



REGIONE SICILIANA
PRESIDENZA



PRESIDENZA
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE




Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche
e la Tutela delle Acque in Sicilia

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA SICILIA

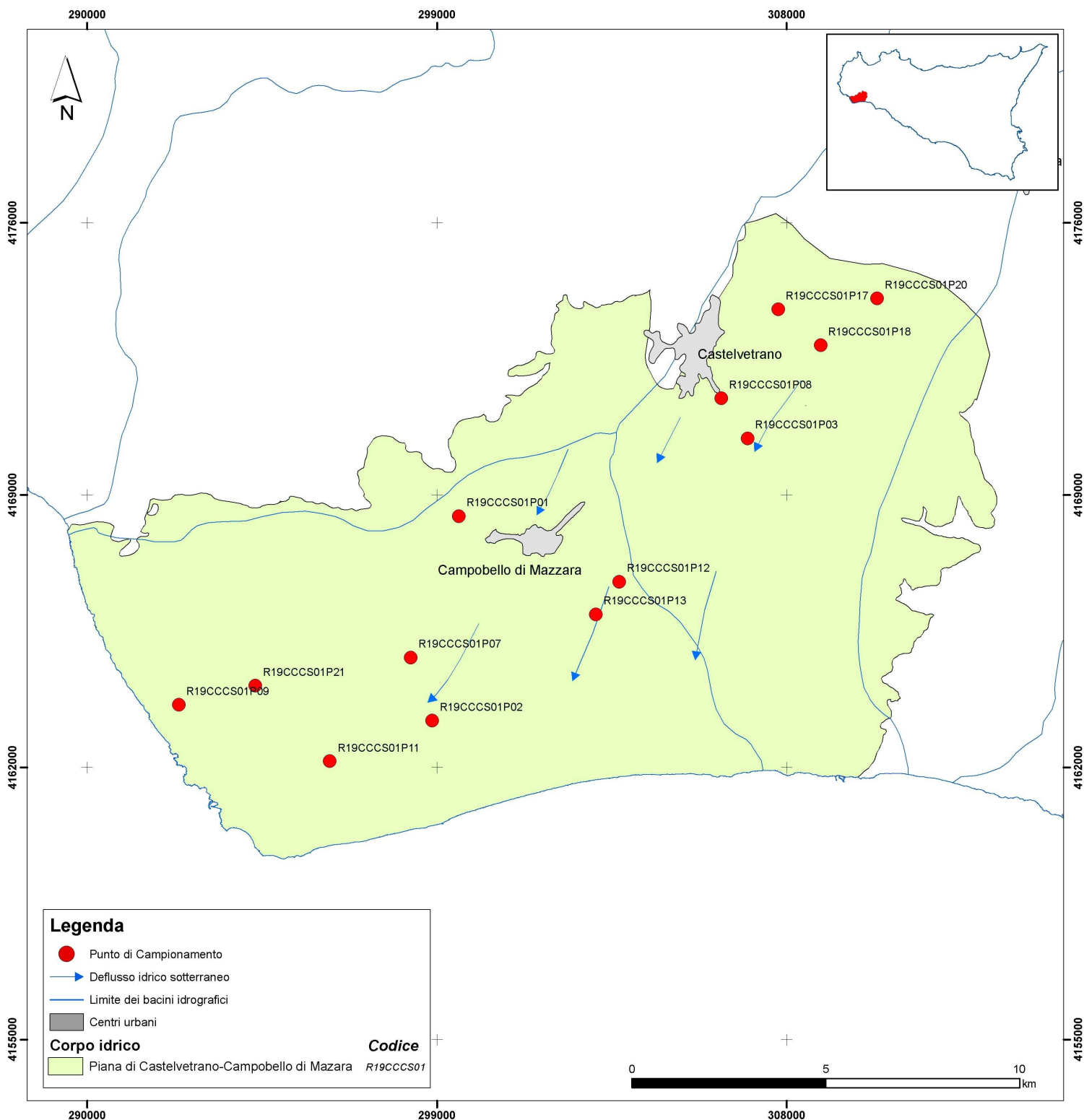
(di cui all'art. 121 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152)



Bacino idrogeologico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara (R19CC)

COORDINAMENTO GENERALE A CURA DI	DOCUMENTO	REDATTO DA	DATA	APPROVATO
 SOGESID SOCIETÀ GESTIONE IMPIANTI IDRICI Unità Operativa di Palermo	D.02.01	I.N.G.V	DICEMBRE 2007	

Bacino idrogeologico della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara 2^a Campagna di Monitoraggio



BACINO IDROGEOLOGICO DELLA PIANA DI CASTELVETRANO -CAMPOBELLO DI MAZARA

Inquadramento geografico e morfologico

La piana costiera di Castelvetro-Campobello di Mazara, che si estende per circa 227 km², è limitata ad ovest dal F. Delia, ad est dal F. Modione, a nord dall'altopiano gessoso di Santa Ninfa e a Sud dal Canale di Sicilia. All'interno dell'area investigata i centri urbani più importanti sono: Castelvetro e Campobello di Mazara.

La piana costiera di Castelvetro-Campobello di Mazara ricade nei Fogli 265 e 257 e nelle seguenti tavolette a scala 1:25.000 della Carta d'Italia edite dall'I.G.M.I.: 265 I NE Valle Belice, 265 I NO Campobello di Mazara, 265 I SE Porto Palo, 265 I SO Selinunte, 265 IV NE Mazara del Vallo, 265 IV SE Torretta Granitola, 257 II SE Partanna, 257 II SO Castelvetro.

In generale la morfologia della piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è caratterizzata da vaste aree sub-pianeggianti, bordate da rilievi collinari, con pendenze che non superano il 20% e quote che variano da pochi metri, lungo la fascia costiera, a circa 250 m s.l.m, nelle porzioni più interne. La piana costiera è contraddistinta dalla presenza di una serie di terrazzi marini disposti in otto ordini (D'Angelo, Vernuccio, 1996). Tali terrazzi marini si rinvencono fino a quota 170 m s.l.m. e sono facilmente individuabili per la presenza di una serie di gradini morfologici alla cui sommità si rinvencono piattaforme di abrasione ricoperte talora da paleosuoli.

La fascia litoranea della piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è caratterizzata da ampie spiagge, prevalentemente sabbiose, in cui si sviluppano dune costiere con andamento parallelo alla costa. Si rinvencono, inoltre, alcune aree umide, oggi parzialmente o totalmente prosciugate, conosciute localmente con il nome di "gorghi o margi" che rappresentano ecosistemi particolarmente sensibili, oltre che di notevole valore ambientale e sede talora di riserve naturali. Tali aree umide si rinvencono a sud della Foce del F. Arena e sono denominati "Lago Preola" e "Gorghi Tondi". La loro genesi è legata a fenomeni di dissoluzione chimica dei gessi sottostanti, responsabili dello sprofondamento dei depositi calcarenitici soprastanti. Queste aree umide rivestono un ruolo importante

nella circolazione idrica delle aree costiere in quanto regolano, in parte, i rapporti fra acque dolci e marine. La loro presenza, infatti, determina condizioni di equilibrio, in quanto l'acqua dolce che emerge in queste aree contrasta l'ingressione marina.

Inquadramento geologico

L'area in studio è caratterizzata da depositi marini quaternari (Calcareniti di Marsala Auct.), costituiti da sabbie e ghiaie calcaree bioclastiche passanti lateralmente e verticalmente a calcareniti e calciruditi (Ruggieri *et al.*, 1977, D'Angelo & Vernuccio, 1992, 1994). I terreni su descritti ricoprono in discordanza la Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Ruggieri *et al.*, 1973, Vitale, 1990), costituita di una sequenza terrigena plio-quaternaria (arenarie e calcareniti con intercalazioni argillose). In profondità seguono, dopo i depositi pelagici calcilutitici marnosi del Pliocene inf. ("Trubi"), i terreni della successione evaporitica messiniana (calcari evaporitici e gessi), poggianti in discordanza sui depositi conglomeratici e/o sabbiosi e argilloso-marnosi della Fm. Cozzo Terravecchia Auct. (Flores, 1959, Schmidt di Friedberg, 1962). I terreni sopra descritti sono ritagliati da spianate terrazzate marine quaternarie, talora con deposito (sabbie, ghiaie e calcareniti, spessore max. 10 m), disposte in vari ordini fino a quote di circa 170 m s.l.m. (D'Angelo & Vernuccio, 1996, D'Angelo *et al.*, 2001). Lungo le fasce costiere si rinvencono depositi palustri, dunari e, in prossimità dei principali corsi d'acqua, alluvioni talora terrazzate.

La distribuzione dei depositi pliocenici-pleistocenici è visibile in Fig. 1.

A seguito della tettonica messiniana e medio-pliocenica, i terreni depositatisi in precedenza sono stati piegati, generando nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara una struttura sinclinalica con asse NE-SW ed immergente a SW. Infine, nei depositi calcarenitici quaternari, con giacitura suborizzontale, sono osservabili le evidenze tettoniche relative ad una fase, prevalentemente distensiva, che ha interessato i depositi post-tirreniani.

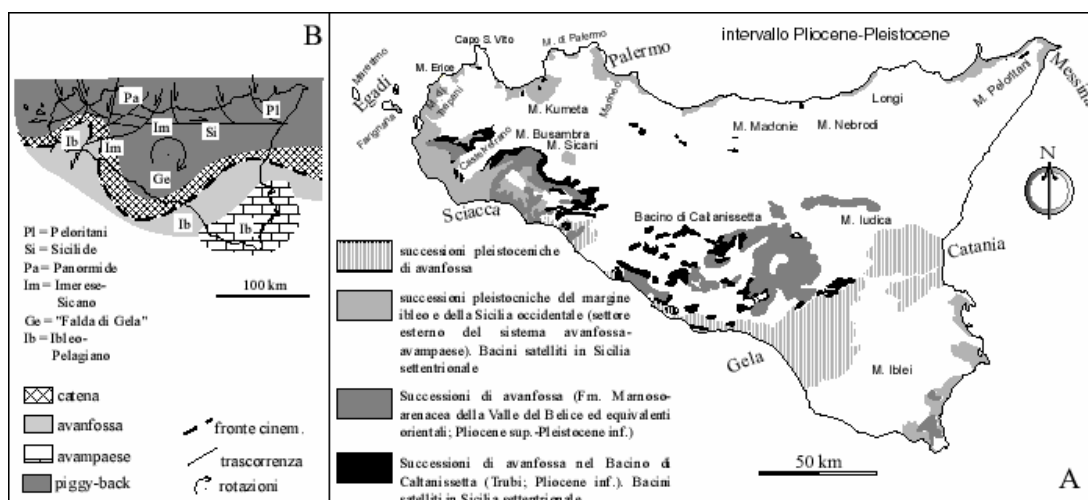


Fig. 1- Distribuzione dei depositi plio-pleistocenici di avanfossa (da NIGRO & RENDA, 2000).

