

NUOVA CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELLA FALDA AI NITRATI COME STRUMENTO PER LA PIANIFICAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE E GESTIONE DELLE EMERGENZE

Giovanni PORTO^(*), Stefano MAURI^(*), Cristina ARDUINI^(*)

^(*)Provincia di Milano, C.so P.ta Vittoria 27 20122 Milano 02.77405867

introduzione

La Provincia di Milano è uno dei territori d'Italia nel quale la pressione antropica è più elevata, oltre all'industria e l'agricoltura si sono aggiunti gli effetti di enormi agglomerati residenziali che possono influire sulla qualità e quantità delle acque sotterranee, attraverso la scarsa efficienza del sistema di collettamento e depurazione dei reflui. Questo è lo scenario ove si inserisce il problema dell'inquinamento da nitrati della falda idropotabile, il quale sta assumendo dimensioni sempre più considerevoli. Tale problema ha indotto la Provincia di Milano ad elaborare un progetto il cui obiettivo è l'individuazione di strumenti adeguati per la gestione e la pianificazione delle risorse idriche. Alla base delle elaborazioni vi è lo studio della vulnerabilità degli acquiferi. Il presente lavoro vuole illustrare le caratteristiche della nuova carta di vulnerabilità elaborata per il territorio provinciale.

abstract

The anthropic pressure has an important impact on water resources of Provincia di Milano. Industry, agriculture and urban area, can affect the quality and amount of underground waters. This problem induced the Provincia di Milano to elaborate a project for management and planning of the water resources. The first step is the study of the ground water vulnerability. The ground water vulnerability map is realized through SINTACS model (Civita – 1987). This kind of mapping is a modern, single-hazard microzoning document studied to define the spatial distribution of ground water contamination potential. The present work wants to show the characteristics of the new elaborate vulnerability paper for the land of Provincia di Milano.

La Vulnerabilità della falda all'interno del Progetto Nitrati della Provincia di Milano

La prima fase del progetto prevede la realizzazione della Carta di Vulnerabilità all'inquinamento della falda, per la cui realizzazione si è utilizzata la metodologia base del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche del CNR (SINTACS, Civita – 1987).

Rispetto ai criteri standard definiti da questa metodologia sono state introdotte alcune varianti in particolare riguardo:

- ✓ la scala di elaborazione, con maglia inferiore a 100m di lato;
- ✓ la diversificazione di parametri all'interno del tessuto urbanizzato, il quale rappresentando quasi il 50% del territorio, è stato classificato anche sulla base di parametri quali l'indice di impermeabilizzazione e la destinazione d'uso.

Una volta definiti i singoli strati informativi è stata elaborata la carta di Vulnerabilità Intrinseca, la quale fa riferimento alle sole caratteristiche fisiche ed idrogeologiche del territorio. Attraverso il posizionamento dei Centri di Pericolo, individuati e georeferenziati a partire dai numerosi database ambientali presenti presso l'amministrazione provinciale, viene sviluppata la cartografia di Vulnerabilità Integrata, in corso di validazione. In particolare per l'analisi idrogeologica è stato di particolare aiuto il SIF (Sistema Informativo Falda), il quale raccoglie dati idrochimici e stratigrafici, relativi ai pozzi censiti, a partire dagli anni '80.

La seconda fase del Progetto Nitrati, in corso di realizzazione, prevede la raccolta di dati specifici idrochimici ed isotopici sulla falda, in alcune aree a maggiore rischio per la risorsa idrica, sulla base dei quali individuare con maggiore precisione:

- ✓ la distribuzione orizzontale e verticale dei nitrati in falda
- ✓ l'origine della contaminazione responsabile della situazione attuale.

Questa fase viene realizzata in collaborazione con ARPA Lombardia, la quale ha predisposto una rete di monitoraggio a scala regionale.

La terza fase prevede la valutazione tecnico-economica delle misure di attenuazione del rischio adottabili in relazione alle condizioni date, tra le quali:

- ✓ diversificazione delle fonti di approvvigionamento
- ✓ il trattamento delle acque
- ✓ la riduzione degli apporti generati dalle fonti di contaminazione individuate.

