

**Acque sotterranee
caratteristiche
quali - quantitative
anni 2005-2006**

PREMESSA

Nella presente relazione vengono rappresentati i dati relativi all'attività di monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Modena, per gli anni 2005-2006.

Come per i precedenti report, al fine di facilitare la lettura delle dinamiche relative agli aspetti quali - quantitativi delle falde acquifere, si riporta una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area indagata, aggiornata dagli studi condotti dal Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna in collaborazione con AGIP, sulla base dei quali è stata definita la rete di monitoraggio.

L'analisi valutativa del chimismo delle acque sotterranee è stata preceduta anche da una sintetica descrizione delle caratteristiche idrochimiche delle acque di alimentazione dei corpi idrici superficiali.

ASPETTI IDROGEOLOGICI

La pianura modenese si sviluppa ai piedi dell'Appennino settentrionale, delimitata lateralmente dai fiumi Secchia e Panaro. L'apice si raccorda con il solco vallivo intercollinare a quote comprese fra 120 e 150 metri, in cui affiorano le successioni argillose del ciclo plio-pleistocenico che in pianura rappresentano il substrato delle alluvioni pleistoceniche superiori e oloceniche costituenti la pianura e la sede dell'acquifero principale.

Il passaggio tra la sedimentazione marina e quella continentale, è contraddistinto da depositi di transizione quali sabbie e ghiaie di ambiente litorale e da peliti sabbiose e ghiaie di delta.

Poiché il ritiro delle acque dell'antico golfo padano è avvenuto con movimenti alterni causati sia dalle glaciazioni che dai movimenti tettonici succedutesi nel Quaternario e che hanno determinato sollevamenti della catena appenninica e subsidenza nella pianura, la deposizione dei sedimenti è costituita da depositi marini alternati a continentali.

Procedendo in direzione del fronte, individuabile all'altezza della via Emilia, il materiale più grossolano si intercala a peliti sempre più potenti con una graduale transizione verso i sedimenti più fini. Le peliti sono riconducibili sia al sistema deposizionale della conoide stessa che al sistema di sedimentazione della piana alluvionale, che si sviluppa sia al fronte che ai lati delle conoidi stesse. E' da segnalare inoltre come le conoidi più recenti, collocabili posteriormente al Neolitico, si presentano asimmetriche rispetto l'attuale corso dei corpi idrici, poiché questi ultimi sono migrati nel tempo verso occidente (Figura 1).

La conoide del fiume Secchia con apice presso Sassuolo, è lunga circa 20 km ed ha una larghezza massima di 14 km con pendenze dallo 0,7% allo 0,3% nella parte terminale; la conoide del fiume Panaro dall'area apicale di Marano-Vignola, si sviluppa longitudinalmente per 15 km e presenta una larghezza al fronte di 8 km, la pendenza è pressoché coincidente all'altra unità idrogeologica.

Collocate fra le conoidi dei due corpi idrici principali, si individuano le conoidi della rete idrografica minore: torrente Fossa di Spezzano, torrente Tiepido, torrente Guerro, torrente Nizzola, torrente Grizzaga, con contenuti ridotti di ghiaie, intercalate da abbondanti matrici limose che condizionano sensibilmente la trasmissività dell'acquifero.

Oltre il fronte delle conoidi abbiamo la piana alluvionale delimitata a nord dal fiume Po. E' caratterizzata da depositi fini o finissimi costituiti da limi e argille, con cordoni sabbiosi disposti parallelamente ai corsi d'acqua, mentre in prossimità del Po le alluvioni si presentano a granulometria grossolana, essendo dovute agli apporti prevalenti del fiume stesso.

Idrogeologicamente sono pertanto riconoscibili cinque unità differenziate: conoide del fiume Secchia, conoide del fiume Panaro, conoidi dei torrenti minori (torrente Tiepido), piana alluvionale appenninica e piana alluvionale deltizia di dominio alluvionale del fiume Po.

L'alimentazione degli acquiferi avviene principalmente per penetrazione di acque meteoriche dalla superficie, in corrispondenza dell'affioramento di terreni permeabili o per infiltrazione di acque fluviali dai subalvei; in subordine avviene uno scambio di acque tra diversi livelli acquiferi, tra di loro separati da strati di terreni semipermeabili, per fenomeni di drenanza con le unità idrogeologiche confinanti.

Il sistema acquifero principale si può definire di tipo monostrato a falda libera in prossimità del margine appenninico, che diviene compartimentato con falde in pressione procedendo verso nord.

Le parti apicali delle conoidi principali, conseguentemente alla tipologia della loro composizione litologica, sono caratterizzate da elevata vulnerabilità all'inquinamento, ma nel contempo l'alimentazione dell'acquifero da parte delle acque superficiali è tale da attenuare la permeazione dei carichi inquinanti, conferendo caratteristiche di buona qualità alle acque di falda che riproducono la facies idrochimica delle acque di alimentazione.

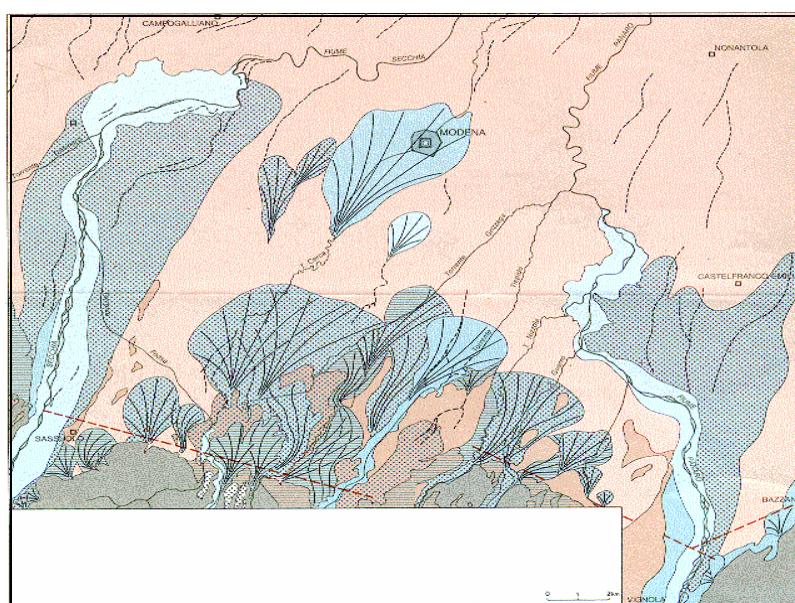


Figura 1 - Da carta della litologia di superficie (Gelmini-Paltrinieri 1988)

Nel corpo centrale delle conoidi la prima falda è generalmente separata dalla superficie e da quella più profonda da un'alternanza di depositi a granulometria fine quali argille, limi e sabbie fini. La compartimentazione dell'acquifero in un sistema multistrato porta ad una differenziazione fra le parti inferiori e superiori dell'acquifero superficiale. Gli acquitardi comunque, anche se spessi 20-25 metri, non riescono ad assicurare una totale protezione dall'inquinamento antropico, ma solo una parziale attenuazione, anche in relazione alla grande densità dei pozzi che favorisce la interconnessione delle falde. In questa area, pur gravata da numerosi e rilevanti centri di pericolo causa l'elevata pressione antropica, stante l'elevato spessore degli acquiferi e la naturale protezione, sono localizzati i maggiori e strategici prelievi di acque sotterranee dell'intera provincia.

Le conoidi dei torrenti minori si caratterizzano per la presenza di acquiferi di modesta entità e, a seguito della limitata circolazione idrica e dell'elevata pressione antropica generata da numerose fonti inquinanti sia diffuse che puntuali, presentano una scadente qualità delle acque.

Oltre il fronte delle conoidi all'altezza della via Emilia, fino alla direttrice Novellara-Finale Emilia, gli acquiferi sono molto profondi e scarsamente alimentati dalla superficie topografica, causa la ridotta presenza di litotipi permeabili. Conseguentemente le acque sotterranee sono caratterizzate da un potenziale ossidoriduttivo negativo che comporta la conversione delle forme ossidate, quali i Solfati ed i Nitrati, in forme ridotte. Si innescano inoltre processi di dissoluzione e deassorbimento con significative mobilizzazioni delle forme ossidate del Ferro e Manganese allo stato ridotto.

Questi acquiferi sono ulteriormente caratterizzati da un elevato contenuto in materia organica e di altri ioni riconducibili alla matrice argillosa fra i quali Fluoro, Boro, Zinco e Arsenico.

Infine gli acquiferi della bassa pianura dalla direttrice Novellara-Finale Emilia al fiume Po sono costituiti da falde in depositi sabbiosi e ghiaiosi del fiume Po. In questo areale, per la presenza della struttura sinclinale sepolta della "Dorsale Ferrarese", il substrato marino pre-pleistocenico è a soli 80 metri dal piano campagna condizionando fortemente la facies delle acque sotterranee per la risalita delle acque salate marine. Si riscontrano pertanto acque salate del fondo accanto a acque dolci di alimentazione dal fiume Po, tali da rendere quanto mai problematica la ricerca e lo sfruttamento della risorsa idrica. In questa area è frequente lo sfruttamento degli acquiferi sospesi di tipo freatico, completamente separati dall'acquifero principale e caratterizzati da acque di scadente qualità.

Lo studio geologico del sottosuolo della pianura emiliano romagnola, a cura del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna in collaborazione con AGIP, ha portato alla realizzazione del volume "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" (RER& ENI AGIP 1998) con la definizione dello schema stratigrafico (Figura 2). Alle unità stratigrafiche individuate, corrispondono altrettante unità idrostratigrafiche denominate Gruppi Acquiferi Principali A, B e C, sedi degli acquiferi utili e a loro volta suddivisi in 13 unità idrostratigrafiche inferiori denominate complessi acquiferi.

| PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE | | | | | ETA' (milioni di anni) | SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni) | UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE | | |
|----------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------|--|------------------------------------|------------------------|----------------|
| AFFIORANTI | | SEPOLTE | | | | | GRUPPO ACQUIFERO | COMPLESSO ACQUIFERO | |
| QUATERNARIO CONTINENTALE | TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI | UNITA' DI CA' DI SOLA | SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO | SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE | UNITA' DI BORGO PANIGALE | ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI | PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE | A | A ₀ |
| | DILUVIUM p.p. | | | SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE | | | | | A ₁ |
| | FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE | | UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE | PLEISTOCENE MEDIO | B ₁ | | | | |
| | FORMAZIONE DI OLMATELLO | | | | B ₂ | | | | |
| | UNITA' DI VILLA DEL BOSCO | | | B ₃ | | | | | |
| QUATERNARIO MARINO | MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p. | SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO | SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3" | SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3' | | ~0.65 | PLEISTOCENE INFERIORE | C | A ₄ |
| | MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p. | | | | | | | | B ₄ |
| | CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p. | | | | | | | | C ₁ |
| | CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELLARQUATO p.p. | | | | | | | | C ₂ |
| | | | | | | | | | C ₃ |
| P ₂ | FORMAZIONE di CASTELLARQUATO p.p. | SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE | | PILOCENE MEDIO SUPERIORE | | -2.2 | PILOCENE MEDIO - SUPERIORE | | C ₄ |
| | | | | | | -3.3-3.6 | PILOCENE INFERIORE MIOCENE | | C ₅ |
| | | | | | | -3.9 | | ACQUITARDO BASALE | |

Figura 2 - Schema stratigrafico del margine appenninico e della pianura emiliano - romagnola.

Si riportano i dettagli relativi alle sezioni geologiche fornite dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli RER riferite alle conoidi alluvionali appenniniche del Fiume Panaro e Fiume Secchia (Figura 3 e Figura 4).

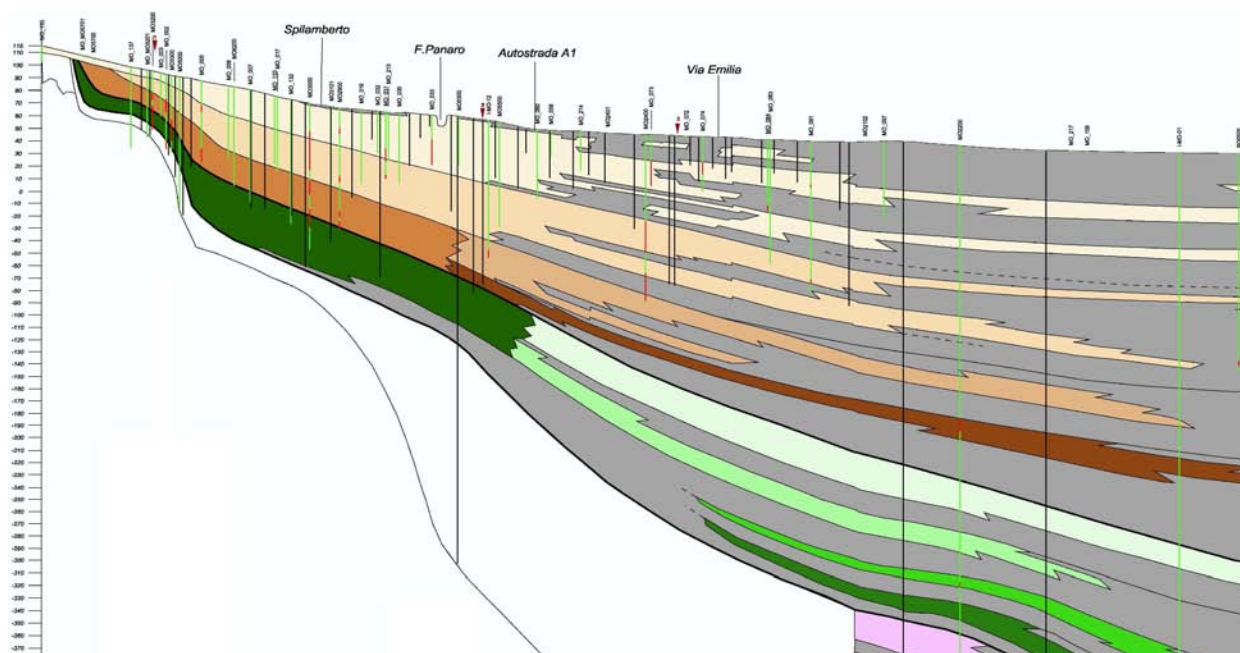


Figura 3 – Sezione geologica fiume Panaro.

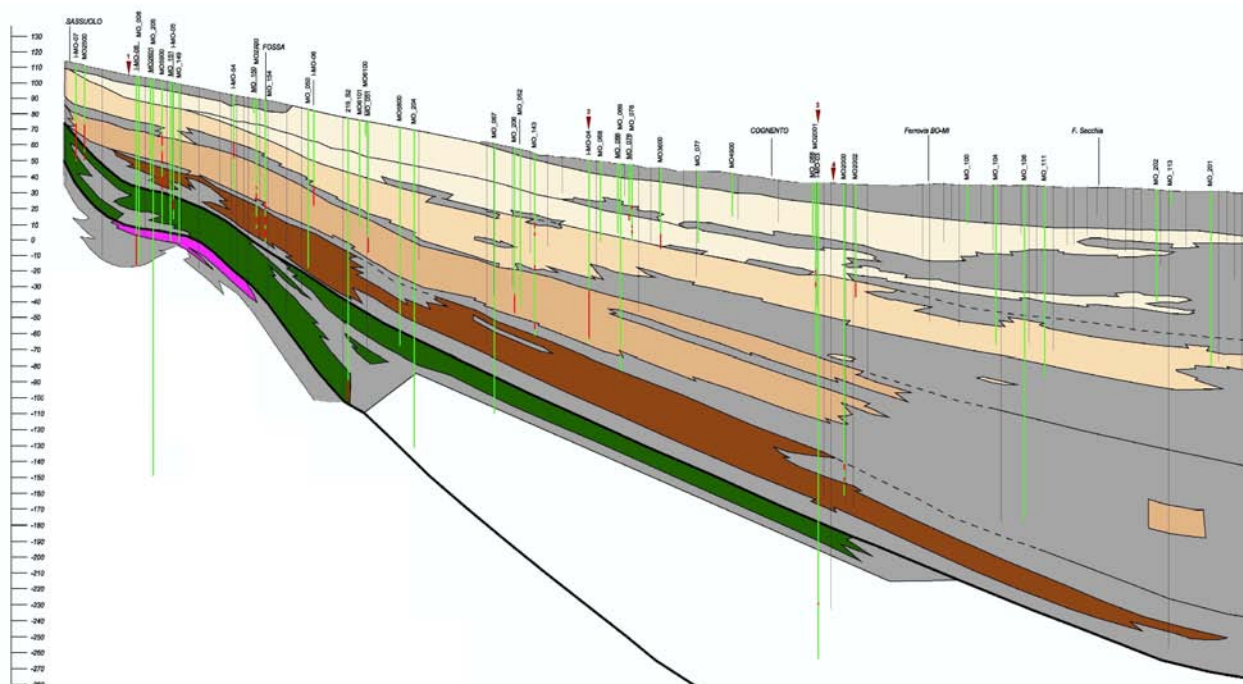


Figura 4– Sezione geologica fiume Secchia.

LA QUALITA' DELLE ACQUE SUPERFICIALI DI ALIMENTAZIONE

Dall'analisi delle carte all'andamento piezometrico e dalla lettura delle isocone dei diversi parametri qualitativi caratterizzanti le falde della pianura modenese, appare più che evidente il ruolo primario dell'alimentazione diretta dei due corsi d'acqua principali in relazione al livello qualitativo delle acque sotterranee. Risulta pertanto essenziale l'acquisizione degli elementi cognitivi riferiti alla caratterizzazione chimica dell'idrografia di superficie.

Il reticolo idrografico provinciale è orientato da sud-ovest a nord-est nel senso delle direttrici delle vallate appenniniche e trasversalmente alle direttrici tettoniche. L'attuale percorso dei fiumi è il prodotto di numerose modificazioni sia naturali che artificiali che hanno provocato nel tempo un progressivo spostamento verso Ovest; pertanto i corpi idrici principali Secchia e Panaro si collocano nei confronti delle rispettive conoidi nel margine più occidentale. Nelle zone comprese tra i due corsi d'acqua principali, rivestono particolare importanza altri corpi idrici minori quali il torrente Fossa di Spezzano e il torrente Tiepido.

Il contributo dei fiumi Secchia e Panaro nella dinamica di alimentazione degli acquiferi, sulla base dell'equilibrio fra quote piezometriche della falda e altezza idrometrica dei corpi idrici, lo si può considerare positivo e quindi alimentante fino all'altezza di Rubiera, per il fiume Secchia, e fino a San Cesario s.P. per il fiume Panaro. Sulla base di queste considerazioni si riportano le caratteristiche delle acque di alimentazione degli acquiferi riferite alle stazioni di riferimento presenti nel tratto in cui il fiume esercita la sua massima azione disperdente.

FIUME PANARO

Il livello qualitativo delle acque del fiume Panaro risulta sicuramente elevato, con bassi valori di durezza e di salinità associati a concentrazioni ridotte di sostanze azotate ($N_{NO_3} < 1,0$ mg/l corrispondenti a $NO_3^- < 4,5$ mg/l)). Conseguentemente il fiume esercita un'azione di mitigazione sulla presenza dei nitrati nelle acque sotterranee (Tabella 1).

| Parametri | P.te Chiozzo | | Ponte di Marano | | Ponte di Spilamberto | |
|--|--------------|------------|-----------------|------------|----------------------|------------|
| | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 |
| pH | 8,4 | 8,3 | 8,3 | 8,2 | 8,3 | 8,2 |
| Durezza °F | 16,3 | 13,9 | 18,6 | 15,2 | 19,3 | 16,2 |
| Conducibilità uS/cm | 287 | 244 | 334 | 277 | 353 | 301 |
| B.O.D. ₅ mg/l | 2* | 2 | 2* | 2* | 2 | 2 |
| C.O.D. mg/l | 6 | 9 | 6 | 4 | 7 | 4* |
| Fosforo totale (P) mg/l | 0,01* | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,05 |
| Azoto ammoniacale (N) mg/l | 0,06 | 0,14 | 0,06 | 0,09 | 0,09 | 0,06 |
| Azoto nitrico (N) mg/l | 0,6 | 1,0 | 0,7 | 0,28 | 0,7 | 0,35 |
| Nitrati (NO₃⁻) mg/l | 2,7 | 4,4 | 3,1 | 1,2 | 3,1 | 1,6 |
| Solfati (SO ₄) mg/l | 30,3 | 37,3 | 33,2 | 23,7 | 34,2 | 25,9 |
| Cloruri (Cl) mg/l | 9,8 | 6,8 | 9,5 | 8,4 | 9,7 | 9,5 |
| Escherichia coli U.F.C. | 134 | 1108 | 279 | 391 | 1347 | 1446 |
| Enterococchi U.F.C. | n.d. | n.d. | 291 | 365 | 612 | 1068 |

Tabella 1- Idrochimica delle stazioni del fiume Panaro. I valori riportati sono riferiti alle medie al 95esimo percentile degli anni 2005-2006.

* coincidente al limite di rilevabilità

n.d. parametro non determinato

FIUME SECCHIA.

Il fiume Secchia, in località Gatta, raccoglie *le Sorgenti del Mulino di Poiano* fortemente marcate dal loro passaggio in lenti gessose del Triassico, tali da caratterizzare significativamente sia il chimismo delle acque del fiume che delle falde acquifere da esso alimentate. La zona di ricarica del sistema acquifero sotterraneo è anche in questo caso riferibile all'area pedecollinare. Per la caratterizzazione del chimismo delle acque di alimentazione della conoide sottesa si riportano i dati idrochimici e microbiologici delle stazioni poste a Lugo, Castellarano e Rubiera (Tabella 2).

| Parametri | | Lugo | | Traversa di Castellarano | | Ponte di Rubiera | |
|---|-------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------------|------------|
| | | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 |
| pH | | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,3 | 8,2 |
| Durezza | °F | 48,6 | 46,1 | 40,6 | 44,5 | 33,7 | 35,1 |
| Conducibilità | uS/cm | 1556 | 1573 | 1312 | 1450 | 999 | 1139 |
| B.O.D. ₅ | mg/l | 2* | 2* | 2* | 2* | 5 | 3 |
| C.O.D. | mg/l | 6 | 4* | 4 | 4 | 14 | 6 |
| Fosforo totale (P) | mg/l | 0,03 | 0,01* | 0,04 | 0,01 | 0,19 | 0,09 |
| Azoto ammoniacale (N) | mg/l | 0,03 | 0,07 | 0,05 | 0,08 | 0,19 | 0,22 |
| Azoto nitrico (N) | mg/l | 0,5 | 0,25 | 0,5 | 0,34 | 1,0 | 0,55 |
| Nitrati (NO₃⁻) | mg/l | 2,2 | 1,1 | 2,2 | 1,5 | 4,4 | 2,4 |
| Solfati (SO ₄) | mg/l | 327,9 | 304,9 | 252,3 | 282 | 167,6 | 209,5 |
| Cloruri (Cl) | mg/l | 296,3 | 318,5 | 225,3 | 281 | 131,2 | 201,1 |
| Escherichia coli | U.F.C. | 438 | 353 | 242 | 203 | 2015 | 1350 |
| Enterococchi | U.F.C. | 551 | 253 | 673 | 126 | 1297 | 619 |

Tabella 2 – Idrochimica delle stazioni del fiume Secchia. I valori riportati sono riferiti alle medie al 95esimo percentile degli anni 2005-2006.

* coincidente al limite di rilevabilità.