Considerazioni idrogeologiche

I litotipi, che limitano lateralmente o verticalmente l'acquifero della piana, sono stati accorpati in complessi idrogeologici, che assolvono, in funzione del loro grado di permeabilità e dei reciproci rapporti spaziali, un diverso ruolo nella circolazione idrica sotterranea dell'area in studio:

- Complesso argilloso-marnoso, comprendente i terreni della Fm. di Cozzo Terravecchia, con un grado di permeabilità molto basso per porosità. Costituisce il substrato regionale impermeabile degli acquiferi sovrastanti e limita lateralmente la circolazione idrica. Tale complesso comprende anche le argille del *Siciliano* e la porzione argillosa della Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice, che si trova interposta, in modo discontinuo, nel complesso calcarenitico. Questi ultimi rivestono un ruolo di impermeabile relativo e di acquitrando interposto fra la falda libera superficiale e la falda profonda semiconfinata.
- Complesso marnoso, comprendente i terreni calcareomarnosi e argilloso-marnosi pliocenici ("*Trubi*") con un grado di permeabilità variabile da molto bassa a medio-alta per fratturazione. Rappresenta l'impermeabile relativo su cui poggiano i terreni della Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice.

- Complesso calcarenitico-marnoso, comprendente la porzione prevalentemente arenaceo-calcarenitica della Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice. È caratterizzato da un grado di permeabilità medio-alto per porosità e subordinatamente per fratturazione. E' sede di una falda profonda localmente semiconfinata.
- Complesso calcarenitico, comprendente i terreni arenaceo - conglomeratici e sabbiosi dei terrazzi marini, delle Calcareniti di Marsala e della porzione superiore calcarenitica della Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice. È caratterizzato da un grado di permeabilità medio-alto per porosità e subordinatamente per fratturazione. E' sede di una falda libera superficiale. Alcuni autori (Dall'Aglia & Tedesco, 1968) riferiscono della presenza di alcune sorgenti, ubicate lungo l'asta del F. Modione (Sorgente Staglio e Gaggera) al contatto fra il complesso calcarenitico e le argille plio-pleistoceniche che, fino al 1966, avevano una portata complessiva superiore a 50 l/s. Attualmente queste emergenze idriche sono estinte a causa dell'abbassamento del livello piezometrico dovuto all'emungimento incontrollato.

In funzione delle caratteristiche geologico-strutturali ed idrogeologiche nell'area investigata è stata riconosciuta un'unica idrostruttura denominata Unità idrogeologica della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara. Tale idrostruttura è limitata lateralmente da depositi argilloso-sabbiosi del Tortoniano, affioranti ad ovest lungo il F. Delia e ad Est dalle argille del Siciliano e dalla litofacies argillosa della Fm. Marnoso-Arenacea. L'analisi delle stratigrafie di alcuni pozzi ESA e dei pozzi idropotabili (Pozzi Staglio e Bresciana) ha consentito di identificare un acquifero multifalda ospitato nelle sequenze calcarenitico-argillose plio-pleistoceniche, il cui substrato coincide con il complesso idrogeologico argilloso-marnoso del Tortoniano.

L'acquifero multifalda è costituito da:

- una falda idrica superficiale di tipo libero, impostata nella porzione calcarenitica superiore, la cui potenzialità ridotta è funzione dell'esiguo spessore del saturo (da 1m a circa 10-20 m).

- una falda idrica profonda semiconfinata impostata nel complesso idrogeologico calcarenitico-marnoso. Le sue potenzialità sono notevoli e nelle porzioni di maggiore spessore (150m) presenta una elevata trasmissività media ($\sim 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.)

A sud del centro abitato di Campobello di Mazara, l'acquifero multifalda passa ad un acquifero a falda libera per l'assottigliamento degli acquitardi intercalati.

Regime pluviometrico e infiltrazione

Le stazioni pluviometriche presenti nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara sono: Castelvetro (190 m s.l.m.), Campobello di Mazara, Partanna (407 m s.l.m.) e Mazara del Vallo (8 m s.l.m.). La stazione pluviotermometrica di Castelvetro, gestita dal Servizio Tecnico Idrografico Regionale della Sicilia, ha permesso la registrazione di una serie completa di dati pluviometrici e termometrici trentennali e che ben rappresenta il regime climatico nella zona.

Dai dati dell'Atlante climatologico del Servizio Informativo Agrometeorologico del Dipartimento Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia sono stati desunti alcune informazioni di carattere climatico (figg 2 e 3) che di seguito vengono riportati.

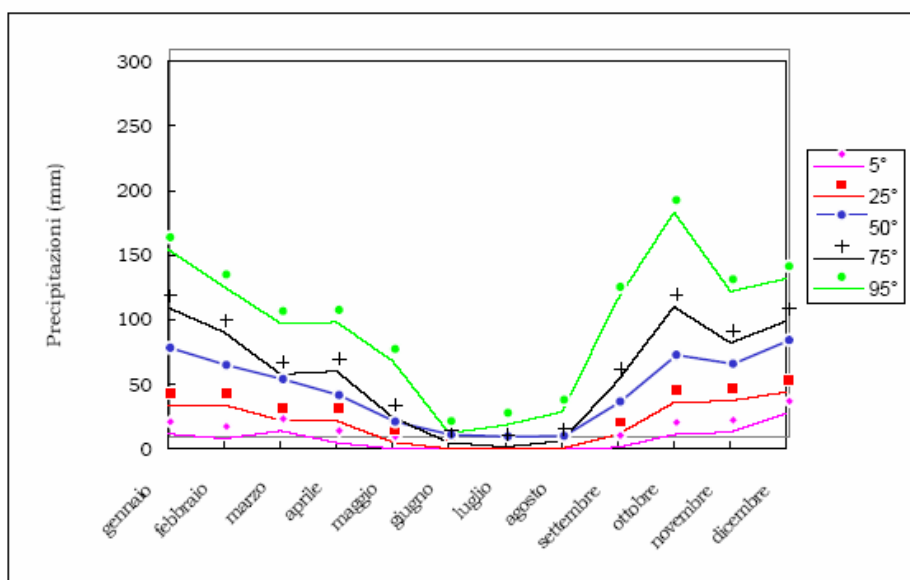


Fig. 2- Andamento delle precipitazioni per la stazione di Castelvetro

Castelvetro m 190 s.l.m.

meze	T max	T min	T med	P
gennajo	14,4	6,7	10,5	74
febrajo	15,3	6,8	11,0	62
marzo	17,5	8,1	12,8	48
aprile	19,9	10,2	15,0	42
maggio	25,1	14,0	19,5	20
giugno	29,2	16,7	23,0	3
luglio	32,9	20,2	26,5	3
agosto	32,6	20,7	26,7	7
settembre	28,8	17,9	23,3	39
ottobre	24,1	14,6	19,3	79
novembre	19,7	10,8	15,2	66
dicembre	15,8	8,0	11,9	80

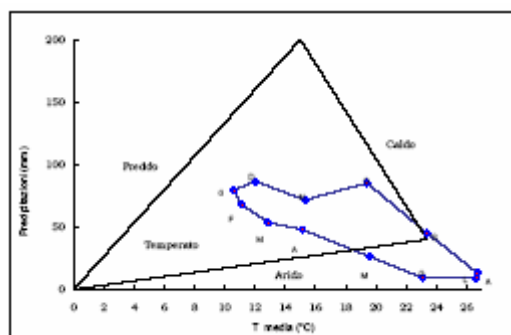


Fig. 3 - Climogramma di Peguy riferito alla stazione di Castelvetro

I climogrammi di Peguy riassumono sinteticamente le condizioni termo-pluviometriche delle diverse località considerate. Essi sono stati costruiti sulla base dei dati medi mensili di temperatura media e precipitazioni cumulate. Sulle ascisse è riportata la scala delle temperature (°C), mentre sulle ordinate quella delle precipitazioni (mm). Dall'unione dei 12 punti relativi a ciascun mese, si ottiene un poligono racchiudente un'area, la cui forma e dimensione rappresentano bene le caratteristiche climatiche di ciascuna stazione. Sul climogramma è anche riportata un'area triangolare di riferimento che, secondo Peguy, distingue una situazione di clima temperato (all'interno dell'area stessa), freddo, arido, caldo (all'esterno del triangolo, ad iniziare dalla parte in alto a sinistra del grafico, in senso antiorario). Il triangolo è costruito sulla base delle seguenti coordinate dei vertici: (0°C, 0 mm); (23,4°C, 40 mm); (15°C, 200 mm). La posizione dell'area poligonale, rispetto a quella triangolare di riferimento fornisce una rappresentazione immediata delle condizioni climatiche della stazione.

Dall'esame del climogramma di Peguy riferito alla stazione di Castelvetro si evince che il clima è temperato dal mese di settembre al mese di aprile, ed è arido da aprile a settembre.

In base all'indice climatico di De Martonne ($I_a = 19$), determinato in uno studio della Regione Sicilia, il clima della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è stato classificato semiarido. Dai dati dell'Atlante climatologico del Servizio Informativo Agrometeorologico del Dipartimento Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia la precipitazione media annua per l'anno idrogeologico 1965-1994 è pari a circa 520 mm/a.

Modello concettuale di circolazione idrica sotterranea

Unità idrogeologica della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara

Nella figura 4 è riportato l'andamento della superficie piezometrica relativa alla falda semiconfinata profonda del complesso calcarenitico marnoso, che si raccorda, nella porzione meridionale della Piana, con quella relativa alla falda idrica di tipo libero. Il rilievo piezometrico è stato eseguito nel novembre 1999 (Bonanno *et al.*, 2000).

Lo scarico idrico generale presenta, nella porzione settentrionale della piana, una direzione principale NE-SW verso Contrada Staglio dove è localizzato un campo pozzi gestito dall'Ente Acquedotti Siciliani.

Nella porzione meridionale della piana, il drenaggio avviene da nord verso sud, con due direzioni di flusso preferenziale dell'acquifero convergenti verso le zone di maggiore prelievo ubicate in Contrada Bresciana (campo pozzi Bresciana, gestito dal Comune di Campobello di Mazara). Perdite idriche sottomarine sono state osservate lungo il tratto di costa tra Torre Granitola e Tre Fontane.

Dal bilancio idrogeologico (Bonanno *et al.*, 2000) si evince che anche l'acquifero, impostato nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara, è soggetto ad un'intenso sovrasfruttamento poiché la ricarica media annua è inferiore ai prelievi del 15% con un deficit medio annuo pari a $2.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$. Questa situazione è responsabile del graduale depauperamento delle riserve, che ha provocato un vistoso abbassamento del livello piezometrico e in alcuni casi ridotto la capacità produttiva dei pozzi.

