminazione areale (ICa) con una procedura di calcolo di seguito descritta. Tale metodo è stato applicato sulle "Macroaree" definite da A.R.P.A. (vedi par. 4.3).

Indice di Contaminazione Areale da Solventi (ICa)

Al fine di valutare l'incidenza, su base areale, del fenomeno della contaminazione da Solventi si è proceduto alla definizione di un indice sintetico. Il calcolo dell'indice è stato effettuato per le "Macroaree" definite da A.R.P.A.

Lo scopo dell'indice è quello di fornire indicazioni sulla rilevanza della contaminazione da solventi nell'area di riferimento; tuttavia, l'indizio di un livello di contaminazione non va estrapolato all'intera area ma va considerato come incidenza percentuale di punti contaminati sul totale dei punti di controllo. Nella definizione dell'indice ed ai fini della comprensione del fenomeno si è ritenuto opportuno considerare come "contaminati", sia i punti con concentrazioni medie superiori a 10 µg/L, sia quelli con concentrazioni inferiori, ma rilevabili dal riscontro analitico.

L'Indice di Contaminazione areale (ICa) (per area idrogeologica) è stato dunque calcolato nel modo seguente:

$$\text{ICa} = \text{N punti contaminati} / \text{N punti Tot. (per area idrogeologica)}$$

Dove:

Punti contaminati = punti con concentrazioni medie (relativamente alle campagne 2000-2001) superiori al limite di quantificazione.

L'indice di contaminazione appena definito risulta dunque uno strumento utile alla comprensione della rilevanza del fenomeno dei solventi clorurati nelle acque di falda delle varie macroaree. Si ribadisce inoltre come l'indice non serva assolutamente a definire l'estensione di aree con concentrazioni superiori ai limiti definiti dal D.Lgs 152/99 (10µg/L). La non distinzione tra concentrazioni superiori o inferiori a tale soglia ne aumenta dunque il significato di indice sintetico, utile alla comprensione della diffusione del fenomeno, piuttosto che alla definizione di magnitudo e localizzazione di dettaglio. Al valore dell'indice calcolato è stato assegnato un giudizio sintetico relativo al grado di contaminazione secondo il seguente schema:

- ICa = 0.00 Aree non contaminate
- ICa = > 0.00 - 0.10 Aree con Contaminazione Bassa
- ICa = 0.11 - 0.25 Aree con Contaminazione Medio-bassa
- ICa = 0.26- 0.50 Aree con Contaminazione Medio-alta
- ICa = 0.51 - 1.00 Aree con Contaminazione Alta

Come è possibile osservare il giudizio sul grado di contaminazione è pesato in modo da fornire una indicazione di area a contaminazione alta per tutte quelle aree nelle quali almeno il 50% dei punti di controllo presentino valori medi maggiori del limite di quantificazione: si è infatti pensato che una situazione come quella descritta (più del 50% dei punti contaminati) indichi un forte impatto areale, pur essendo la contaminazione da solventi il risultato di molteplici contributi puntuali.

4.8.2.3.1 Biennio 2000-2001

Concentrazioni inferiori a 10 µg/L sono state rilevate in tutte le macroaree di riferimento, con percentuali di occorrenza variabili.

Concentrazioni superiori ai 10 µg/L sono state rilevate in corrispondenza dell'area urbana torinese (macroarea della Pianura Torinese Settentrionale) e nel comune di Garzigliana a S di Pinerolo (TO);

In Tabella 4.8.2.3.1-1 viene riportato (per macroarea), il numero dei punti di monitoraggio disponibile, la percentuale di punti con concentrazioni medie rilevate maggiori a 10 µg/L, quelli con concentrazioni inferiori a tale soglia (ma rilevabili dai riscontri analitici) e il valore dell'indice di Contaminazione areale (ICa).

In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD01/31 sono riportati i dati puntuali (dati medi sul biennio) relativi alla concentrazione medie di Solventi Totali; è inoltre rappresentato l'indice di contaminazione areale sulla base delle aree idrogeologiche.

L'area maggiormente contaminata è risultata la Pianura Torinese Settentrionale, dove i Solventi Clorurati sono stati rilevati diffusamente nelle falde profonde verosimilmente a causa dell'intensa attività industriale passata ed attuale (vedi Par. 4.4 Uso del Territorio), associata ad una altrettanto rilevante estrazione di acque sotterranee mediante pozzi filtranti più acquiferi e non sempre idoneamente realizzati. L'assenza nell'area di fenomeni di contaminazione da contaminanti di natura agricola, quali Nitrati o Prodotti Fitosanitari, è anche in questo caso da ricondursi all'uso del territorio fortemente improntato da aree industriali e residenziali.

Macroarea	Numero punti di controllo	% punti con conc > 10 µg/L	% punti con conc < 10 µg/L e > L.R.	ICa
Altopiano di Poirino	9	0.00	11.11	0.11
Pianura Alessandrina-Tortonese	22	0.00	9.09	0.09
Pianura Biellese-Novarese-Vercellese	93	0.00	20.43	0.20
Pianura Cuneese dx Stura di Demonte	13	0.00	30.77	0.31
Pianura Cuneese e Torinese Meridionale	43	4.65	20.93	0.26
Pianura Torinese Settentrionale	22	22.73	54.55	0.77

Tabella 4.8.2.3.1-1: Indice di Contaminazione areale (ICa) per macroarea.

4.8.2.3.2 Biennio 2001-2002

Concentrazioni inferiori a 10 µg/L sono state rilevate in tutte le macroaree di riferimento, con percentuali di occorrenza variabili.

Concentrazioni superiori ai 10 µg/L sono state rilevate in corrispondenza dell'area urbana torinese (macroarea della Pianura Torinese Settentrionale) e nel comune di Garzigliana a S di Pinerolo (TO).

In Tabella 4.8.2.3.2-1 è riportato il numero dei punti di monitoraggio disponibile per macroarea, la percentuale di punti con concentrazioni medie rilevate maggiori a 10 µg/L, quelli con concentrazioni inferiori a tale soglia (ma rilevabili dai riscontri analitici) ed il valore dell'indice di Contaminazione areale (ICa).

In Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/32 sono riportati i dati puntuali (dati medi sul biennio) relativi alla concentrazione medie di Solventi Totali; è inoltre rappresentato l'indice di contaminazione areale sulla base delle aree idrogeologiche:

L'area maggiormente contaminata è risultata nuovamente la Pianura Torinese Settentrionale dove i Solventi Clorurati sono stati rilevati diffusamente nelle falde profonde. Al riguardo, valgono quindi tutte le considerazioni espresse nel paragrafo precedente.

Macroarea	Numero punti di controllo	% punti con conc > 10 µg/L	% punti con conc < 10 µg/L e > L.R.	ICa
Altopiano di Poirino	8	12.50	0.00	0.13
Pianura Alessandrina-Tortonese	23	13.00	0.00	0.13
Pianura Biellese-Novarese-Vercellese	91	0	26.4	0.26
Pianura Cuneese dx Stura di Demonte	12	0	16.67	0.17
Pianura Cuneese e Torinese Meridionale	40	5.00	35.00	0.40
Pianura Torinese Settentrionale	22	22.73	59.09	0.82

Tabella 4.8.2.3.2-1: Indice di Contaminazione areale (ICa) per macroarea.

4.8.2.3.3 Confronto tra il biennio 2000-2001 e il biennio 2001-2002

Le variazioni tra i due bienni in esame sono risultate minime con una debole tendenza al peggioramento dell'indice di contaminazione in tutte le macroaree fatta eccezione per la Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte.

Macroarea	ICa 2000-2001	ICa 2001-2002	Variazione
Altopiano di Poirino	0.11	0.13	0.02
Pianura Alessandrina-Tortonese	0.09	0.13	0.04
Pianura Biellese-Novarese-Vercellese	0.20	0.26	0.06
Pianura Cuneese dx Stura di Demonte	0.31	0.17	-0.14
Pianura Cuneese e Torinese Meridionale	0.26	0.40	0.14
Pianura Torinese Settentrionale	0.77	0.82	0.05

Tabella 4.8.2.3.3-1: Indice di Contaminazione areale (ICa) per macroarea. Confronto tra il biennio 2000-2001 e il biennio 2001-2002.

4.9 Qualità delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99

Per la classificazione delle acque sotterranee è stato utilizzato il metodo ad indicatori previsto dal D.Lgs 152/99, secondo il quale la definizione dello stato ambientale a scala regionale delle acque sotterranee si ottiene comparando lo “stato quantitativo” e lo “stato chimico” secondo i principi di seguito riassunti.

4.9.1 Stato quantitativo

I parametri ed i relativi valori numerici di riferimento per la classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei, sono definiti dalle regioni utilizzando gli indicatori generali elaborati sulla base del monitoraggio secondo i criteri che verranno indicati dall'ANPA, in base alle caratteristiche dell'acquifero (tipologia, permeabilità, coefficienti di immagazzinamento) e del relativo sfruttamento (trend piezometrico o delle portate, prelievi per vari usi).

Un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio quando le estrazioni o le alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili per lungo periodo (almeno 10 anni): sulla base delle alterazioni misurate o previste di tale equilibrio viene definito lo stato quantitativo.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei è definito da quattro classi così caratterizzate:

Classe A	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
Classe B	L'impatto antropico è ridotto, vi sono a moderate condizioni di disequilibrio del bilancio, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento. E' sostenibile sul lungo periodo con buona potenzialità e ridotto disequilibrio.
Classe C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti.
Classe D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con scarsa potenzialità naturale, nella quale sono presenti complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

Tabella 4.8.1-1: Stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei

In attesa di ricevere dalla Regione i criteri ed i parametri di riferimento per la definizione dello stato quantitativo, la classificazione delle acque sotterranee è stata effettuata tenendo conto del solo stato chimico.

4.9.2 Stato chimico

Il D.Lgs 152/99 prevede 5 classi di qualità (Tabella 4.9.2-1) da attribuirsi in funzione del valore medio calcolato su base annuale di parametri indicatori (Tabella 4.9.2-2) e di parametri addizionali (Tabella 4.9.2-2).

Ai fini del calcolo dello stato chimico si utilizzerà il valore medio, rilevato per ogni parametro di base o addizionale nel periodo di riferimento. Le diverse classi qualitative vengono attribuite secondo lo schema di Tabella 4.9.2-2, tenendo anche conto dei parametri e dei valori riportati alla Tabella 4.9.2-3. Il calcolo dello stato chimico è determinato dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base o dei parametri addizionali.

Se la presenza di inquinanti inorganici in concentrazioni superiori a quelle di Tabella 4.9.2-3 è di origine naturale verrà attribuita la Classe 0 per la quale, di norma, non vengono previsti interventi di risanamento.

La presenza di inquinanti organici o inorganici con concentrazioni superiori a quelli del valore riportato nella Tabella 4.9.2-3 determina la classificazione in Classe 4.

Se gli inquinanti di Tabella 4.9.2-3 non sono presenti o vengono rilevate concentrazioni al di sotto della soglia di rilevanza indicata dai metodi analitici per le acque, il corpo idrico è classificato a seconda dei risultati relativi ai parametri di Tabella 4.9.2-2.

Tranne nel caso della presenza naturale di sostanze inorganiche, il ritrovamento di questi inquinanti in concentrazioni significative vicine alla soglia indicata è comunque un segnale di rischio per gli acquiferi interessati.

La classe qualitativa viene dunque attribuita sulla base del valore peggiore di concentrazione riscontrato nelle analisi per i parametri di base: il superamento di uno dei limiti relativi ai parametri addizionali comporta l'inserimento automatico in Classe 4, ovvero la classe ad impatto antropico rilevante; tuttavia, se la presenza di inquinanti inorganici in concentrazioni superiori a quelle di Tabella 4.8.2-3 è di origine naturale verrà attribuita la Classe 0.

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti;
Classe 0	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3.

Tabella 4.9.2-1: stato chimico dei corpi idrici sotterranei

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0
Conducibilità elettrica	$\mu\text{Scm}^{-1}(20^{\circ}\text{C})$	≤ 400	≤ 2500	≤ 2500	> 2500	> 2500
Cloruri	mg/L	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Manganese	$\mu\text{g/L}$	≤ 20	≤ 50	≤ 50	> 50	> 50
Ferro	$\mu\text{g/L}$	< 50	< 200	≤ 200	> 200	> 200
Nitrati	mg/L di NO_3	≤ 5	≤ 25	≤ 50	> 50	
Solfati	mg/L di SO_4	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Ione ammonio	mg/L di NH_4	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$	$> 0,5$

Tabella 4.9.2-2: classificazione qualitativa - parametri di base

Inquinanti inorganici	$\mu\text{g/L}$	Inquinanti organici	$\mu\text{g/L}$
Alluminio	≤ 200	Composti alifatici alogenati totali	10
Antimonio	≤ 5	di cui:	
Argento	≤ 10	- 1,2-dicloroetano	3
Arsenico	≤ 10	Pesticidi totali (1)	0,5
Bario	≤ 2000	di cui:	
Berillio	≤ 4	- aldrin	0,03
Boro	≤ 1000	- dieldrin	0,03
Cadmio	≤ 5	- eptacloro	0,03
Cianuri	≤ 50	- eptacloro epossido	0,03
Cromo tot.	≤ 50	Altri pesticidi individuali	0,1
Cromo VI	≤ 5	Acilamide	0,1
Fluoruri	≤ 1500	Benzene	1
Mercurio	≤ 1	Cloruro di vinile	0,5
Nichel	≤ 20	IPA totali	0,1
Nitriti	≤ 500	Benzo (a) pirene	0,01
Piombo	≤ 10		
Rame	≤ 1000		
Selenio	≤ 10		
Zinco	≤ 3000		

4.9.2-3: classificazione qualitativa - parametri addizionali

4.9.2.1 Metodo utilizzato per il calcolo dello stato chimico

Il calcolo della classe di qualità sulla base del D.Lgs 152/99 ha posto fin dall'inizio il problema dell'incerta attribuzione di alcuni parametri di base e addizionali inorganici alle classi 4 o 0.

Per tali parametri inorganici si è optato dunque per la definizione di una classe 4-0 di attribuzione incerta, dove sarà necessario procedere ad ulteriori approfondimenti che consentano una sicura attribuzione. In Tabella 4.9.2.1-1 è riportato il metodo di attribuzione alla Classe 4, 0 o 4-0 per i parametri previsti dal D.Lgs 152/99 e inseriti nel Protocollo Analitico della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee.