In relazione alle sostanze azotate anche questo corpo idrico esercita un' incisiva azione di diluizione per questo parametro così diffusamente veicolato in falda con le dispersioni dalla superficie topografica.

TORRENTI FOSSA DI SPEZZANO E TRESINARO

Le analisi eseguite sui torrenti Fossa di Spezzano e Tresinaro, prima di confluire in Secchia, evidenziano caratteristiche idrochimiche scadenti, con valori di sostanze azotate elevate (Tabella 3).

| Parametri | | Torrente Fossa | | Torrente Tresinaro | |
|---|-------------|----------------|-------------|--------------------|------------|
| | | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 |
| pH | | 8,2 | 8,1 | 8,2 | 8,1 |
| Durezza | °F | 38,4 | 43,3 | 33,0 | 37,7 |
| Conducibilità | uS/cm | 1108 | 1305 | 807 | 1068 |
| Fosforo tot. (P) | mg/l | 0,64 | 0,4 | 0,41 | 0,58 |
| Azoto ammoniacale (N) | mg/l | 0,45 | 0,3 | 1,03 | 1,97 |
| Azoto nitrico (N) | mg/l | 3,5 | 3,1 | 1,9 | 1,1 |
| Nitrati (NO₃⁻) | mg/l | 15,5 | 13,7 | 8,4 | 4,9 |
| Solfati (SO ₄) | mg/l | 172,8 | 209,6 | 150,6 | 175,5 |
| Cloruri (Cl) | mg/l | 158,9 | 212,1 | 78,7 | 135,3 |

Tabella 3 – Idrochimica degli affluenti del fiume Secchia, torrenti Fossa di Spezzano e Tresinaro. I valori riportati sono riferiti alle medie al 95esimo percentile degli anni 2005-2006.

TORRENTE TIEPIDO

Le caratteristiche idrochimiche del torrente Tiepido presentano bassi valori di durezza e conducibilità nella stazione di monte in località Sassone, per poi incrementare scendendo verso la foce, analogamente a quanto si rileva per le sostanze azotate, cloruri e solfati.

| Parametri | | Sassone | | Portile | | Fossalta | |
|---------------------------------|-------------|------------|------------|---------|-------------|----------|-------------|
| | | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 |
| pH | | 8,4 | 8,3 | # | 8,4 | # | 8,1 |
| Durezza | °F | 27,3 | 26,5 | # | 29,9 | # | 30,8 |
| Conducibilità | μS/cm | 508 | 511 | # | 682 | # | 785 |
| Azoto ammoniacale (N) | mg/l | 0,03 | 0,01 | # | 0,06 | # | 0,63 |
| Azoto nitrico (N) | mg/l | 1,5 | 1,2 | # | 2,4 | # | 2,88 |
| Nitrati (NO₃) | mg/l | 6,5 | 5,3 | # | 10,6 | # | 12,8 |
| Solfati (SO ₄) | mg/l | 42,8 | 29,0 | # | 62,7 | # | 59,5 |
| Cloruri (Cl) | mg/l | 20,0 | 20,3 | # | 62,7 | # | 85,0 |

Tabella 4 - Idrochimica del torrente Tiepido nelle stazioni delle località Sassone, Portile, Fossalta. I dati riportati sono riferiti al valore medio degli anni 2005e 2006.

per cause di regime idrologico, è stata eseguita solo una campagna di monitoraggio.

Sono evidenti livelli di sostanze azotate elevati, rappresentativi di uno squilibrio fra carichi sversati e capacità autodepurativa naturale.

LA RETE DI MONITORAGGIO.

Il monitoraggio delle acque sotterranee nella provincia di Modena è attivo dal 1976. Col progetto denominato “Analisi e progettazione delle reti di monitoraggio ambientale su base regionale e sub-regionale” e in particolare con il sub-progetto “Monitoraggio delle acque interne e marine - rete monitoraggio acque sotterranee”, la rete ha subito una profonda revisione che ha comportato una ridistribuzione dei punti di misura secondo i seguenti criteri principali:

- approfondimento dell’attività di monitoraggio all’interno dei conoidi alluvionali, in quanto risorse pregiate e aree più soggette a contaminazione;
- adeguamento al modello geologico proposto dalla Regione Emilia-Romagna, in gruppi acquiferi sovrapposti;
- verifica e controllo dei punti posti nell’intorno dei pozzi ad uso civile;
- approfondimenti mirati alla ricerca di nuovi possibili contaminanti in pozzi campione;

L’attuale configurazione della rete di monitoraggio in provincia di Modena è costituita da 63 pozzi inseriti nella rete Regionale (I grado), integrati da una rete di dettaglio Provinciale (II grado) costituita da 12 pozzi (revisione effettuata per l’anno 2005) (Figura 39). La sovrapposizione dei punti di misura alla sezione idrostratigrafica ha permesso, per singolo pozzo, l’attribuzione del gruppo acquifero monitorato (Figura 40). Nella tabella sottoriportata sono indicati i pozzi suddivisi per gruppo/complesso acquifero.

| Gruppo acquifero | N° |
|------------------|----|
| A | 57 |
| A+B | 7 |
| A+B+C | 8 |
| B+C | 1 |
| C | 1 |
| Alveo | 1 |

L'analisi quali-quantitativa è stata condotta analizzando le carte tematiche prodotte, valutando le distribuzioni areali di alcuni parametri descrittivi il naturale chimismo e rilevando gli aspetti indotti dalle fonti di inquinamento antropico. La stesura delle carte tematiche con la rappresentazione dei dati georeferenziati sotto forma di isopieze e isocone è stata effettuata utilizzando come supporto informatico il programma Surfer© che utilizza diverse procedure di elaborazione per la distribuzione spaziale dei valori della variabile in esame (Kriging, minima curvatura, inverso della distanza ecc.). E' stata inoltre effettuata la classificazione chimica, quantitativa ed ambientale seguendo il modello definito nell'allegato 1 del D.Lgs. 152/99.

Per la rappresentazione cartografica dei parametri idrochimici e quantitativi, pur nella consapevolezza della complessa e differenziata struttura degli acquiferi monitorati, i dati acquisiti dalla rete di monitoraggio sono stati elaborati considerando l'acquifero continuo ed omogeneo.

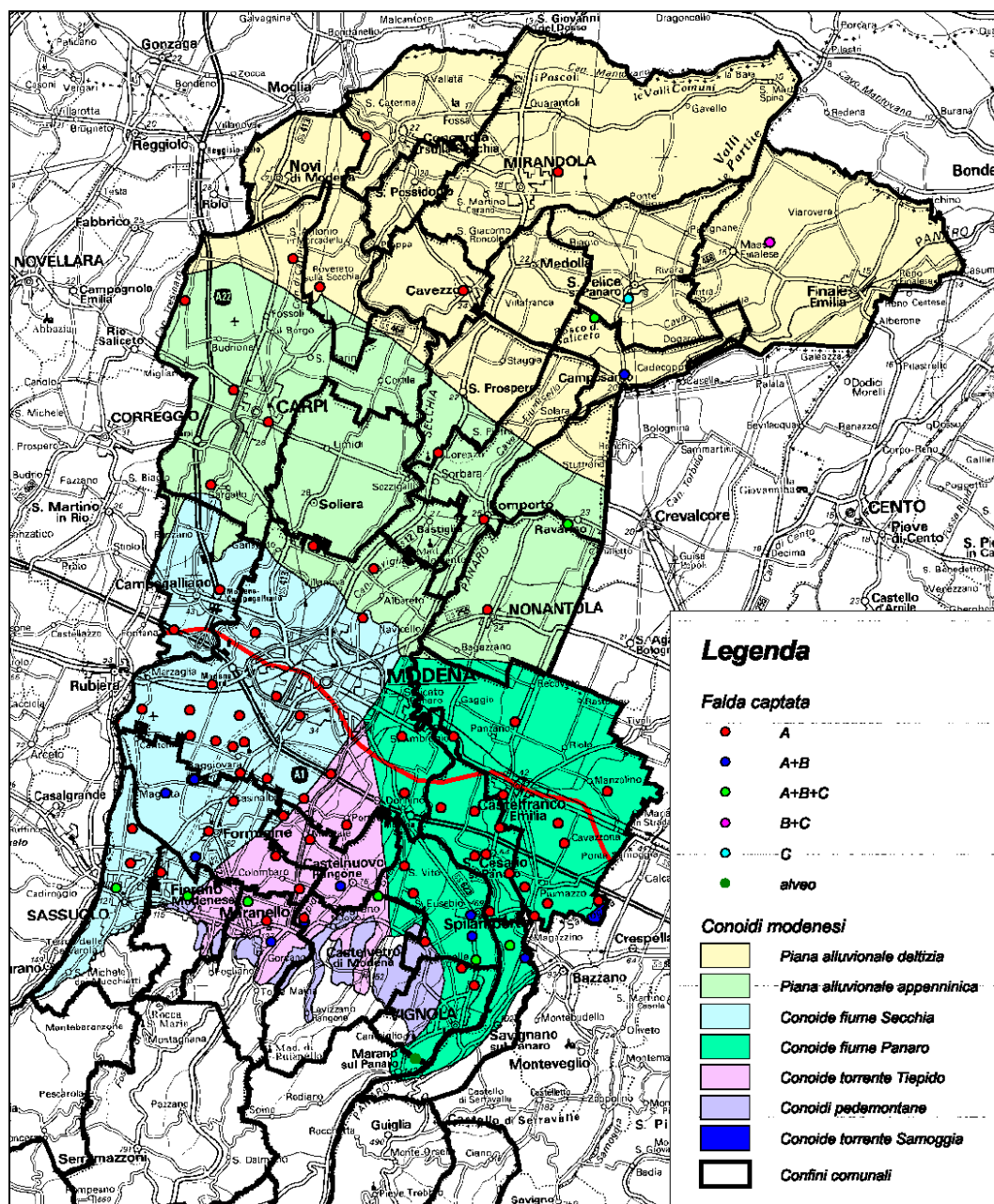


Figura 5 – Acquiferi captati.

QUALITÀ DELLE ACQUE RILEVATA DALLA RETE

L'obiettivo prioritario della rete di monitoraggio delle acque sotterranee a livello regionale è connesso alla classificazione delle acque sotterranee in base ai criteri definiti nel D.Lgs. 152/99 e ss.mm.ii.. In particolare i dati provenienti dalla rete costituiscono la base informativa fondamentale per verificare gli obiettivi di qualità fissati dagli artt. 76 e 77 del D.Lgs.152/06 e per valutare gli effetti indotti dal Piano di Tutela delle Acque previsto dagli strumenti normativi.

La rete di monitoraggio assume anche un ruolo specifico per la verifica dello stato di inquinamento delle acque, in particolare deve essere indirizzata al controllo dello stato naturale, quale ad esempio la verifica della presenza di ferro, manganese, ammoniaca o arsenico, nelle aree a ridotto scambio idrico ove si verifica un carico di ioni metallici dalla matrice solida degli acquiferi.

Anche lo screening analitico è stato differenziato aumentando il carico di analisi per una parte di stazioni ritenute rappresentative degli acquiferi monitorati, diminuendo al contempo alcune misure laddove non si era mai verificata contaminazione antropica, ovvero nelle zone a minor pregio della risorsa idrica.

A pozzi ritenuti di importanza prioritaria, altamente significativi per la qualità delle acque del sistema, viene effettuato uno screening analitico completo che include tutte le determinazioni indicate dal D.Lgs.152/99 e ss.mm.ii.. I parametri da analizzare in prima istanza sono tutti quelli indicati nella Tabella 5.

Ad un secondo gruppo riguardante pozzi di particolare importanza ricadenti in corpi idrici prioritari (conoidi principali) viene applicato uno screening esteso, integrato dalla ricerca delle sostanze prioritarie e pericolose individuate dalla direttiva 2455/2001/CE Tabella 5.

Per i restanti pozzi ricadenti in corpi idrici prioritari viene applicato uno screening analitico parzialmente semplificato Tabella 5.

Per i pozzi ricadenti in corpi idrici di interesse, con stato chimico non di pregio viene applicato uno screening semplificato Tabella 5.

| | | | |
|------------------------------|--|---|----------|
| Semplificato | Temperatura (°C) | Fenoli (µg/l) | Esteso |
| | pH | Pesticidi totali (µg/l) | |
| | Durezza totale (mg/l CaCO ₃) | - Alaclor (µg/l) | |
| | Conducibilità elettrica (µS/cm a 20°C) | - Atrazina (µg/l) | |
| | Bicarbonati (mg/l) | - Clorpirifos (µg/l) | |
| | Calcio (mg/l) | - Diuron (µg/l) | |
| | Cloruri (mg/l) | - Isoproturon (µg/l) | |
| | Magnesio (mg/l) | - Linuron (µg/l) | |
| | Potassio (mg/l) | - Metolacloclor (µg/l) | |
| | Sodio (mg/l) | - Molinate (µg/l) | |
| | Solfati (mg/l) come SO ₄ | - Oxadiazon (µg/l) | |
| | Nitrati (mg/l) come NO ₃ | - Propanil (µg/l) | |
| | Nitriti (mg/l) come NO ₂ | - Simazina (µg/l) | |
| | Ossidabilità (Kubel) | - Terbutiazina (µg/l) | |
| | Ione ammonio (mg/l) come NH ₄ | - Trifluralin (µg/l) | |
| | Ferro (µg/l) | - Tiobencarb (µg/l) | |
| | Manganese (µg/l) | Metilterbutiletere (µg/l) | |
| | Arsenico (µg/l) | Etilterbutiletere (µg/l) | |
| | Boro (µg/l) | Altre Sostanze pericolose Decisione 2455/2001/CE | |
| | Cromo tot. (µg/l) | Alluminio (µg/l) | Completo |
| | Fluoruri (µg/l) | Antimonio (µg/l) | |
| | Nichel (µg/l) | Argento (µg/l) | |
| | Piombo (µg/l) | Bario (µg/l) | |
| | Rame (µg/l) | Berillio (µg/l) | |
| | Zinco (µg/l) | Cadmio e composti (µg/l) | |
| | Escherichia Coli (UFC) | Cromo VI (µg/l) | |
| | Aereomonas (UFC) | Mercurio e composti (µg/l) | |
| Parzialmente semplificato | Composti alifatici alogenati totali (µg/l) | Selenio (µg/l) | |
| | - 1,2-dicloroetano (µg/l) | Benzene (µg/l) | |
| | - Trielina (µg/l) | Cianuri (µg/l) | |
| | - Percloroetilene (µg/l) | IPA totali (µg/l) | |
| | - Tetracloruro di Carbonio (µg/l) | Cloruro di vinile (µg/l) | |
| | - Cloroformio (µg/l) | | |
| | - Metilcloroformio (µg/l) | | |
| | - Diclorobromometano (µg/l) | | |
| | - Dibromoclorometano (µg/l) | | |

Tabella 5 – Screening analitici da effettuare per ciascun gruppo di pozzi.

L'analisi idrochimica delle acque di falda viene effettuata attraverso la valutazione delle distribuzioni areali di alcuni parametri monitorati, che descrivono il chimismo di base dell'acquifero, e di alcune sostanze inquinanti di origine antropica che influiscono in modo significativo sulla qualità dell'acquifero; viene eseguita, inoltre, anche la misura del livello piezometrico al fine di valutarne gli aspetti quantitativi.

CARATTERIZZAZIONE IDROCHIMICA

Di seguito si riportano le descrizioni delle distribuzioni spaziali dei principali parametri analizzati e le rappresentazioni cartografiche maggiormente rappresentative dell'acquifero modenese. Le rappresentazioni cartografiche riguardanti la distribuzione areale dei diversi parametri indagati sono riportate in allegato.

Temperatura

Si rileva una contenuta escursione termica, indice di un buon equilibrio dinamico degli acquiferi profondi. La variazione termica rilevata nel 2006 oscilla da un minimo di 13°C ad un massimo di 19°C, coerentemente con quanto rilevato negli anni passati (Figura 48).

Conducibilità elettrica specifica.

Indice del contenuto salino delle acque (Figura 49), differenzia chiaramente le aree influenzate dal fiume Secchia (1000-1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) da quelle alimentate dal fiume Panaro (600-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Gli alti valori di salinità riferiti alla bassa pianura (fino a oltre 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sono essenzialmente riconducibili ad una diffusione delle salamoie di fondo sino alla superficie ed in misura minore alla mobilitazione ionica causata dall'ambiente riducente.

Durezza

Si attesta mediamente su valori elevati (40-60°F); nella conoide del fiume Secchia è causata dalla permeazione delle acque salso-solfate di Poiano, mentre nella zona intermedia dell'alta pianura si segnalano concentrazioni ancora più rilevanti per effetto dell'azione della CO_2 di origine batterica su materiale calcareo. Si sottolinea come in questa area il dilavamento del terreno agrario porti al concomitante incremento dei bicarbonati, nitrati e durezza. Le acque sotterranee dell'acquifero sotteso al fiume Panaro evidenziano, almeno fino all'altezza della zona di dispersione del corpo idrico ed in sponda idrografica destra, valori contenuti di durezza, coerenti ai livelli del fiume (30-40° F). Allontanandoci dal corpo idrico, causa la presenza di cave di ghiaia ed i conseguenti rilevanti apporti dalla superficie topografica, si registrano significativi livelli di durezza. In sponda idrografica sinistra l'ambito di influenza del fiume è ancora meno evidente, in relazione ad un pregresso, ma ancora influente, effetto di inquinamento (Spilamberto, anno 1977, infiltrazione di sostanze acide).

Oltre il fronte delle conoidi, a seguito delle mutate condizioni di pH e del potenziale redox (Eh), si attivano processi di precipitazione ed adsorbimento del calcio come ossido, con conseguente diminuzione dei livelli di durezza. Negli acquiferi sottesi al dominio del Po si incrementa raggiungendo valori elevati (anche oltre i 65 °F), riconducibili ad acque evolute che nel tempo, a seguito di processi di scambio ionico, hanno subito modificazioni della facies idrochimica (Figura 50).

Solfati e Cloruri

Questi due parametri presentano un andamento analogo (Figura 51 e Figura 52), direttamente correlabile all'alimentazione e all'idrochimica fluviale dei due corpi idrici superficiali principali (fiume Secchia: Solfati e Cloruri maggiori di 100-150 mg/l; fiume Panaro: Solfati al di sotto dei 60 mg/l e Cloruri inferiori a 20-40 mg/l). Nella media pianura, a seguito delle condizioni redox degli acquiferi, si riscontra una netta diminuzione della concentrazione dei Solfati (forme ridotte dello Zolfo). Nella bassa pianura è evidente la miscelazione delle acque salate con le falde acquifere dolci, ben rilevata dalle elevate concentrazioni dei cloruri (Solfati 100-240 mg/l, Cloruri 100-180 mg/l).

Sodio e Potassio

L'andamento delle isocone del sodio riflette quanto osservato per i cloruri (Figura 53). E' da segnalare come questo catione possa essere considerato, per ambedue le conoidi dei fiumi principali (isolinea corrispondente a 80 mg/l per il fiume Secchia e 40 mg/l per il fiume Panaro), come un efficace tracciante per la valutazione dell'area di influenza dei due corpi idrici sulla qualità

delle acque di falda. Ciò in conseguenza del limitato apporto di sodio da parte delle acque di infiltrazione permeanti dalla superficie topografica.

Il contenuto di Potassio nelle acque sotterranee si attesta su valori medi di 1,5-2,5 mg/l, con valori massimi difficilmente superiori ai 6 mg/l. L'andamento delle isocone risulta comunque irregolare e scarsamente significativo (Figura 54).

Composti azotati

Le procedure di classificazione delle acque sotterranee, in base al D.Lgs. 152/99, assegnano una particolare incidenza al parametro nitrati al fine della valutazione dello "stato chimico" e dello "stato ambientale" delle acque. I nitrati sono responsabili in buona parte del territorio della Regione Emilia Romagna ed in particolare nell'area occidentale, dello scadimento della classificazione qualitativa delle acque sotterranee. Ciò ad indicare una problematica diffusa, la cui soluzione non pare imminente vista la complessità della stessa e stante anche l'inerzia propria dei sistemi idrici sotterranei nell'evidenziare variazioni a seguito delle azioni messe in atto. La scala temporale, per valutare l'efficacia degli interventi adottati, può risultare pari anche a decine di anni. L'eccesso di apporti di sostanze azotate generalizzato su tutta la superficie topografica, l'immagazzinamento di azoto nello strato insaturo tra superficie topografica e tavola d'acqua (soggetto a successivi veicolazione per dilavamento) ed infine il rilevante sfruttamento degli acquiferi ha contribuito in modo significativo alla presenza dei nitrati (spesso oltre il limite dei 50 mg/l) nelle acque di falda (Figura 55 e Figura 56). Come risulta evidente dalle carte delle isocone, si registrano sensibili incrementi di nitrati nelle aree più lontane dalle aste fluviali principali, in cui viene a mancare l'azione di diluizione favorita dalle acque a bassa concentrazione di nitrati dei fiumi (nitrati inferiori a 5 mg/l nel tratto disperdente montano - collinare).

Il confronto con gli andamenti delle isocone dei nitrati rilevati nel biennio precedente 2003-2004, rileva un incremento del fronte dei 25 mg/l verso l'area sud-ovest di Modena e quindi verso i campi acquiferi di Cognento, e nell'area compresa tra la conoide del fiume Panaro e del torrente Samoggia. Il fronte dei 50 mg/l tende a spostarsi verso ovest nella conoide del fiume Secchia, ampliando l'areale con concentrazioni superiori al limite di potabilità, e ad est verso il confine bolognese. L'analisi su un arco temporale più ampio, dal 1994 al 2006 (Figura 57 e Figura 58), evidenzia l'incremento critico dei nitrati verso l'area di media pianura, mostrando con indubbia chiarezza uno scadimento qualitativo durante questo periodo.

Oltre il fronte delle conoidi, in corrispondenza di acquiferi a bassa trasmissività, le condizioni redox dell'acquifero favoriscono inizialmente la qualità delle acque sotterranee per la progressiva scomparsa delle forme azotate. Successivamente si rileva la presenza di Azoto ammoniacale che assume concentrazioni significative nell'area più a nord della bassa pianura, la cui origine è riconducibile alle trasformazioni biochimiche delle sostanze organiche diffuse o concentrate sottoforma di torba nel serbatoio acquifero (Figura 61).

Ferro e Manganese

La presenza di entrambi gli elementi è correlata alle condizioni di basso potenziale redox e quindi acquiferi a bassa permeabilità o alimentati prevalentemente dalla superficie topografica (Figura 62 e Figura 63). Conseguentemente si riscontrano livelli significativi nella media e bassa pianura e nell'area delle conoidi dei torrenti minori, spesso associati a presenza di ammoniaca. Il ferro viene solubilizzato per alterazione dei minerali ferro-magnesiaci e ferriferi ad opera di organismi riducenti sul terreno agrario. E' la sua forma ridotta (Fe^{++}) ad essere solubile, mentre allo stato ossidato (Fe^{+++}) precipita conferendo alle acque la caratteristica colorazione giallo-rossastra. Da un punto di vista organolettico, il ferro conferisce un sapore metallico astringente. La valutazione congiunta della distribuzione spaziale dei due parametri indica una loro non correlazione, sebbene entrambi si mobilizzino in ambienti riducenti (il manganese sembra più caratteristico delle acque di recente infiltrazione che non di quelle più antiche). A conferma si segnala, nell'area delle conoidi dei torrenti minori, una evidente prevalenza dell'area di influenza del manganese rispetto ad una pari presenza di ferro che viceversa costituisce l'elemento maggiormente caratterizzante la piana

alluvionale appenninica e delizia.