L'allarmante situazione di sovrasfruttamento in cui versa l'acquifero è stata confermata dal confronto tra la piezometria dell'autunno 1999 (Bonanno *et al.*, 2000) e quella risultante dal rilevamento piezometrico effettuato nel 1981 (Casmèz, 1981), da cui si evince che in 19 anni il livello piezometrico della falda semiconfinata della Piana si è

abbassato in media di circa 20 m.

Le zone in cui si registra un maggiore abbassamento sono quelle in corrispondenza del campo pozzi di Staglio e le aree site a NE rispetto all'abitato di Campobello di Mazara, probabilmente dovute alla presenza di forti prelievi e ad una minore trasmissività dell'acquifero. In corrispondenza del campo pozzi di C.da Bresciana, l'abbassamento della falda varia tra i 5 e i 10 m, in quanto la trasmissività e la ricarica della falda profonda sono tali da ridurre l'effetto dell'impatto dei forti prelievi per uso idropotabile sull'equilibrio idrodinamico del sistema di flusso sotterraneo. Nel settore costiero della piana, si osserva un abbassamento del livello piezometrico variabile da 5 a 25 m probabilmente dovuto alla presenza a nord del campo pozzi di C.da Bresciana, che intercettano a monte la falda (Bonanno *et al.*, 2000).

La condizione di sovrasfruttamento dell'acquifero è stata confermata anche dai risultati di un modello di simulazione calibrato in regime transitorio, implementato con il programma Processing Modflow (Ciabatti & Provenzano, 2003), da cui si evince che il sistema idrogeologico investigato, non essendo sensibile a variazioni di ricarica verticale e laterale, è ricaricato essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica che si infiltrano dall'alto. Dal modello di simulazione si evince che per sopperire al deficit idrico medio annuo pari a $2.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ vengono intaccate le riserve idriche della falda profonda con conseguente depauperamento delle stesse.

Altri effetti connessi allo sfruttamento irrazionale della risorsa idrica sono il parziale prosciugamento di alcune aree umide site a Sud del F. Delia note come "Gorghi Tondi e Lago di Preola" e l'avanzamento del cuneo di intrusione marina in alcune aree costiere. Dal punto di vista idrogeologico le aree umide, localmente note come "gorghi" rappresentano o hanno rappresentato zone di affioramento della superficie piezometrica. Questa condizione in passato ha avuto un ruolo fondamentale nel contenere e contrastare l'infiltrazione d'acqua salata in falda. Infatti, in tali aree l'abbassamento del livello piezometrico produce una riduzione del carico idraulico delle acque dolci con il conseguente parziale prosciugamento delle aree umide che non assolvono più l'importante funzione di ostacolare l'intrusione marina.

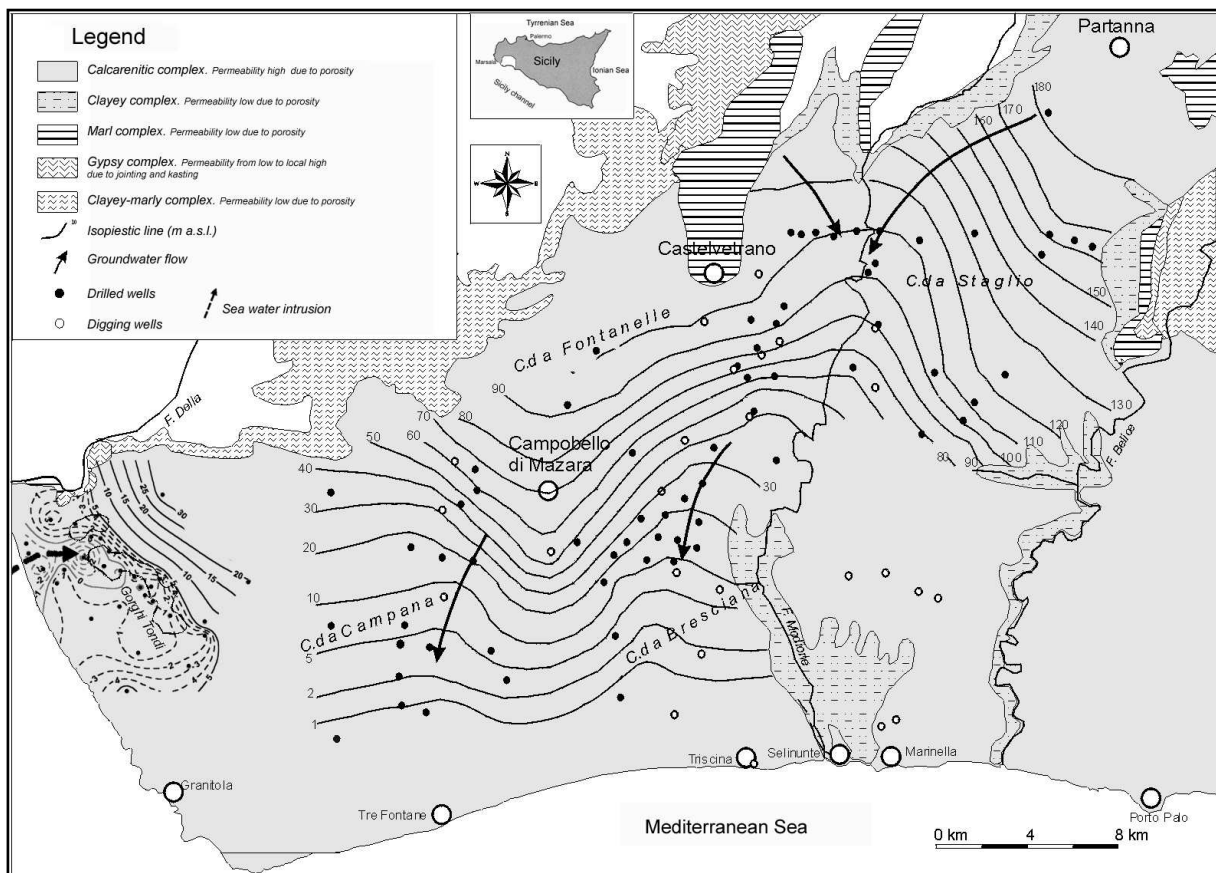


Fig. 4: Carta della piezometrica relativa al mese di novembre 1999 della falda profonda dell'acquifero multifalda della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara, modificato da Bonanno et al. 2000)

Fenomeni di ingressione marina sono stati rilevati nelle zone limitrofe ai “Gorgi Tondi e Lago di Preola” in uno studio idrogeologico e idrogeochimico di Hauser *et al.* 2002. Gli autori, dall'interpretazione delle analisi chimiche plottate nel diagramma di Langelier-Ludwig, in cui è riportato il punto rappresentativo dell'acqua di mare, osservano un'evoluzione delle acque da clorurato-solfato alcalino terrose a clorurato-solfato alcaline. Un notevole allineamento fra il punto rappresentativo dell'acqua di mare e i punti dell'acqua di pozzi disposti fra i gorgi e la costa si nota nel diagramma Na-Cl.

Il fenomeno di ingressione marina si evince anche dall'andamento delle isopiezometriche (Fig. 4), nella zona compresa fra il Lago Preola e la costa, in cui si registrano valori di livelli piezometrici al disotto del livello del mare.

Caratteristiche qualitative e vulnerabilità dell' acquifero

La maggior parte del territorio dell'area esaminata, come messo in luce dai rilevamenti effettuati e dall'esame delle foto aeree, è interessata da attività agricole in particolare vigneti, oliveti, agrumeti, mosaici colturali e seminativi di tipo semplice. Tali attività necessitano di un quantitativo notevole e crescente di acqua, prelevata essenzialmente dagli acquiferi locali tramite pozzi, il cui numero negli ultimi anni è sensibilmente aumentato anche per l'assenza di una gestione razionale delle risorse idriche. Inoltre, queste pratiche agricole richiedono un diffuso utilizzo di fertilizzanti organici e/o inorganici, che possono modificare sensibilmente la qualità delle acque infiltranti.

Evidenze di tali fenomeni si hanno nella falda superficiale della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara, dove si registrano localmente (Bonanno *et al.*, 2000) concentrazioni in nitrati, in potassio e in solfati di gran lunga superiori ai valori di soglia indicati dalla legge (D.lgs. 152/99). Gli stessi autori riferiscono che nella falda profonda non si registrano fenomeni di inquinamento antropico.

Anche in alcuni pozzi disposti nel settore occidentale della piana, in prossimità della zona dei Gorgi Tondi (Hauser S. *et al.*, 2002), dal controllo incrociato delle concentrazioni di Cl e di NO₃, si registrano anomale concentrazioni dello ione NO₃ la cui origine può essere attribuita a fonti inquinanti di origine antropica, quale l'uso in zona di fertilizzanti a scopo agricolo.

Sulla base di queste osservazioni, è possibile concludere che la vulnerabilità intrinseca all'inquinamento della falda superficiale libera della Piana di Castelvetro e Campobello di Mazara debba considerarsi elevata. Al contrario, si ritiene che la falda profonda sia caratterizzata da una vulnerabilità intrinseca all'inquinamento medio-bassa, in quanto nonostante il complesso argilloso discontinuo permetta gli interscambi idraulici tra le due falde, risulta comunque in grado di rallentare la migrazione degli inquinanti verso le porzioni più profonde dell'acquifero.

Come accennato nel paragrafo precedente un altro importante effetto connesso ai prelievi eccessivi è rappresentato dalla parziale scomparsa di alcune aree umide (Lago Murana), che in passato erano numerose in prossimità della foce del F. Delia e da locali fenomeni di intrusione marina responsabili dell'alterazione dello stato chimico-fisico delle acque sotterranee.

Estrazioni di acque dolci e usi

Il corpo idrico della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è utilizzato prevalentemente per l'approvvigionamento idrico dei comuni di Castelvetro e Campobello di Mazara, Trapani e Partanna, e in parte anche per usi agricoli ed industriali. Inoltre nella piana sono stati realizzati due campi pozzi di Bresciana e di Staglio entrambi gestiti dall'Ente Acquedotto Siciliani, attualmente i pozzi di Bresciana sono gestiti dal Comune di Trapani e soltanto i pozzi Staglio sono rimasti all'E.A.S..

Nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara dagli anni ottanta ad oggi sono stati realizzati migliaia di pozzi dei quali alcuni intercettano la falda idrica superficiale e sono utilizzati per fini domestici, altri intercettano la falda profonda e sono utilizzati per fini agricoli o industriali, altri sono pubblici, captano la falda profonda e vengono utilizzati per uso idropotabile. La maggior parte dei pozzi privati sono stati realizzati abusivamente e sanati negli ultimi anni. Un gran numero di questi pozzi sono stati censiti dal Genio Civile di Trapani ma i dati, spesso insufficienti, risultano non sempre corrispondenti alla situazione attuale.