Parametro / soglia di attribuzione	Metodo di attribuzione alla Classe 4, 0 o 4-0
Conducibilità > 2500 mScm-1(20°C)	Classe 4-0
Cloruri > 250 mg/L	Classe 4-0
Manganese > 50 µg/L	Classe 0
Ferro > 200 µg/L	Classe 0
Nitrati > 50 mg/L	Classe 4
Solfati > 250 mg/L	Classe 4-0
Ammonio > 0.5 mg/L	Classe 4-0
Alluminio > 200 µg/L	Classe 4-0
Arsenico > 10 µg/L	Classe 4-0
Cadmio > 5 µg/L	Classe 4-0
Cromo Tot > 50 µg/L	Classe 4-0
Mercurio > 1 µg/L	Classe 4-0
Nichel > 20 µg/L	Classe 4-0
Piombo > 10 µg/L	Classe 4-0
Rame > 1000 µg/L	Classe 4-0
Selenio > 10 µg/L	Classe 4-0
Zinco > 3000 µg/L	Classe 4-0
Nitriti > 1 µg/L	Classe 4
Cromo VI > 5 µg/L	Classe 4
Fluoruri > 1.5 µg/L	Classe 4
Cianuri > 50 µg/L	Classe 4
Alifatici Alogenati Totali > 10 µg/L	Classe 4
1,2_Dicloroetano > 3 µg/L	Classe 4
Pesticidi Singoli > 0.1 µg/L	Classe 4
Pesticidi Totali > 0.5 µg/L	Classe 4
Benzene > 1 µg/L	Classe 4
IPA Totali > 0.1 µg/L	Classe 4
Benzo(a)pirene > 0.01µg/L	Classe 4

Tabella 4.9.2.1-1: metodo di attribuzione alla Classe 4, 0 o 4-0 per singolo parametro

Sulla base di quanto esposto si è dunque proceduto al calcolo dello stato chimico.

4.9.2.2 Stato chimico delle acque della Falda Superficiale anni 2000, 2001 e 2002 e biennio 2001-2002

Il calcolo dello stato chimico è stato eseguito su base annuale biennale (biennio 2001-2002) utilizzando il valore medio derivante dalle due campagne di monitoraggio (4 nel caso del biennio). In assenza di una delle due campagne è stato utilizzato il dato disponibile; i valori medi calcolati dei singoli parametri previsti dal D.Lgs 152/99 e la classe chimica di appartenenza (sia per parametro che complessiva), sono riportati in Tabella 1a, b, c Allegato 7.

Nell'anno 2000 sono stati monitorati complessivamente **460 pozzi o piezometri** relativi alla **Falda Superficiale**; si è quindi proceduto al calcolo dello stato chimico sulla base del D.Lgs. 152/99 e del metodo proposto.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/33) circa il **44%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (2% Classe 1, 23% Classe2, 18% Classe3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre il **56%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (32% Classe 4, 15% Classe 0, 10% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Complessivamente, solo meno della metà dei punti di controllo presenta caratteristiche qualitative ottime o buone; quasi un terzo dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche; il rimanente presenta caratteristiche scadenti per cause naturali o incerte. L'impatto antropico è dunque significativo: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Nitrati** (circa il 21% dei punti contaminati), **Prodotti Fitosanitari** (oltre il 10% dei punti contaminati) e **Solventi Clorurati** (circa il 3% dei punti contaminati).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (20% dei punti) e Manganese (16% dei punti),

Per quanto riguarda invece i punti di incerta attribuzione, il Nichel presenta ben il 7% dei punti contaminati: data l'entità e la collocazione geografica del fenomeno si ritiene che sia da imputarsi a cause naturali connesse con la presenza di rocce ofiolitiche ricche in nichel nei bacini di riferimento. Seguono più limitatamente i Solfati (3% dei punti), i Cloruri (1% dei punti) e la Conducibilità elettrolitica (meno dell'1% dei punti).

Nell'anno 2001 sono stati monitorati complessivamente **469 pozzi o piezometri** relativi alla **Falda Superficiale**.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/34) circa il **48%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (3% Classe 1, 23% Classe2, 22% Classe3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre circa il **52%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (30% Classe 4, 13%

Classe 0, 9% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Poco meno della metà dei punti di controllo presenta dunque caratteristiche qualitative ottime o buone; quasi un terzo dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche, mentre circa il 22% dei punti presenta caratteristiche scadenti per cause naturali o incerte. L'impatto antropico è dunque significativo: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Nitrati** (circa il 19% dei punti contaminati), **Prodotti Fitosanitari** (circa il 10% dei punti contaminati) e **Solventi** (circa il 2% dei punti contaminati).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (circa il 16% dei punti) e Manganese (circa il 16% dei punti).

Per quanto riguarda i punti di incerta attribuzione, il **Nichel** rappresenta il 6% dei punti contaminati; al riguardo, valgono le stesse considerazioni espresse per l'anno 2000.

Nell'anno 2002 sono stati monitorati complessivamente **466 pozzi o piezometri** relativi alla **Falda Superficiale**.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/36) circa il **44%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (4% Classe 1, 23% Classe 2, 17% Classe 3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre circa il **56%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (30% Classe 4, 15% Classe 0, 15% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Poco meno della metà dei punti di controllo circa presenta dunque caratteristiche qualitative ottime o buone; quasi un terzo dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche; circa il 25% dei punti presenta caratteristiche scadenti per cause naturali o incerte. L'impatto antropico è dunque significativo: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Nitrati** (circa il 17% dei punti contaminati), **Prodotti Fitosanitari** (circa il 13% dei punti contaminati) e i **Solventi** (circa il 2% dei punti contaminati).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (circa il 18% dei punti) e Manganese (circa il 17% dei punti).

Relativamente ai punti di incerta attribuzione, il **Nichel** presenta oltre il 5% dei punti contaminati.

Nel biennio 2001-2002 sono stati monitorati complessivamente **482 pozzi o piezometri** relativi alla **Falda Superficiale**.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/41) circa il **45%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (3% Classe 1, 23% Classe 2, 19% Classe 3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre circa il **55%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (31% Classe 4, 15%

Classe 0, 9% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Poco meno della metà dei punti di controllo presenta dunque caratteristiche qualitative ottime o buone; quasi un terzo dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche mentre circa il 25% dei punti presenta caratteristiche scadenti per cause naturali o incerte. L'impatto antropico è dunque significativo: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Nitrati** (circa il 17% dei punti contaminati), **Prodotti Fitosanitari** (circa il 12% dei punti contaminati) e i **Solventi** (circa il 2% dei punti contaminati).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (circa il 18% dei punti) e Manganese (circa il 18% dei punti).

Per i punti di incerta attribuzione, il **Nichel** presenta oltre il 6% dei punti contaminati.

Nel biennio 2001-2002 (Tabella 4.9.2.2-1) si sono avuti in media il 3.3 % dei campioni di acqua analizzati appartenenti alla Falda Superficiale appartenenti alla Classe 1, il 22.6 % alla Classe 2, il 19.3 alla Classe 3, il 30,5 % alla Classe 4, il 15.4 % alla Classe 0 e infine l' 8.9 % di incerta attribuzione assegnati alla Classe 4-0.

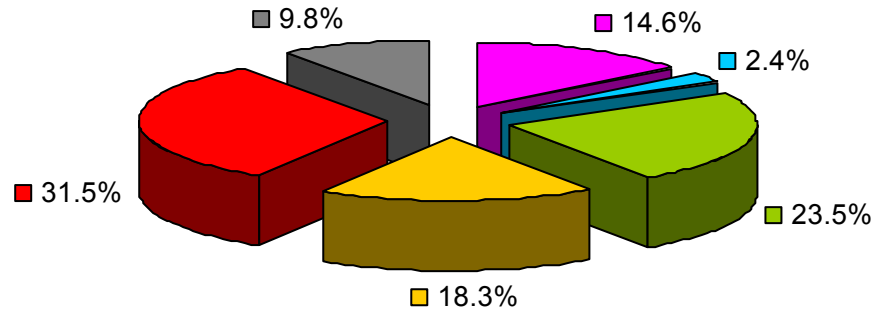
Nella Tavola 00CAJ-C302AD02/35 è riportata la variazione di classe relativamente allo stato chimico nel periodo 2000- 2001 per singolo punto.

Nella Tavola 00CAJ-C302AD02/40 è riportata la variazione di classe relativamente allo stato chimico nel periodo 2001 - 2002 per singolo punto.

Anno	Classe 1 %	Classe 2 %	Classe 3 %	Classe 4 %	Classe 0 %	Classe 4-0 %
2000	2.4	23.5	18.3	31.5	14.6	9.8
2001	2.8	23.0	22.0	30.3	13.2	8.7
2002	3.9	22.6	17.0	30.5	14.6	5.0
Biennio 2001-2002	3.3	22.6	19.3	30.5	15.4	8.9
Variazione % 2000-2001	0.4	-0.5	3.7	-1.2	-1.4	-1.1
Variazione % 2001-2002	1.1	-0.4	-5.0	0.2	1.4	-3.7

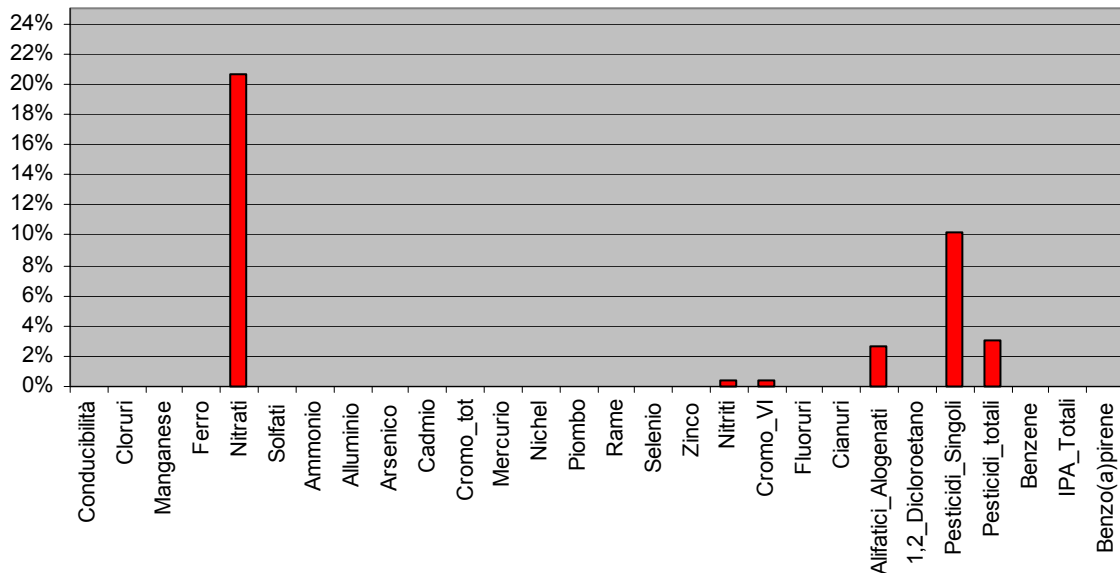
Tabella 4.9.2.2-1: stato chimico anni 2000, 2001, 2002 e biennio 2001-2002, dato medio e variazione

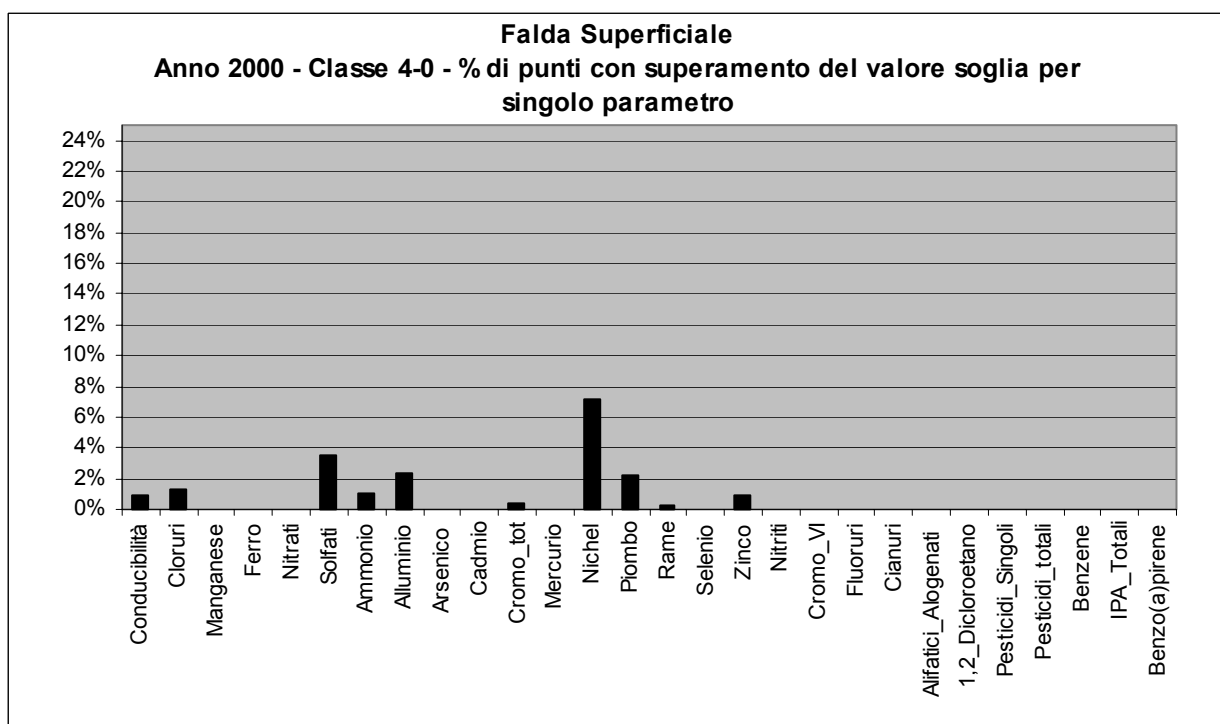
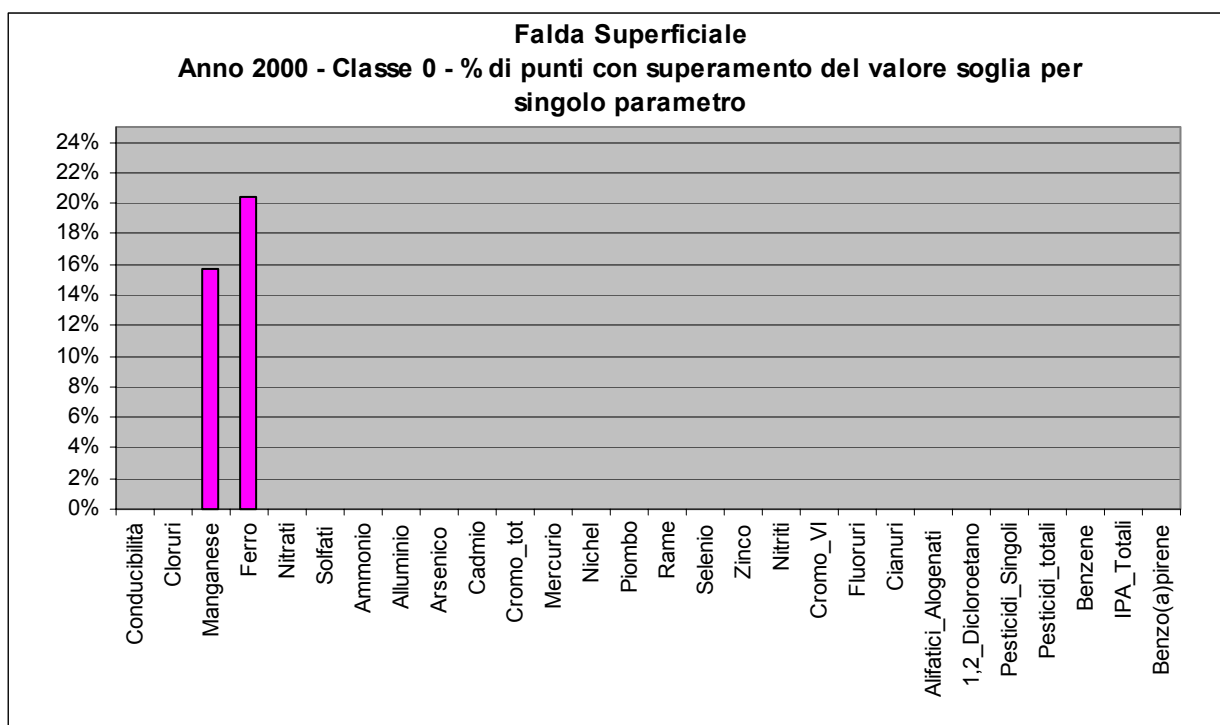
Falda Superficiale
Anno 2000 - % di abbondanza delle classi di qualità