Boro

Sulla base di quanto si può dedurre dalla distribuzione areale di questo elemento, la presenza è correlabile alla matrice argilloso-limosa del serbatoio acquifero. Nell'area pedecollinare nell'intorno di Sassuolo, anche per l'anno 2006, si è riscontrato un leggero decremento del livello del boro che dovrà essere valutato nel tempo (Figura 64).

Composti organo-alogenati volatili.

Se ne evidenzia una distribuzione pressoché ubiquitaria nella zona pedecollinare (Figura 65), causata, in un'area ad elevata permeabilità, dall'intensa pressione antropica di diffusi insediamenti industriali-artigianali. Per l'anno 2006, si riscontra un restringimento dell'area interessata dall'inquinamento di composti organo-alogenati rispetto a quanto rilevato nel 2004; in particolare si segnala la presenza di tricloroetilene e tetracloroetilene (Figura 66 e Figura 67).

Metalli

La ricerca di numerosi metalli quali Cadmio, Cromo, Cobalto, Nichel, e Mercurio ha evidenziato in alcuni casi la presenza a livelli di concentrazione inferiori al valore soglia della tabella 20 dell'allegato 1 del D.Lgs. 152/99 e della tabella dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/06 e quindi a livelli di concentrazione ben al di sotto della soglia di attenzione sia ambientale che sanitaria. Per quanto attiene al Piombo la concentrazione di questo elemento, nella quasi totalità dei punti campionati, è inferiore al limite di rilevabilità analitica 2 µg/l.

L'individuazione di tracce di *Arsenico*, in aree della bassa pianura, è riconducibile ad una origine "primaria-profonda", legata ai depositi ad elevato contenuto argilloso o di concentrazione biologica primaria; è comunque da escludersi la possibilità di avvenuta contaminazione antropica.

Fitofarmaci

La ricerca di oltre 80 principi attivi nelle acque sotterranee della rete Regionale oltre che sui pozzi di alimentazione acquedottistica presenti nel territorio provinciale, per il 2006 non ha evidenziato la presenza di fitofarmaci, in concentrazione superiore al limite di rilevabilità strumentale, in nessun pozzo della rete regionale.

IPA e fenoli

Non si è evidenziata la presenza di Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) e di fenoli in nessun pozzo della rete di monitoraggio.

I NITRATI NELLE ACQUE SOTTERRANEE

I dati relativi ai monitoraggi effettuati sulle reti Regionale e Provinciale hanno confermato il trend in crescita delle concentrazioni di nitrati, nell'area di alta pianura, relativa alle conoidi dei fiumi Secchia e Panaro e del torrente Tiepido.

Le fonti principali che contribuiscono all'incremento di nitrati nelle falde sono riconducibili prioritariamente ai settori civile (dispersione dalla rete fognaria, trattamenti depurativi senza denitrificazione, ecc.), agricolo e zootecnico (spandimento dei liquami zootecnici in quantitativi superiori alle esigenze colturali). L'apporto diretto al suolo di Azoto ha portato alla presenza di concentrazioni di nitrati superiori ai 50 mg/l in vaste aree del territorio, in cui tendenzialmente prevale l'alimentazione diretta della falda dalla superficie. I fattori intrinseci, dovuti all'elevata vulnerabilità dell'area ed ai fenomeni di drenanza, favoriscono il passaggio delle sostanze inquinanti dalla superficie verso la falda acquifera. Nelle aree in cui l'alimentazione prevalente proviene dai corpi idrici superficiali si rilevano generalmente concentrazioni basse, grazie all'azione diluente del fiume. Le dinamiche caratteristiche della migrazione dei nitrati in falda sono contraddistinte da tempistiche lunghe e non ben definite: pertanto i valori registrati dall'attuale

monitoraggio possono rappresentare l'effetto di un inquinamento anche molto pregresso nel tempo.

Il risanamento delle falde risulta essere un problema estremamente complesso che richiede interventi mirati localmente, con tempi di risposta, per i motivi succitati, dell'ordine anche di decine di anni.

Il continuo monitoraggio quali-quantitativo della falda acquifera, associato al monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali, permette di effettuare una lettura complessiva dell'ambiente idrico e, attraverso l'uso della modellistica, di valutare l'evoluzione dei fenomeni anche in relazione alle politiche di risanamento intraprese, al fine di ricalibrare le azioni da adottare.

Nel territorio modenese la presenza di nitrati nella falda acquifera risulta oggi il principale elemento antropico di scadimento qualitativo delle acque sotterranee, interferendo sull'utilizzo della risorsa ai fini acquedottistici.

Nonostante il problema dell'incremento dei nitrati nelle falde sia stato riconosciuto già dal 1989 e gli organi istituzionali regionali e provinciali abbiano elaborato proposte di Piani per il risanamento di aree ad elevato rischio ambientale, la questione risulta, ancora ad oggi, in generale continuo peggioramento.

Nel 2002, la Provincia di Modena ha approvato con D.G.P. n°465 del 12-11-2002, un documento *"Proposte di provvedimenti volti alla riduzione della concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee ed alla riduzione del consumo idrico in Provincia di Modena"*, in cui sono state presentate una serie di misure finalizzate al contenimento dei carichi di azoto sversati sul territorio: esse interessavano il comparto civile (reti fognarie e impianti di depurazione) ed il comparto zootecnico, attraverso la regolamentazione degli spandimenti, e un maggior controllo sugli allevamenti e sulle pratiche di spandimento.

Si segnala inoltre l'istituzione di un gruppo di lavoro denominato "Tavolo nitrati", avvenuto contestualmente all'adozione della Variante al PTCP in attuazione del PTA (D.C.P. n.110 del 18/07/07), la cui attività sarà funzionale all'individuazione di proposte di interventi strutturali e non, finalizzati proprio al risanamento delle acque sotterranee. Il "Tavolo Nitrati" dovrà contribuire alla redazione tempestiva di un vero e proprio "Piano di risanamento delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato dai nitrati". Il gruppo di lavoro è costituito dai rappresentanti di alcuni Enti portatori di interesse:

- Amministrazione Provinciale (Assessorato Ambiente e Assessorato Agricoltura);
- Regione Emilia Romagna;
- ARPA - Sezione Provinciale;
- Agenzia d'Ambito per i servizi pubblici di Modena;
- gestori del Servizio Idrico Integrato operanti nei territori colpiti dall'inquinamento da nitrati: Hera Modena e SAT;
- associazioni agricole;
- esperti del settore nonché altri soggetti coinvolti nelle pratiche agro-zootecniche.

Ad integrazione di quanto riportato nel capitolo precedente, relativo alla distribuzione dei principali parametri monitorati nelle acque di falda, si è effettuata un'analisi di dettaglio relativa alla tematica in oggetto, riportando alcuni degli andamenti temporali delle concentrazioni di nitrati rilevati in alcuni pozzi appartenenti alle reti di monitoraggio.

Per ciascuna conoide principale sono state rappresentate cartograficamente le distribuzioni areali delle concentrazioni dei nitrati rilevate dal monitoraggio, oltre all'andamento temporale della variazione della concentrazione media e della variazione dei valori al 10°, 25°, 75° e 90° percentile.

A completamento del quadro conoscitivo si riporta inoltre un'analisi degli andamenti temporali delle concentrazioni di nitrati rilevate nei pozzi ad uso acquedottistico fornite dagli Enti Gestori competenti.

CONOIDE FIUME PANARO

La distribuzione areale e puntuale dei nitrati (Figura 6) mostra una diminuzione delle concentrazioni in prossimità del fiume Panaro dovuta, come già detto in precedenza, alla componente di alimentazione del fiume stesso che esplica un effetto di diluizione nei confronti dell'acqua di falda.

Nelle aree più lontane dal fiume si riscontra sia in destra che sinistra Panaro, un aumento delle concentrazioni di nitrati, soprattutto nell'area tra le località Piumazzo e Cavazzona in destra e tra San Vito e Castelnuovo Rangone in sinistra idrografica.

Come si può notare dai grafici riportati in Figura 6, il pozzo MO55-00 ubicato nelle vicinanze del fiume Panaro, presenta costantemente basse concentrazioni di nitrati grazie all'effetto diluente del fiume. Allontanandosi dal corso d'acqua, dove l'alimentazione proveniente dalla superficie prevale su quella del fiume, le concentrazioni di nitrati risultano in aumento, fino a raggiungere valori elevati significativamente al di sopra dei 50 mg/l, limite di potabilità (pozzo MO29-00).

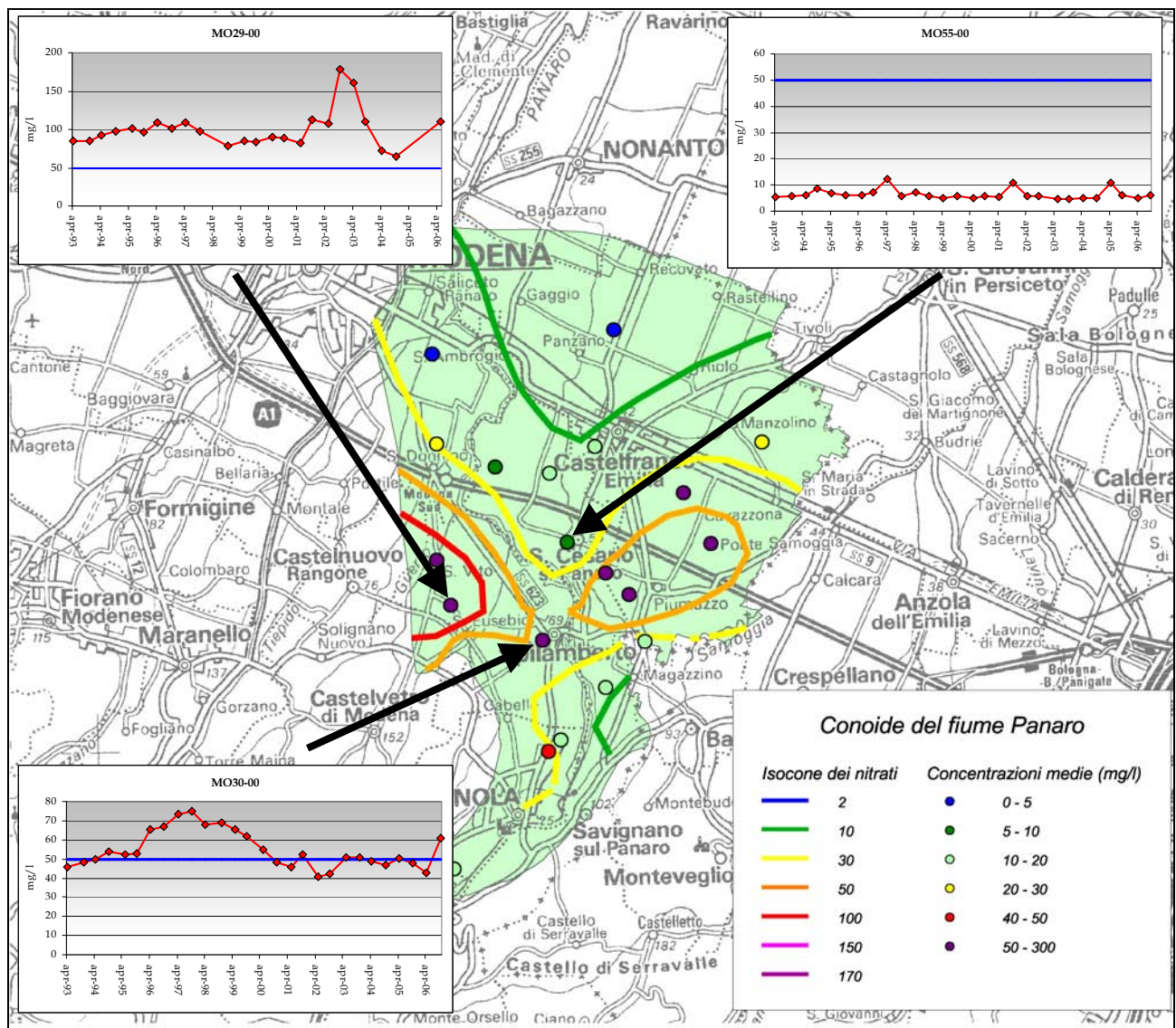


Figura 6 - Distribuzione areale e puntuale delle concentrazioni di nitrati nella conoide del fiume Panaro - media anno 2006.

Complessivamente nella conoide del Panaro l'andamento del valore medio risulta stazionario e lievemente in calo nell'ultimo quadriennio (Figura 7). L'andamento dei percentili (Figura 8), mette in risalto l'elevata e perdurante variabilità delle concentrazioni dei pozzi monitorati gravitanti nella conoide, che comunque risulta inferiore a quanto registrato fino al 2000.

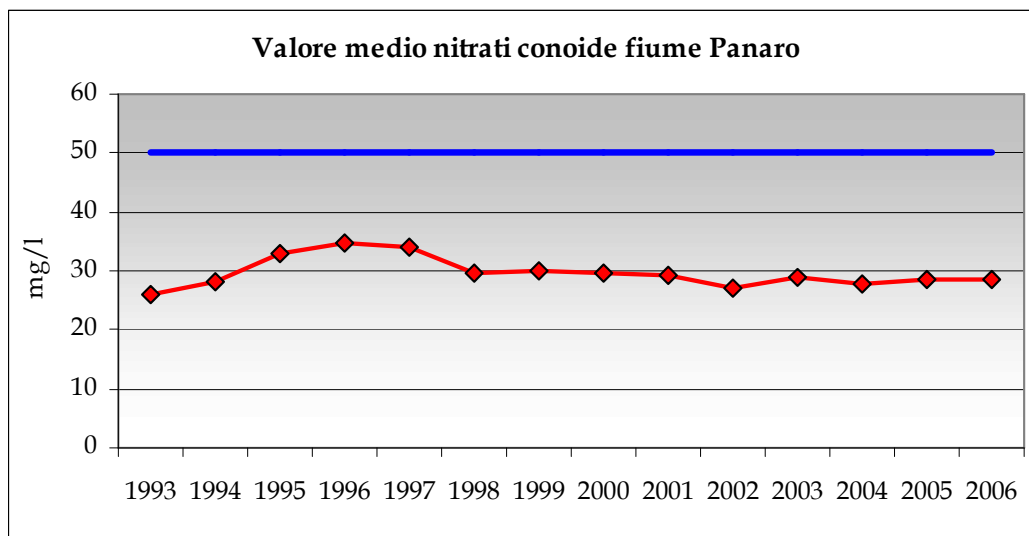


Figura 7 – Variazione della concentrazione media di nitrati nella conoide del fiume Panaro.

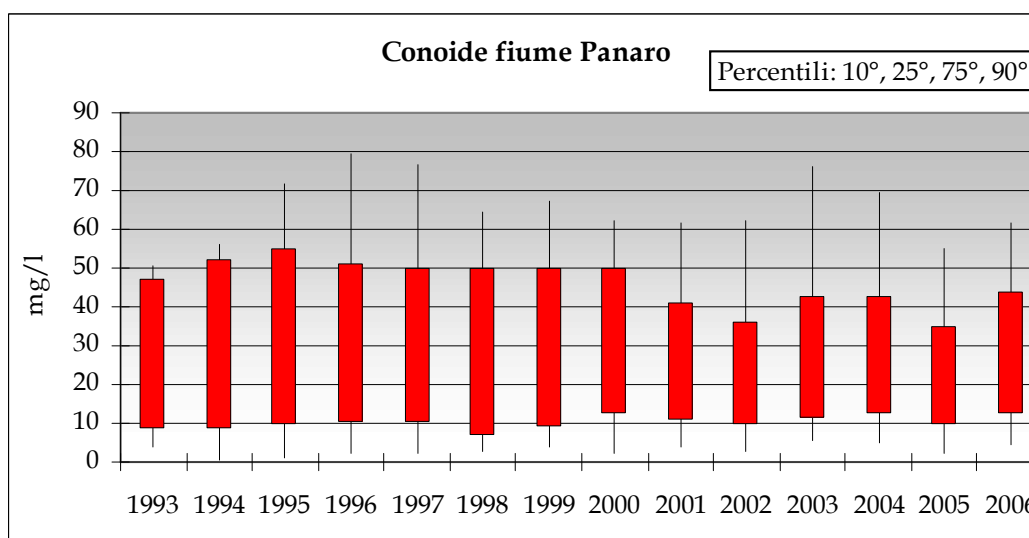


Figura 8 – Variazione della concentrazione dei nitrati nella conoide del fiume Panaro: andamento dei percentili 10°, 25°, 75° e 90°.

CONOIDE DEL FIUME SECCHIA

Da quanto riportato in Figura 9, la distribuzione areale dei nitrati evidenzia elevate concentrazioni di nitrati nella porzione orientale della conoide del Secchia e nell'intera conoide del Tiepido. La porzione di conoide prossima al fiume Secchia rileva concentrazioni di nitrati inferiori ai 50 mg/l, grazie all'azione alimentante del fiume che risulta prevalente rispetto all'azione drenante dalla superficie.

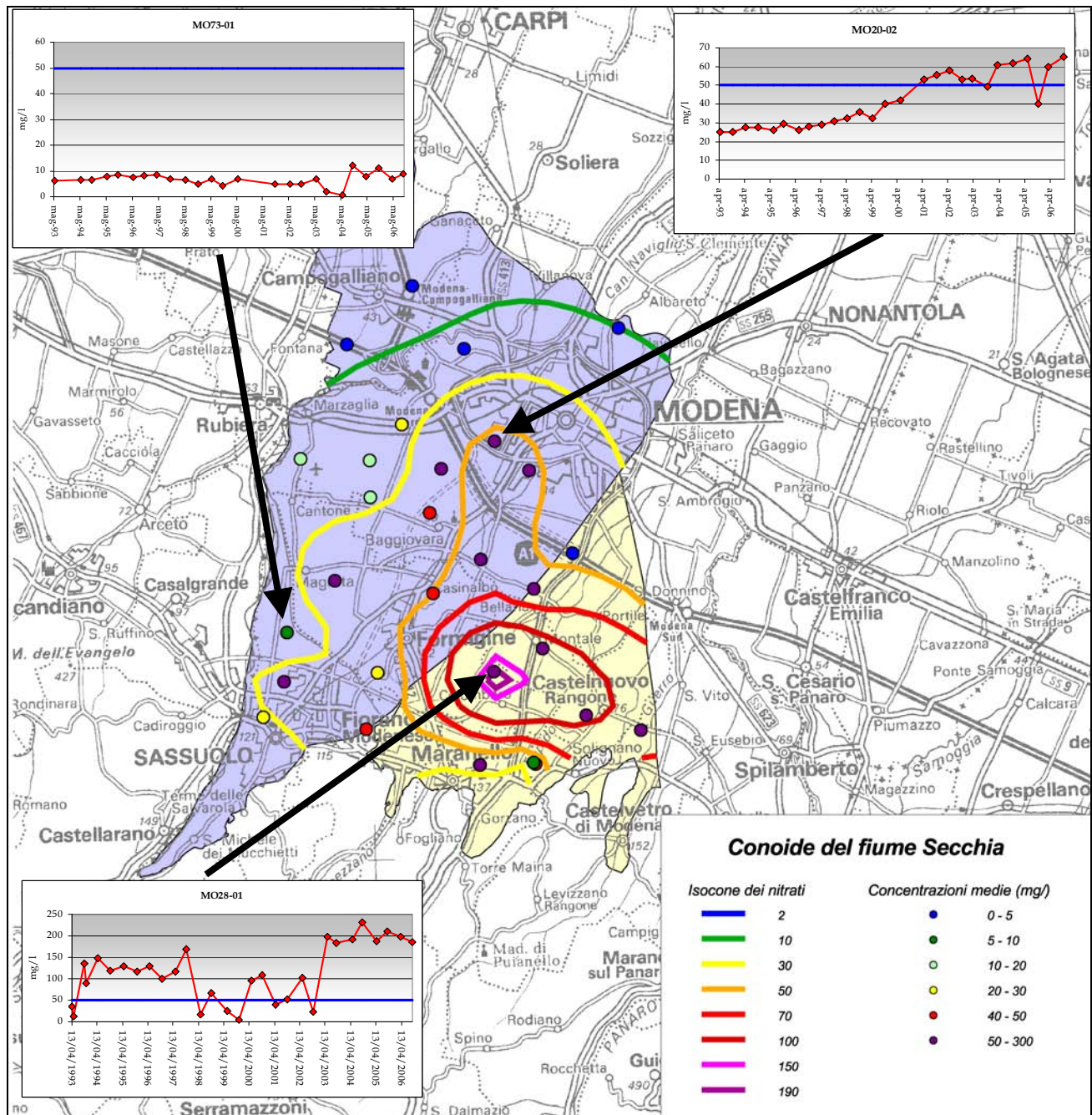


Figura 9 - Distribuzione areale e puntuale delle concentrazioni di nitrati nella conoide del fiume Secchia - media anno 2006.

La situazione qualitativa degli acquiferi rilevata nella conoide del Secchia risulta essere più compromessa rispetto alla conoide del fiume Panaro. Nella Figura 9 si può osservare l'andamento

spazio-temporale delle concentrazioni di nitrati: a variazioni contenute nel tempo, tipiche delle zone apicali (pozzo MO73-01), si contrappongono variazioni graduali e con trend incrementali verso le parti distali (pozzo MO20-02). In particolare nella porzione distale, ai margini della conoide dei torrenti minori, gli effetti dei pompaggi di acqua sotterranea influiscono sull'equilibrio fra l'influenza delle acque di scarsa qualità, proprie delle zone delle conoidi minori, nei confronti dell'area riferita all'alimentazione del fiume Secchia, causando la propagazione e il costante incremento dei nitrati.

In conoide distale, verso la piana alluvionale, data la presenza di facies idrochimiche riducenti e una ridotta circolazione idrica, l'azoto è presente in forma ridotta ammoniacale. Nella conoide del torrente Tiepido connotato da una alta vulnerabilità e in cui prevale l'alimentazione proveniente dalla superficie, si rilevano significative concentrazioni di nitrati con elevata variabilità interannuale (pozzo MO28-01).

Complessivamente nella conoide del Secchia si riscontra un trend di concentrazioni medie di nitrati in aumento (Figura 10), circa 0,45 mg/l per anno. L'andamento dei percentili, rileva una maggior variabilità delle concentrazioni registrate rispetto alla conoide del Panaro, con un aumento delle differenze tra i valori minimi e i valori massimi (Figura 11).

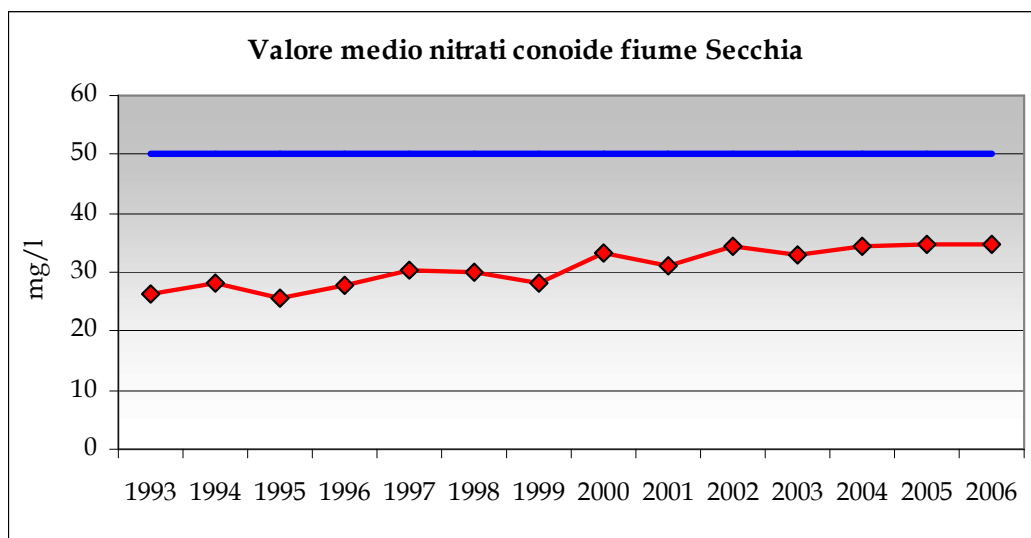


Figura 10 - Variazione della concentrazione media di nitrati nella conoide del fiume Secchia.