Fra i pozzi pubblici si ricordano i seguenti:

- i pozzi Bresciana che sono gestiti dal Comune di Trapani con una portata variabile da 70 l/s a circa 100 l/s;
- i pozzi Staglio gestiti dall'Ente Acquedotto Siciliani oggi Sicilia Hydro S.p.A., con una portata variabile da 25 a 35 l/s;
- i pozzi Magaggiari gestiti dall'Ente Acquedotto Siciliani oggi Sicilia Hydro S.p.A. che hanno una portata variabile da 35 a 45 l/s;
- i pozzi del comune di Castelvetro che hanno una portata variabile da 60 a 70 l/s;

Caratterizzazione idrogeochimica

In questo bacino sono stati prelevati in totale 21 campioni rappresentativi di un corpo idrico. In ogni sito sono stati determinati in loco T, cond e pH. Le altre determinazioni sono state eseguite in laboratorio. La temperatura varia tra 18 e 22.6°C, la conducibilità tra 570 e 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (a 20°C) ed il pH tra 7.2 e 8.9. Nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara le acque di falda circolano nelle calcareniti. I processi di interazione con la roccia rendono le acque particolarmente ricche in calcio e magnesio con una durezza media pari a 351 mg/l (come CaCO_3). Il contenuto in sodio e cloro è particolarmente elevato presso il punto Gorga, riflettendo la presenza di minerali evaporitici nell'acquifero.

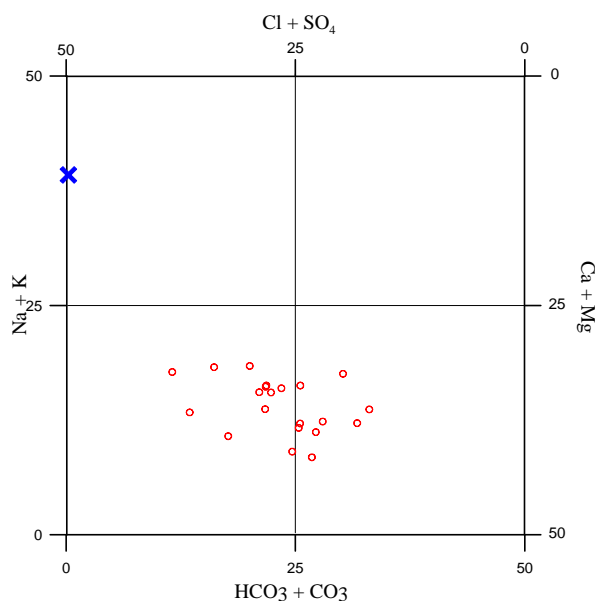


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il bacino idrogeologico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara

Questa caratteristica è messa bene in evidenza dal diagramma di Langelier-Ludwig in cui le acque vanno da bicarbonato-alcalino terrose a cloro-solfato-alcalino terrose. Dai diagrammi ternari è anche possibile vedere uno spostamento verso termini più clorurato-alcalini. Ciò è imputabile al forte sfruttamento idrico dell'area con possibili richiami di acqua salmastra. Quanto detto è particolarmente evidente nei pozzi in prossimità della fascia costiera.

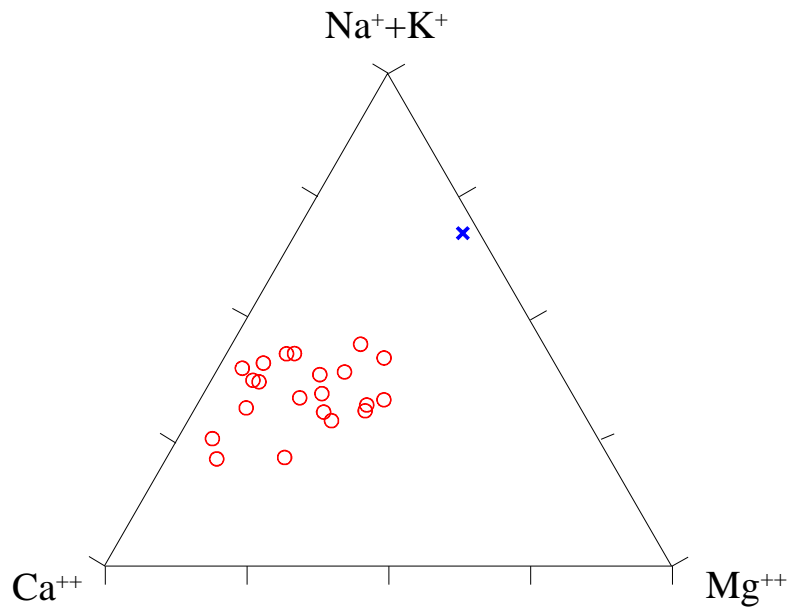


Diagramma ternario Na+K - Ca - Mg per il bacino idrogeologico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara

Il contenuto in nitrati è mediamente pari a 27 mg/l, ma si distinguono i pozzi Bresciana, Clemente e Staglio per i quali il nitrato è sempre inferiore a 1 mg/l.

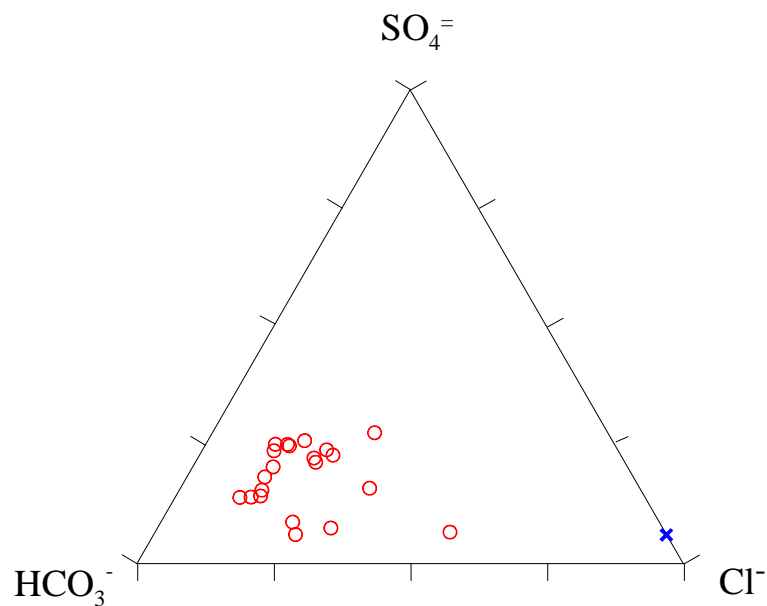
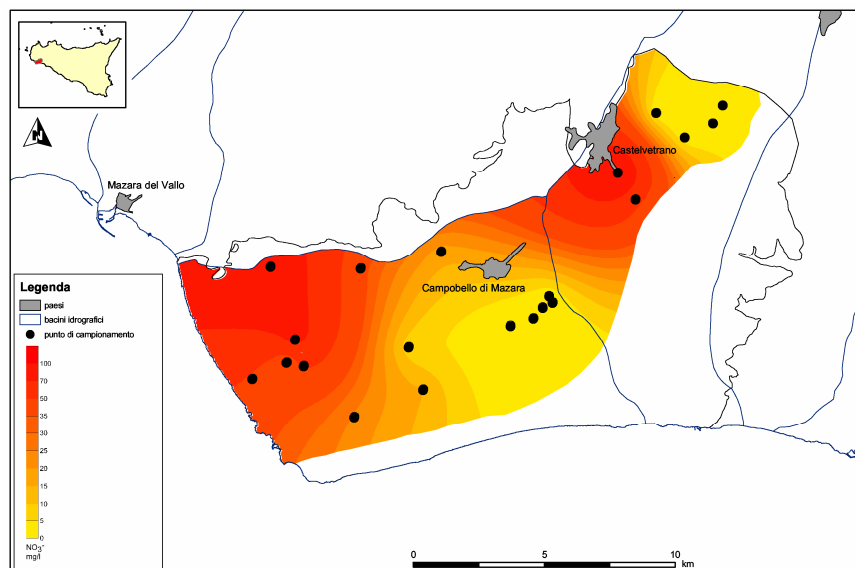


Diagramma ternario SO₄-HCO₃-Cl per il bacino idrogeologico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara

Per questi stessi punti le condizioni chimico fisiche (pH elevato e ambienti riducenti) favoriscono la permanenza dell'azoto sotto forma di ione ammonio. Infatti, il contenuto

mediamente molto basso in NH_4^+ (0,1 mg/l) raggiunge talvolta valori pari a 0,8 mg/l. La carta dei nitrati, che mostra la distribuzione di questo ione nel corpo idrico, mostra che i valori sono medio alti, con alcune aree ben delimitate in cui le concentrazioni sono inferiori a 5 mg/l. Questo è abbastanza in accordo con l'intensa coltivazione che viene operata in quest'area. Ciò porta ad un maggiore utilizzo di fertilizzanti e ad un maggiore utilizzo di acqua.

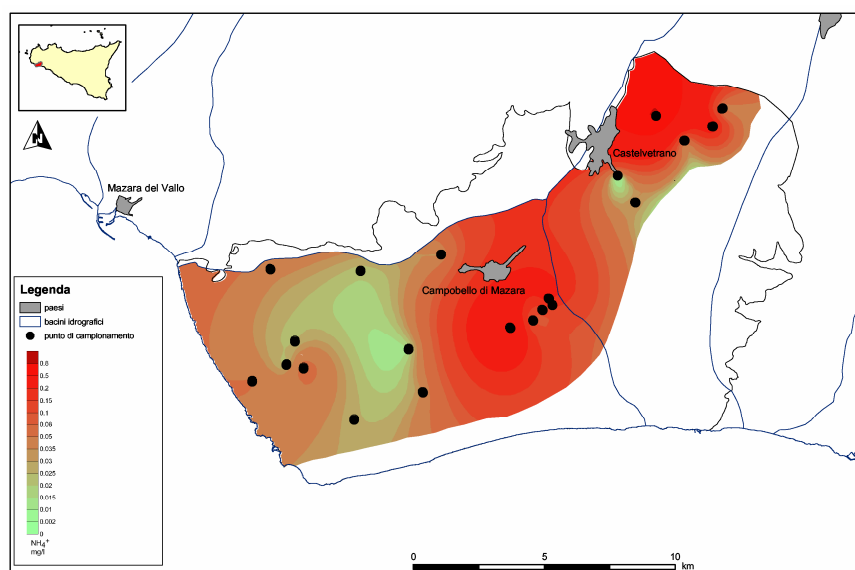


Carta dei Nitrati per il bacino idrogeologico della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara.

