

**PELLICOLI FEDERICA**

Titolo della relazione della Prova Finale:

<b>CARATTERIZZAZIONE SPAZIO-TEMPORALE DELLE CONTAMINAZIONI DI ORIGINE ANTROPICA NELLA PIANA DI AOSTA</b>	
Relatore:	Prof. Bonomi Tullia
Correlatori:	Fumagalli Letizia, Benastini Valeria, Capodaglio Pietro, Simonetto Fulvio

**Sintesi della relazione:**

Il presente lavoro nasce dalla collaborazione scientifica tra l'ARPA Valle d'Aosta (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) e l'Università degli Studi di Milano Bicocca. Il punto di partenza della tesi è uno studio precedentemente svolto nell'ambito della medesima collaborazione che ha evidenziato, nel periodo 2000-2012, superamenti rispetto ai limiti di legge (D. Lgs. 152/2006) di Ferro, Manganese, Nichel e Cromo esavalente nelle acque di falda della piana di Aosta.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di analizzare in dettaglio l'evoluzione spazio-temporale di tali metalli nelle acque sotterranee della piana di Aosta nel periodo compreso tra il 2000 e il 2012, al fine di meglio definirne l'origine naturale e/o antropica.

A tal fine le variazioni temporali delle concentrazioni sono state analizzate e confrontate con le variazioni della soggiacenza della falda e delle misure piezometriche.

L'analisi dell'escursione stagionale e pluriennale del livello freatico della falda in zone differenti lungo la piana è stata mirata a chiarire il rapporto tra la falda e la Dora Baltea, a dare indicazioni riguardo alla vulnerabilità della risorsa idrica e ad evidenziare i periodi di alto e di basso piezometrico negli anni. Il grafico sottostante raggruppa le misure della soggiacenza effettuate in alcuni dei punti di misura presenti nel territorio di Aosta. L'escursione stagionale media è di 5m, inoltre dall'anno 2006 a luglio 2009 si osserva un abbassamento della soggiacenza visibile dall'analisi del trend pluriennale di 4,5m.

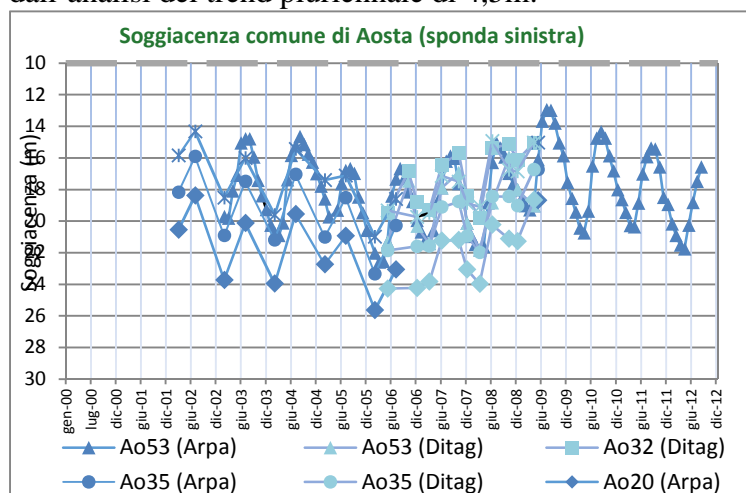


Figure 1. Variazione della soggiacenza (m) nel territorio di Aosta.

La morfologia della piezometria è stata illustrata tramite mappe piezometriche ottenute da elaborazioni areali dei dati piezometrici. In particolare sono state create tre carte piezometriche di tre periodi caratterizzati da elevati e bassi livelli della falda nel periodo 2000-2012 che hanno permesso di valutare in dettaglio il deflusso idrico, il gradiente e la sua variazione e i rapporti tra falda e fiume che, nella piana, hanno da sempre suscitato grande interesse da un

punto di vista idrogeologico. Dalle mappe emerge che i rapporti falda-fiume appaiono influenzati dalle oscillazioni pluriennali della falda acquifera.

La successiva analisi dei dati chimici disponibili riferiti alla concentrazione di Ferro, Manganese, Nichel e Cromo VI nelle acque di falda è stata effettuata separando le analisi effettuate sul tal quale (anni 2000-2010) da quelle effettuate sul filtrato (anni 2010-2012), verificando quindi se le due

serie di dati potessero essere riconducibili alla stessa popolazione applicando il test di Wilcoxon-Mann-Whitney sui dati del 2010 per i quali si disponeva, nel medesimo campionamento, del valore di concentrazione del metallo prima e successivamente alla filtrazione. I risultati del test hanno mostrato che solo per i dati di Cromo VI i valori sul tal quale e sul filtrato erano confrontabili, mentre per Ferro, Manganese e Nichel le popolazioni erano differenti.