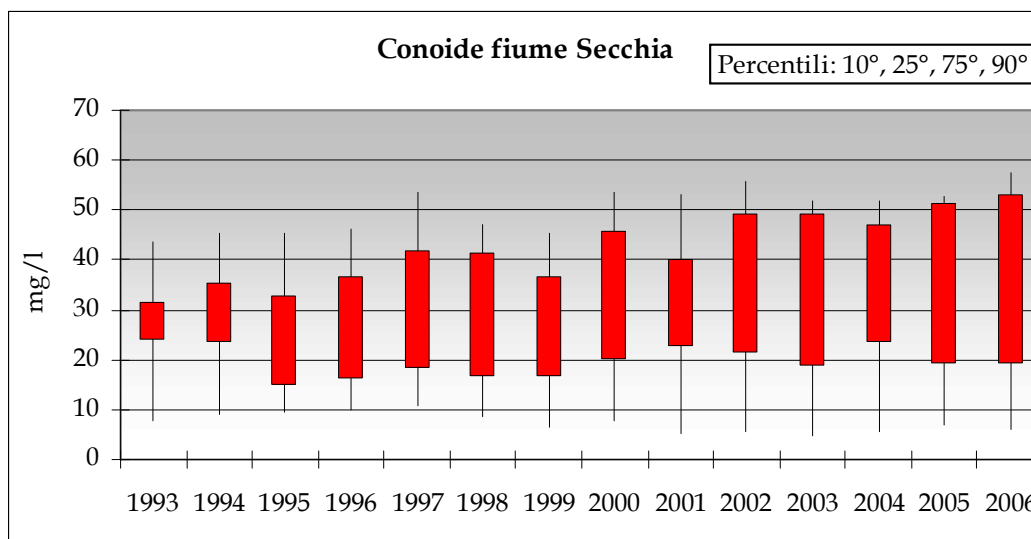


Figura 11 -Variazione della concentrazione dei nitrati nella conoide del fiume Secchia: andamento dei percentili 10°, 25°, 75° e 90°.

Significativamente più elevata risulta la variabilità interannuale delle concentrazioni di nitrati rilevati nelle falde della conoide del torrente Tiepido, venendo a mancare l'effetto "tampone" proprio delle acque di migliore qualità quali i corpi idrici principali fiumi Secchia e Panaro. L'andamento dei valori medi annui (Figura 12) evidenzia, per gli ultimi anni di monitoraggio, un lieve decremento delle concentrazioni medie, dopo una repentina crescita registrata nel biennio 2002-2003 dell'ordine dei 10-20 mg/l.

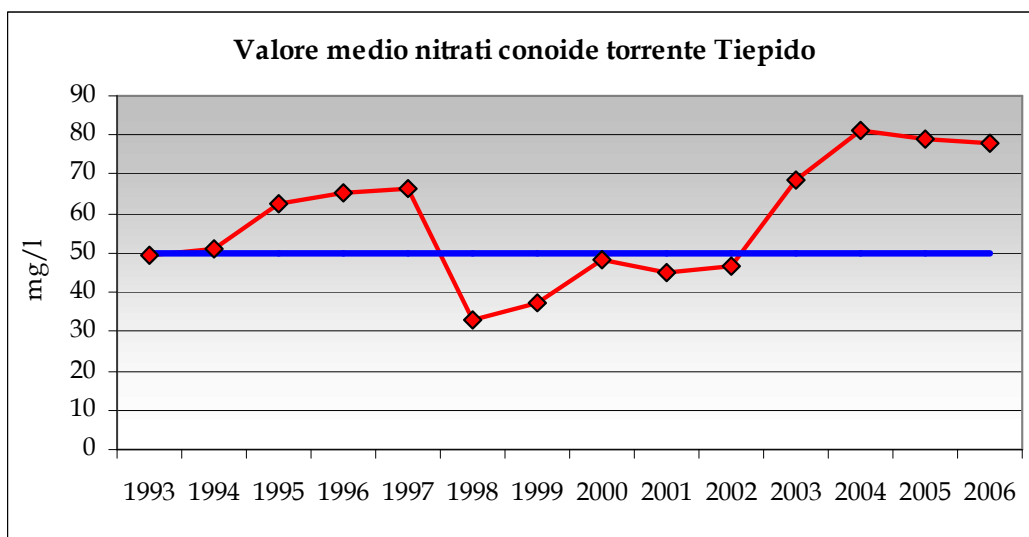


Figura 12 - Variazione della concentrazione media di nitrati nella conoide del torrente Tiepido.

Dal grafico relativo all'andamento dei percentili (Figura 13) si evidenzia anche una elevata variabilità anche tra valori minimi e massimi; i valori massimi raggiungono ampiamente i 120-140 mg/l.

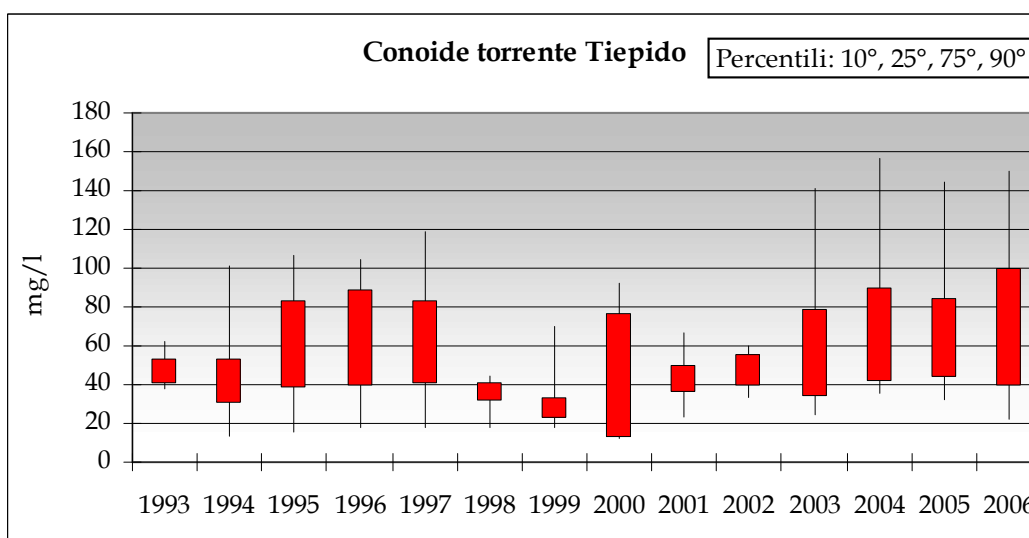


Figura 13 -Variazione della concentrazione dei nitrati nella conoide del torrente Tiepido: andamento dei percentili 10°, 25°, 75° e 90°.

I NITRATI NEI POZZI AD USO ACQUEDOTTISTICO

Al fine di effettuare un inquadramento più esaustivo della problematica relativa al livello di concentrazione dei nitrati nelle acque di falda, sono state riportate le elaborazioni effettuate sui parametri sia qualitativi che quantitativi dei pozzi ad uso idropotabile gravitanti sul territorio modenese.

Dall'analisi valutativa emerge una sostanziale assonanza a quanto registrato dalla rete di monitoraggio. Ciò risulta particolarmente evidente nell'area di Modena Sud in cui si registra l'influenza delle acque di scarsa qualità proprie della zona delle conoidi minori. L'area di alimentazione del fiume Secchia è invece caratterizzata da livelli di nitrati sensibilmente inferiori, confermati anche dai dati rilevati nei campi acquiferi di Maranello e Formigine.

Criticità si rilevano anche a S. Cesario sul pozzo D5, anche se in netto miglioramento qualitativo, pesantemente compromesso dalla propagazione del pennacchio causato dell'inquinamento pregresso e datato della SIPE Nobel di Spilamberto, e dei "pozzi 1 e 2" di Spilamberto e "rurale 2" di Piumazzo per fenomeni di inquinamento diffuso. Livelli di attenzione anche per i pozzi HERA denominati "Pozzo B" e "S. Eusebio" di Castelvetro e "n° 6 e 7" di Vignola, che risultano prossimi ai 40 mg/l.

Nel campo acquifero di Cognento, caratterizzato da un prelievo complessivo considerevole pari a 18.133.316 mc, costituente il 40% della risorsa idrica erogata a Modena, il trend incrementale si mantiene inalterato, con concentrazioni più che raddoppiate dal 1988 ad oggi. Si riportano i grafici dell'andamento delle concentrazioni dei nitrati per singolo pozzo e i dati di emungimento dai campi acquiferi.

Preme sottolineare che, nonostante il dato medio delle concentrazioni dei nitrati nei campi acquiferi di Cognento sia in continuo incremento, in virtù delle azioni di miscelazione di queste acque con approvvigionamenti da altri campi acquiferi, la concentrazione dei nitrati nelle acque immesse nella rete acquedottistica si attesta su valori inferiori al limite normativo di potabilità dei 50 mg/l (anno 2006: rete di Modena gestita da HERA 24,63 mg/l, rete gestita da AIMAG 23 mg/l).

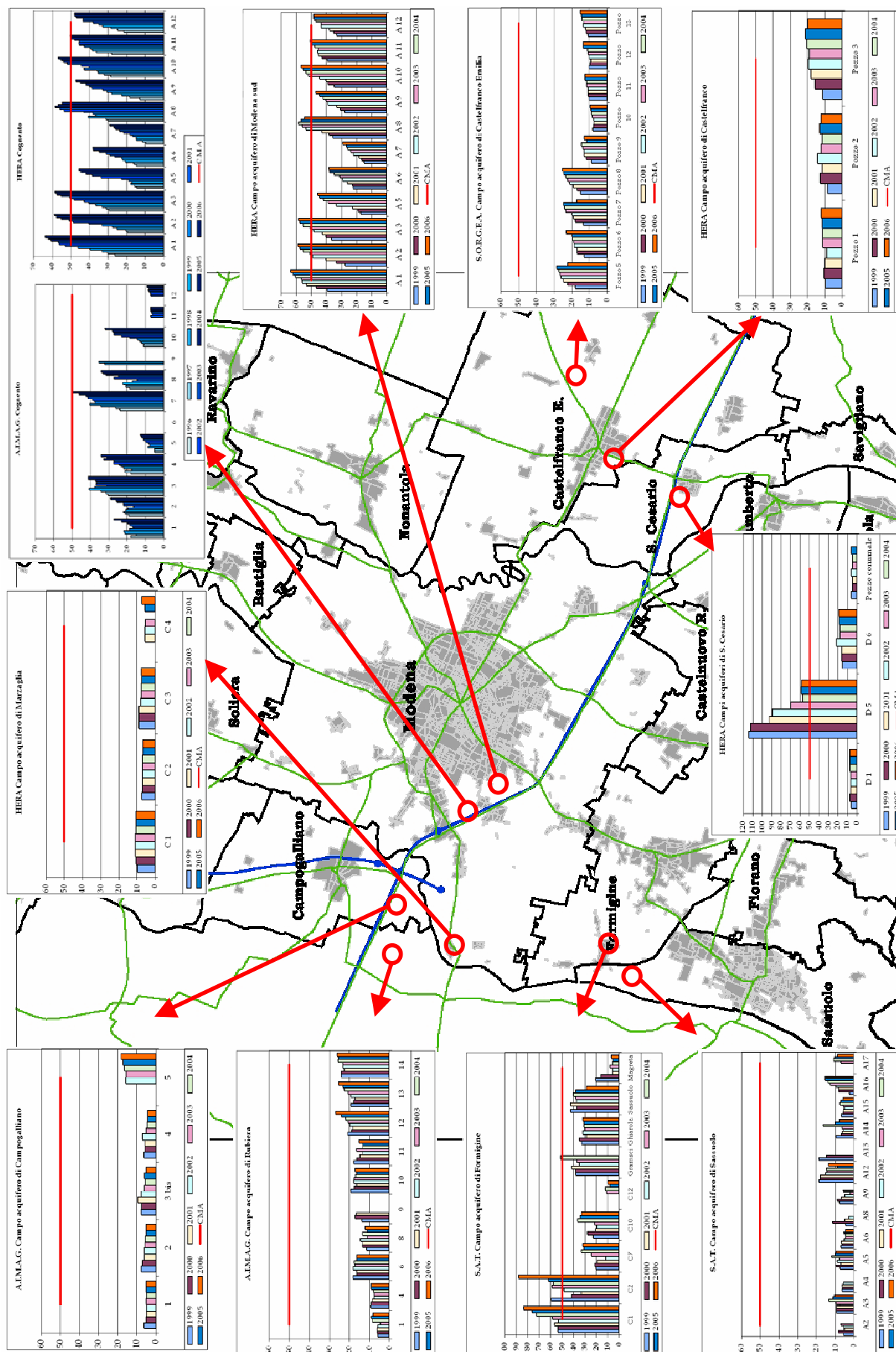


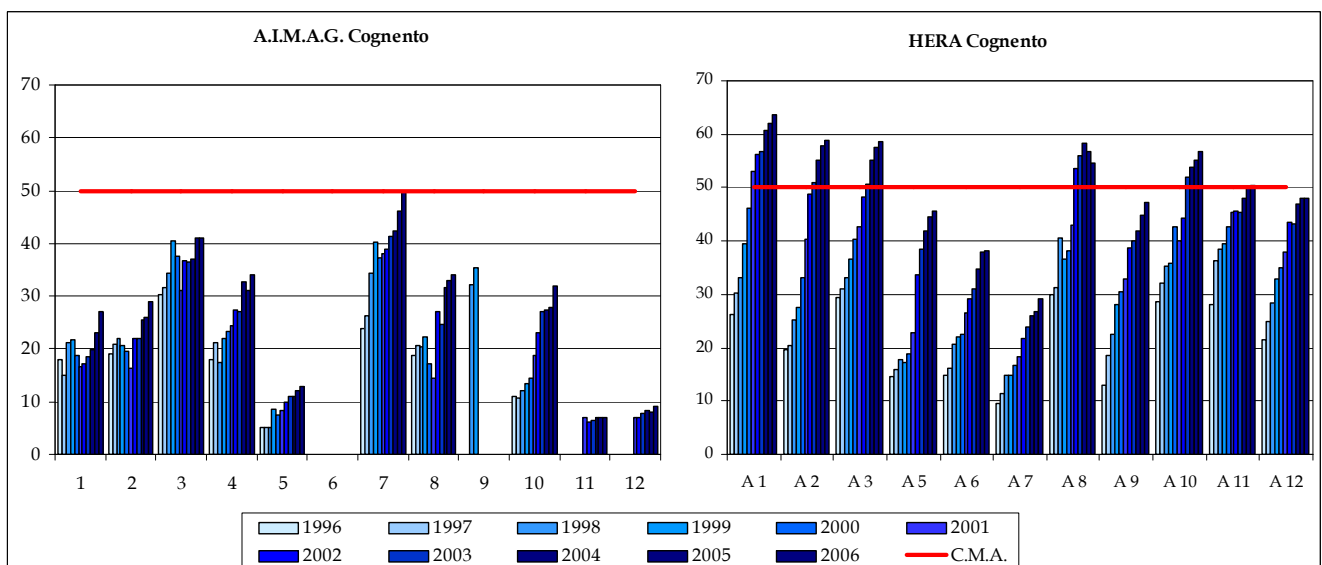
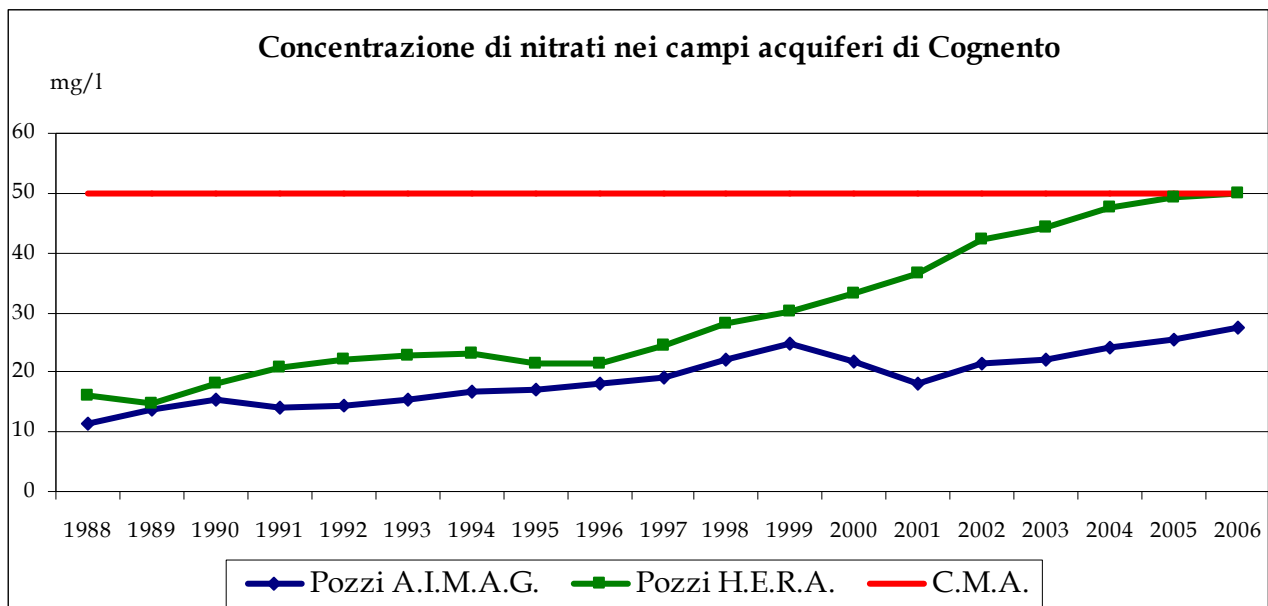
Figura 14 - Livello dei nitrati nei pozzi di approvvigionamento idropotabile.

CAMPO ACQUIFERO DI COGNENTO - CONCENTRAZIONE MEDIA DEI NITRATI (NO₃) IN MG/L

| | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Pozzi A.I.M.A.G. | 11,4 | 13,8 | 15,5 | 14,2 | 14,3 | 15,5 | 16,7 | 17 | 18,05 | 18,94 | 22,16 |
| Pozzi A HERA | 16,2 | 14,8 | 18,1 | 20,7 | 22,05 | 22,9 | 23,3 | 21,4 | 21,4 | 24,4 | 28,2 |

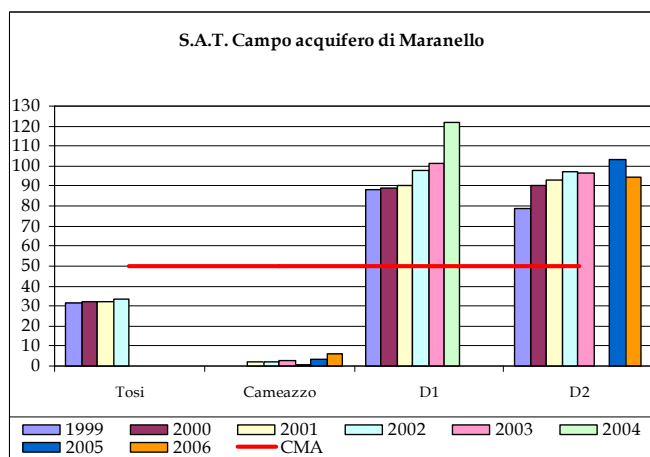
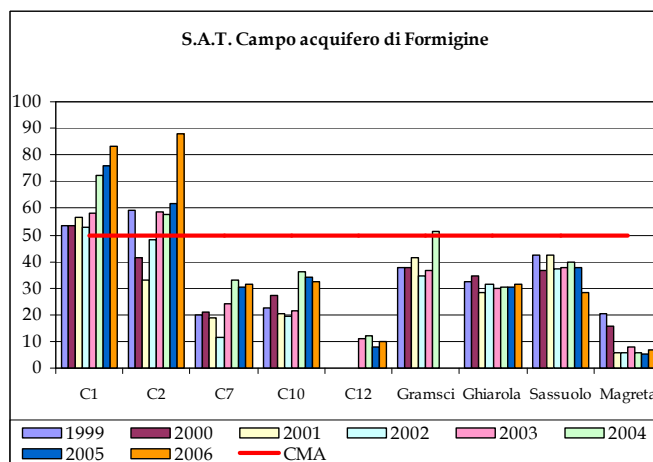
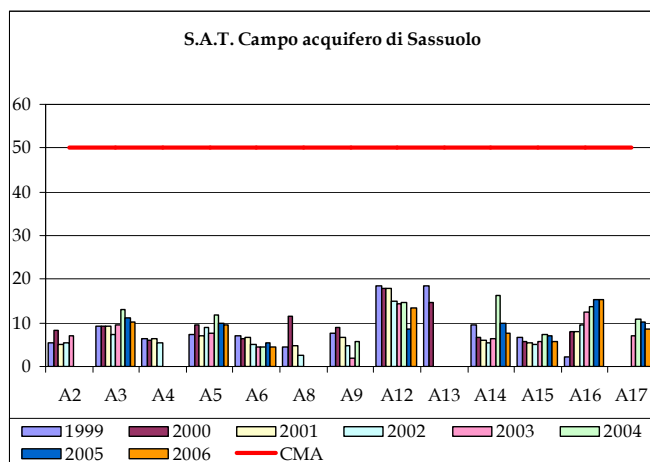
| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Pozzi A.I.M.A.G. | 24,94 | 21,95 | 18,23 | 21,51 | 22,2 | 24,3 | 25,5 | 27,6 |
| Pozzi A HERA | 30,1 | 33,31 | 36,6 | 42,2 | 44,4 | 47,5 | 49,3 | 50,1 |

*La concentrazione media dei nitrati dei campi pozzi di HERA s.p.a. e AIMAG s.p.a. è stata calcolata per anno dai dati di concentrazione media annuale dei singoli pozzi.