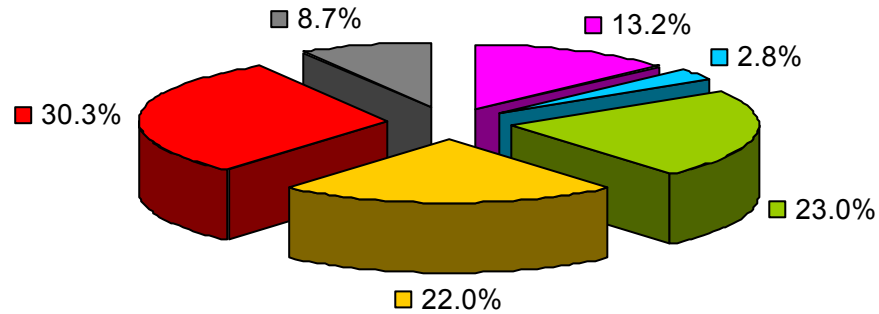
■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falda Superficiale
Anno 2000 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro



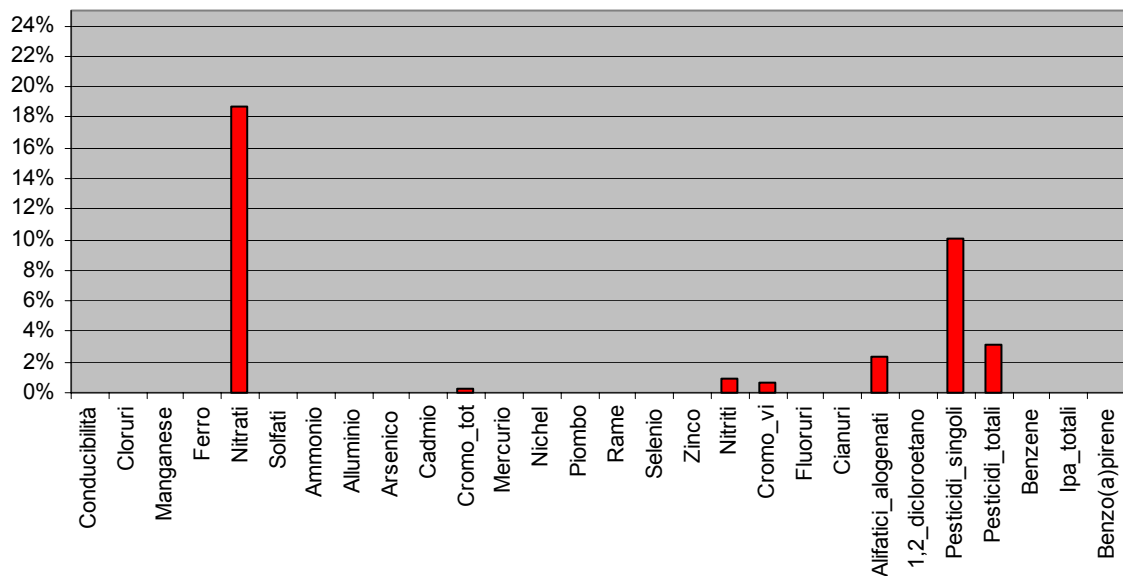


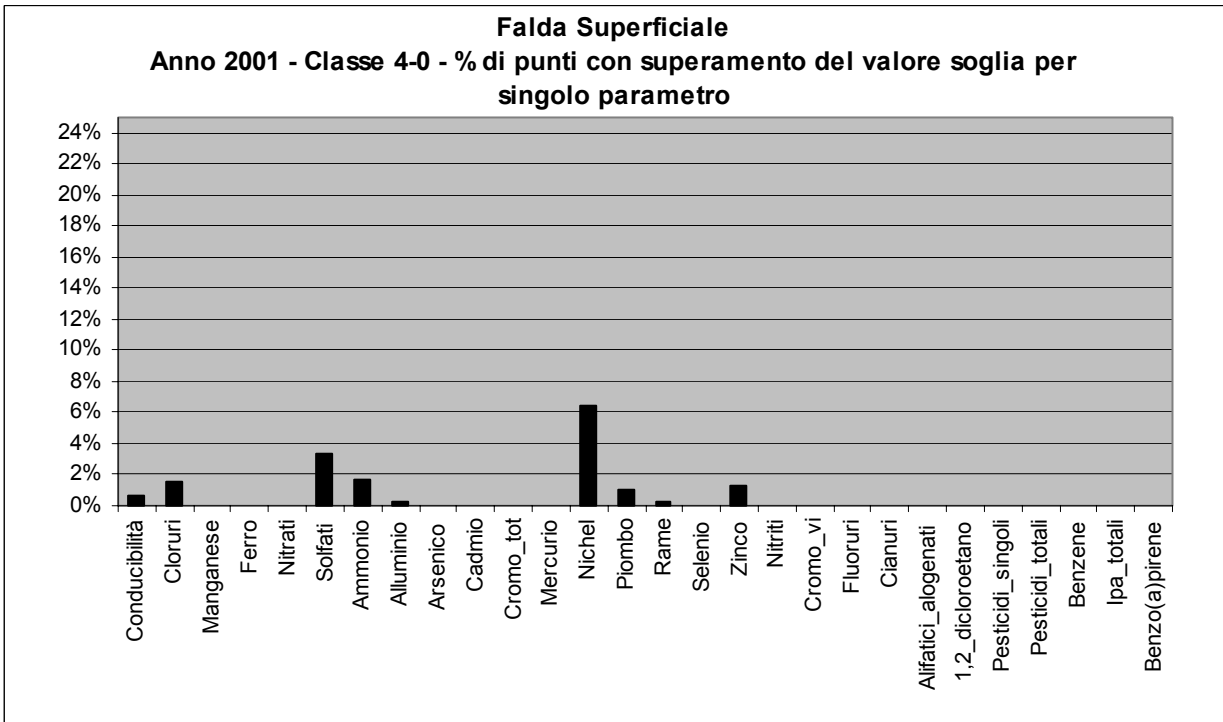
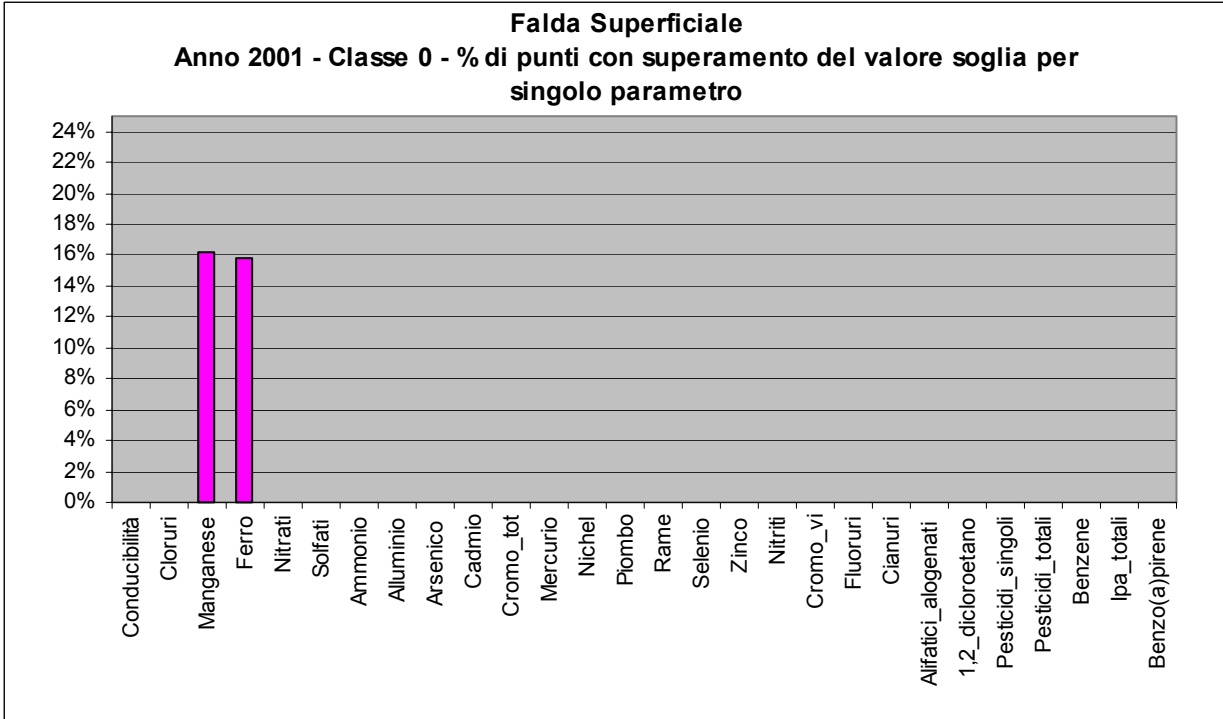
Falda Superficiale
Anno 2001 - % di abbondanza delle classi di qualità



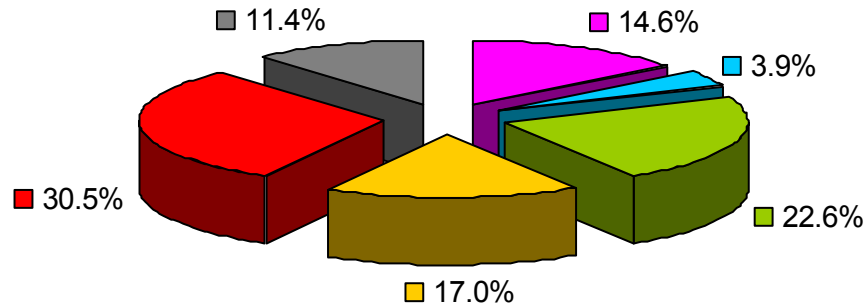
■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falda Superficiale
Anno 2001 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro



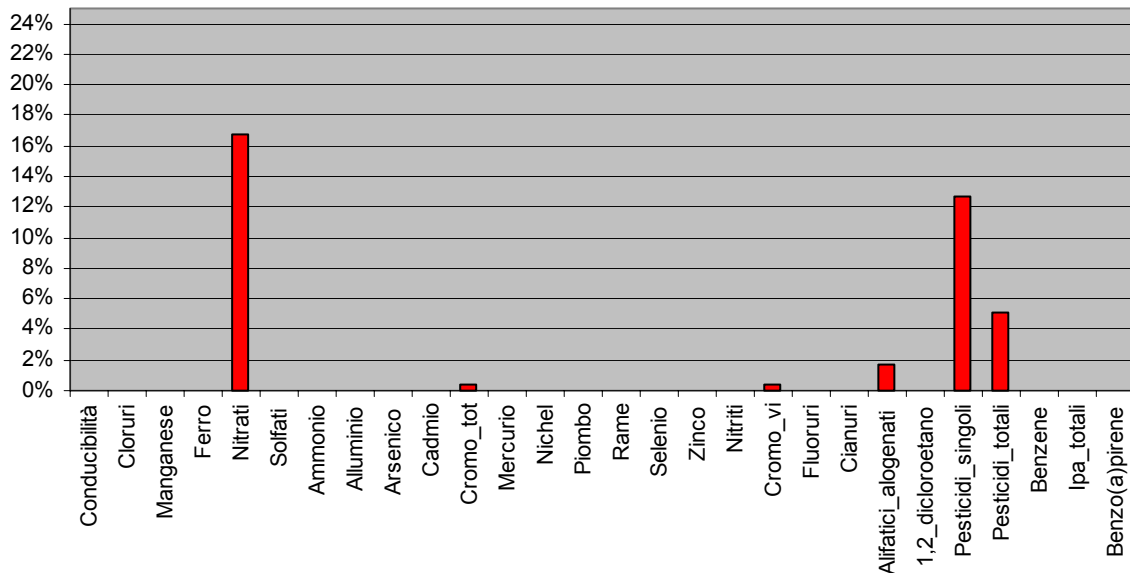


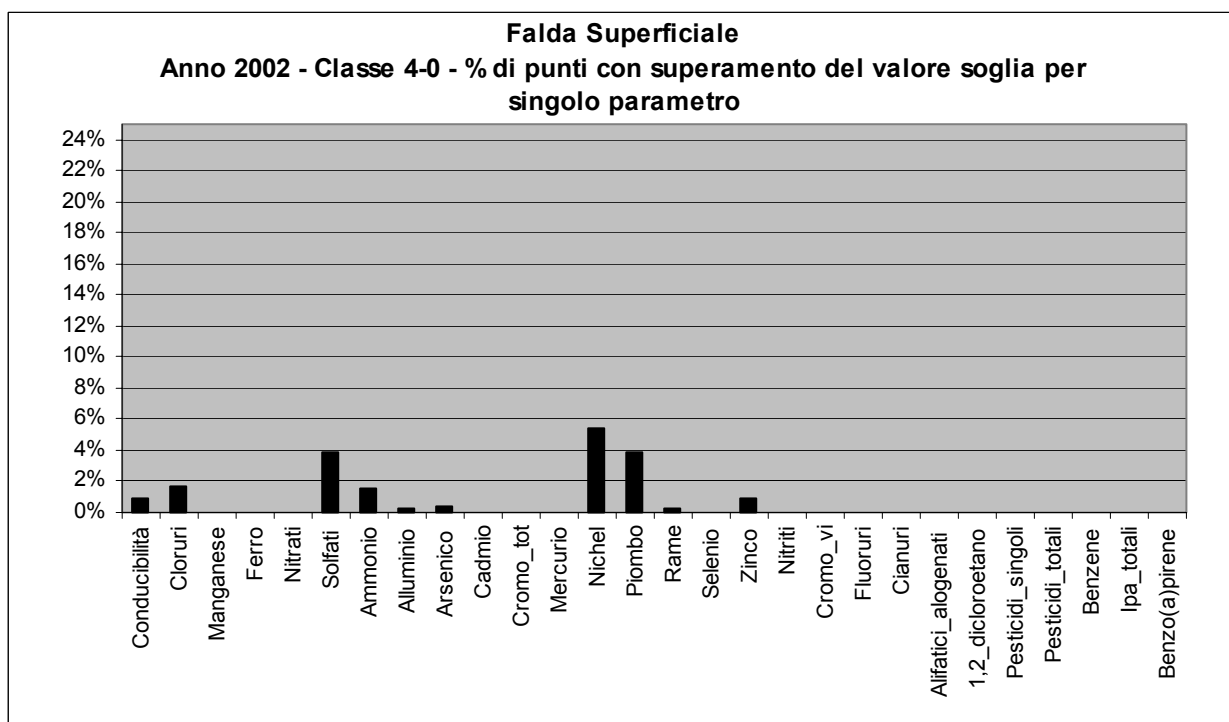
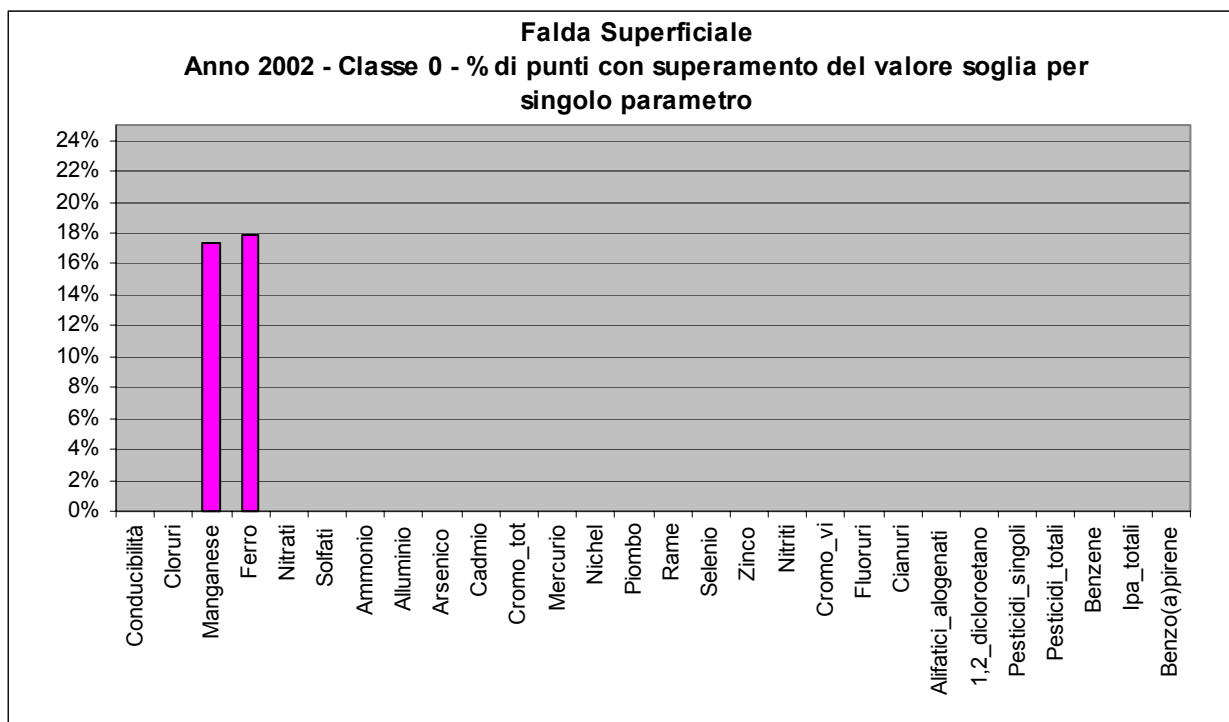
Falda Superficiale
Anno 2002 - % di abbondanza delle classi di qualità



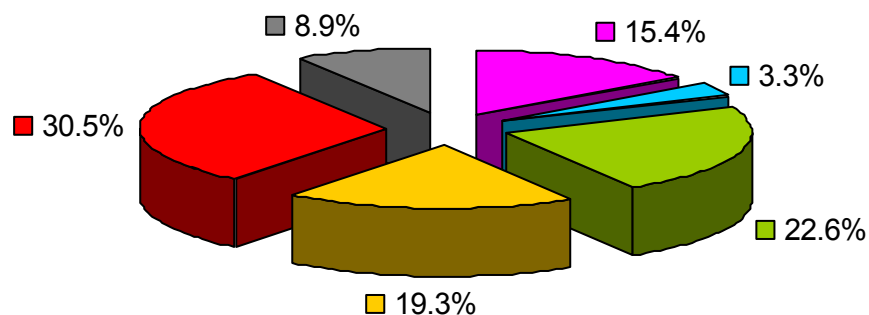
■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falda Superficiale
Anno 2002 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro



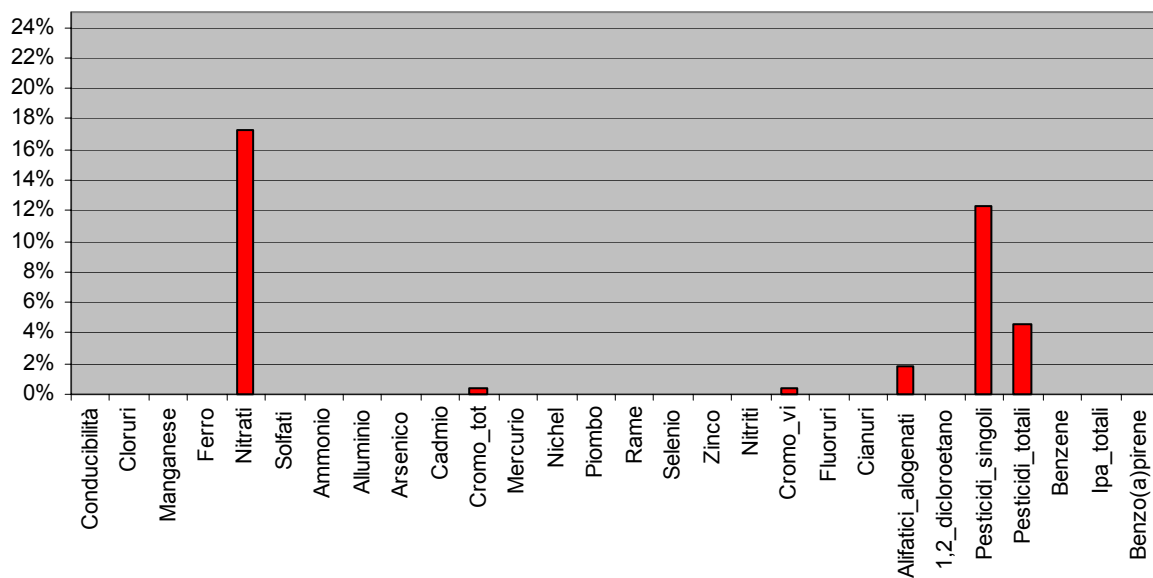


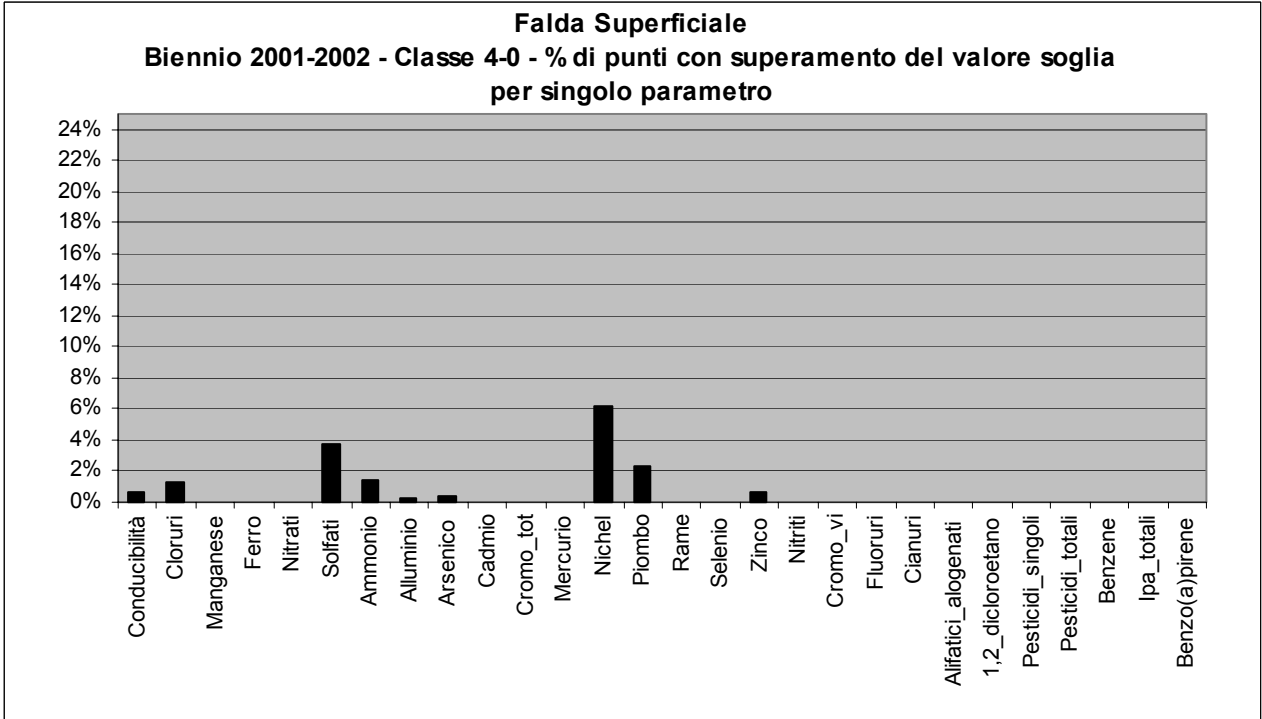
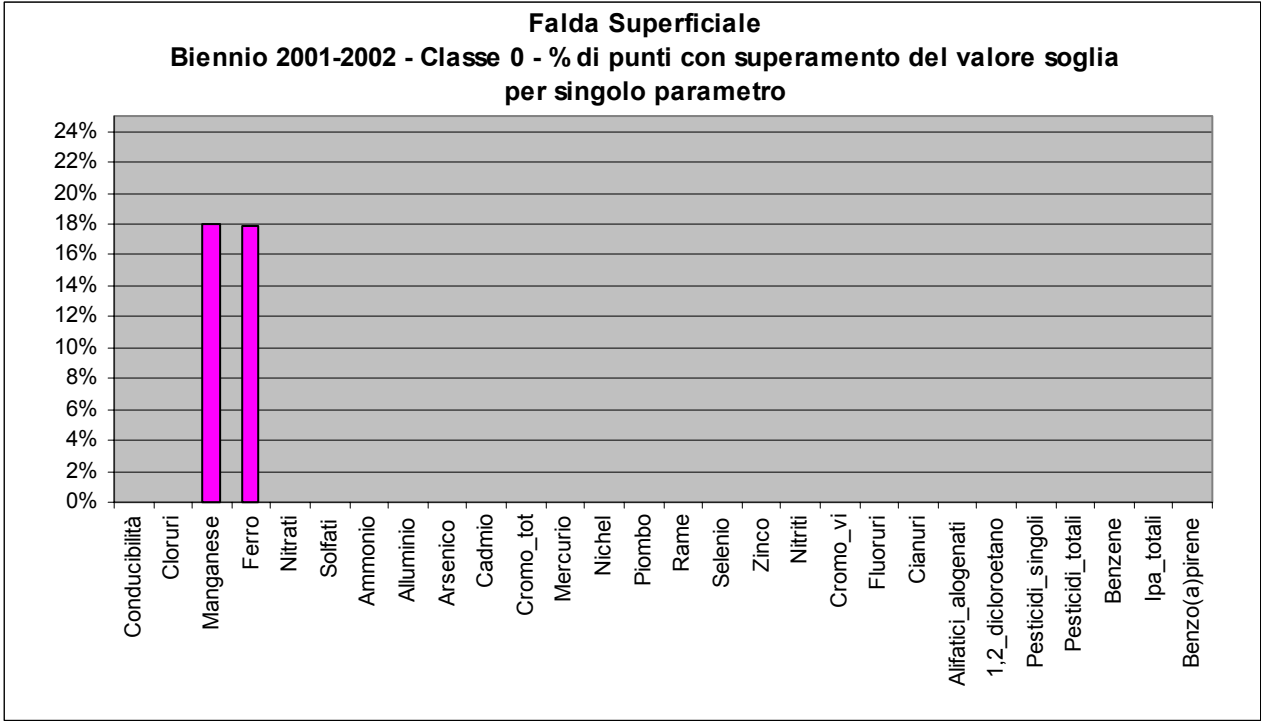
Falda Superficiale
Biennio 2001-2002 - % di abbondanza delle classi di qualità



■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falda Superficiale
Biennio 2001-2002 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro





4.9.2.3 Stato chimico delle acque delle Falde Profonde anni 2000, 2001 e 2002 e biennio 2001-2002

Il calcolo dello stato chimico è stato effettuato su base annuale e biennale (biennio 2001-2002) utilizzando il valore medio derivante dalle campagne di monitoraggio disponibili nel periodo di riferimento; in assenza di una delle due campagne è stato utilizzato il dato disponibile. I valori medi calcolati dei singoli parametri previsti dal D.Lgs 152/99 e inclusi nel Protocollo Analitico della Rete di Monitoraggio oltre alla classe chimica di appartenenza (sia per parametro che complessiva) sono riportati in Tabella 2a, b, c, Allegato 7.