I valori piuttosto bassi dello ione ammonio, ed esclusione del pozzo Clemente in prossimità di Castelvetro, avvalorano ancor più l'idea che l'azoto arrivi nel suolo e quindi in falda già allo stato di NO_3^- e quindi non è il prodotto di una progressiva ossidazione di ammoniaca che è indice di inquinamento organico. Il pozzo Clemente potrebbe rappresentare una situazione di questo genere.

Le condizioni riducenti di tali punti favoriscono anche la mobilità del ferro che risulta mediamente più elevato rispetto ai punti di campionamento.

In conclusione, è possibile individuare nella interazione con le calcareniti il processo principale che determina il contenuto in sali disciolti, che risulta generalmente omogeneo.



Carta dell' NH_4^+ per il bacino idrogeologico della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara

Caratteristiche isotopiche del bacino idrogeologico

Le acque prelevate nel bacino idrogeologico della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara si allineano su una retta con coefficiente angolare più basso delle rette delle acque meteoriche mondiali ($\delta D = 8\delta^{18}\text{O} + 10$, Craig, 1961) e di quella relativa alle acque meteoriche del Mar Mediterraneo ($\delta D = 8\delta^{18}\text{O} + 20$, Gat & Carmi, 1970).

Queste risultano abbastanza omogenee e con composizione isotopica prossima a quella della media ponderata delle precipitazioni locali. Questo fa ritenere che si tratti di un acquifero non molto profondo e con ricarica locale.

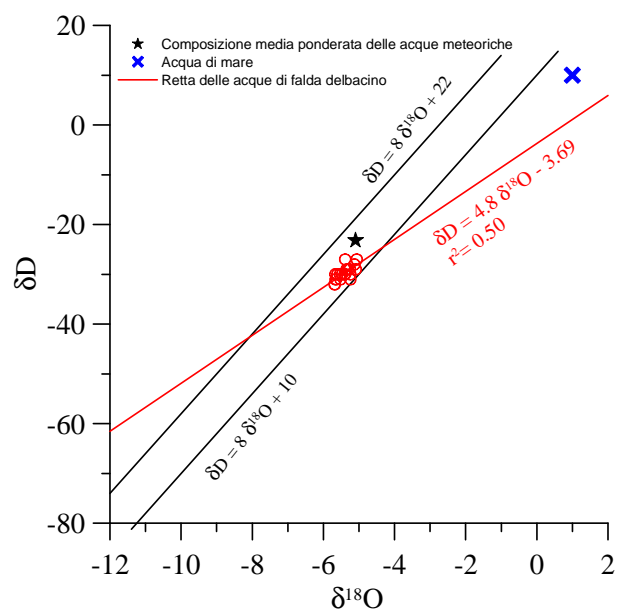


Diagramma δD - $\delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del bacino idrogeologico.

Bibliografia

AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. E ZANFERRARI A. (1983) – *Carta neotettonica d'Italia (F. 5-6)*. C.N.R. P.F.G., neotettonica, L.A.C., Firenze.

ASSESSORATO AGRICOLTURA E FORESTE SERVIZIO INFORMATIVO AGROMETEREOLOGICO SICILIANO -REGIONE SICILIANA – *Atlante Climatologico della Sicilia*

BIGI G., COSENTINO D., PAROTTO M., SARTORI R. & SCANDONE P. (1991) - STRUCTURAL MODEL OF ITALY. (1/500.000). C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, Modello Strutturale tridimensionale, Firenze.

BONANNO A., CIABATTI P., LIGUORI V., PROVENZANO M.C. & SORTINO G. (2000) - Studio idrogeologico ed idrogeochimico dell'acquifero multifalda della Piana di Castelvetro e Campobello di Mazara (Sicilia occidentale). Quaderni di Geologia Applicata, 7, 4, 45-59.

CALTABELLOTTA D., DRAGO A., LO BIANCO B., LOMBARDO M. (1998) – *Climatologia della Sicilia*. Assessorato Agricoltura e Foreste. Servizio Informativo Agrometereologico Siciliano, Regione Siciliana.

CASSA PER IL MEZZOGIORNO – RIPARTIZIONE PROGETTI IDRICI DIVISIONE V- SCHEMI IDRICI DELLA SICILIA (1982) *Indagini idrogeologiche per l'approvvigionamento idrico del Sistema II Nord-occidentale della Sicilia - Acquiferi principali*). Arlab S.r.l.

CASSA PER IL MEZZOGIORNO – GRUPPO OPERATIVO PER IL PIANO ACQUE SICILIA (1976) *Piano acque Sicilia*. Compagnia Mediterranea di prospezione.

CIABATTI P. & PROVENZANO M.C. (2003) - *Simulazione del flusso idrico sotterraneo dell'acquifero multifalda della Piana di Castelvetro e Campobello di Mazara (Sicilia sud-occidentale)*. Quaderni di Geologia Applicata, 10, 3, 5-16.

COMITATO GEOLOGICO REGIONALE, REGIONE SICILIANA (1959) - *Carta Geologica d'Italia Foglio 257 "Castelvetro" scala 1:100.000*.

CRAIG H, (1961), *Isotopic variations in meteoric waters*. Science, 133, 1702-1703.

DALL'AGLIO M. & TEDESCO C. (1968) - *Studio geochimico ed idrogeologico di sorgenti della Sicilia*. Riv. Min. Sic., 112-114, 27-66.

D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1992) - *Carta Geologica del Foglio 617 "Marsala" (scala 1:50.000)* – Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università degli Studi di Palermo.

- D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1994) – *Note illustrative della Carta Geologica del Foglio 617 “Marsala”* (scala 1:50.000). Boll. Soc. Geol. It., CXIII, 55-67.
- D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1996) - *I terrazzi marini quaternari dell'estremità occidentale della Sicilia*. Mem. Soc. Geol. It., LI, 585-594.
- D'ANGELO U., PARRINO G. & VERNUCCIO S. (2001) - *Il Quaternario della fascia costiera compresa fra la punta Granitola e Porto Palo (Sicilia sud occidentale)*. Naturalista Siciliano, s. IV, XXV, n.3-4, 333-344.
- D'ANGELO U., RUGGIERI G., UNTI M. & VERNUCCIO S. (1980) – *Neotettonica dei Fogli 248 (Trapani), 249 (Palermo), 250 (Bagheria), 258 (Alcamo), 259 (Termini Imerese) e 266 (Sciacca)*. In: Contributi alla realizzazione della Carta neotettonica d'Italia, pubbl. n. 356, CNR-P. F. Geodinamica, 203-236, Roma.
- DRAGO A., LO BIANCO B., MONTEROSSO I. (2002) – *Atlante Climatologico della Sicilia*. Assessorato Agricoltura e Foreste. Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, Regione Siciliana
- GAT J. R. & CARM I., (1970). *Evolution of isotopic of atmospheric waters in the Mediterranean sea area*. J. Geophys. Res., 75, 1437-1440.
- FLORES G. (1959) – *Evidence of slump phenomena (olistostromes) in areas of hydrocarbons exploration in Sicily*. Fifth World Petroleum Congr., Sect. 11, Paper 13, New York.
- HAUSER S., CUSIMANO G. & VASSALLO M. (2002) - *Idrogeochimica di ambienti umidi costieri: Mazara del Vallo, Trapani*. GEAM, 107, 4, 71-76.
- KIRATZI A. A. (1994) – *Active seismic deformation in the Italian Peninsula and Sicily*. Ann. Geof., 37 (1), 2-4.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. CONSIGLIO SUPERIORE SERVIZIO IDROGRAFICO (1934) - *Le sorgenti italiane – elenco e descrizione*. Pubblicazione n° 14 del Servizio, vol. II, Sicilia. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- MONTONE P., AMATO A., FREPOLI A., MARIUCCI M. T. & CESARO M. (1997) – *Crustal stress regime in Italy*. Ann. Geof., 40 (3), 741-757.
- NIGRO F. & RENDA P. (2000) - *Un modello di evoluzione tettono-sedimentaria dell'avanfossa neogenica siciliana*. Boll. Soc. Geol. It., 119, 667-686.

- RUGGIERI G. & TORRE G. (1973) - *Geologia delle zone investite dal terremoto del Belice. 1) La Tavoletta di Gibellina*. Riv. Min. Sic., 132-139, 127-187.
- RUGGIERI G., UNTI A. UNTI M. & MORONI A. (1977) - *La calcarenite di Marsala (Pleistocene inferiore) e i terreni contermini*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1623-1657.
- SCHMIDT DI FRIEDBERG P. (1962) - *Introduction à la géologie pétrolière de la Sicile*. Rev. Inst. Franc. Pétr., 17, 653-688.
- SCHUTTE, K. G. (1978) - *Crustal structure of southern Italy*. In: Closs H., Roeder D. & Schmidt K. (eds.), "Alps, Apennines, Hellenides", Stuttgart, 315-321.
- VITALE F.P. (1990) - Studi sulla Valle del Medio Belice (Sicilia centro occidentale) - L'avanfossa plio-pleistocenica nel quadro dell'evoluzione paleotettonica dell'area. Tesi di dottorato (inedita).

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO
PIANA DI CASTELVETRANO-
CAMPOBELLO DI MAZARA
(R19CCCS01)**

corpo idrico sotterraneo: Piana di Castelvetro - Campobello di Mazara
--

b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche.

Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico

Localizzazione geografica

La piana costiera di Castelvetro-Campobello di Mazara, che si estende per circa 227 km² è limitata ad ovest dal F. Delia, ad est dal F. Modione, a nord dall'altopiano gessoso di Santa Ninfa e a Sud dal Canale di Sicilia. All'interno dell'area investigata i centri urbani più importanti sono: Castelvetro e Campobello di Mazara.

La piana costiera di Castelvetro-Campobello di Mazara ricade nei Fogli 265 e 257 e nelle seguenti tavolette a scala 1:25.000 della Carta d'Italia edite dall'I.G.M.I.: 265 I NE Valle Belice, 265 I NO Campobello di Mazara, 265 I SE Porto Palo, 265 I SO Selinunte, 265 IV NE Mazara del Vallo, 265 IV SE Torretta Granitola, 257 II SE Partanna, 257 IISO Castelvetro.

Considerazioni geomorfologiche

In generale la morfologia della piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è caratterizzata da vaste aree sub-pianeggianti, bordate da rilievi collinari, con pendenze che non superano il 20% e quote che variano da pochi metri, lungo la fascia costiera, a circa 250 m s.l.m., nelle porzioni più interne. La piana costiera è contraddistinta dalla presenza di una serie di terrazzi marini disposti in otto ordini (D'Angelo & Vernuccio, 1996). Tali terrazzi marini si rinvengono fino a quota 170 m s.l.m. e sono facilmente individuabili per la presenza di una serie di gradini morfologici alla cui sommità si rinvengono piattaforme di abrasione ricoperte talora da paleosuoli.