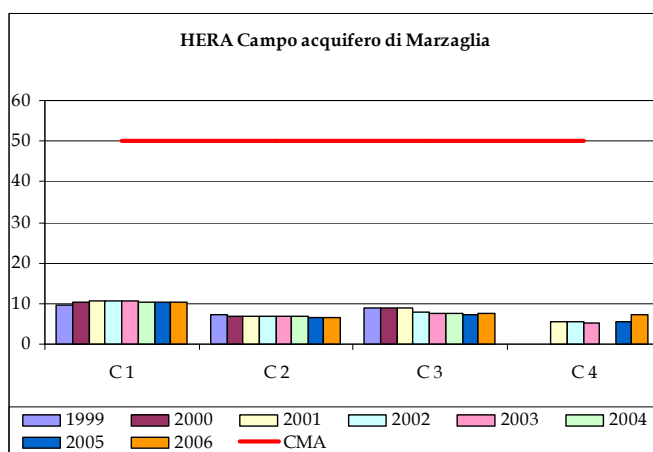
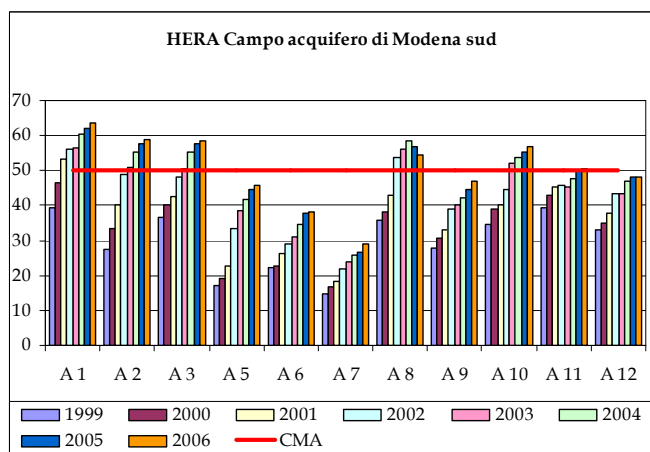
Emungimento medio annuo A.I.M.A.G. ed HERA:

| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------|------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AIMAG | mc | 9.544.300 | 9.390.000 | 8.936.000 | 8.664.005 | 9.170.000 | 9.510.000 |
| HERA | mc | 10.347.296 | 8.378.554 | 8.909.311 | 9.020.813 | 8.963.316 | 9.163.482 |



Emungimento medio annuo SAT Sassuolo, Formigine e Maranello:

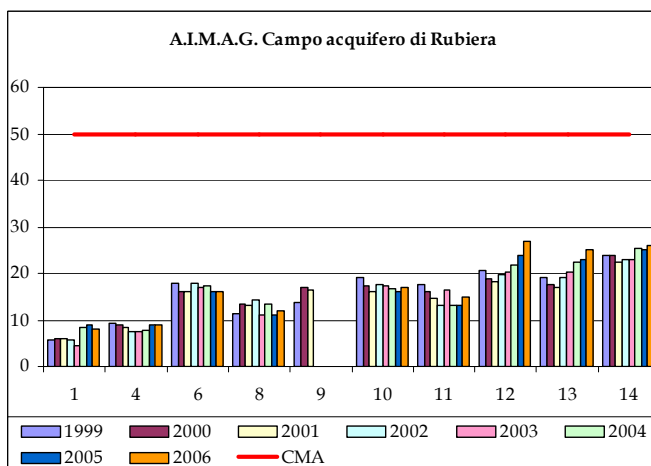
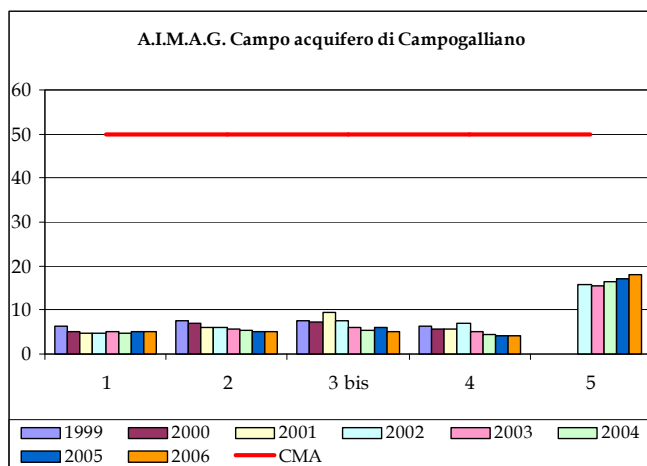
| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Sassuolo | mc | n.t. | n.t. | 5.048.000 | 4.755.000 | 4.671.685 | 5.350.000 |
| Formigine | mc | n.t. | n.t. | 7.711.000 | 7.611.000 | 6.715.203 | 6.800.000 |
| Maranello | mc | n.t. | n.t. | 450.000 | 201.000 | 238.876 | 300.000 |



Emungimento medio annuo HERA Modena sud e Marzaglia:

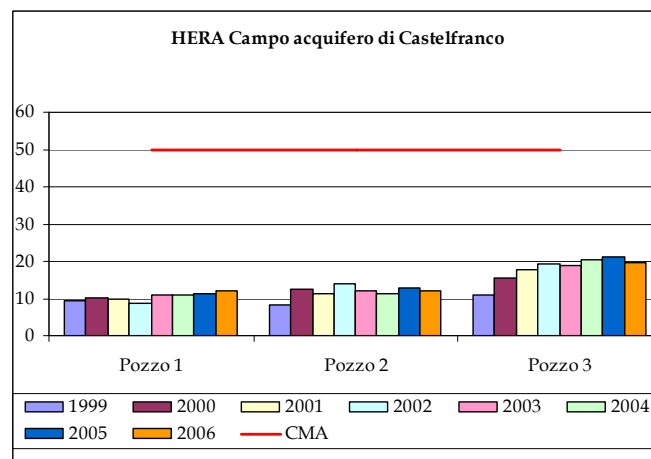
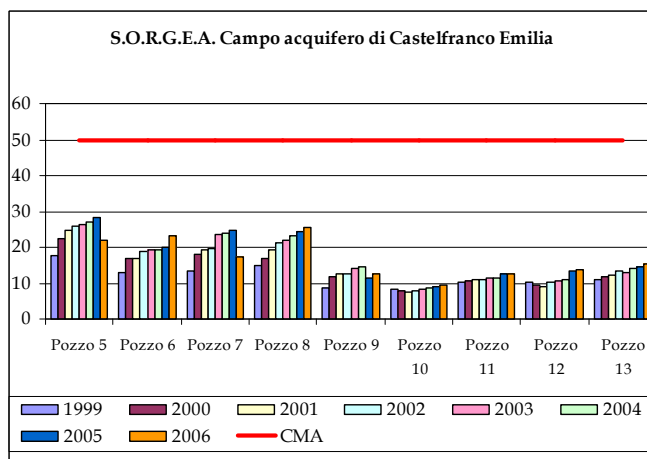
| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------|------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Modena sud | mc | 951.758 | 1.214.364 | 1.463.601 | 1.506.589 | 1.399.937 | 1.537.216 |
| Marzaglia | mc | 8.380.200 | 8.378.232 | 10.358.119 | 10.553.535 | 10.404.713 | 10.136.152 |

n.t.: dati non trasmessi.



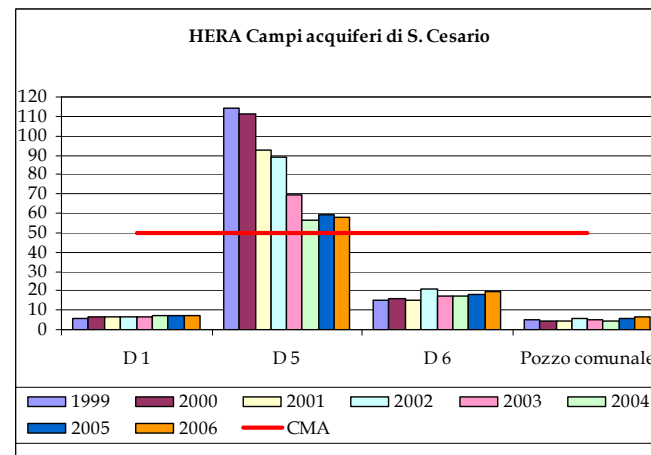
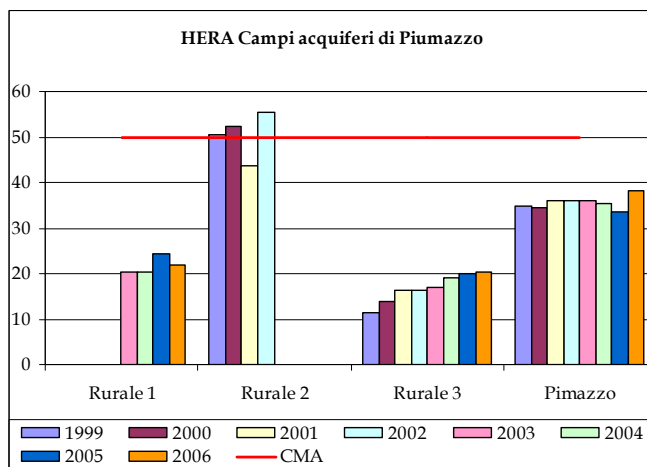
Emungimento medio annuo A.I.M.A.G. Campogalliano e Rubiera:

| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campogalliano | mc | 3.844.000 | 4.473.000 | 3.781.000 | 4.203.304 | 4.430.000 | 4.150.000 |
| Rubiera | mc | 7.793.500 | 7.609.000 | 8.206.000 | 8.570.930 | 7.995.000 | 7.515.000 |



Emungimento medio annuo S.O.R.G.E.A. Castelfranco E. ed HERA Castelfranco E.:

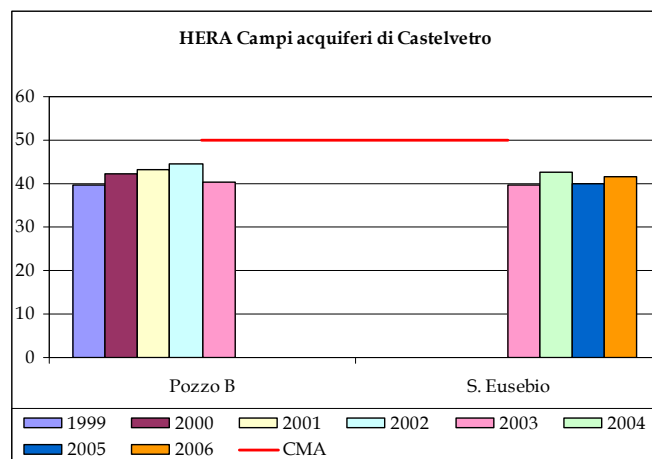
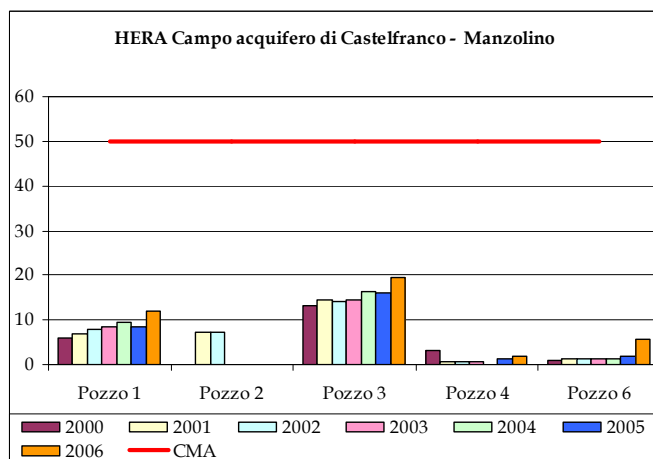
| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| SORGEA Castelfranco E. | mc | n.t. | n.t. | 7.150.000 | 7.300.000 | 7.084.000 | 7.111.006 |
| HERA Castelfranco E | mc | n.t. | 2.659.998 | 2.449.397 | 2.519.452 | 2.472.700 | 2.828.000* |



Emungimento medio annuo HERA Piumazzo e S. Cesario:

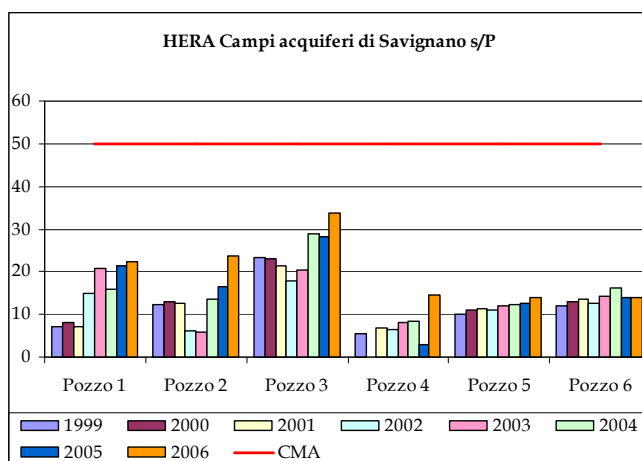
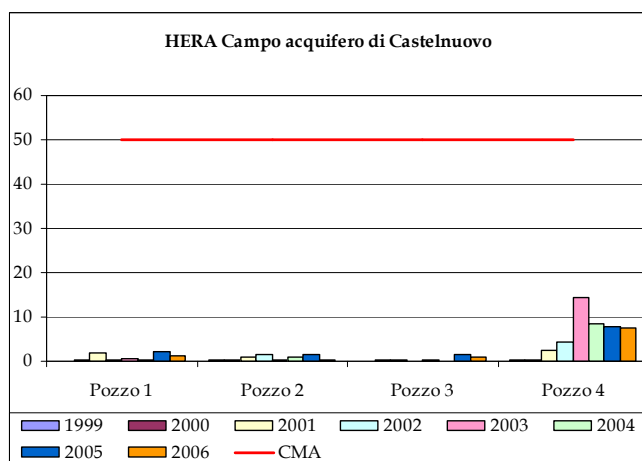
| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Piumazzo | mc | n.t. | n.t. | n.t. | n.t. | 653.080 | 2.828.000* |
| S. Cesario | mc | n.t. | n.t. | 4.780.620 | 5.093.820 | 5.637.769 | 5.599.344 |

n.t.: dati non trasmessi. * Il dato comprende i prelievi complessivi dei campi acquiferi di Castelfranco e Piumazzo.



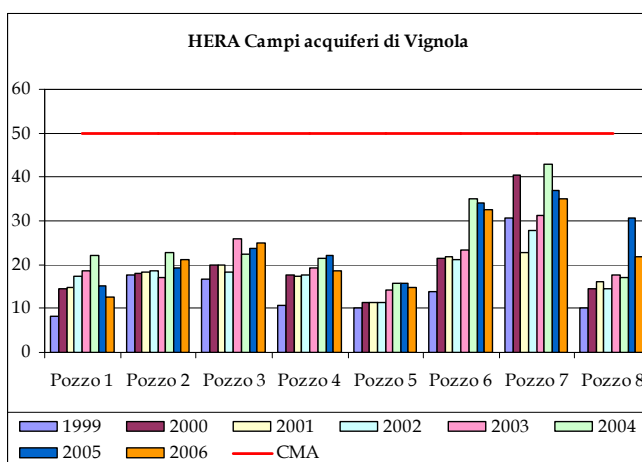
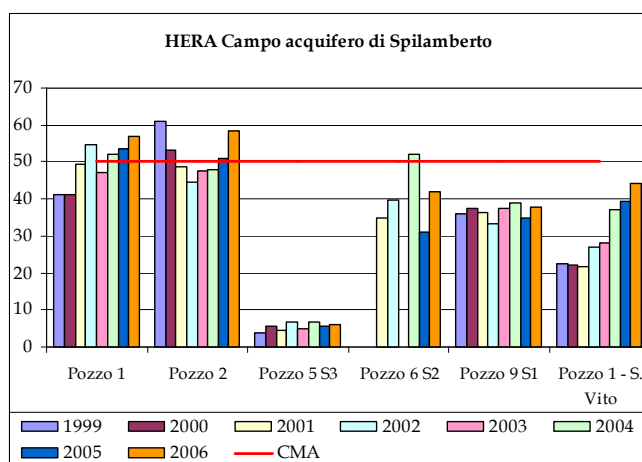
Emungimento medio annuo HERA Castelfranco (Manzolino) e Castelvetro:

| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| Manzolino | mc | 2.567.000 | 2.250.000 | 2.124.832 | 2.153.987 | n.t. | n.t. |
| Castelvetro | mc | n.t. | n.t. | 1.037.500 | 800.864 | 418.000 | 78.000 |



Emungimento medio annuo HERA Castelnuovo R. e HERA Savignano s.P.:

| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|----------------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|
| Castelnuovo R. | mc | n.t. | n.t. | 450.000 | 987.598 | 558.759 | 281.000 |
| Savignano s.P. | mc | n.t. | n.t. | 224.685 | 688.702 | 804.000 | 698.000 |



Emungimento medio annuo HERA Spilamberto:e HERA Vignola:

| | Anno | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Spilamberto | mc | n.t. | n.t. | 1.630.000 | 1.510.000 | 1.770.000 | 1.350.000 |
| Vignola | mc | n.t. | n.t. | 921.046 | 2.280.000 | 2.397.000 | 2.036.000 |

n.t.: dati non trasmessi.

Le elaborazioni riportate nel presente capitolo valutate con i dati acquisiti sugli andamenti qualitativi delle acque emunte per usi idropotabili, confermano e sostanziano ulteriormente l'esigenza di aggiuntivi interventi tali da contrastare il trend di crescita dei nitrati nelle acque sotterranee.

LA CLASSIFICAZIONE CHIMICA

Ai fini della classificazione chimica si utilizza il valore medio, rilevato per ogni parametro di base nel periodo di riferimento. Lo stato chimico è determinato dalla sovrapposizione dei valori medi di concentrazione dei sette parametri chimici di base che sono riportati in Tabella 6; la classificazione è determinata dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base.

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

Tabella 6 - Classificazione chimica in base ai parametri di base. (*) Origine naturale

La classificazione individuata a partire dai parametri di base può essere corretta in base ai valori di concentrazione rilevati nel monitoraggio di altri parametri addizionali, per il cui elenco e relativi valori di soglia si rimanda al già citato Allegato 1 del D.Lgs. 152/99, tabella 21. In particolare, il superamento della soglia riportata per ogni singolo inquinante, sia esso inorganico od organico, determina il passaggio alla classe 4 a meno che non sia accertata, per i soli parametri inorganici, l'origine naturale che determina la classe 0.

Di particolare importanza, data la ricaduta che avrà sullo stato ambientale naturale particolare (per il quale non sono previste azioni di risanamento, ma solo azioni atte a evitare il peggioramento dello stato delle acque), è la distinzione delle zone nelle quali una elevata concentrazione sia attribuibile a fenomeni di tipo naturale (attribuzione classe 0), piuttosto che a fenomeni di tipo antropico (attribuzione classe 4): ciò rende necessaria l'introduzione di specifiche conoscenze sul territorio idrochimiche ed idrodinamiche.

Lo stato chimico è rappresentato da cinque classi così come riportato in Tabella 8 sulla base di 7 parametri chimici di base e 33 parametri chimici inorganici ed organici addizionali (Tabella 7).

| Inquinanti inorganici | µg/l | Inquinanti organici | µg/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 totale | ≤ 50 | Altri pesticidi individuali | 0,1 |
| Cromo VI | ≤ 5 | Acrilamide | 0,1 |
| Ferro | ≤ 200 | Benzene | 1 |
| Fluoruri | ≤ 1500 | Cloruro di vinile | 0,5 |
| Mercurio | ≤ 1 | IPA totali (2) | 0,1 |
| Nichel | ≤ 20 | Benzo (a) pirene | 0,01 |
| Nitriti | ≤ 500 | | |
| Piombo | ≤ 10 | | |
| Rame | ≤ 1000 | | |
| Selenio | ≤ 10 | | |
| Zinco | ≤ 3000 | | |

Tabella 7 – Parametri aggiuntivi.

| | |
|--------------|--|
| 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 |

(*) per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Tabella 8 – Classificazione chimica dei corpi idrici sotterranei.

In base al criterio sopraenunciato sono stati elaborati i dati relativi all'anno 2006. L'elaborazione dello stato chimico è stata effettuata utilizzando il metodo per punti, ossia classificando ciascun pozzo appartenenti sia alla Rete Regionale che alla Rete Provinciale sulla base della media dei due prelievi annuali (Figura 15).

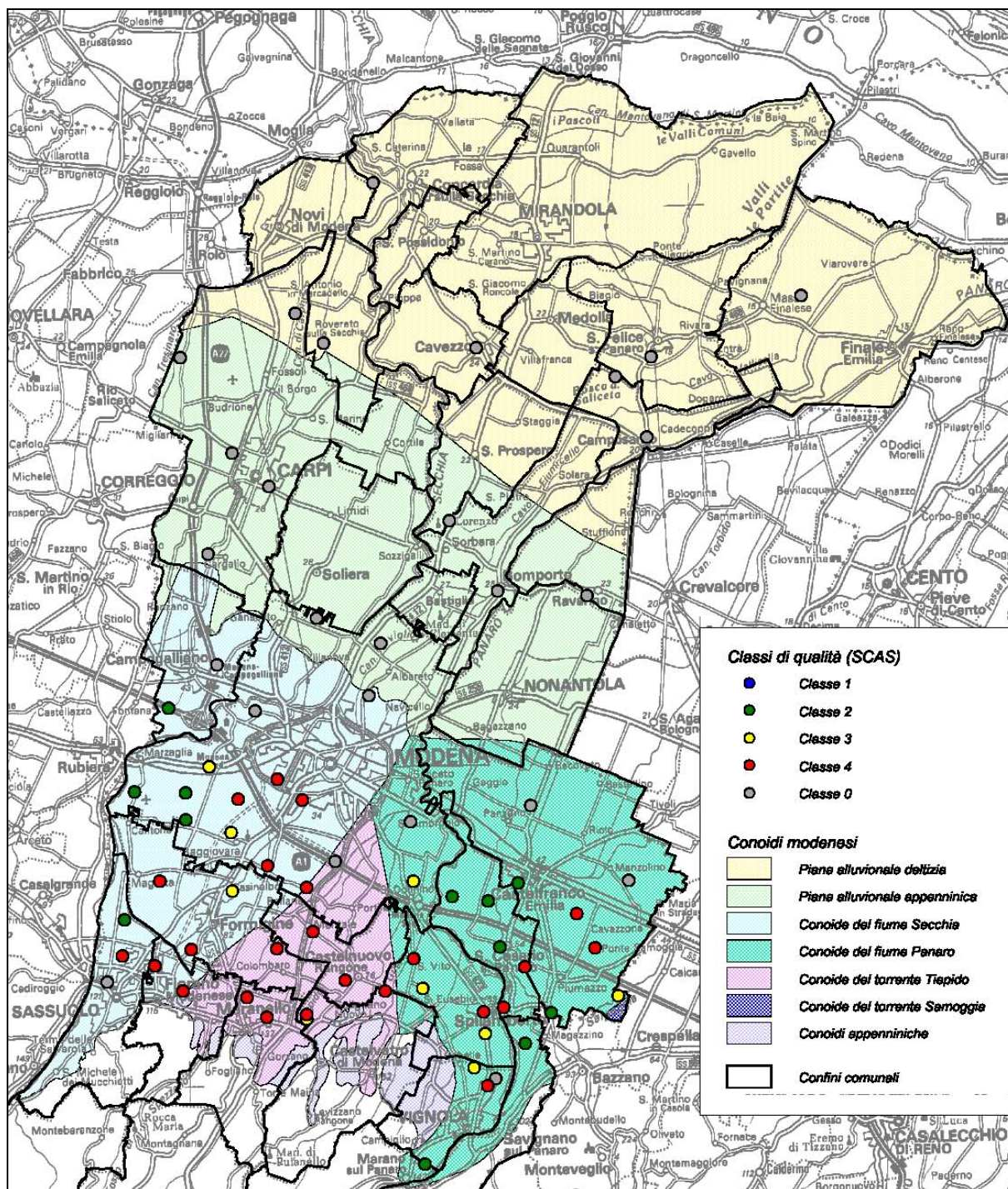


Figura 15 – Classificazione chimica dei corpi idrici sotterranei.