Nell'anno 2000 sono stati monitorati complessivamente **206 pozzi** relativi alle **Falde Profonde**; si è quindi proceduto al calcolo dello stato chimico sulla base del D.Lgs. 152/99 e del metodo proposto.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1 Tavola 00CAJ-C302AD01/37) il **68%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (13% Classe 1, 47% Classe 2, 8% Classe 3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre il **32.6%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (4% Classe 4, 25% Classe 0, 3% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Complessivamente, oltre i due terzi dei punti di controllo presenta caratteristiche qualitative ottime o buone; solamente il 4% dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche; i rimanenti punti (il 28%) presentano caratteristiche scadenti per cause naturali o incerte. L'impatto antropico è dunque molto minore se paragonato a quello relativo alla Falda Superficiale: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Solventi** (circa il 3% dei punti contaminati), **Nitrati** (circa l'1% dei punti contaminati) ed i **Prodotti fitosanitari e Benzene** (meno dell'1% dei punti contaminati).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (12% dei punti) e Manganese (20% dei punti).

Per quanto riguarda i casi di incerta attribuzione, l'Alluminio presenta circa il 2% dei punti contaminati), Nichel e Piombo e Cloruri meno dell'1% .

Nell'anno 2001 sono stati monitorati complessivamente **208 pozzi** relativi alle **Falde Profonde**.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/38) circa il **67%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (12% Classe 1, 49% Classe 2, 6% Classe 3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre circa il **33%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (7% Classe 4, 25% Classe 0, 1% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Circa i due terzi dei punti di controllo presentano dunque caratteristiche qualitative ottime o buone; il 7% dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche; circa il 26% dei punti presenta caratteristiche scadenti per cause naturali (25%) o incerte (1%). L'impatto antropico è dunque ridotto se paragonato a quello della Falda Superficiale: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Solventi** (circa il 4% dei punti contaminati), **Nitrati** (circa il 2% dei punti contaminati), Prodotti Fitosanitari, Nitriti e Benzene (meno dell'1% dei punti contaminati rispettivamente).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (circa il 10% dei punti) e Manganese (circa il 22%).

Per quanto riguarda i casi di incerta attribuzione: Nichel, Arsenico e Mercurio presentano meno dell'1% dei punti contaminati rispettivamente.

Nell'anno 2002 sono stati monitorati complessivamente **204 pozzi** relativi alle **Falde Profonde**.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/39) circa il **63%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (6% Classe 1, 49% Classe2, 8.3% Classe3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre circa il **37%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (7% Classe 4, 28% Classe 0, 2% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Circa i due terzi dei punti di controllo circa presenta dunque caratteristiche qualitative ottime o buone; il 7% dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche; circa il 30% dei punti presenta caratteristiche scadenti per cause naturali (28%) o incerte (2%). L'impatto antropico è dunque ridotto se paragonato a quello della Falda Superficiale: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Solventi** (circa il 3% dei punti contaminati), **Nitrati** (circa il 1% dei punti contaminati), Prodotti Fitosanitari e Benzene (meno dell'1% dei punti contaminati rispettivamente).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (circa il 15% dei punti) e Manganese (circa il 25% dei punti).

Per quanto concerne i casi di incerta attribuzione, il Piombo evidenzia circa l'1% dei punti contaminati, mentre Nichel e Arsenico ne presentano meno dell'1%.

Nel biennio 2001-2002 sono stati monitorati complessivamente **209 pozzi** relativi alle **Falde Profonde**.

Sulla base delle elaborazioni effettuate (vedi diagrammi riportati di seguito e Allegato 1, Tavola 00CAJ-C302AD02/42) circa il **63%** dei punti di controllo è risultato appartenere alle **Classi 1, 2 o 3** (8% Classe 1, 48% Classe2, 7% Classe3) aventi caratteristiche da pregiate a buone, mentre circa il **37%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (7% Classe 4, 29% Classe 0, 1% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Circa i due terzi dei punti di controllo circa presenta dunque caratteristiche qualitative ottime o buone; il 7% dei punti di controllo presenta caratteristiche scadenti per cause antropiche; circa il 30% dei punti presenta caratteristiche scadenti per cause naturali (28%) o incerte (2%). L'impatto antropico è dunque ridotto se paragonato a quello della Falda Superficiale: i parametri maggiormente responsabili dell'attribuzione alla Classe 4 sono: **Solventi** (circa il 3% dei punti contaminati), **Prodotti Fitosanitari** (circa il 2% dei punti contaminati), Nitrati (circa l' 1% dei punti contaminati) e **Benzene** (meno dell'1% dei punti contaminati).

I parametri che maggiormente determinano l'assegnazione della Classe 0 sono: Ferro (circa il 13% dei punti) e Manganese (circa il 25%).

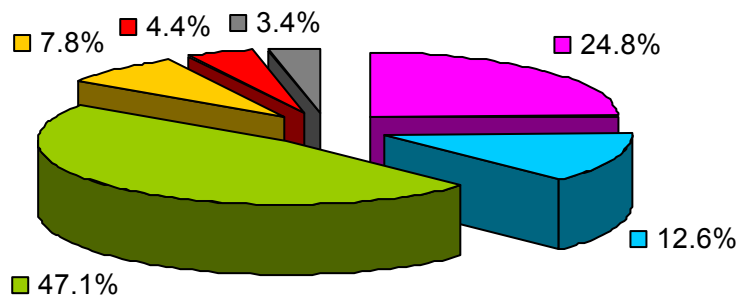
Per quanto riguarda i punti di incerta attribuzione, Piombo, Nichel e Arsenico rappresentano meno dell'1% dei punti contaminati.

Nel biennio 2001-2002 (Tabella 4.9.2.3-1) si sono avuti in media il 8.1 % dei campioni di acqua analizzati appartenenti alle Falde Profonde inseriti nella Classe 1, il 47.9 % nella Classe 2, il 7.2 % nella Classe 3, il 6.7 % nella Classe 4, il 28.7 % nella Classe 0 ed infine il 1.4 % di incerta attribuzione assegnati alla Classe 4-0.

Anno	Classe 1 %	Classe 2 %	Classe 3 %	Classe 4 %	Classe 0 %	Classe 4-0 %
2000	12.6	47.1	7.8	4.4	24.8	3.4
2001	12.1	49.3	5.8	6.8	24.6	1.4
2002	5.9	49.0	8.3	7.4	27.5	2.0
Biennio 2001-2002	8.1	47.9	7.2	6.7	28.7	1.4
Variazione % 2001-2002	-0.5	2.2	-2.0	2.4	-0.2	-2.0
Variazione % 2001-2002	-6.2	-0.3	2.5	0.6	2.9	0.6

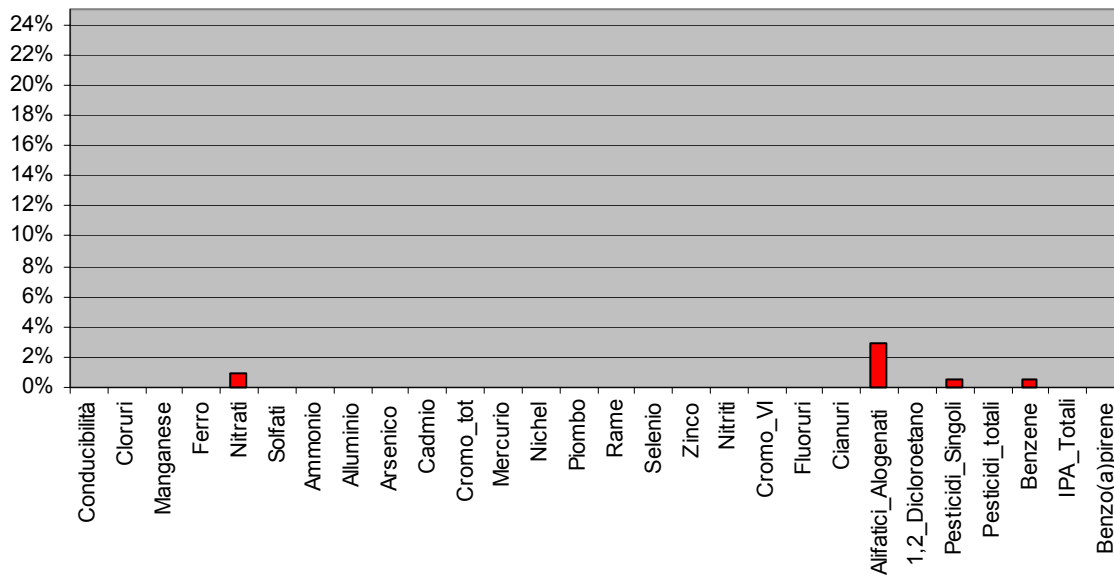
Tabella 4.9.2.3-1: Stato chimico anni 2000, 2001, 2002 e biennio 2001-2002, dato medio e variazione.

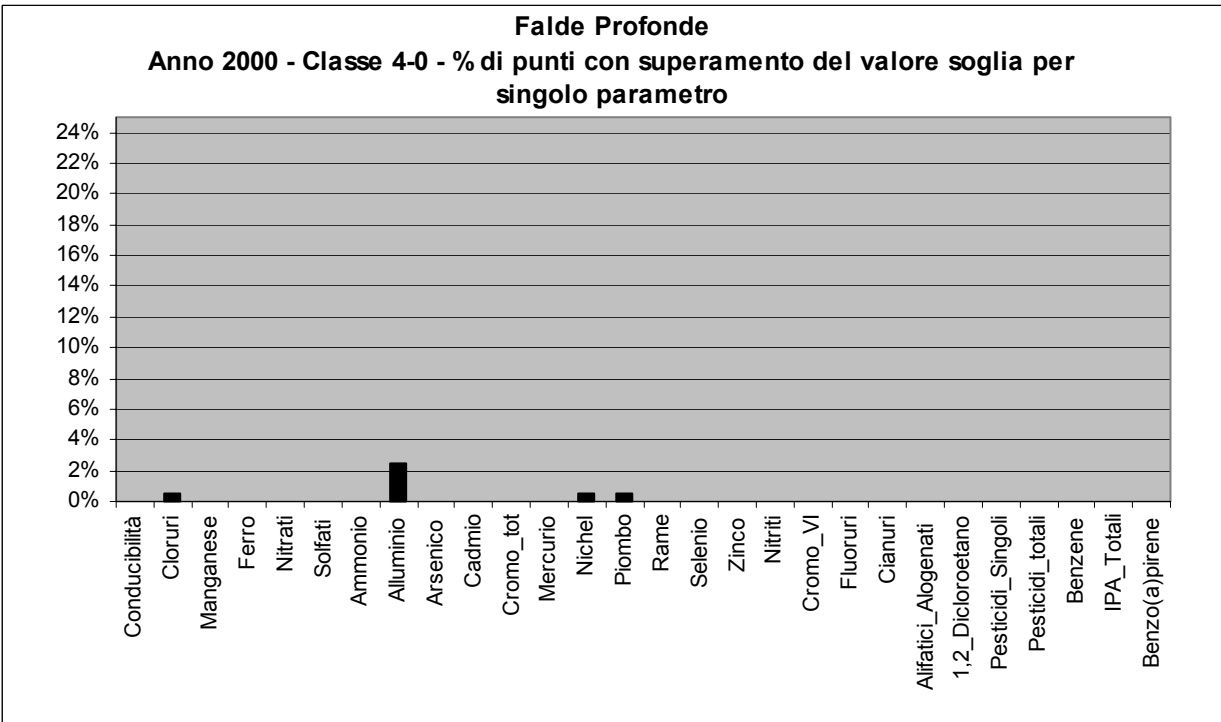
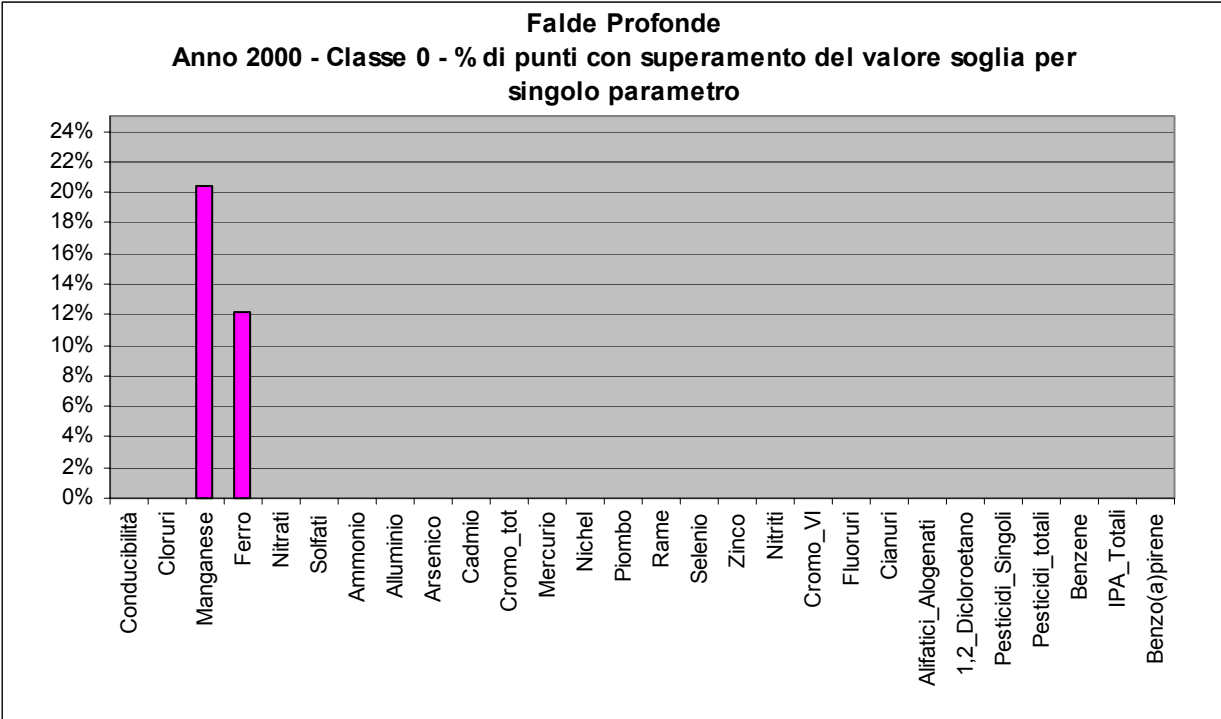
Falde Profonde
Anno 2000 - % di abbondanza delle classi di qualità