La fascia litoranea della piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è caratterizzata da ampie spiagge, prevalentemente sabbiose, in cui si sviluppano dune costiere con andamento parallelo alla costa. Si rinvengono, inoltre, alcune aree umide, oggi parzialmente o totalmente prosciugate, conosciute localmente con il nome di "gorghi o margi" che rappresentano ecosistemi particolarmente sensibili, oltre che di notevole valore

ambientale e sede talora di riserve naturali. Tali aree umide si rinvencono a sud della Foce del F. Arena e sono denominati “Lago Preola” e “Gorghi Tondi”. La loro genesi è legata a fenomeni di dissoluzione chimica dei gessi sottostanti, responsabili dello sprofondamento dei depositi calcarenitici soprastanti. Queste aree umide rivestono un ruolo importante nella circolazione idrica delle aree costiere in quanto regolano, in parte, i rapporti fra acque dolci e marine. La loro presenza, infatti, determina condizioni di equilibrio, in quanto l’acqua dolce che emerge in queste aree contrasta l’ingressione marina.

Aspetti geologici

L’area in studio è caratterizzata da depositi marini quaternari (Calcareniti di Marsala Auct.), costituiti da sabbie e ghiaie calcaree bioclastiche passanti lateralmente e verticalmente a calcareniti e calciruditi (Ruggieri et al., 1977, D’Angelo & Vernuccio, 1992, 1994). I terreni su descritti ricoprono in discordanza la Fm. Marnoso-arenacea della Valle del Belice (Ruggieri et al., 1973, Vitale, 1990), costituita di una sequenza terrigena plio-quaternaria (arenarie e calcareniti con intercalazioni argillose). In profondità seguono, dopo i depositi pelagici calcilutitici marnosi del Pliocene inf. (“*Trubi*”), i terreni della successione evaporitica messiniana (calcarei evaporitici e gessi), poggiati in discordanza sui depositi conglomeratici e/o sabbiosi e argilloso-marnosi della Fm. Cozzo Terravecchia Auct. (Flores, 1959, Schmidt di Friedberg, 1962). I terreni sopra descritti sono ritagliati da spianate terrazzate marine quaternarie, talora con deposito (sabbie, ghiaie e calcareniti, spessore max. 10 m), disposte in vari ordini fino a quote di circa 170 m s.l.m. (D’Angelo & Vernuccio, 1996, D’Angelo et al., 2001). Lungo le fasce costiere si rinvencono depositi palustri, dunari e, in prossimità dei principali corsi d’acqua, alluvioni talora terrazzate.

A seguito della tettonica messiniana e medio-pliocenica, i terreni depositatisi in precedenza sono stati piegati, generando nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara una struttura sinclinalica con asse NE-SW ed immergente a SW. Infine, nei depositi calcarenitici quaternari, con giacitura suborizzontale, sono osservabili le evidenze tettoniche relative ad una fase, prevalentemente distensiva, che ha interessato i depositi post-tirreniani.

Morfologia del corpo idrico

In funzione delle caratteristiche geologico-strutturali ed idrogeologiche nell'area investigata è stata riconosciuta un'unica idrostruttura denominata Unità idrogeologica della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara. Tale idrostruttura è limitata lateralmente da depositi argilloso-sabbiosi del Tortoniano, affioranti ad ovest lungo il F. Delia e ad Est dalle argille del Siciliano e dalla litofacies argillosa della Fm. Marnoso-arenacea. L'analisi delle stratigrafie di alcuni pozzi ESA e dei pozzi idropotabili (Pozzi Staglio e Bresciana) ha consentito di identificare un acquifero multifalda ospitato nelle sequenze calcarenitico argillose plio-pleistoceniche, il cui substrato coincide con il complesso idrogeologico argilloso-marnoso del Tortoniano.

L'acquifero multifalda è costituito da:

- una falda superficiale di tipo libero, impostata nella porzione calcarenitica superiore, la cui potenzialità ridotta è funzione dell'esiguo spessore del saturo (da 1m a circa 10-20 m).
- una falda profonda semiconfinata impostata nel complesso idrogeologico calcarenitico-marnoso. Le sue potenzialità sono notevoli e nelle porzioni di maggiore spessore (150m) presenta una elevata trasmissività media ($\sim 5 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s.}$)

A sud del centro abitato di Campobello di Mazara, l'acquifero multifalda passa ad un acquifero a falda libera per l'assottigliamento degli acquitardi intercalati.

Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche

Regime pluviometrico e infiltrazione

Le stazioni pluviometriche, presenti nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara, sono: Castelvetro (190 m s.l.m.), Campobello di Mazara, Partanna (407 m s.l.m.) e Mazara del Vallo (8 m s.l.m.). La stazione pluviotermometrica di Castelvetro, gestita dal Servizio Tecnico Idrografico Regionale della Sicilia, ha permesso la registrazione di una serie completa di dati pluviometrici e termometrici trentennali e che ben rappresenta il regime climatico nella zona.

Dai dati dell'Atlante climatologico del Servizio Informativo Agrometeorologico del Dipartimento Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia sono stati desunti alcune informazioni di carattere climatico (figg 2 e 3) che di seguito vengono riportati.

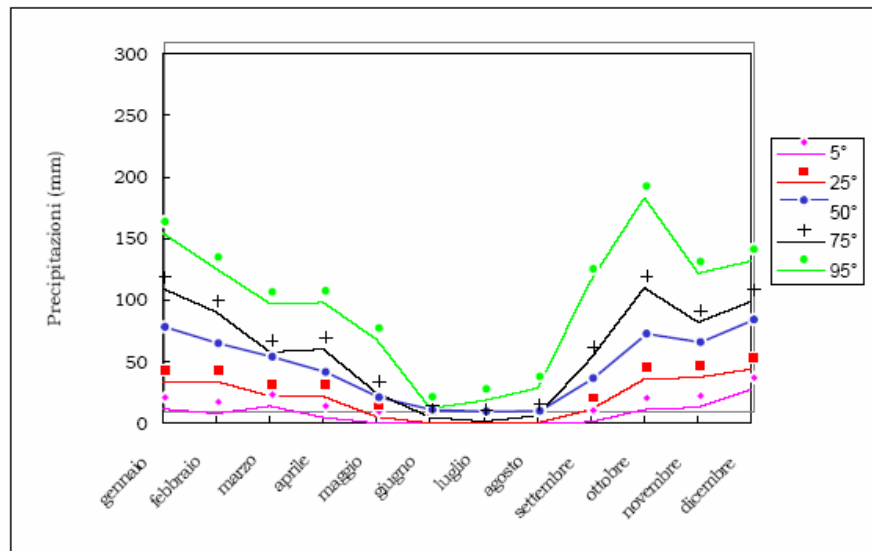


Fig. 2- Andamento delle precipitazioni per la stazione di Castelvetro

Castelvetro m 190 s.l.m.

me	T max	T min	T med	P
gennaio	14,4	6,7	10,5	74
febbraio	15,3	6,8	11,0	62
marzo	17,5	8,1	12,8	48
aprile	19,9	10,2	15,0	42
maggio	25,1	14,0	19,5	20
giugno	29,2	16,7	23,0	3
luglio	32,9	20,2	26,5	3
agosto	32,6	20,7	26,7	7
settembre	28,8	17,9	23,3	39
ottobre	24,1	14,6	19,3	79
novembre	19,7	10,8	15,2	66
dicembre	15,8	8,0	11,9	80

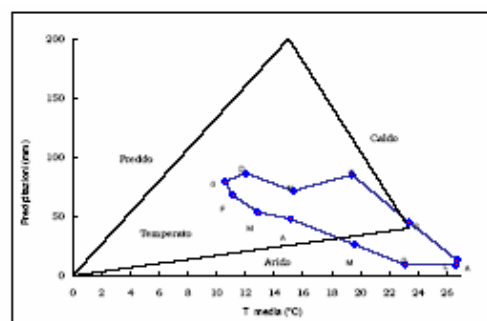


Fig. 3 - Climogramma di Pegu riferito alla stazione di Castelvetro

I climogrammi di Pegu riassumono sinteticamente le condizioni termo-

pluviometriche delle diverse località considerate. Essi sono stati costruiti sulla base dei dati medi mensili di temperatura media e precipitazioni cumulate. Sulle ascisse è riportata la scala delle temperature (°C), mentre sulle ordinate quella delle precipitazioni (mm). Dall'unione dei 12 punti relativi a ciascun mese, si ottiene un poligono racchiudente un'area, la cui forma e dimensione rappresentano bene le caratteristiche climatiche di ciascuna stazione. Sul climogramma è anche riportata un'area triangolare di riferimento che, secondo Peguy, distingue una situazione di clima temperato (all'interno dell'area stessa), freddo, arido, caldo (all'esterno del triangolo, ad iniziare dalla parte in alto a sinistra del grafico, in senso antiorario). Il triangolo è costruito sulla base delle seguenti coordinate dei vertici: (0°C, 0 mm); (23,4°C, 40 mm); (15°C, 200 mm). La posizione dell'area poligonale, rispetto a quella triangolare di riferimento fornisce una rappresentazione immediata delle condizioni climatiche della stazione.

Dall'esame del climogramma di Peguy riferito alla stazione di Castelvetro si evince che il clima è temperato dal mese di settembre al mese di aprile, ed è arido da aprile a settembre.

In base all'indice climatico di De Martone ($I_a = 19$), determinato in uno studio della Regione Sicilia, il clima della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è stato classificato semiarido. La precipitazione media annua per l'anno idrogeologico 1965-1994 è pari a circa 520 mm/a.

Regime della falda e flussi sotterranei

Dall'indagine idrogeologica eseguita nel mese di novembre 1999 (Bonanno *et al.*, 2000) della falda profonda è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica relativa alla falda semiconfinata profonda del complesso calcarenitico marnoso, che si raccorda, nella porzione meridionale della Piana, con quella relativa alla falda idrica di tipo libero. Dalla ricostruzione della piezometrica si evince che lo scarico idrico generale presenta, nella porzione settentrionale della piana, una direzione principale NE-SW verso Contrada Staglio dove è localizzato un campo pozzi gestito dall'Ente Acquedotti Siciliani.

Nella porzione meridionale della piana, il drenaggio avviene da nord verso sud, con due direzioni di flusso preferenziale dell'acquifero convergenti verso le zone di maggiore

prelievo ubicate in Contrada Bresciana (campo pozzi Bresciana, gestito dal Comune di Campobello di Mazara). Perdite idriche sottomarine sono state osservate lungo il tratto di costa tra Torre Granitola e Tre Fontane.