Per valutare lo stato qualitativo complessivo delle acque della pianura modenese sono state rappresentate, mediante un diagramma a torta riferito al 2006, le percentuali dei pozzi appartenenti a ciascuna classe di qualità per l'intero territorio provinciale e per ciascuna conoide di appartenenza.

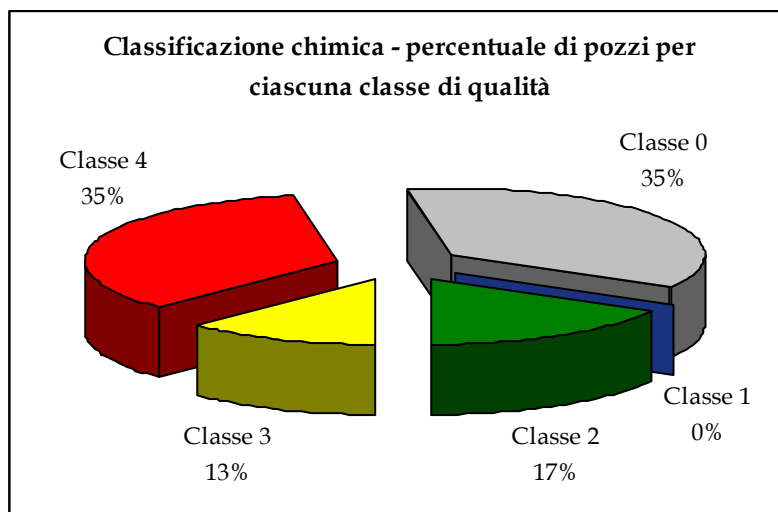


Figura 16 – Percentuale dei pozzi delle reti di monitoraggio Regionale e Provinciale appartenenti a ciascuna classe di qualità – anno 2006.

L'elaborazione è condizionata dalla percentuale di attribuzione alla classe 0. L'assegnazione a questa classe è essenzialmente dovuta alla presenza di Ferro e Manganese di origine naturale, che in ambiente acquoso si mobilitano in relazione alle condizioni redox dell'acquifero (Figura 16).

Nella pianura alluvionale appenninica e padana, la falda presenta caratteristiche riducenti tali da presentare alti valori di manganese, ferro e ione ammonio in tutte le parti del territorio. L'arsenico è presente naturalmente nella piana alluvionale appenninica tra i comuni di Bomporto, Ravarino e Carpi. Tale situazione idrogeologica classifica la quasi totalità dei pozzi presenti in classe 0.

Si può verificare tra un anno e l'altro di classificazione una differenza di percentuale della classe 0 dovuta all'estrema naturale variabilità della concentrazione di questi due parametri, con oscillazioni nell'intorno dei valori soglia attribuiti a questa classe, rispettivamente pari a 200 e 50 µg/l.

Nel territorio modenese, nonostante il carico azotato risulti particolarmente elevato e determinante nella classificazione qualitativa delle acque sotterranee, la presenza di nitrati non rappresenta l'unico elemento di scadimento della risorsa idrica sotterranea: in area pedecollinare si riscontrano puntualmente superamenti delle concentrazioni dei composti organo-alogenati totali. Per quanto riguarda gli altri parametri addizionali, essi risultano avere concentrazioni quasi sempre inferiori al limite normativo.

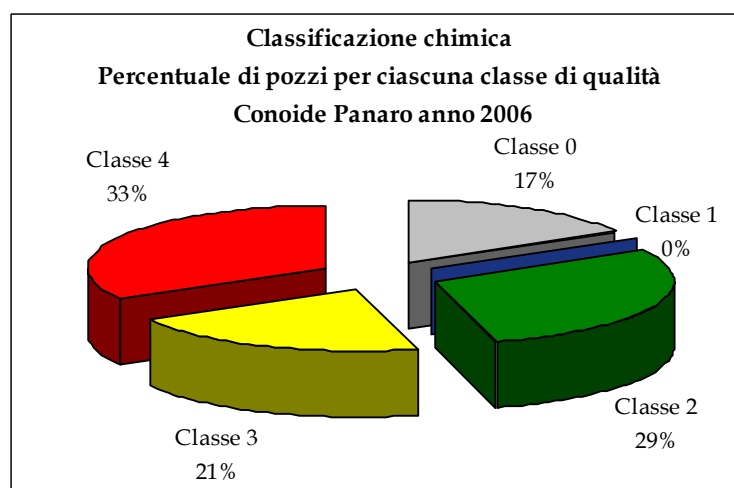


Figura 17 - Percentuale dei pozzi delle reti di monitoraggio Regionale e Provinciale ricadenti nella conoide del fiume Panaro, appartenenti a ciascuna classe di qualità.

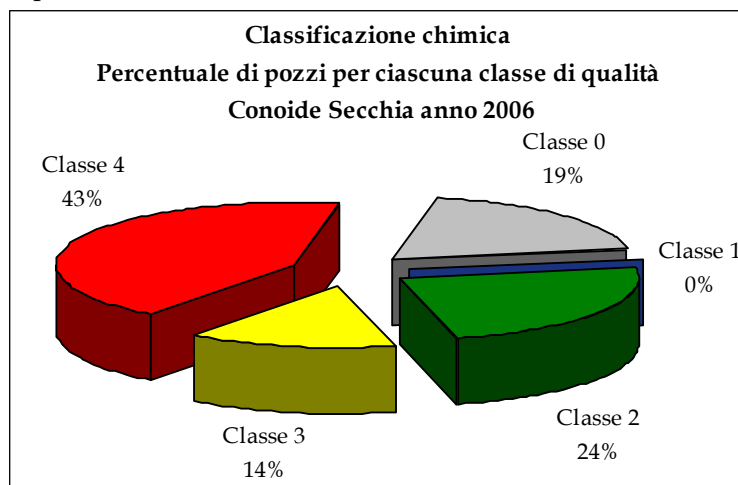


Figura 18 - Percentuale dei pozzi delle reti di monitoraggio Regionale e Provinciale ricadenti nella conoide del fiume Secchia, appartenenti a ciascuna classe di qualità.

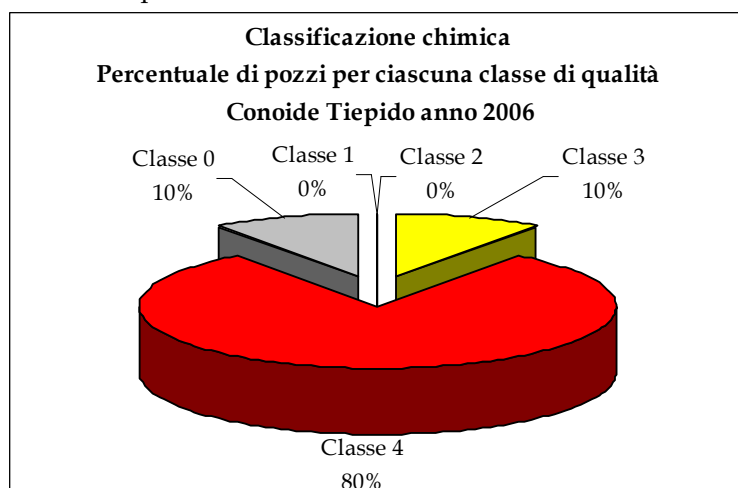


Figura 19 - Percentuale dei pozzi delle reti di monitoraggio Regionale e Provinciale ricadenti nella conoide del torrente Tiepido, appartenenti a ciascuna classe di qualità.

Analizzando la classificazione chimica dei pozzi per singola conoide emerge uno stato qualitativo significativamente migliore della conoide del fiume Panaro rispetto alla conoide del fiume Secchia. Per la conoide del fiume Panaro poco meno del 30% dei punti è classificato in classe 2, mentre per la conoide del fiume Secchia solo il 24% dei pozzi si classifica con qualità buona; è classificato in classe 3 il 27% dei punti per la conoide del Panaro e solo il 21% per la conoide del Secchia. Significativa risulta la presenza di pozzi in classe 4: nella conoide del Secchia raggiunge il 43%, mentre per la conoide del Panaro si attesta ad un 33%. La presenza dei pozzi in classe 0 dovuti alla presenza di Manganese e Ferro rappresentano rispettivamente il 17% e il 19% nelle conoidi di Panaro e Secchia.

Completamente differente risulta la situazione nella conoide del torrente Tiepido, in cui si registra una situazione qualitativa scadente, con l'80% dei pozzi in classe 4, il 10% in classe 3 e il restante 10% in classe 0.

LA CLASSIFICAZIONE QUANTITATIVA

Il D.Lgs. 152/99 e ss.m.ii. riporta le indicazioni di principio secondo le quali la classificazione quantitativa deve essere basata sulle alterazioni misurate o previste delle condizioni di equilibrio idrogeologico. In Tabella 9 sono riportate le 4 classi che definiscono lo stato quantitativo. Dalle definizioni risulta evidente l'importanza che riveste, per il mantenimento delle condizioni di sostenibilità nell'utilizzo della risorsa sul lungo periodo, la conoscenza dei termini che concorrono alla definizione del bilancio idrogeologico dell'acquifero, comprendendo tra questi quello dovuto agli emungimenti e quello rappresentativo dell'impatto antropico, nonché la conoscenza delle caratteristiche intrinseche e di potenzialità dell'acquifero.

Partendo quindi dalla considerazione che un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio idrogeologico quando la condizione di sfruttamento che su di esso insiste è minore in rapporto alle proprie capacità di ricarica, si identificano, ai fini della classificazione quantitativa, da un lato i fattori che ne descrivono le caratteristiche intrinseche (tipologia di acquifero, spessore utile, permeabilità e coefficiente di immagazzinamento) e dall'altro quelli che sono rappresentativi del livello di sfruttamento (prelievi, trend piezometrico). I primi rappresentano l'acquifero in termini di potenzialità idrodinamica, modalità e possibilità di ricarica, mentre tra i secondi i prelievi sono descrittivi dell'impatto antropico sulla risorsa e il trend della piezometria individua indirettamente il rapporto ricarica/prelievi ovvero il deficit idrico.

Per la classificazione quantitativa viene fatto riferimento alle serie storiche di dati piezometrici relative alla rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee, che insiste sul territorio regionale dal 1976. Attraverso le serie storiche è stato possibile calcolare il trend della piezometria e successivamente attraverso il coefficiente di immagazzinamento è stato calcolato il deficit idrico o il surplus idrico di una porzione areale di territorio di 1 kmq all'interno del quale ricade il pozzo. Sono stati classificati in classe A i pozzi o celle aventi un surplus idrico o deficit idrico nullo, in classe B quelli con deficit idrico fino a 10.000 mc/anno e in classe C quelli con deficit idrico superiore (Tabella 9). L'anno di riferimento per la classificazione quantitativa è il 2002.

Viste le lunghe serie storiche di dati utilizzate nella classificazione quantitativa e considerando che il sistema acque sotterranee risulta sufficientemente inerziale, si considera l'elaborazione aggiornata con i dati al 2005, valida anche per l'anno 2006.

| | |
|-----------------|--|
| Classe A | L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo. |
| Classe B | L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo. |
| Classe C | Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti ⁽¹⁾ . |
| Classe D | Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica. |

⁽¹⁾ nella valutazione quantitativa bisogna tener conto anche degli eventuali surplus incompatibili con la presenza di importanti strutture sotterranee preesistenti.

Tabella 9 – Classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei.

EVOLUZIONE PIEZOMETRICA

Le rappresentazioni cartografiche riportate si riferiscono sia alla misura del livello piezometrico, riferito al livello del mare, che alla soggiacenza, in questo caso la misura del livello di falda è riferita al piano campagna (Figura 43, Figura 44 e Figura 47 in allegato).

Ad integrazione delle carte tematiche di piezometria e soggiacenza, sono state elaborate due carte di confronto fra l'anno 2005 e l'anno 2006 delle isopieze dei 35 e dei 40 m. Dalle due carte si rileva un lieve avanzamento del fronte dei 35 metri, più marcato nel settore ovest nella conoide del fiume Secchia. Per la curva di isolivello dei 40 metri, si registra un lieve arretramento verso la pedecollina nel settore est nella conoide del fiume Panaro (Figura 45 e Figura 46). Per la valutazione degli apporti pluviometrici, si riporta una breve descrizione degli andamenti pluviometrici in provincia di Modena, a confronto con i dati climatici del periodo 1951-2005.

PRECIPITAZIONI DEL 2006 IN PROVINCIA DI MODENA - CONFRONTO DEI VALORI CUMULATI ANNUALI RISPETTO AL CLIMA (1951-2005)

Le precipitazioni dal 1° gennaio al 31 dicembre 2006

Dalla mappa regionale delle precipitazioni cumulate 2006 (Figura 20) è possibile osservare che, in provincia di Modena, i valori oscillano tra 400 e 600 mm nelle aree di pianura, mentre sui rilievi le precipitazioni variano da 600 a 1200 mm. Nel 2006 le minori precipitazioni si osservano nella pianura nord-orientale (zona di Finale Emilia) con 400-450 mm, la media pianura (comprendendo anche il comune di Modena) presenta valori tra 450 e 500 mm, l'area pedecollinare e la pianura del settore occidentale sono caratterizzati da precipitazione tra 500 e 600 mm.

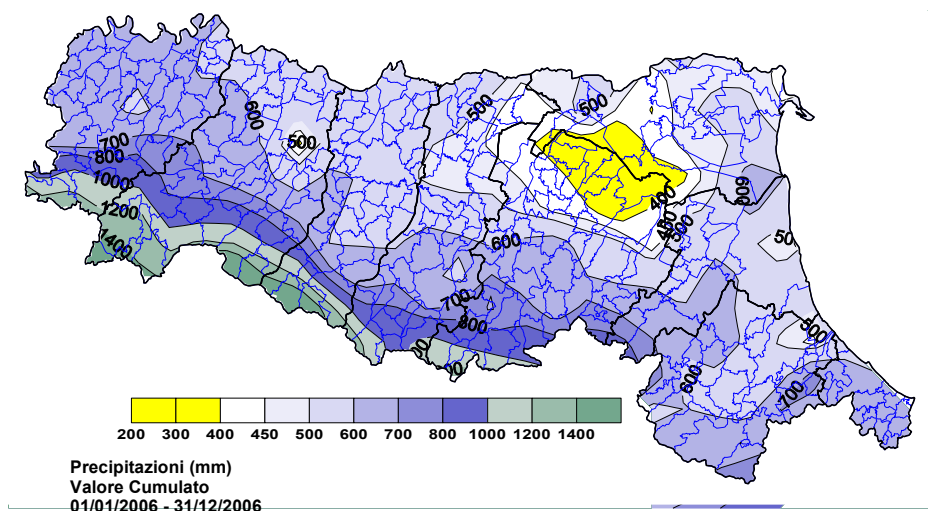


Figura 20 - Mappa delle precipitazioni cumulate - anno 2006.

Il confronto con il clima

Confrontando questi dati con le precipitazioni attese, calcolate sul periodo storico 1951-2005 (Figura 21), si evidenziano ovunque anomalie negative (Figura 22). In pianura il deficit di precipitazioni del 2006 è compreso quasi ovunque tra 200 e 300 mm; scostamenti maggiori risultano presenti nel settore occidentale dell'alto Appennino modenese. In termini percentuali (Figura 23), nel 2006 è piovuto dal 30 al 40 % in meno rispetto alla media calcolata nel periodo 1951-2005.

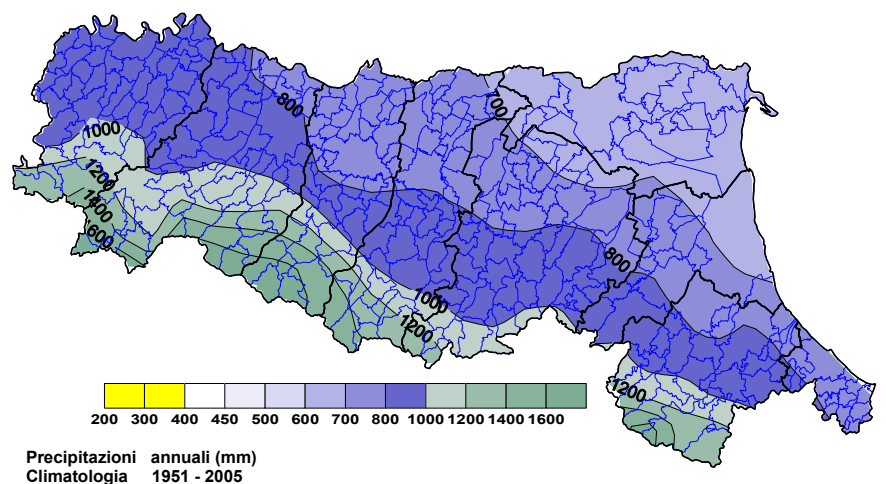


Figura 21 - Precipitazioni attese, calcolate sul periodo storico 1951-2005.

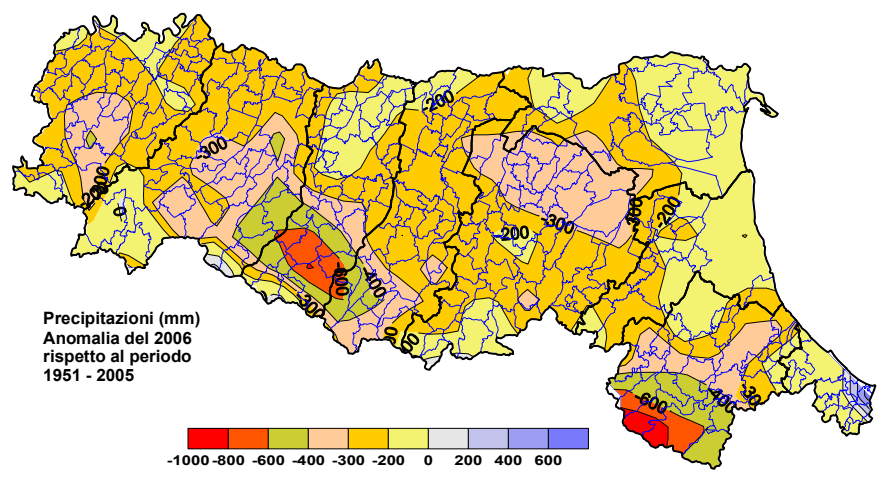


Figura 22 - Anomalie negative sul periodo storico 1951-2005.

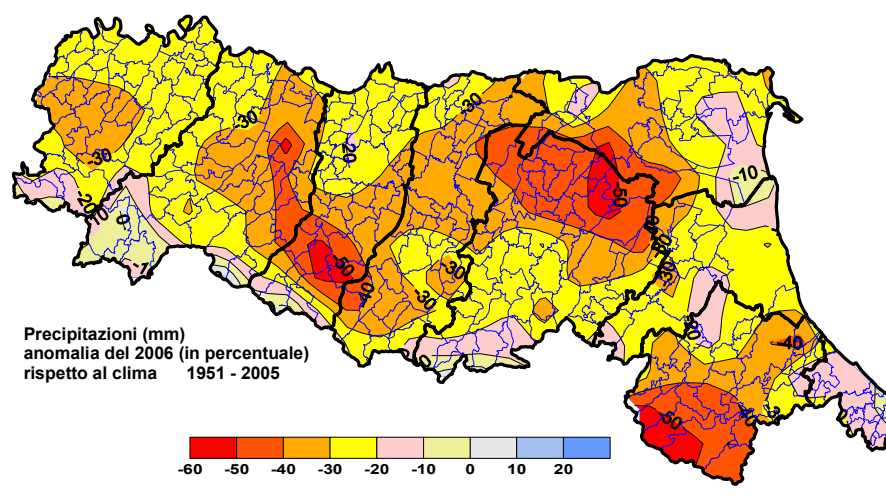


Figura 23 - Anomalie negative percentuali sul periodo storico 1951-2005.

Analisi puntuali dei valori dal 1951 al 2006

Le mappe sopra presentate derivano dall'elaborazione di valori puntuali ottenuti interpolando i dati rilevati nelle stazioni meteo regionali. I valori annuali di precipitazione 2006, che risultano dalla procedura di interpolazione e spazializzazione, sono visibili nella mappa di Figura 24, in cui è presente, ingrandita, l'area della provincia di Modena. L'analisi dell'andamento dei valori puntuali di precipitazione cumulata annuale dal 1951 al 2006 permette di caratterizzare più approfonditamente, a livello territoriale, l'anomalia delle precipitazioni 2006 rispetto al clima.

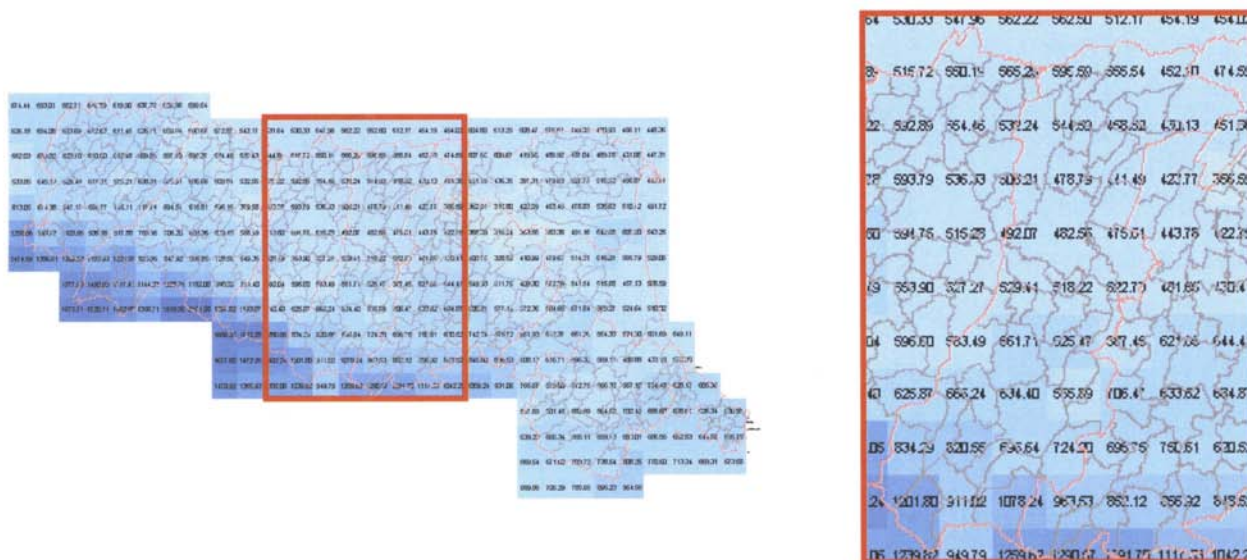


Figura 24 - Precipitazioni cumulate annuali 2006: dati interpolati e spazializzati.

Analizzando i dati dell'area di Finale Emilia (Figura 25) si osserva come il 2006, con 430 mm, risulta l'anno in assoluto meno piovoso dal 1951. Nell'area di Mirandola si sono verificati, nel periodo di riferimento 1951-2005 altri 7 anni con precipitazioni minori a quelle registrate nel 2006. A Modena (Figura 27) solo nel 1988 si verificarono precipitazioni inferiori a quelle del 2006. Le precipitazioni registrate nel 2006 a Soliera (Figura 28) risultano superiori, dal 1951, solo a quelle del 1983 e 1988. Sui rilievi spiccano le basse precipitazioni del 2006 nell'area del settore occidentale (zona di Montefiorino) in cui valori di pioggia inferiori a quelli registrati nel 2006 (626 mm) si sono registrati solo un volta nel periodo considerato e precisamente nel 2001, con 573 mm. La situazione siccitosa risulta relativamente migliore sul crinale orientale; nell'area di Fanano (Figura 30) le precipitazioni 2006 risultano basse ma si possono contare, dal 1951, altri 15 anni con valori inferiori.