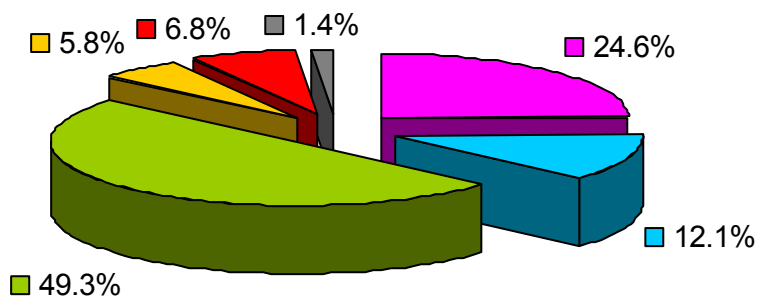
■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falde Profonde
Anno 2000 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro



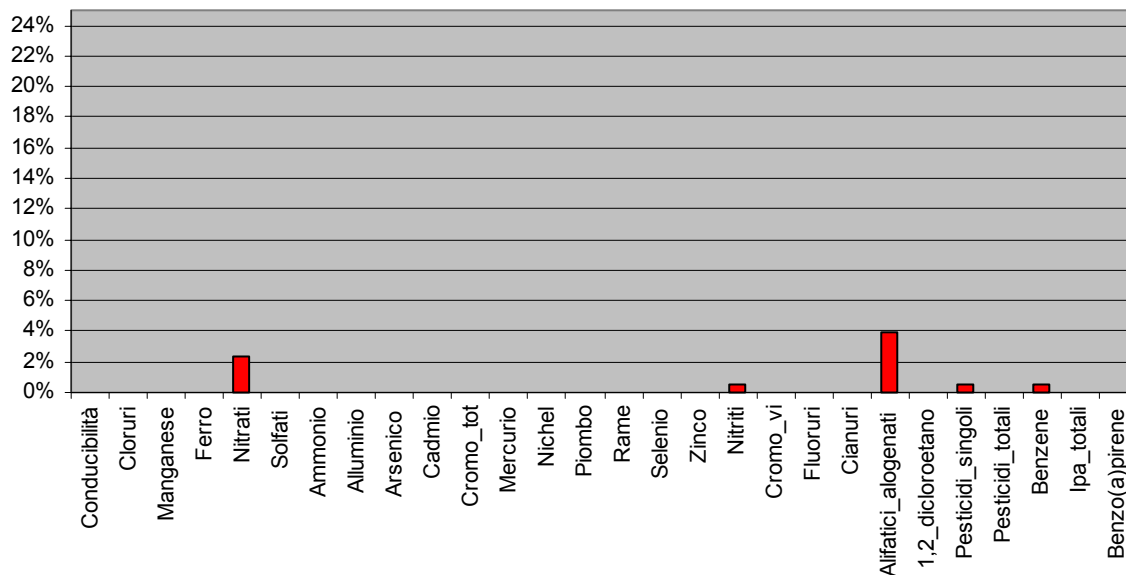


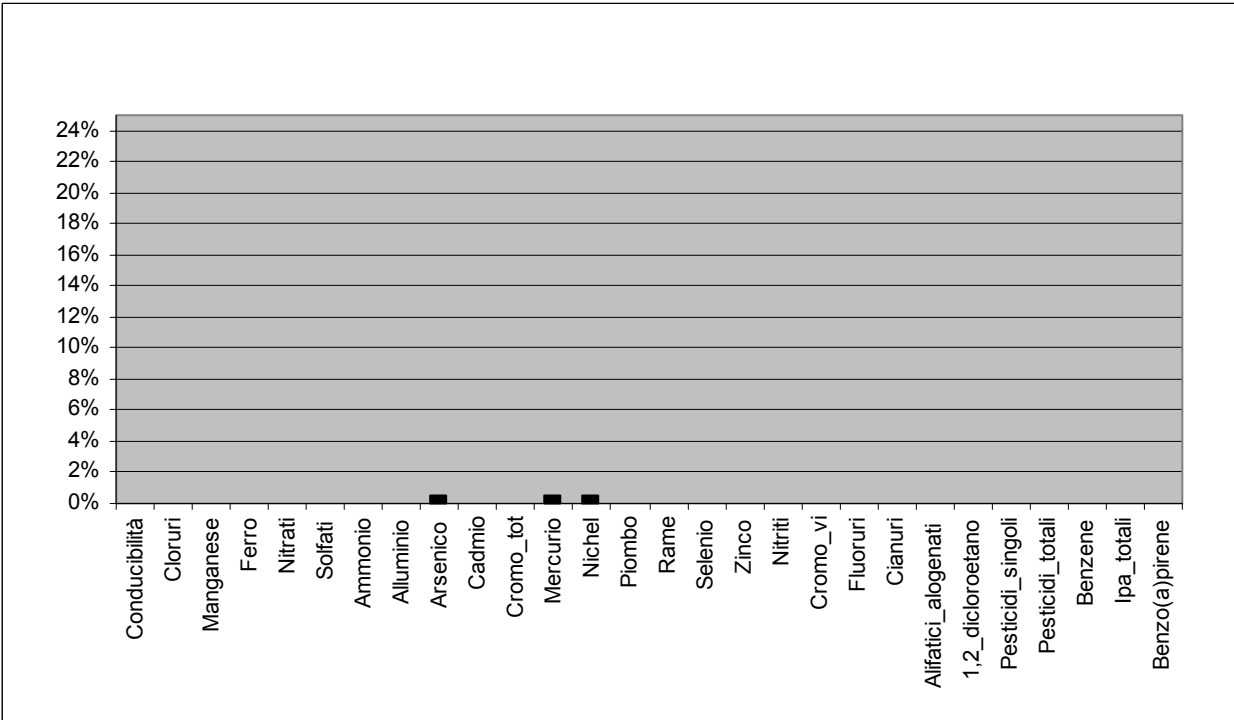
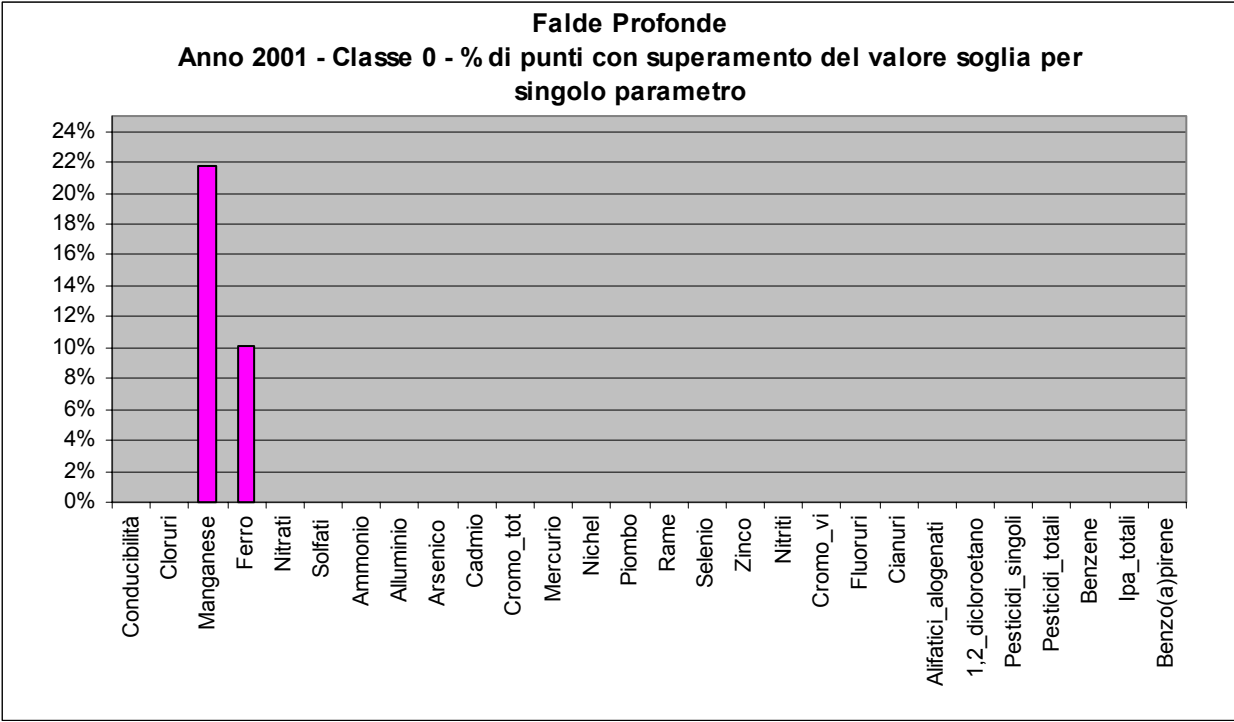
Falde Profonde
Anno 2001 - % di abbondanza delle classi di qualità



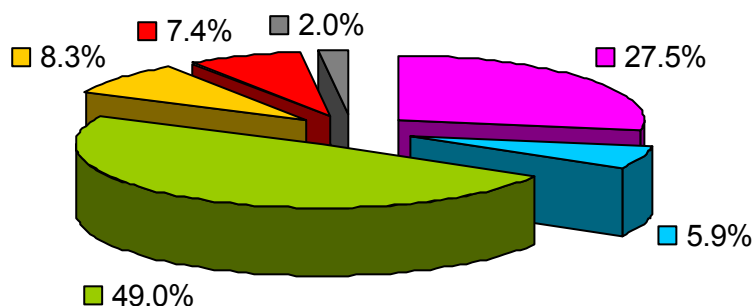
■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falde Profonde
Anno 2001 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro



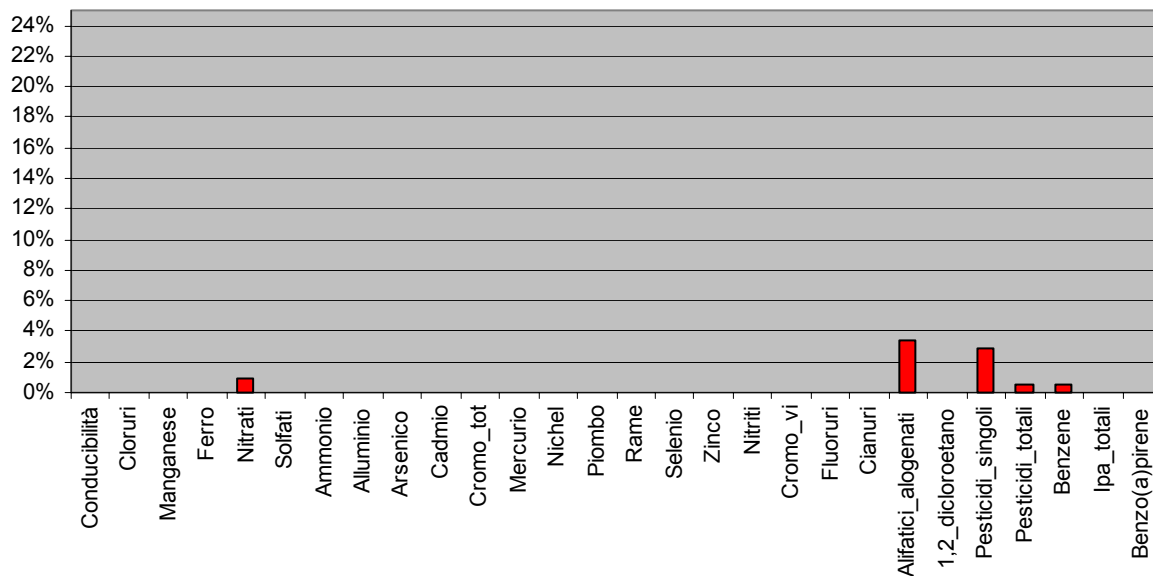


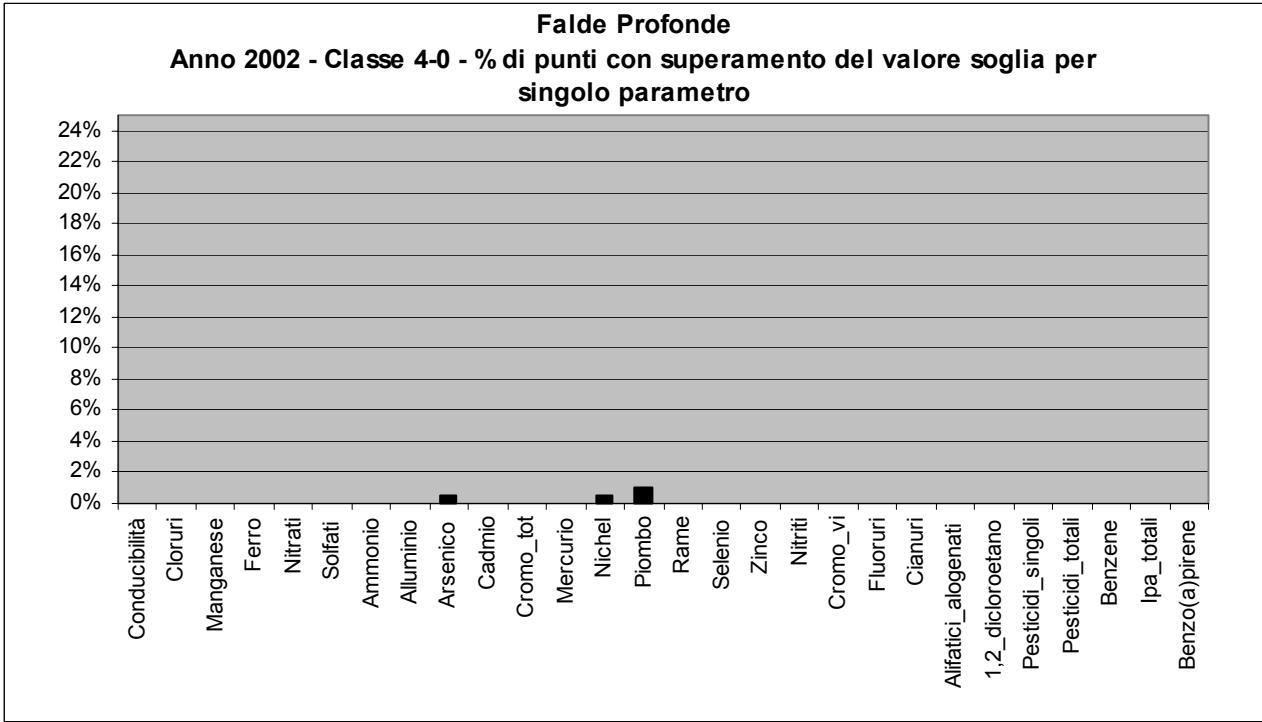
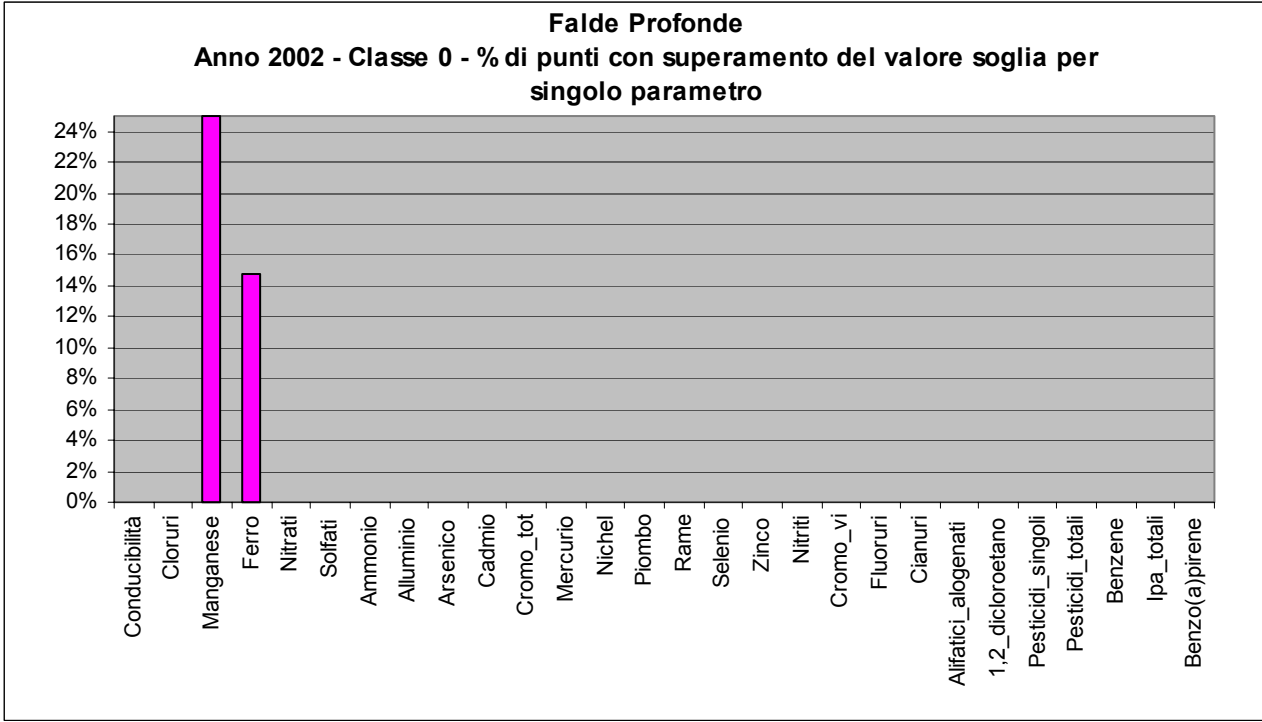
Falde Profonde
Anno 2002 - % di abbondanza delle classi di qualità



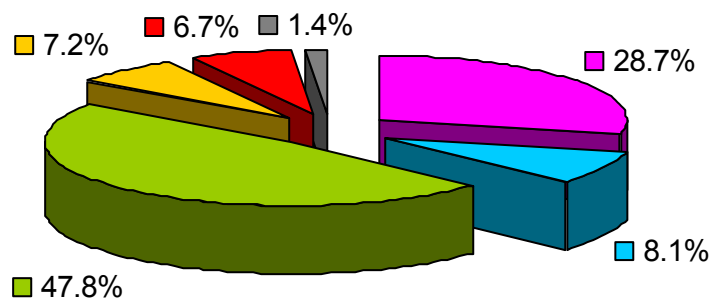
■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falde Profonde
Anno 2002 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro



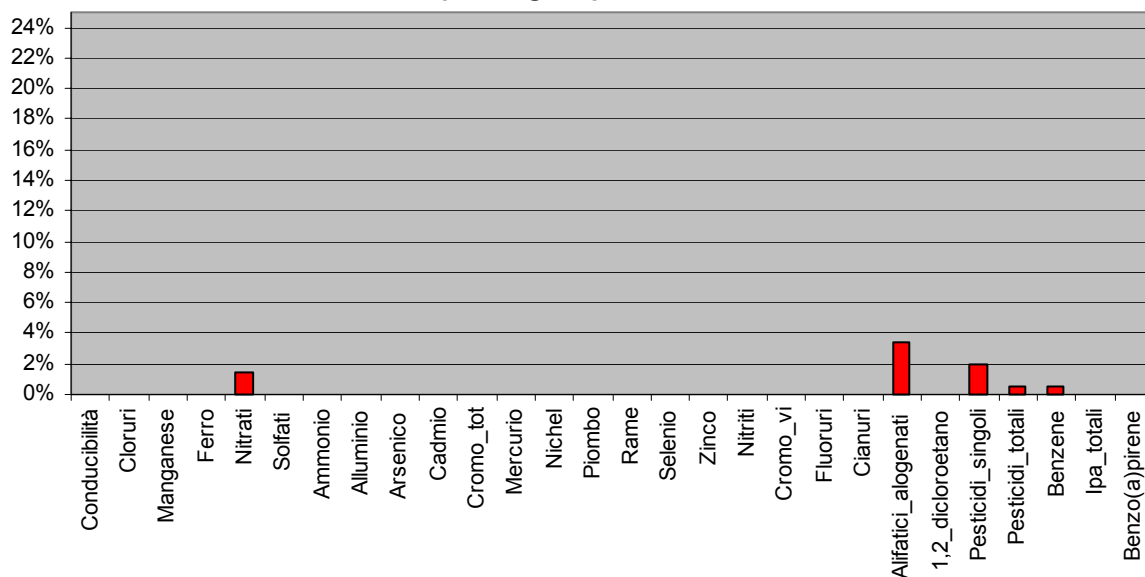


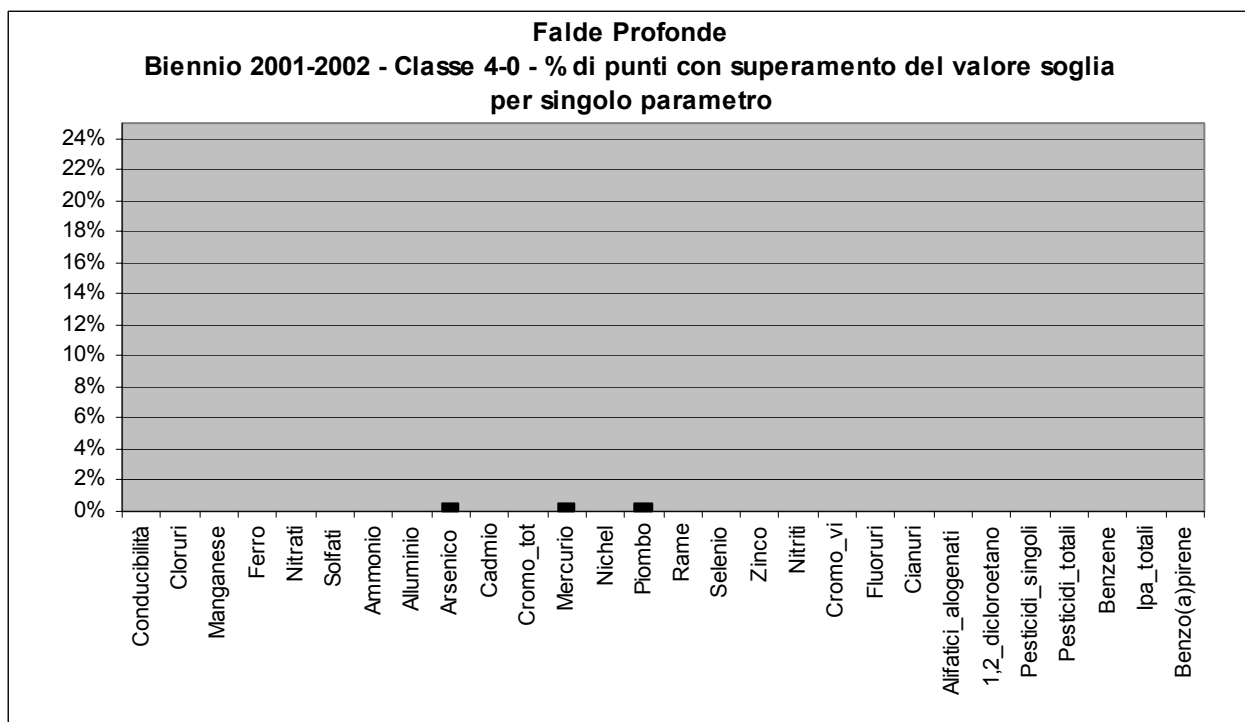
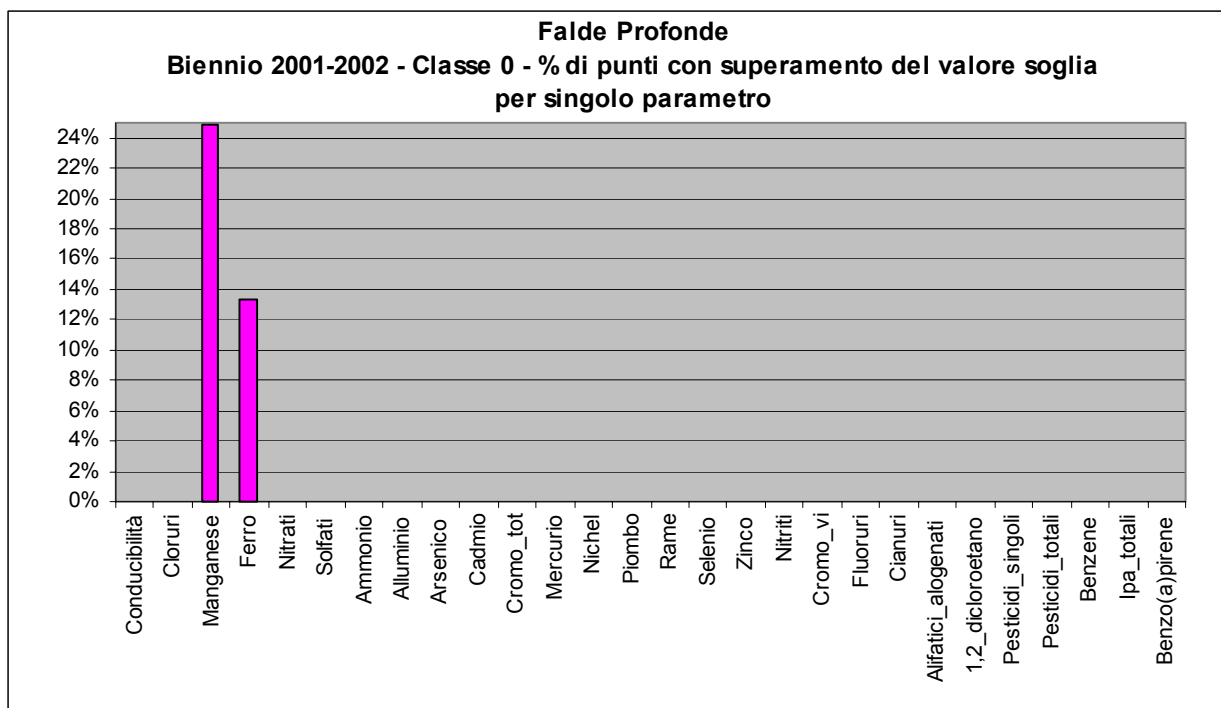
Falde Profonde
Biennio 2001-2002 - % di abbondanza delle classi di qualità



■ Classe 0
 ■ Classe 1
 ■ Classe 2
 ■ Classe 3
 ■ Classe 4
 ■ Classe 4-0

Falde Profonde
Biennio 2001-2002 - Classe 4 - % di punti con superamento del valore soglia per singolo parametro





4.9.2.4 Proposta di un metodo per l'attribuzione della classe 4 o 0 relativamente ai parametri di base

Il calcolo della classe di qualità sulla base del D.Lgs 152/99 ha sin dall'inizio posto il problema dell'incerta attribuzione di alcuni parametri di base e addizionali inorganici alle classi 4 o 0.

Sulla base di tale problematica si propone un metodo di attribuzione di classe non solo in funzione del valore di concentrazione del singolo parametro, ma anche sulla base del confronto tra questo ed altri parametri indicatori. Per una serie di parametri addizionali inorganici si è optato per la definizione di una classe 4-0 di attribuzione incerta; per tali parametri sarà necessario procedere ad ulteriori approfondimenti che consentano una sicura attribuzione ad una classe piuttosto che all'altra. In Tabella 4.9.3.1-1 è riportato il metodo di attribuzione alla Classe 4, 0 o 4-0 relativamente ai parametri previsti dal D.Lgs 152/99 e inseriti nel Protocollo Analitico della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee.