Dal bilancio idrogeologico (Bonanno *et al.*, 2000) si evince che anche l'acquifero, impostato nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara, è soggetto ad un'intenso sovrasfruttamento poichè la ricarica media annua è inferiore ai prelievi del 15% con un deficit medio annuo pari a $2.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$. Questa situazione è responsabile del graduale depauperamento delle riserve, che ha provocato un vistoso abbassamento del livello piezometrico e in alcuni casi ridotto la capacità produttiva dei pozzi.

L'allarmante situazione di sovrasfruttamento in cui versa l'acquifero è stata confermata dal confronto tra la piezometria dell'autunno 1999 (Bonanno *et al.*, 2000) e quella risultante dal rilevamento piezometrico effettuato nel 1981 (Casmèz, 1981), da cui si evince che in 19 anni il livello piezometrico della falda semiconfinata della Piana si è abbassato in media di circa 20 m.

Le zone in cui si registra un maggiore abbassamento sono quelle in corrispondenza del campo pozzi di Staglio e le aree site a NE rispetto all'abitato di Campobello di Mazara, probabilmente dovute alla presenza di forti prelievi e ad una minore trasmissività dell'acquifero. In corrispondenza del campo pozzi di C.da Bresciana, l'abbassamento della falda varia tra i 5 e i 10 m, in quanto la trasmissività e la ricarica della falda profonda sono tali da ridurre l'effetto dell'impatto dei forti prelievi per uso idropotabile sull'equilibrio idrodinamico del sistema di flusso sotterraneo. Nel settore costiero della piana, si osserva un abbassamento del livello piezometrico variabile da 5 a 25 m probabilmente dovuto alla presenza a nord del campo pozzi di C.da Bresciana, che intercettano a monte la falda (Bonanno *et al.*, 2000).

La condizione di sovrasfruttamento dell'acquifero è stata confermata anche dai risultati di un modello di simulazione calibrato in regime transitorio, implementato con il programma Processing Modflow (Ciabatti & Provenzano, 2003), da cui si evince che il sistema idrogeologico investigato, non essendo sensibile a variazioni di ricarica verticale e laterale, è ricaricato essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica che si infiltrano dall'alto. Dal modello di simulazione si evince che per sopperire al deficit idrico medio annuo pari a $2.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ vengono intaccate le riserve idriche della falda profonda

con conseguente depauperamento delle stesse.

Altri effetti connessi allo sfruttamento irrazionale della risorsa idrica sono il parziale prosciugamento di alcune aree umide site a Sud del F. Delia note come “Gorghi Tondi e Lago di Preola” e l’avanzamento del cuneo di intrusione marina in alcune aree costiere. Dal punto di vista idrogeologico le aree umide, localmente note come “gorghi” rappresentano o hanno rappresentato zone di affioramento della superficie piezometrica. Questa condizione in passato ha avuto un ruolo fondamentale nel contenere e contrastare l’infiltrazione d’acqua salata in falda. Infatti, in tali aree l’abbassamento del livello piezometrico produce una riduzione del carico idraulico delle acque dolci con il conseguente parziale prosciugamento delle aree umide che non assolvono più l’importante funzione di ostacolare l’intrusione marina.

Fenomeni di ingressione marina sono stati rilevati nelle zone limitrofe ai “Gorghi Tondi e Lago di Preola” in uno studio idrogeologico e idrogeochimico di Hauser *et al.* 2002. Gli autori, dall’interpretazione del diagramma di Langelier-Ludwig, in cui è riportato il punto rappresentativo dell’acqua di mare, osservano un’evoluzione delle acque da clorurato-solfato alcalino terrose a clorurato-solfato alcaline. Un notevole allineamento fra il punto rappresentativo dell’acqua di mare e i punti dell’acqua di pozzi disposti fra i gorghi e la costa si nota nel diagramma Na-Cl.

Inoltre, anche l’andamento delle isopiezometriche mostra un cuneo di ingressione marina fra il Lago Preola e la costa, in cui si registrano valori di livelli piezometrici al disotto del livello del mare.

Considerazioni sulla vulnerabilità

La maggior parte del territorio dell'area esaminata, come messo in luce dai rilevamenti effettuati e dall'esame delle foto aeree, è interessata da attività agricole in particolare vigneti, oliveti, agrumeti, mosaici colturali e seminativi di tipo semplice. Tali attività necessitano di un quantitativo notevole e crescente di acqua, prelevata essenzialmente dagli acquiferi locali tramite pozzi, il cui numero negli ultimi anni è sensibilmente aumentato anche per l'assenza di una gestione razionale delle risorse idriche. Inoltre, queste pratiche agricole richiedono un diffuso utilizzo di fertilizzanti organici e/o inorganici, che possono modificare sensibilmente la qualità delle acque infiltranti.

Evidenze di tali fenomeni si hanno nella falda superficiale della Piana Castelvetro-Campobello di Mazara, dove si registrano localmente (Bonanno *et al.*, 2000) concentrazioni in nitrati, in potassio e in solfati di gran lunga superiori ai valori di soglia indicati per legge. Gli stessi autori riferiscono che nella falda profonda non si registrano fenomeni di inquinamento antropico.

Anche in alcuni pozzi disposti nel settore occidentale della piana, in prossimità della zona dei Gorghi Tondi (Hauser S. *et al.*, 2002), dal controllo incrociato delle concentrazioni di Cl e di NO₃, si registrano anomale concentrazioni dello ione NO₃ la cui origine può essere attribuita a fonti inquinanti di origine antropica, quale l'uso in zona di fertilizzanti a scopo agricolo.

Sulla base di queste osservazioni, è possibile concludere che la vulnerabilità intrinseca all'inquinamento della falda superficiale libera della Piana di Castelvetro e Campobello di Mazara debba considerarsi elevata. Al contrario, si ritiene che la falda profonda sia caratterizzata da una vulnerabilità intrinseca all'inquinamento medio-bassa, in quanto nonostante il complesso argilloso discontinuo permetta gli interscambi idraulici tra le due falde, risulta comunque in grado di rallentare la migrazione degli inquinanti verso le porzioni più profonde dell'acquifero.

Come accennato nel paragrafo precedente un altro importante effetto connesso ai prelievi eccessivi è rappresentato dalla parziale scomparsa di alcune aree umide (Lago Murana), che in passato erano numerose in prossimità della foce del F. Delia e da locali fenomeni di intrusione marina responsabili dell'alterazione dello stato chimico-fisico delle acque sotterranee.

Caratterizzazione idrogeochimica

Nel diagramma classificativo di Langelier-Ludwig, i campioni ricadono tra le acque bicarbonato-alcalino terrose e quelle clorurato-solfato-alcalino terrose.

Tra i cationi le specie dominanti sono calcio e magnesio, come si evince dal diagramma ternario cationico; nello stesso è possibile osservare che numerosi campioni hanno pari contenuto in calcio e magnesio.

Tra gli anioni prevale lo ione bicarbonato, sebbene alcuni punti presentino un contenuto in cloro superiore al bicarbonato che deriva probabilmente dalla interazione con sali solubili della serie evaporitica.

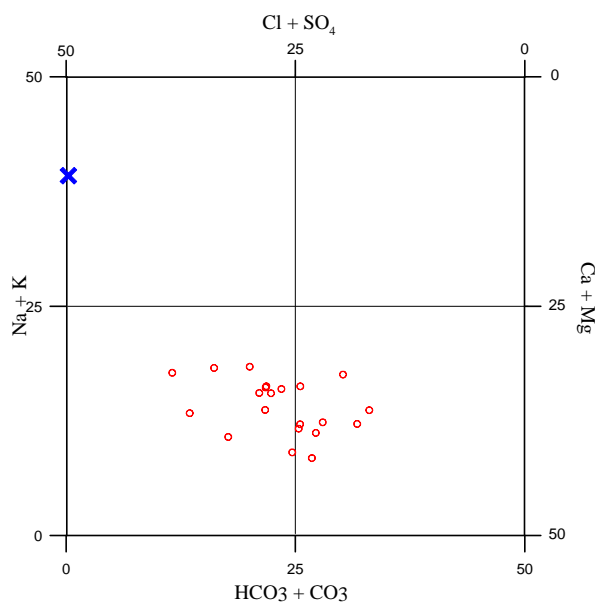


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig del corpo idrico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara.

Le caratteristiche geochemiche delle acque consentono di escludere apporti significativi di acqua di mare.

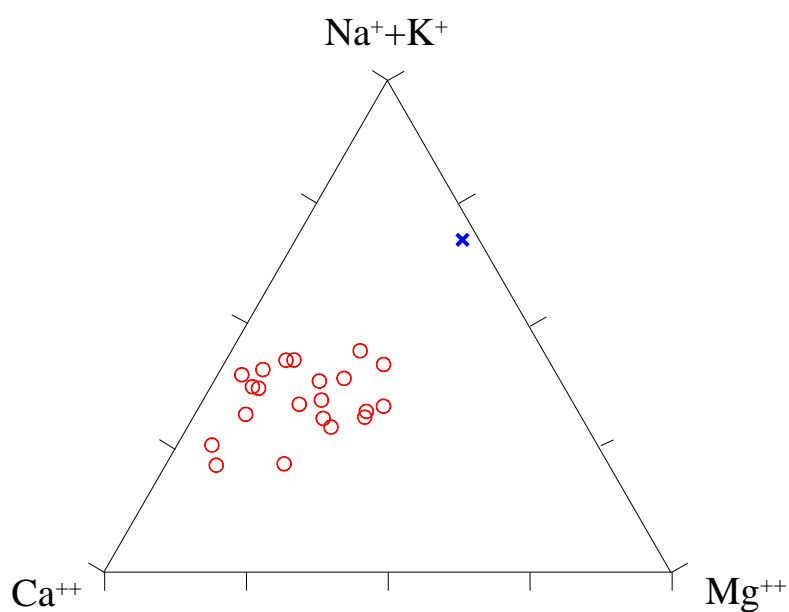


Diagramma ternario Na+K – Ca - Mg del corpo idrico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara..