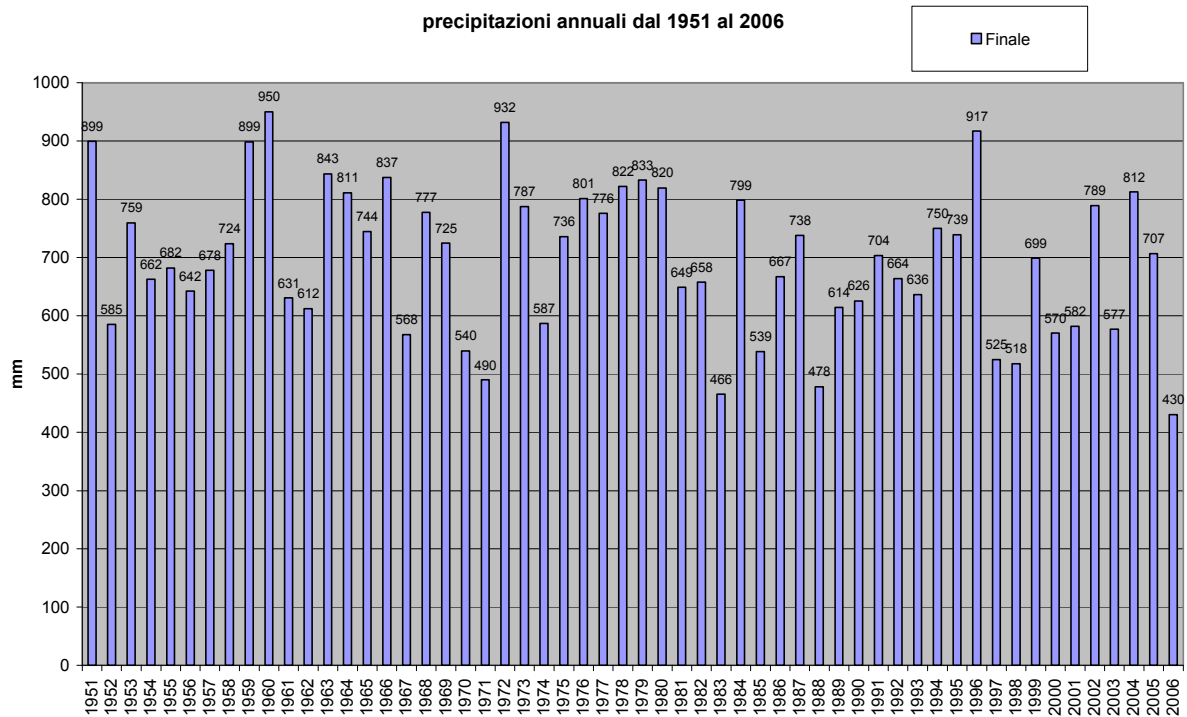


Figura 25 - Precipitazioni annuali Finale Emilia – anni 1951-2006

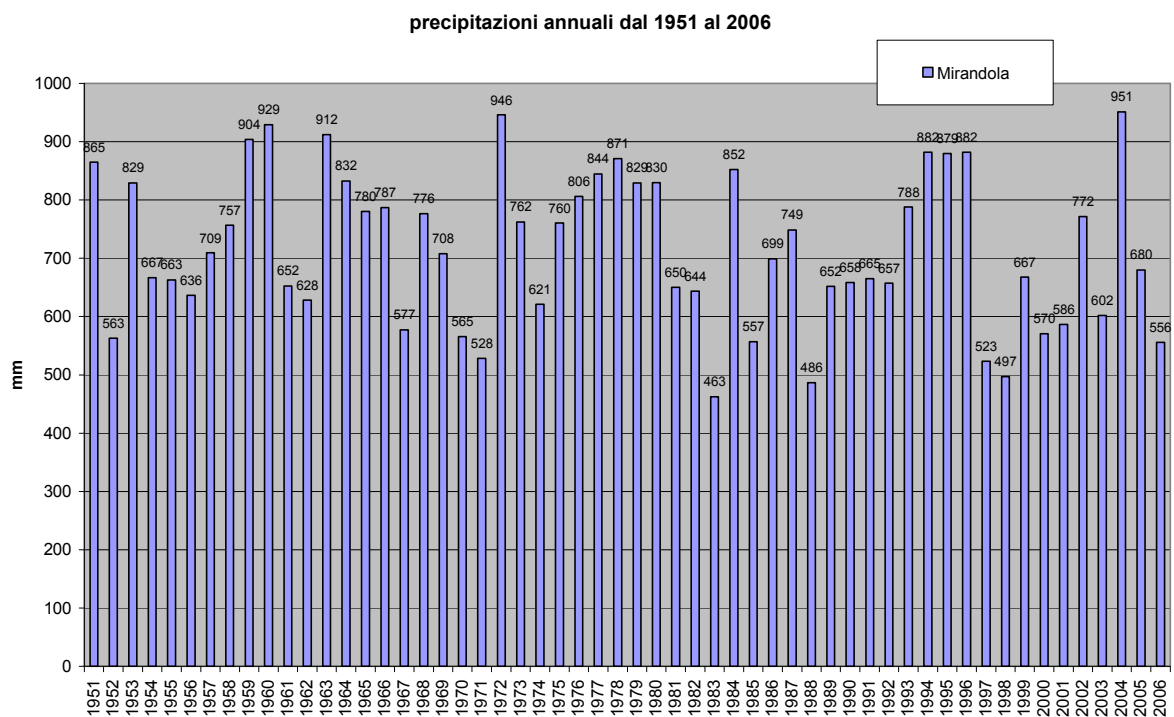


Figura 26 - Precipitazioni annuali Mirandola – anni 1951-2006

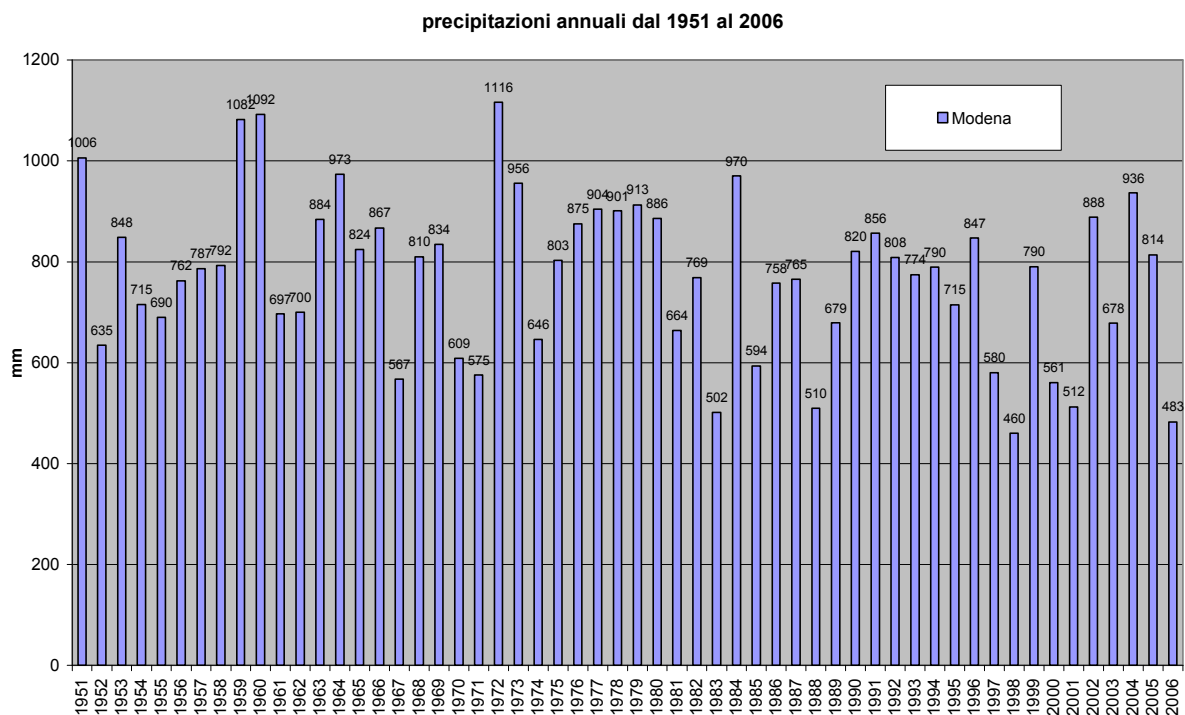


Figura 27 - Precipitazioni annuali Modena – anni 1951-2006.

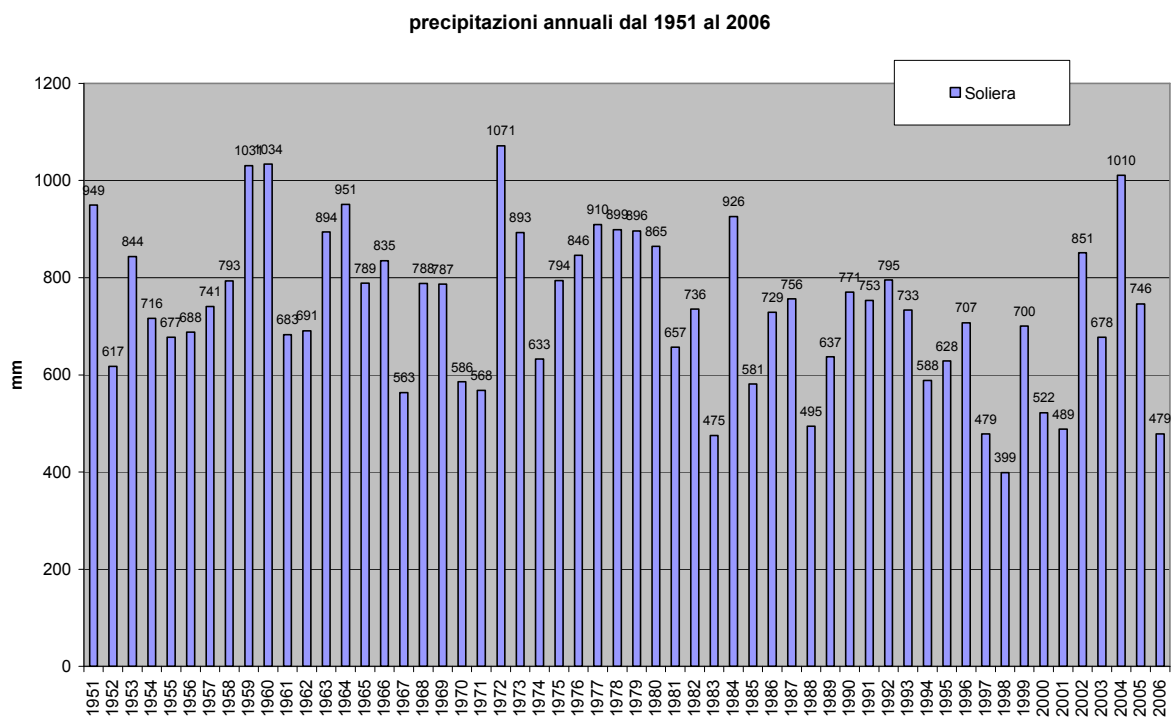


Figura 28 - Precipitazioni annuali Soliera – anni 1951-2006.

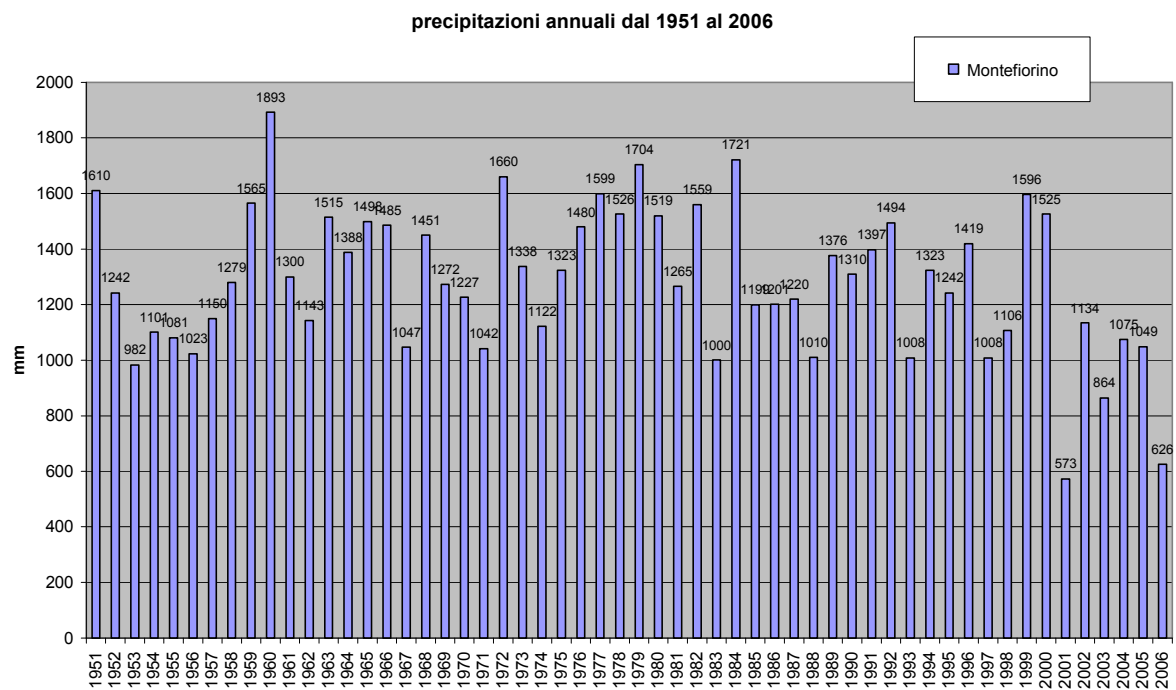


Figura 29 - Precipitazioni annuali Montefiorino – anni 1951-2006

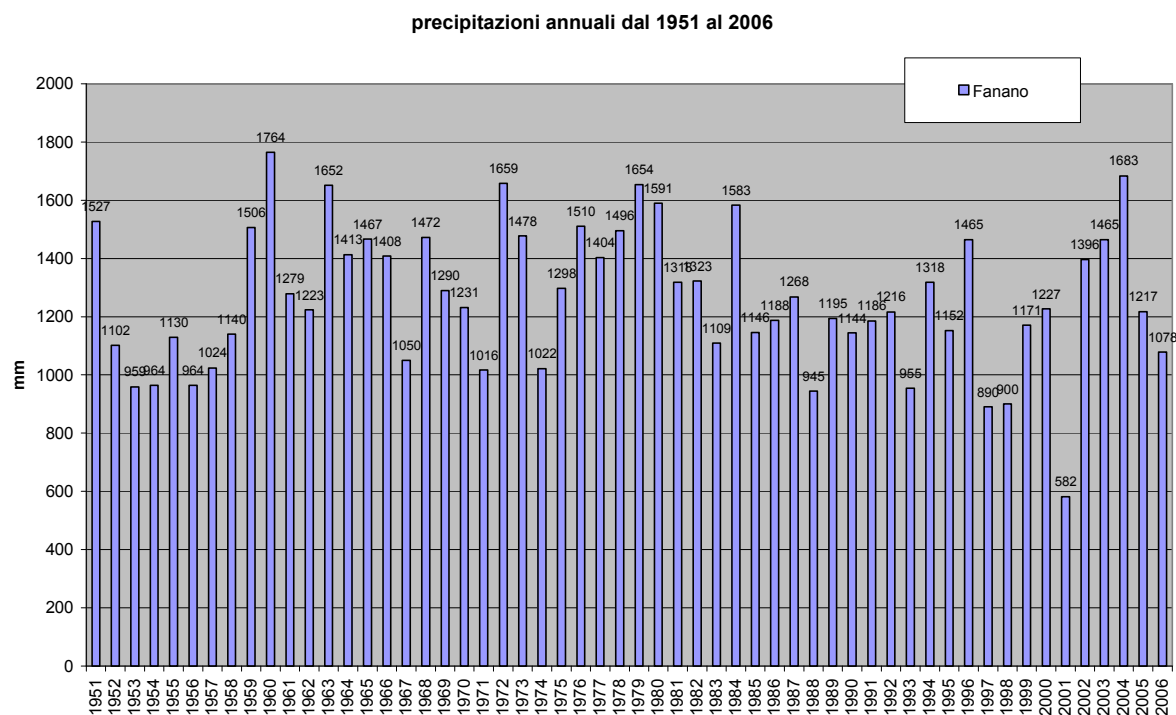


Figura 30 - Precipitazioni annuali Fanano – anni 1951-2006

Nella provincia di Modena l'annata pluviometrica 2006 risulta quasi ovunque anormalmente poco piovosa. Solo nella zona della bassa finalese i valori registrati costituiscono un record negativo, almeno in riferimento al periodo storico considerato (1951-2006).

VARIAZIONE PIEZOMETRICA

Dalla carta della piezometria (Figura 43 e Figura 44) si evidenzia che il contributo alimentante in termini di apporti idrici all'acquifero in conoide del fiume Panaro, provenga dal fiume stesso nel tratto tra apice di conoide e territorio comunale di S. Cesario.

Per la conoide del Secchia si conferma il ruolo del fiume sull'alimentazione della falda acquifera nel tratto compreso tra Sassuolo e Marzaglia, inducendo un flusso idrico sotterraneo con direzione prevalente verso NE.

Dall'analisi relativa alla variazione piezometrica (Figura 31) viene messo in evidenza che ampie zone della conoide del fiume Panaro presentano un surplus idrico; l'area compresa tra i comuni di Spilamberto e S. Cesario presenta un marcato abbassamento della falda, mentre tra Castelfranco E. e Modena la variazione piezometrica evidenzia un lieve abbassamento del livello dell'acquifero. I prelievi civili più importanti per quantitativi di acqua emunta, risultano ubicati nella porzione centrale della conoide del Panaro con i campi acquiferi di Castelfranco (2.828.000 mc/anno), S. Cesario (5.599.344 mc/anno) e Manzolino (2.204.786 mc/anno) gestiti da Hera e campo acquifero di Castelfranco (7.111.006 mc/anno) gestito da Sogea (Figura 14).

Dai dati relativi alla variazione piezometrica della conoide del fiume Secchia e del torrente Tiepido, si segnala un marcato abbassamento della falda acquifera in un'ampia porzione di territorio che va da Formigine a Rubiera e un lieve abbassamento nei territori circostanti. Al contrario, nella conoide del Tiepido e nel ventaglio terminale della conoide del fiume Secchia, si registra un innalzamento più o meno marcato della falda.

L'ubicazione dei più significativi prelievi acquedottistici annuo (Figura 14) conferma i consistenti prelievi nel territorio ad ovest del centro abitato di Modena, dove insistono i campi acquiferi di Cognento (Aimag 9.510.000 mc/anno; Hera 9.163.482 mc/anno) e Marzaglia (Hera 10.136.152 mc/anno). Rilevanti risultano anche i prelievi dei pozzi acquedottistici in gestione a SAT ubicati a Sassuolo (5.350.000 mc/anno) e Formigine (6.800.000 mc/anno).

La variazione piezometrica dell'area di bassa pianura mostra, nell'area occidentale del territorio reggiano, un trend di abbassamento dei livelli piezometrici, contrariamente a quanto rilevato nel settore orientale, ove si evidenzia un innalzamento della piezometria nel trend di lungo periodo. I prelievi ad uso acquedottistico da falda sono sostanzialmente assenti.

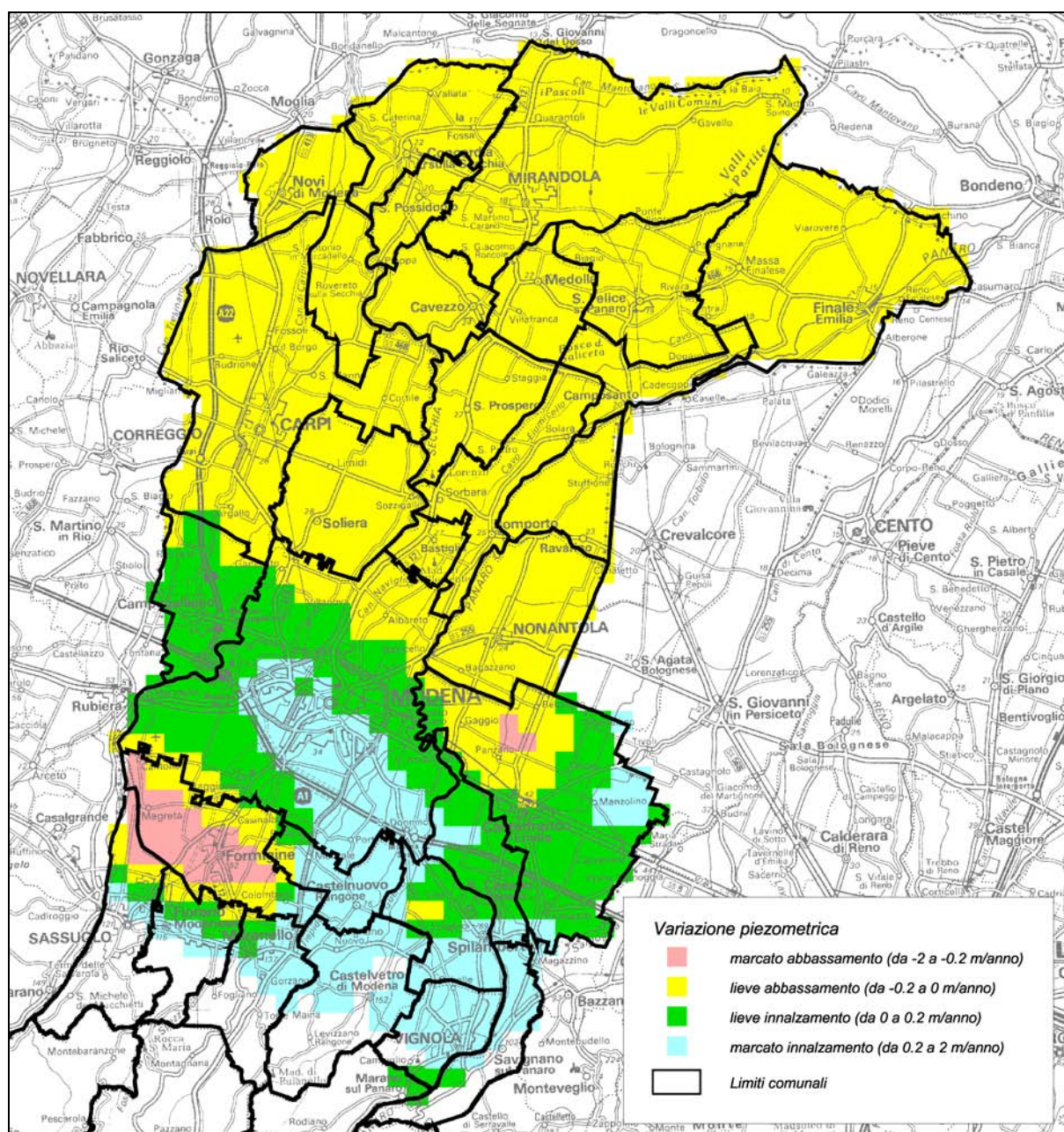


Figura 31 – Variazione piezometrica.