Sulla base di questo risultato, le successive analisi di tali elementi sono state effettuate esclusivamente sui dati tal quali per Ferro, Manganese e Nichel, più numerosi; mentre per il Cromo VI si sono utilizzati tutti i dati disponibili. Nella tabella sottostante si è fatta una sintesi dei dati utilizzati.

Dal punto di vista areale è stata effettuata la ricostruzione della distribuzione dei dati chimici mediante mappe che raffigurano tutti i punti campionati nell'intera piana di Aosta con associato il valore massimo di concentrazione registrato nella serie storica e il valore di mediana.

Con il medesimo approccio sono stati analizzati anche i dati chimici di concentrazione di Ferro, Manganese, Nichel e Cromo VI nelle acque superficiali, per verificare sia la possibile presa in carico di contaminanti di origine antropica da parte della Dora Baltea, sia la presenza di inquinamento da imputarsi a cause naturali.

Limitatamente all'area centrale della piana di Aosta, dove è stata localizzata la presenza dei siti a rischio potenziale, sono stati costruiti grafici concentrazione-tempo che hanno permesso di valutare il trend chimico in ogni punto campionato, di determinare la presenza di outlier nella serie storica e di valutare la frequenza e il numero dei campionamenti chimici.

L'ultimo passo di questo lavoro è stato quello di integrare le informazioni acquisite dall'analisi dei dati chimici a misure attinenti alla dinamica piezometrica. Per ogni grafico concentrazione-tempo che era stato costruito per ogni punto campionato sono stati inserite le informazioni attinenti ai valori di soggiacenza. I grafici finali "concentrazione-soggiacenza-tempo" (dagli 81 ai 93 grafici per ogni elemento) sono stati montati in n.4 posters in formato A0 ognuno relativo ad un

SOSTANZA	INTERA PIANA		CENTRO PIANA	
	Punti di misura totali	Campionamenti totali	Punti di misura totali	Campionamenti totali
FERRO	129	1297	93	1138
MANGANESE	129	1275	93	1015
NICHEL	129	1178	92	926
CROMO VI	114	967+183	81	762+153

contaminante, al centro di ogni poster è stata inserita la mappa della zona centrale della piana per integrare le informazioni sulla localizzazione dei punti campionati. Ciò consente di avere una visione globale di tutte le informazioni chimiche e piezometriche disponibili per gli anni 2000-2012 e di analizzare la loro variazione temporale ed areale.

I risultati mostrano che le contaminazioni di origine antropica interessano in particolare l'area centrale della piana di Aosta. La contaminazione da Ferro e Manganese è prevalente nella discarica di Brissogne, così come quella da Nichel, quest'ultima interessa tuttavia anche un piezometro nei pressi dell'acciaieria e uno nel territorio del comune di Pollein. La presenza del Cromo esavalente è localizzata nell'area ex-Cogne e a valle di essa in direzione del deflusso idrico.

L'analisi delle relazioni tra piezometria e dati chimici indica che il trend dei valori di concentrazione di Cromo VI registrati nei punti campionati all'interno dell'area industriale Ex-

Cogne segue le escursioni della piezometria, in quanto l'aumento del livello freatico sembra comportare un aumento della concentrazione di Cromo VI nelle acque di falda. Questo fenomeno potrebbe esser determinato dal dilavamento del Cromo accumulatosi nell'insaturo causato dall'innalzamento del livello della falda nei momenti di alto piezometrico. Più a valle nel territorio del comune di Pollein, questa relazione non appare evidente, ma piuttosto si osserva una diluizione della concentrazione ed un ritardo del picco di concentrazione rispetto ai momenti di alto piezometrico. I rapporti evidenziati grazie a questa analisi danno un'ulteriore prova della natura antropica della contaminazione delle acque di falda da Cromo VI e permettono di ipotizzare che la sorgente dell'inquinamento corrisponda al territorio dell'area ex Cogne. Tali risultati hanno anche permesso di migliorare il modello concettuale sui cui basare un modello di trasporto puntuale.

Per quanto concerne l'intera piana, la presenza locale di metalli nelle acque sotterranee nelle zone occidentale ed orientale della piana è stata analizzata anche sulla base dei dati di concentrazione presenti nelle acque superficiali, giungendo ad escluderne un'origine antropica. In particolare si osservano nelle acque di falda valori superiori al limite di legge di Ferro e Manganese e in particolare nel territorio tra il comune di Verrayes e Pontey si sono rilevati valori superiori al limite normativo di Nichel e Cromo VI. In entrambi i casi l'analisi dei dati di concentrazione dei metalli nelle acque superficiali ne hanno mostrato la presenza anche nei torrenti provenienti dalle valli laterali, geologicamente caratterizzate dalla presenza di ofioliti; dimostrando l'origine naturale dell'inquinamento rilevato nelle zone esterne all'area centrale della piana.