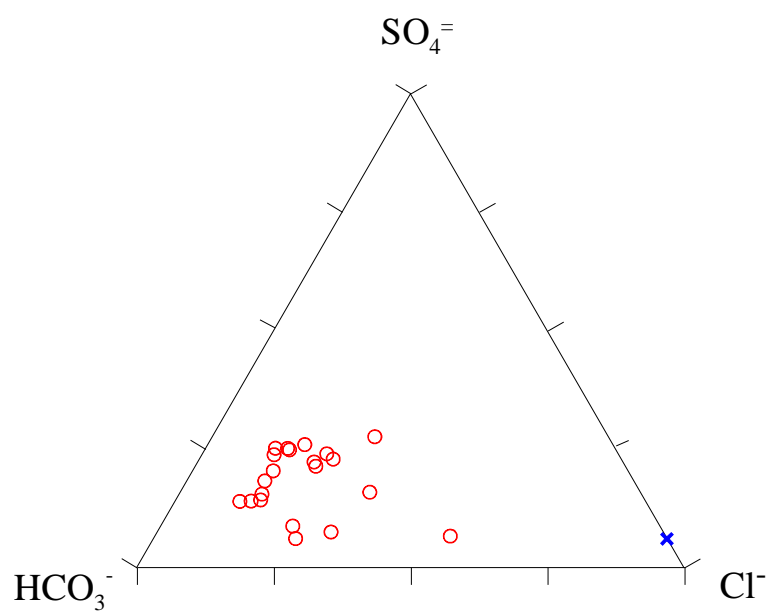


Diagramma ternario SO_4 - HCO_3 -Cl del corpo idrico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara.

Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

I punti relativi a questo corpo idrico non sembrano molto distanti dal punto dell'acqua meteorica media ponderata per questo bacino soprattutto per l' ^{18}O . Ciò fa supporre che le

falde contenute nel corpo idrico abbiano una ricarica meteorica locale. La lieve negativizzazione in δD probabilmente è legata alla sua maggiore variabilità rispetto l' ^{18}O .

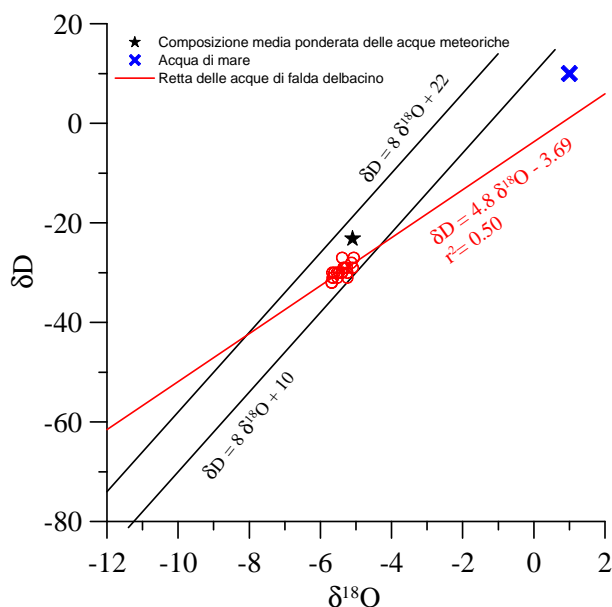


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico
Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara.

I punti campionati essendo stati scelti ad hoc non presentano comunque un marcato mixing con acqua di mare. Come è noto dalla letteratura (Hauser *et al.* 2002), l'intrusione marina è invece molto marcata in prossimità delle coste, dove la qualità delle acque è scarsa.

Qualità delle acque del corpo idrico

Il diagramma a torta è relativo alla composizione chimica media del corpo idrico. I valori percentuali mostrano una preponderanza della componente carbonatica ma anche una non trascurabile componente solfatica che, come abbiamo detto precedentemente, è legata alla presenza della serie gessoso solfifera. Dal confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e i valori di parametro secondo il D. Lgs. n. 31 all. 1 emerge che tutti i valori risultano al di sotto dei valori di parametro.

Piana di Castelvetrano - Campobello di Mazara

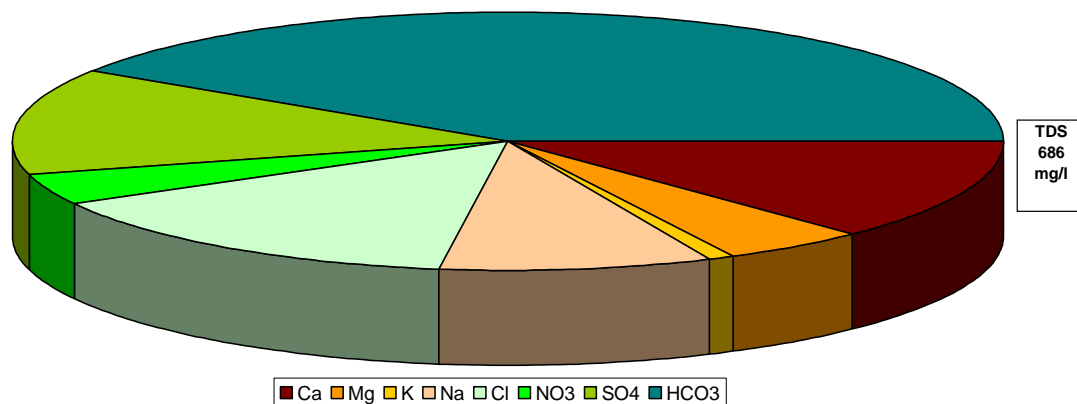


Diagramma a torta mostrante le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo idrico. Lo spessore del diagramma è proporzionale alla salinità dell'acqua.

Bacino	Piana di Castelvetrano-Campobello di Mazara		
Corpo idrico	Piana di Castelvetrano-Campobello di Mazara		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	21	-
pH		7.5	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	812	2500
Cl	mg/l	101	250
SO ₄ ⁼	mg/l	92	250
Ca	mg/l	89	-
Mg	mg/l	31	-
Na	mg/l	61	200
K	mg/l	6	-
Al	µg/l	1.40	200
Mn	µg/l	1.38	50
Fe	µg/l	46.3	200
NO ₃ ⁻	mg/l	27	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.12	0.5

Confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e i valori di parametro secondo il D. Lgs. n. 31/2001 All.1

Stato chimico del corpo idrico

Tra i macrodescrittori tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico, rientrano nei limiti previsti per la classe 1 manganese e ferro. La conducibilità, i cloruri, i solfati e lo ione ammonio rientrano in seconda classe. Soltanto i

nitrati rientrano in classe 3. Le concentrazioni medie dei parametri addizionali (inquinanti inorganici) risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla tabella 21 del D. Lgs. 152/99. Pertanto, al corpo idrico Piana di Castelvetro – Campobello di Mazara viene attribuita la classe 3.

Qualità delle acque a scopo irriguo

Il diagramma di Wilcox, che permette la classificazione delle acque per scopi irrigui, si basa sulle variabili SAR (acronimo di sodium adsorption ratio) che indica l'effetto dell'accumulo di sodio nei suoli e sulla conducibilità che è direttamente collegabile alla salinità dell'acqua. Le acque del corpo idrico idrico Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara ricadono nel quadrante C3-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque ad alta salinità che possono essere utilizzate se esiste un ottimo drenaggio del suolo.

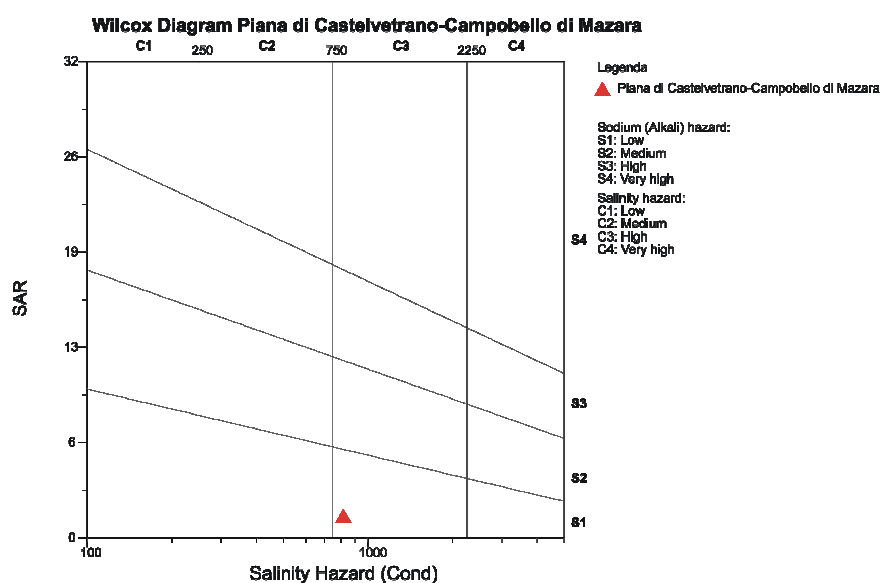


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo

Estrazioni di acque dolci e usi

Il corpo idrico della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara è utilizzato per l'approvvigionamento idrico dei comuni di Campobello di Mazara, Castelvetro, Trapani e Partanna, e in parte anche per usi agricoli ed industriali. Si fa presente, inoltre che nella porzione orientale del corpo idrico, compresa fra il F.Modione e il F.Belice si rinviene un basso numero di pozzi non solo perché la falda ha uno spessore e una potenzialità esigua a ma anche perché viene utilizzata l'acqua distribuita dal consorzio di Bonifica proveniente da invasi artificiali.

Nella Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara dagli anni ottanta ad oggi sono stati realizzati migliaia di pozzi alcuni dei quali intercettano la falda superficiale libera e sono utilizzati per fini domestici, altri intercettano la falda profonda e sono utilizzati per fini agricoli o industriali, altri sono pubblici, captano la falda profonda e vengono utilizzati per uso idropotabile . La maggior parte dei pozzi privati sono stati realizzati abusivamente e negli ultimi anni sanati. Un gran numero di questi pozzi sono stati censiti dal Genio Civile di Trapani ma i dati, spesso insufficienti, risultano non sempre corrispondenti alla situazione attuale.

I pozzi pubblici si rinvenivano in C.da Staglio, in C.da Magaggiaro e in C.da Bresciana.

I pozzi di C.da Staglio sono gestiti dall'EAS-ACQUE. Si tratta di una batteria di 12 pozzi di cui soltanto alcuni sono in funzione. Questi pozzi sono stati realizzati in corrispondenza di alcune sorgenti oggi estinte e negli anni scorsi riuscivano ad emungere complessivamente da 30 a 50 l/s.

I pozzi di C.da Bresciana sono attualmente gestiti dal Comune di Trapani. Si tratta di una batteria di 12 pozzi che complessivamente hanno una portata variabile da 200 l/s a 250 l/s.

I pozzi in C.da Magaggiaro in parte sono gestiti dal comune di Partanna e in parte dall'EAS-ACQUE. La portata complessiva di emungimento è di circa 45 l/s.

Si vuole, altresì, ricordare che allo stato attuale i Comuni di Campobello di Mazara e di Castelvetro hanno requisito alcuni pozzi privati per sopperire all'emergenza idrica degli ultimi anni. Tali pozzi complessivamente emungono una portata variabile da 60-100 l/s.