CLASSIFICAZIONE QUANTITATIVA

La classificazione quantitativa rispecchia l'elaborazione spaziale della variazione piezometrica. Di conseguenza dalla classificazione quantitativa (Figura 32) emerge che per la maggior parte della conoide del fiume Panaro si registra una buona condizione di equilibrio idrogeologico (classe A), che identifica un buon bilanciamento tra emungimenti e velocità di ravvenamento della falda acquifera.

Nell'area compresa tra Castelfranco e Modena, a nord della via Emilia e in una piccola area in corrispondenza della località di S. Vito, si rilevano moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico (classe B).

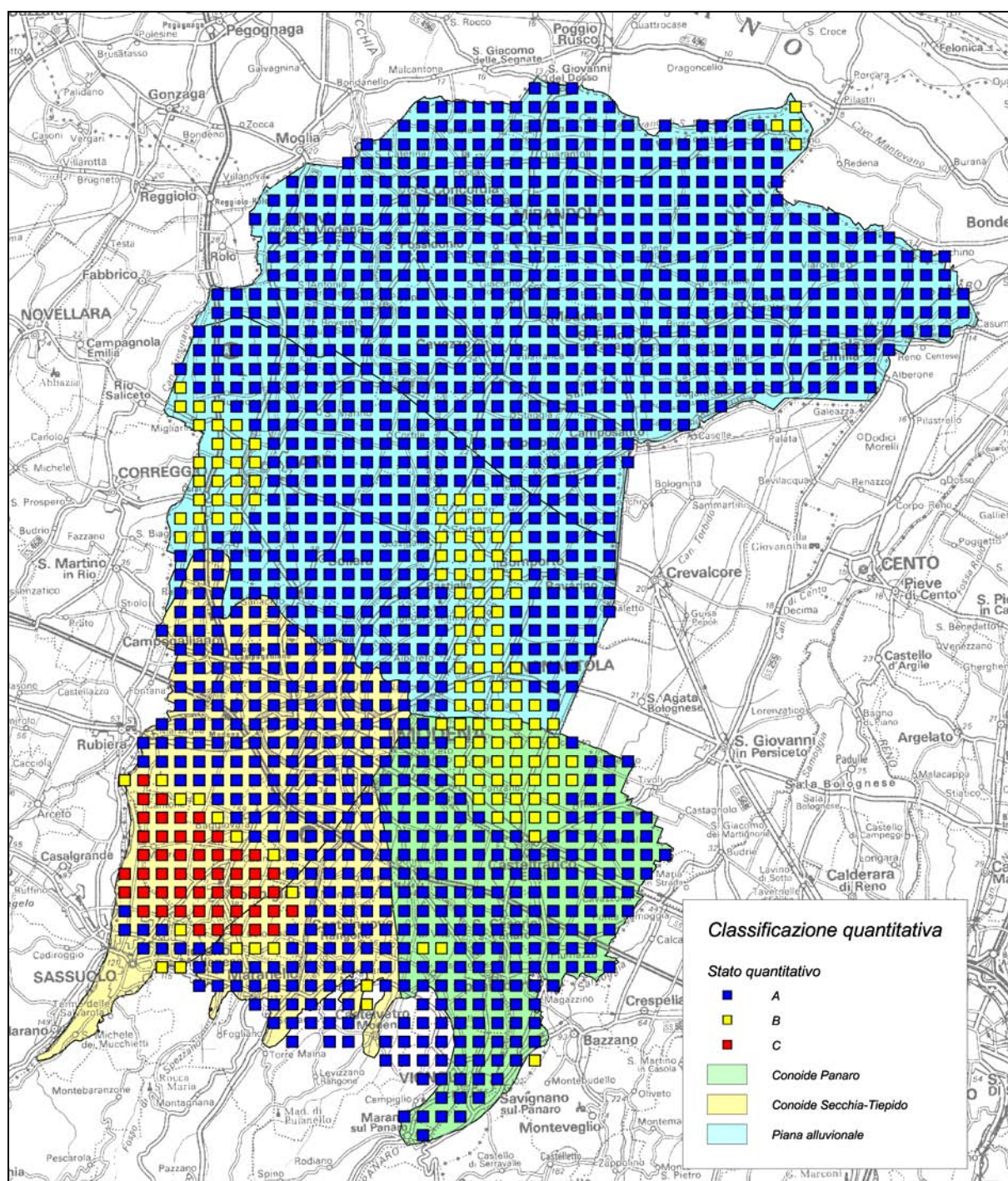


Figura 32 – Classificazione quantitativa.

Anche per le conoidi del fiume Secchia e del torrente Tiepido la classificazione quantitativa rispecchia l'elaborazione spaziale della variazione piezometrica, mettendo in risalto un forte deficit idrico (classe C) in un vasto areale in apice di conoide del fiume Secchia tra i comuni di Fiorano, Formigine e Magreta, meno accentuato verso l'area nord-ovest della conoide (classe B). Nel restante territorio, l'impatto antropico risulta trascurabile o nullo con un buon bilanciamento tra emungimenti e velocità di ravvenamento della falda acquifera (classe A).

La classificazione quantitativa della piana alluvionale appenninica e padana non rileva problematiche di abbassamenti della falda e di deficit idrici; la quasi totalità dell'area viene classificata a impatto nullo o trascurabile (classe A).

Da una analisi complessiva del bilancio idrico nelle conoidi maggiori emerge che per il 2006 oltre l'80% del territorio della conoide del Panaro risulta classificato in classe A, circa un 16% in classe B.

Significativamente più critica risulta la situazione nella conoide del Secchia, con circa un 30% di territorio in deficit idrico (classi B e C).

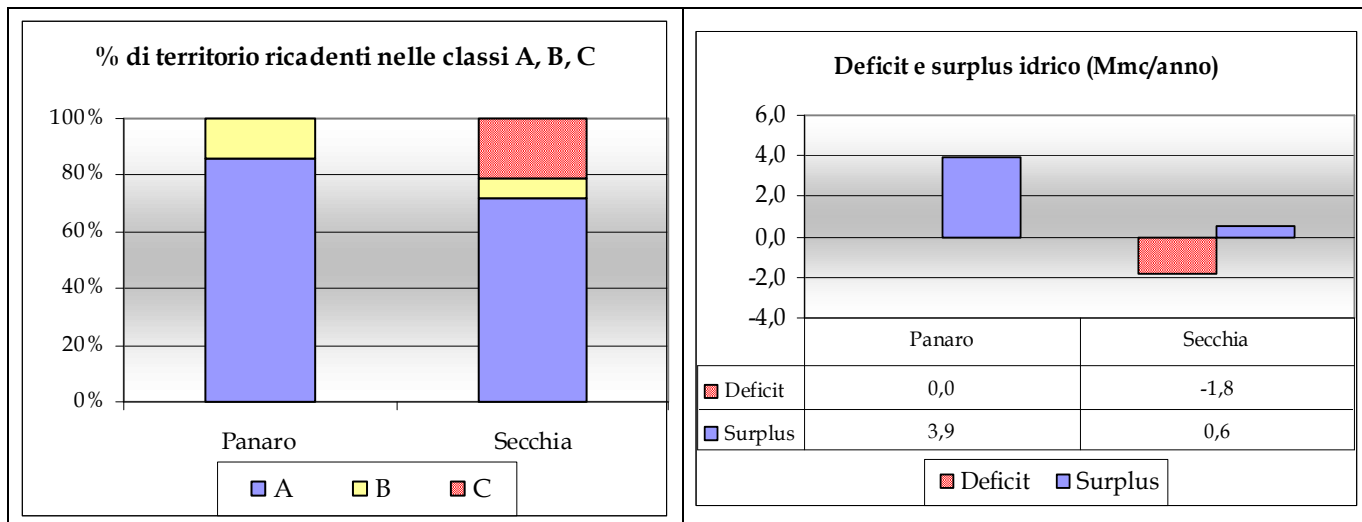


Figura 33 – Percentuali di territorio ricadenti nelle tre classi quantitative e deficit e surplus idrico nelle conoidi dei fiumi Panaro e Secchia – anno 2006.

LA CLASSIFICAZIONE AMBIENTALE

La classificazione ambientale delle acque sotterranee è definita dalle cinque classi riportate in Tabella 10 e prevede la valutazione integrata delle misure quantitative (livello piezometrico, portate delle sorgenti o emergenze naturali delle acque sotterranee) e delle misure qualitative (parametri chimici).

Lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei è definito sulla base di cinque classi come riportato in Tabella 11.

Di seguito si riportano le combinazioni fra classificazione qualitativa (classi da 0 a 4) e quantitativa (A, B, C, D) che definiscono lo stato ambientale.

| Stato elevato | Stato buono | Stato sufficiente | Stato scadente | Stato particolare |
|---------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|
| 1 - A | 1 - B | 3 - A | 1 - C | 0 - A |
| | 2 - A | 3 - B | 2 - C | 0 - B |
| | 2 - B | | 3 - C | 0 - C |
| | | | 4 - C | 0 - D |
| | | | 4 - A | 1 - D |
| | | | 4 - B | 2 - D |
| | | | | 3 - D |
| | | | | 4 - D |

Tabella 10 - Stato ambientale (quali-quantitativo) dei corpi idrici sotterranei.

| | |
|----------------------|---|
| ELEVATO | Impatto antropico nullo o trascurabile sulla qualità e quantità della risorsa, con l'eccezione di quanto previsto nello stato naturale particolare; |
| BUONO | Impatto antropico ridotto sulla qualità e/o quantità della risorsa; |
| SUFFICIENTE | Impatto antropico ridotto sulla quantità, con effetti significativi sulla qualità tali da richiedere azioni mirate ad evitarne il peggioramento; |
| SCADENTE | Impatto antropico rilevante sulla qualità e/o quantità della risorsa con necessità di specifiche azioni di risanamento; |
| NATURALE PARTICOLARE | Caratteristiche qualitative e/o quantitative che pur non presentando un significativo impatto antropico, presentano limitazioni d'uso della risorsa per la presenza naturale di particolari specie chimiche o per il basso potenziale quantitativo. |

Tabella 11 - Definizioni dello stato ambientale per le acque sotterranee.

Dalla Tabella 10 si osserva l'incidenza della classificazione qualitativa Classe 0 nei confronti dello stato ambientale in quanto, indipendentemente dalle condizioni di sfruttamento quantitativo, questa origina lo stato naturale particolare. Si segnala inoltre che la differenziazione tra le Classi 2 e 3, basata sul solo valore di concentrazione dei nitrati, determina, nel caso di non eccessivo sfruttamento della risorsa (classi quantitative A e B), il passaggio tra lo stato di buono e quello di sufficiente. Lo stato ambientale scadente può essere il risultato di una combinazione solo parzialmente negativa, come ad esempio la sovrapposizione della Classe qualitativa 4 con la Classe quantitativa A oppure della Classe qualitativa 2 con la Classe quantitativa C. Queste ultime combinazioni aggravano lo stato ambientale determinando un'ampia casistica di punti a stato ambientale scadente.

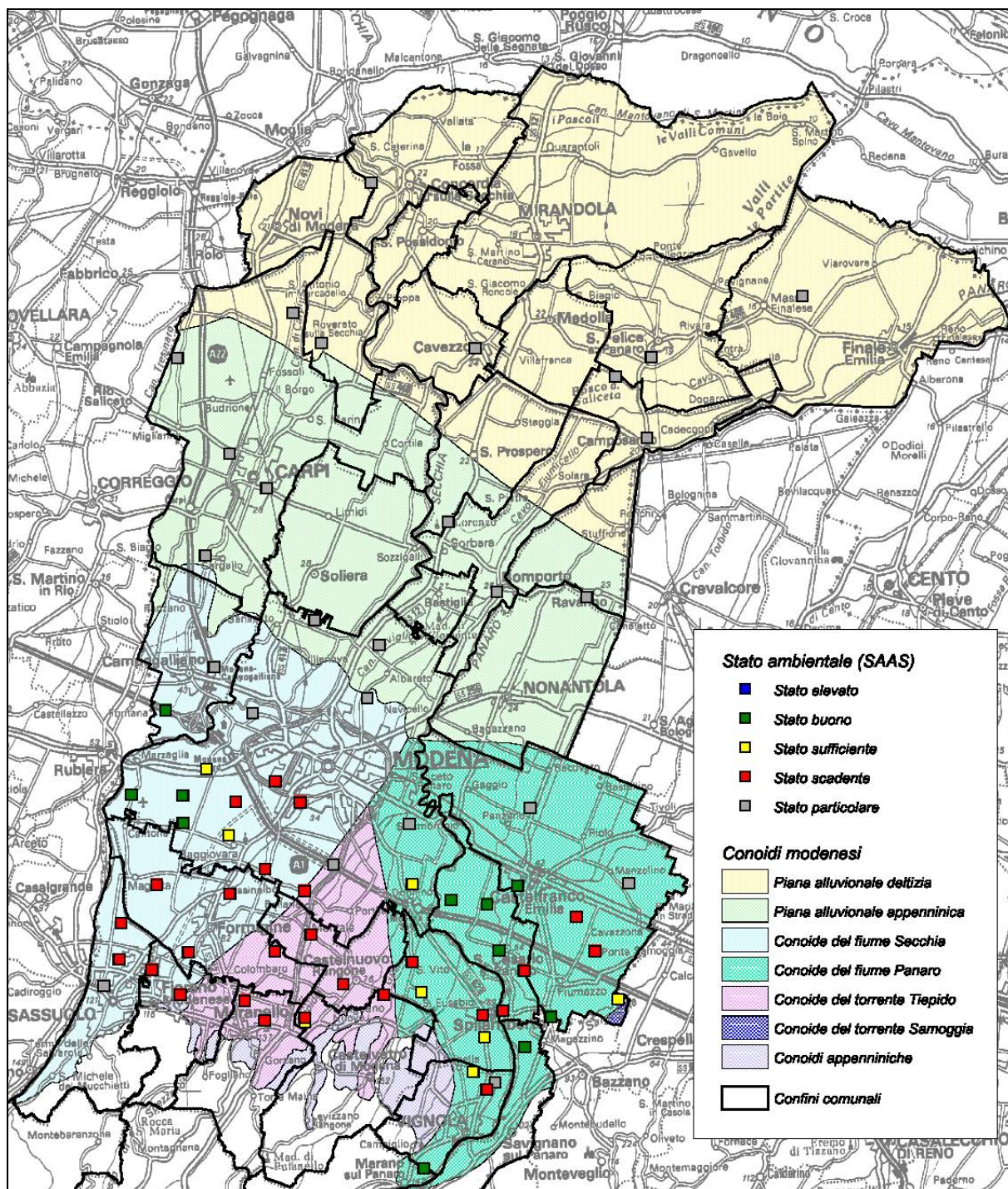


Figura 34 - Stato ambientale – anno 2006.

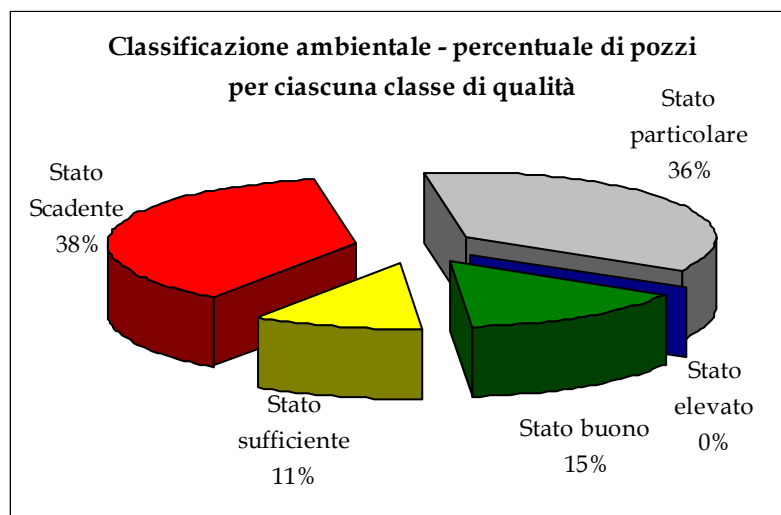


Figura 35 - Percentuale dei pozzi delle reti di monitoraggio Regionale e Provinciale appartenenti a ciascuna classe di qualità- anno 2006.

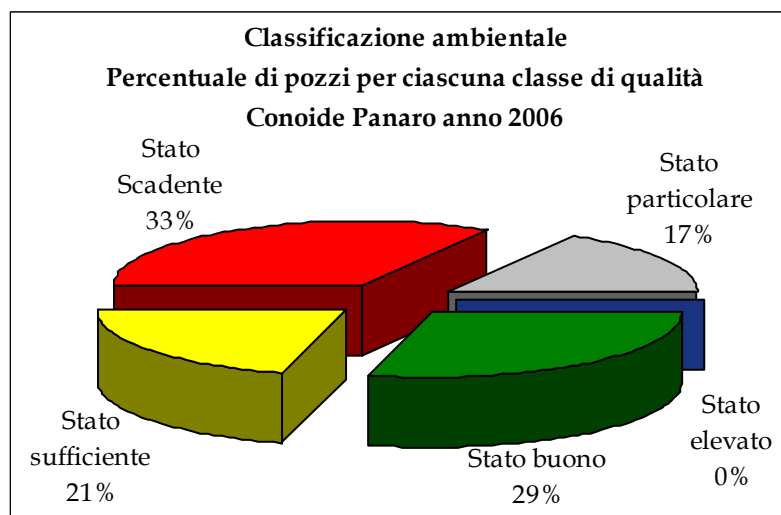


Figura 36 - Composizione percentuale delle diverse classi di stato ambientale conoide fiume Panaro - anno 2006.

La normativa, nella individuazione dello stato ambientale, considera prevalente gli aspetti qualitativi delle acque, piuttosto che il ridotto disequilibrio idrogeologico (Figura 34). Ne consegue che lo stato ambientale risulta buono per il 29% delle acque nella conoide del Panaro, mentre circa un quinto di esse viene classificato come sufficiente (21%) e il 33% come stato ambientale scadente.

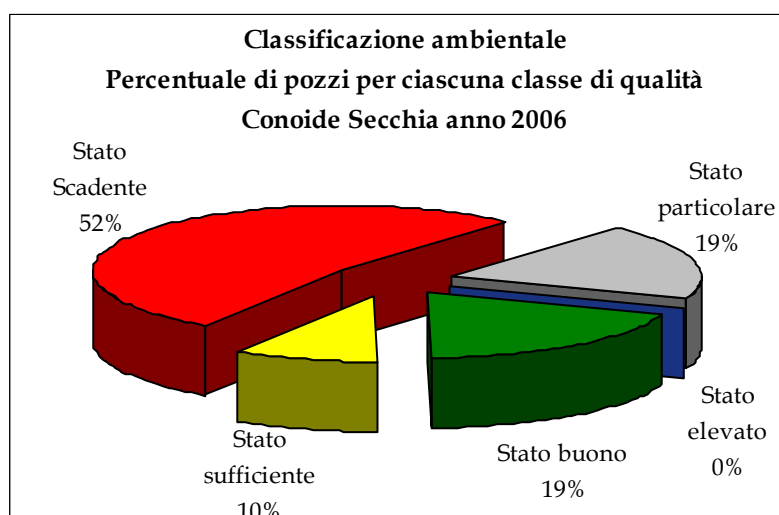


Figura 37 - Composizione percentuale delle diverse classi di stato ambientale conoide fiume Secchia- anno 2006.

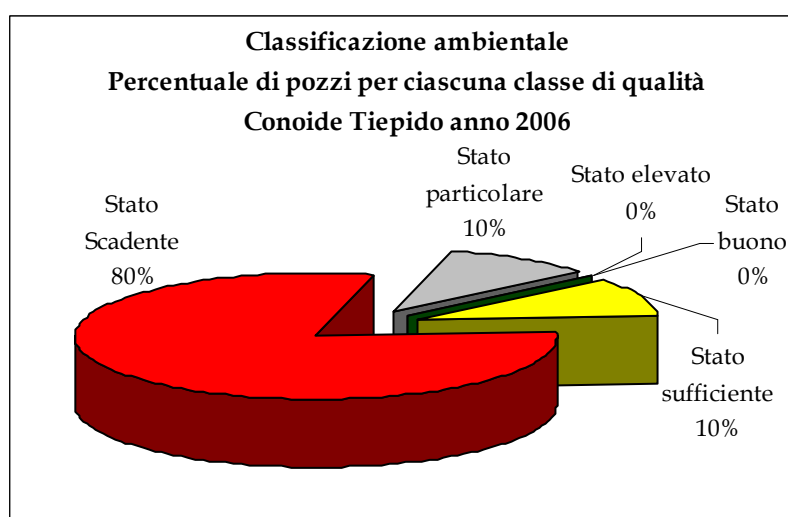


Figura 38 - Composizione percentuale delle diverse classi di stato ambientale conoide torrente Tiepido - anno 2006.

Per quanto attiene la conoide del fiume Secchia (Figura 37) il 19% dei pozzi presenta condizioni di buona qualità, mentre oltre il 60% dei punti viene classificato in classe 3 e 4 a causa delle elevate concentrazioni di nitrati.

I pozzi con qualità più scadente risentono, come già descritto, dell'influenza della conoide del Tiepido, in cui prevale l'alimentazione dalla superficie, con conseguente arricchimento di sostanze azotate, presentando acque di scarsa qualità. L'elevato emungimento, associato alle condizioni qualitative non ottimali, fa sì che per entrambe le conoidi prevalga lo stato ambientale scadente (Figura 38).

In relazione a quanto emerso dalla elaborazione dello stato ambientale della piana alluvionale appenninica e padana, i punti di monitoraggio vengono classificati in uno stato ambientale naturale/particolare.

CONCLUSIONI

Nella presente relazione si è cercato di approfondire ulteriormente la conoscenza quali-quantitativa sulle acque sotterranee provinciali. L'analisi relativa alla presenza dei nitrati conferma quanto sottolineato nei precedenti report relativi agli anni 2001-2002 e 2003-2004, ossia un progressivo e costante avanzamento del fronte dell'isocona dei 50 mg/l, in particolare nell'area a sud di Modena, segnalata sia dai dati della rete di monitoraggio, che dall'andamento crescente delle concentrazioni rinvenute nei campi acquiferi dell'area di Cognento. Il confronto tra le isocone del 1994, del 2000 e quelle elaborate nel 2006 (Figura 58) conferma e rafforza quanto precedentemente evidenziato.

La situazione descritta suggerisce ancora l'urgenza di predisporre azioni che invertano il trend in crescita dei nitrati nelle acque sotterranee.

Anche per quanto riguarda gli aspetti quantitativi, la conoide del fiume Secchia ha presentato le maggiori criticità, evidenziando un vasto areale compreso tra i campi acquiferi più importanti della provincia, con forte deficit idrico.

Attraverso l'approvazione del Piano di Tutela delle acque Regionale e la redazione a livello provinciale della "Variante al PTCP in attuazione del PTA" ad oggi adottata con D.C.P.n.110 del 18/07/07, sono stati prefigurati misure, azioni e programmi atti a ridurre le problematiche evidenziate, al fine del raggiungimento degli obiettivi dettati dalla normativa vigente.

In particolare per contrastare l'incremento dei nitrati nelle acque sotterranee, è stato istituito Il gruppo di lavoro denominato "Tavolo Nitrati", che contribuirà alla redazione di un "Piano provinciale di risanamento delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato dai nitrati" (art.42B, comma 4, lett.c delle Norme di attuazione della Variante adottata), avrà il compito specifico di individuare delle azioni specifiche che contrastino la tendenza in atto.

Per maggiori approfondimenti si rimanda pertanto ai documenti citati, presenti sul portale internet della Provincia di Modena.