Parametro / soglia di attribuzione	Metodo di attribuzione alla Classe 4, 0 o 4-0
Conducibilità > 2500 mScm-1(20°C)	If Nitrati < Classe 4 then Classe 0 else Classe 4
Cloruri > 250 mg/L	If Nitrati < Classe 4 then Classe 0 else Classe 4
Manganese > 50 µg/L	Classe 0
Ferro > 200 µg/L	Classe 0
Nitrati > 50 mg/L	Classe 4
Solfati > 250 mg/L	If Nitrati < Classe 4 then Classe 0 else if Ammonio > 0.5 then Classe 4
Ammonio > 0.5 mg/L	If Acquifero = Superficiale then Classe 4 else If Acquifero = Profondo and Nitrati < Classe 4 then Classe 0 else Classe 4
Alluminio > 200 µg/L	Classe 4-0
Arsenico > 10 µg/L	Classe 4-0
Cadmio > 5 µg/L	Classe 4-0
Cromo Tot > 50 µg/L	Classe 4-0
Mercurio > 1 µg/L	Classe 4-0
Nichel > 20 µg/L	Classe 4-0
Piombo > 10 µg/L	Classe 4-0
Rame > 1000 µg/L	Classe 4-0
Selenio > 10 µg/L	Classe 4-0
Zinco > 3000 µg/L	Classe 4-0
Nitriti > 1 µg/L	Classe 4
Cromo VI > 5 µg/L	Classe 4
Fluoruri > 1.5 µg/L	Classe 4
Cianuri > 50 µg/L	Classe 4
Alifatici Alogenati Totali > 10 µg/L	Classe 4
1,2_Dicloroetano > 3 µg/L	Classe 4
Pesticidi Singoli > 0.1 µg/L	Classe 4
Pesticidi Totali > 0.5 µg/L	Classe 4
Benzene > 1 µg/L	Classe 4
IPA Totali > 0.1 µg/L	Classe 4
Benzo(a)pirene > 0.01µg/L	Classe 4

Tabella 4.9.2.4-1: metodo di attribuzione alla Classe 4, 0 o 4-0 per singolo parametro

Nel dettaglio, parametro per parametro, le motivazioni che hanno portato alle attribuzioni di classe riportate in Tab. 4.9.2.4-1 sono le seguenti:

- **Conducibilità, Cloruri:** valori elevati di tali parametri, in assenza di indicatori di contaminazione antropica, quali alti livelli di Nitrati sono da ritenersi di origine naturale. (commistioni con acque ad elevato carico salino, dissoluzione di gessi ecc.);
- **Ferro, Manganese:** valori elevati sono generalmente imputabili a condizioni di scarsa ossigenazione dell'acquifero determinate da un ambiente riducente. In tali condizioni questi metalli, naturalmente presenti nell'acquifero sotto forma di ossidi nelle rocce incassanti possono passare in soluzione. La loro presenza in concentrazioni elevate ed in assenza di potenziali centri di pericolo è da ritenersi quindi imputabile a cause naturali;
- **Nitrati:** valori elevati sono generalmente associabili alla pratica agricola ed allo spandimento di liquami zootecnici
- **Solfati:** valori molto elevati sono generalmente associati alla presenza nel sottosuolo o nei bacini di pertinenza di formazioni evaporitiche contenenti gessi; in assenza di tali condizioni valori elevati possono essere imputati alla fertilizzazione connessa alla pratica agricola;
- **Ammonio:** nel caso di acquiferi profondi, nei quali si registrano generalmente scarsi apporti di Ossigeno, concentrazioni elevate possono essere riconducibili a fenomeni naturali in condizioni di scarsa ossigenazione dell'acquifero determinate da un ambiente riducente. In acquiferi superficiali, nel caso non siano presenti anche elevate concentrazioni di Nitrati, sono generalmente connessi ad inquinamento antropico derivante dalla pratica agricola, dallo spandimento di liquami, dalla perdita di liquami da scarichi civili o di percolato da discariche di rifiuti urbani;
- **Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo Tot, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Zinco:** per questi metalli e metalloidi, nel caso di concentrazioni elevate, si è optato per l'assegnazione alla Classe 4-0, in assenza di evidenze o studi di dettaglio che possano escluderne la causa antropica;
- **Nitriti, CromoVI, Fluoruri, Cianuri, Alifatici Alogenati Totali, 1,2 Dicloroetano, Pesticidi Singoli, Pesticidi Totali, Benzene, IPA Totali, Benzo(a)pirene:** concentrazioni elevate di questi parametri sono generalmente ben riconducibili all'attività antropica sia di natura agricola-zootecnica (Pesticidi) che industriale: contaminanti organici (composti clorurati e IPA) e inorganici (Cromo VI, Cianuri, Fluoruri).

Sulla base del metodo proposto si è dunque proceduto al calcolo dello stato chimico eseguito a titolo di esempio per gli anni 2000 e 2001.

Per quanto concerne l'anno **2000**, sulla base delle elaborazioni effettuate, il **57%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (32% Classe 4, 18% Classe 0, 7% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Paragonando i dati ottenuti con il metodo proposto a quelli ottenuti utilizzando il metodo di calcolo concordato tra la Regione Piemonte e L'ARPA si osserva che è stato possibile **abbattere di circa il 30% l'incertezza** di assegnazione tra la classe 4 e la classe 0. Utilizzando il metodo ufficiale i punti ricadenti in classe 4-0 sono risultati il 10% del totale mentre con il metodo proposto sono risultati pari al 7%.

Relativamente all'anno **2001**, sulla base delle elaborazioni effettuate il **52%** dei punti è risultato appartenere alle **Classi 4, 0 o 4-0** (31% Classe 4, 16% Classe 0, 5% Classe 4-0) aventi caratteristiche qualitative scadenti per cause antropiche (Classe 4), naturali (Classe 0) o di incerta attribuzione (Classe 4-0).

Paragonando i dati ottenuti con il metodo proposto a quelli ottenuti utilizzando il metodo di calcolo concordato tra la Regione Piemonte e L'ARPA si osserva che è stato possibile **abbattere di circa il 44% l'incertezza** di assegnazione tra la classe 4 e la classe 0. Utilizzando il metodo ufficiale i punti ricadenti in classe 4-0 sono risultati il 9% del totale mentre con il metodo proposto sono risultati pari al 5%.

Il rimanente margine di incertezza di attribuzione alle classi 4 o 4-0 è dunque ascrivibile alla presenza in quantità superiore ai limiti di alcuni metalli pesanti e metalloidi inseriti nell'elenco dei parametri addizionali (vedi Tab. 4.9.2.1-1). Per tali parametri si propone la definizione di un metodo che consenta di definire su base statistica il valore della soglia di naturalità per singolo parametro e per singola Area Idrogeologica. Stabilito tale limite sarà possibile intercettare nei singoli punti scostamenti da tale soglia: sia del dato medio, sia dei singoli dati anomali che potrebbero costituire indicatori di contaminazione antropica piuttosto che la presenza naturale del metallo o del metalloide.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente lavoro, finalizzato alla definizione delle caratteristiche geochimiche naturali degli acquiferi delle aree di pianura della regione Piemonte, alla valutazione dell'impatto legato alle attività antropiche ed alla definizione dello Stato Chimico (ai sensi del D.Lgs 152/99) ha sviluppato le seguenti attività ed elaborazioni fondamentali:

- presentazione dei dati e di alcune elaborazioni relative all'assetto idrogeologico dell'area di studio derivanti dalla fase di progetto della Rete Regionale delle Acque Sotterranee e successivamente raccolti in una fascicolo (De Luca et. Alii.) in via di pubblicazione sulla Collana Ambiente della Regione Piemonte;
- spazializzazione dei dati chimici puntuali provenienti dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee tramite l'individuazione di un criterio per la definizione di aree di riferimento basato su limiti di natura idrogeologica e non amministrativa. Tale delimitazione, effettuata dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino (De Luca et al., 2002), ha individuato porzioni di territorio non collegate idraulicamente tra loro definite nell'ambito di questo documento come "Aree Idrogeologiche". Tale suddivisione del territorio è relativa alla rete di monitoraggio della Falda Superficiale. Analogamente, al fine di poter procedere all'elaborazione dei dati derivanti dalla Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee relativa alle Falde Profonde, si è proposta una suddivisione preliminare delle aree di Pianura in "Macroaree" analogamente a quanto effettuato per la Falda Superficiale;
- realizzazione di una copertura delle varie tipologie di utilizzo del territorio, sovrapponendo le informazioni di natura cartografica derivanti dal Progetto CORINE Land Cover e dalle aree edificate e produttive sulle Aree Idrogeologiche, al fine di fornire indicazioni circa le pressioni esistenti sulle acque della Falda Superficiale connesse con l'attività antropica;
- utilizzazione dei dati provenienti dai progetti P.R.I.S.M.A.S, P.R.I.S.M.A.S II, e "VALLE TANARO", dei dati chimici e piezometrici prodotti da A.R.P.A nel corso dell'anno 2000 (2 campagne di monitoraggio quali-quantitativo relativamente alla rete permanente definita nell'ambito dei progetti) e dai primi due anni di gestione ordinaria della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee (da parte di A.R.P.A) su incarico della Regione Piemonte (anni 2001 e 2002). Sono inoltre stati raccolti i dati anagrafici

provenienti dalla rete di monitoraggio in continuo (70 piezometri) installati dalla Regione Piemonte;

- caratterizzazione geochemica delle acque sotterranee con la realizzazione di cartografie relative alla distribuzione dei parametri fondamentali, con l'ausilio dei diagrammi di Piper e Schoeller, sulla base delle Aree Idrogeologiche per la Falda Superficiale e delle Macroaree per le Falde Profonde;
- valutazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee relativamente ai parametri Nitrati e Solventi Clorurati. La valutazione dell'impatto derivante dai Prodotti Fitosanitari è stata invece affrontata in un apposito documento (00CAJ-C302BD02).

Per quanto concerne la specie Nitrati le elaborazioni relative al biennio 2000-2001 hanno consentito la prima designazione delle aree vulnerate da nitrati (DPGR 18 ottobre 2002, n. 9/R - BUR 2° supplemento al numero 43) rispetto alla Falda Superficiale. Sulla base di tali elaborazioni sono risultate vulnerate le aree (AL04 e TO08). Le medesime elaborazioni, ripetute per il biennio 2001-2002, hanno confermato i risultati del biennio 2000-2001.

Per quanto riguarda i Solventi Clorurati è stato definito un indice di contaminazione basato unicamente sulla densità di punti contaminati all'interno dell'area sulla base del quale nel biennio 2000-2001 le Aree Idrogeologiche della Pianura Vercellese-Biellese (TE05 e VC04), Torinese (TO03, TO05, e TO06) e Cuneese (CN01 e TE09) presentano una contaminazione elevata; le elaborazioni relative al biennio 2001-2002 hanno evidenziato una contaminazione alta per le Aree Idrogeologiche della Pianura Biellese (TE03, TE05) e Torinese Torinese (TO03, TO05, e TO06). L'indice non è da considerare come livello di contaminazione della area, ma rappresenta l'incidenza del fenomeno all'interno dell'area.

- rilevazione dell'impatto antropico sulla qualità delle acque sotterranee per i seguenti parametri:
 1. **Nitrati** - falda superficiale;
 2. **Fitosanitari** - falda superficiale (si consulti al riguardo l'approfondimento sui prodotti fitosanitari - documento 00CAJ-C302BD02-);
 3. **Solventi Clorurati** - falda superficiale;
 4. **Nitrati** - falde profonde;
 5. **Fitosanitari** - falde profonde (si consulti al riguardo l'approfondimento sui prodotti fitosanitari - documento 00CAJ-C302BD02-);
 6. **Solventi Clorurati** - falde profonde;

- esecuzione del calcolo dello stato chimico come previsto dal D.Lgs 152/99 su base annuale relativamente agli anni 2000, 2001, 2002 ed al biennio 2001-2002.

6 BIBLIOGRAFIA

A.R.P.A. Piemonte (2002): *"Task C302B. Elaborazioni dei dati qualitativi delle acque sotterranee – approfondimenti sui prodotti fitosanitari."* Attività A.R.P.A. per la predisposizione del Piano di Tutela delle Acque.

DE LUCA D.A., CANAVESE P.A., MASCIOTTO L. (in via di pubblicazione): *"La Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee delle aree di pianura della Regione Piemonte: quadro idrogeologico e primi risultati"*.

SACCO F. (1912): *"Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana – parte I"*. Ann. R. Acc. Agric. Torino, 54, 1-387.

SACCO F. (1924): *"Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana – parte II"*. Ist. Polig. Dello Stato, Roma, Min. LL. PP., Servizio Idrografico del Po, 1-180.

SACCO F. (1933): *"Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana – parte III"*. Ist. Polig. Dello Stato, Roma, Min. LL. PP., Servizio Idrografico del Po, 1-532.

ENEL (1984): *"Rapporto per la localizzazione di una centrale elettronucleare nella regione Piemonte. Area Po 2"*. Rapporto n. 8402, 19 volumi.

FORNO M.G., (1980): *"Evidenza di un drenaggio abbandonato nel settore settentrionale dell'Altopiano di Poirino"*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 3, 61-65.

FORNO M.G., (1982): *"Studio geologico dell'Altopiano di Poirino"*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 129-162, 1 carta geol. 1:50.000.

CANAVESE P.A., BERETTA G.P., DE LUCA D.A., FORNO M.G., MASCIOTTO L. (1999): *"Stratigrafia e distribuzione degli acquiferi nel sottosuolo del settore centrale dell'Altopiano di Poirino"*. Il Quaternario It. Journ. of Quatern. Sc., 12(2), 75-86.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969): *"Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000, Foglio 70 (Alessandria), II Edizione"*.

MARTINIS B. (1949): *"Introduzione allo studio del Villafranchiano della Valle Padana"* - Riv. It. Pal. Strat., 57 (2), 45 - 72

BONI A., CASNEDI R. (1970): *“Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Fogli 69 e 70 Asti e Alessandria”*. II ediz., Serv. Geol. It., Roma.

DE LUCA D.A., BORTOLAMI G., MASCIOTTO L., DESTEFANIS E., MORELLI A., OSSELLA L., SIRI L. (2002): *“Identificazione del modello idrogeologico concettuale degli acquiferi di pianura e loro caratterizzazione: 1) ricostruzione della base dell'acquifero superficiale nei territori della pianura alessandrina e del settore sud occidentale della pianura cuneese; 2) identificazione della base dell'acquifero libero nelle province di Asti, Biella, Cuneo (area nord-orientale), Novara e Vercelli”*. Convenzioni tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino e la Regione Piemonte – Direzione Regionale Pianificazione delle Risorse Idriche.

BERETTA G.P., DE LUCA D.A., MASCIOTTO L., CANAVESE P.A., POSSIEDI E. (Dipartimento di Scienze della Terra); BARBERIS R., BALSOTTI R., ACTIS-GIORGETTO M., (A.R.P.A.) (2000a): *“PROGETTO P.R.I.S.M.A.S. II – Relazione Finale”* Convenzione tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino, l'A.R.P.A. Piemonte e la Regione Piemonte – Direzione Regionale Pianificazione delle Risorse Idriche.

BERETTA G.P., DE LUCA D.A., MASCIOTTO L., CANAVESE P.A., POSSIEDI E. (Dipartimento di Scienze della Terra), BARBERIS R., ACTIS-GIORGETTO M., BALSOTTI R. (A.R.P.A.) (2000b): *“PROGETTO P.R.I.S.M.A.S. – Relazione Finale”* Convenzione tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino, l'A.R.P.A. Piemonte e la Regione Piemonte – Direzione Regionale Pianificazione delle Risorse Idriche.

BERETTA G.P., DE LUCA D.A., MASCIOTTO L., MALLEN L. C. VIOTTO (2000): *“Bacino del Fiume Tanaro: studio sui potenziali rischi dovuti all'alluvione del novembre 1994 e realizzazione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee nonché identificazione dei siti potenzialmente pericolosi e valutazione della vulnerabilità della falda – Relazione conclusiva 3° anno di attività”* Convenzione tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino e la Regione Piemonte – Direzione Regionale Pianificazione delle Risorse Idriche.