Quest'ultima fase riveste particolare importanza per l'elaborazione di nuove e migliori strategie per la salvaguardia delle risorse idropotabili anche in relazione alla necessità di affrontare situazioni emergenza. L'intero progetto verrà completato attraverso la collaborazione di un gruppo di lavoro interdisciplinare, costituito all'interno degli Uffici Provinciali (Settori: Acque, Agricoltura, Pianificazione, Rifiuti e bonifiche, ATO)

Criteri di realizzazione della cartografia di vulnerabilità

La metodologia SINTACS (Civita-1987), di tipo parametrico, prevede la determinazione di un punteggio, variabile da 1 a 10, per ognuno dei sette parametri considerati. Questi vengono poi moltiplicati per una stringa di pesi, con valori compresi tra 1 e 5, in modo da incrementare o diminuire il valore in funzione della reale situazione idrogeologica.

La procedura informatica suggerita per il metodo SINTACS (Civita-1987) prevede la discretizzazione dell'area di studio in una griglia a maglie regolari, di lato congruo con la scala di restituzione degli elaborati cartografici finali. Le dimensioni della cella elementare possono essere fatte variare in funzione di tre caratteristiche:

- ✓ densità dei punti di rilevamento,
- ✓ numero di informazioni disponibili per ogni punto
- ✓ scala finale della carta di vulnerabilità.

Tutta l'elaborazione è stata eseguita attraverso l'utilizzo di una piattaforma ArcGis9.1; vista la natura dei dati di base e la tipologia di output prevista dalla procedura SINTACS (Civita-1987), si è proceduto alla realizzazione della cartografia finale, nonché delle elaborazioni intermedie, in entrambi i formati: raster e vettoriale.

Problemi relativi alla zona urbanizzata

Nell'applicazione della metodologia una questione molto delicata è sorta riguardo l'assegnazione di un valore al parametro I (Infiltrazione) e T (Tipologia di Copertura) per la porzione di territorio densamente urbanizzata.

In particolare il grande sviluppo della superficie urbanizzata (oltre il 45% dell'intero territorio provinciale) e la mancanza degli elementi pedologici necessari per la determinazione del punteggio, ha richiesto l'introduzione di ipotesi diverse sui criteri da utilizzare per determinare quale tipo di protezione possa garantire una superficie avente un alto grado di impermeabilizzazione.

In supporto alla scelta del criterio più idoneo è venuto il Progetto "DUSAF urbanizzato" (ERSAF Regione Lombardia - 2003) , che discriminando l'intero territorio urbanizzato in 22 tipologie differenti (Zone urbanizzate continue e discontinue, Zone produttive, Reti stradali, ecc) ha consentito di poter differenziare l'assegnazione del punteggio in funzione di un coefficiente di infiltrazione stimato e testato su una zona campione .

Impostazione griglia di base e linee di pesi

Rispetto ai criteri standard definiti dalla procedura citata sono state introdotte alcune varianti sulla dimensione della griglia di base da sovrapporre ai vari strati informativi, come previsto dalle linee guida di APAT. La maglia della cella è stata ridotta a 100m di lato; la diminuzione della dimensione del pixel, congruente con la densità di dati a disposizione, ha permesso di produrre uno strumento più efficace e dettagliato di pianificazione.

Un'altra modifica rispetto alle linee guida del metodo SINTACS (Civita-1987) è stata introdotta nell'utilizzo delle serie di pesi. La metodologia definisce cinque stringe di valori.

Sul territorio della Provincia di Milano le tipologie carsismo e fessurato (relative a litologie lapidee), inserite nella casistica SINTACS (Civita-1987), non trovano applicazione pertanto sono state escluse. In conseguenza invece delle ipotesi assunte sui parametri Infiltrazione e soprattutto Copertura del tessuto urbano, è stata introdotta una nuova stringa di pesi per limitare l'influenza proprio dei parametri in questione

CLASSE		rilevante	drenaggio	normale	urbanizzato
SOGGIACENZA	S	5	4	5	5
INFILTRAZIONE	I	5	4	4	4
INSATURO	N	4	4	5	4
SUOLO	T	5	2	3	2
ACQUIFERO	A	3	5	3	4
CONDUCIBILTA	C	2	5	3	5
PENDENZA	S	2	2	3	2

L'assegnazione delle stringhe di pesi è stata effettuata basandosi su alcuni caratteri fondamentali della Provincia di Milano. E' possibile infatti ripartire il territorio della provincia in due settori, uno settentrionale ed uno meridionale. Il primo rappresenta una zona di transizione tra i rilievi prealpini e la pianura vera e propria; in questa fascia si nota inoltre un notevole sviluppo urbano, residenziale e industriale. Il secondo settore è costituito da media e bassa pianura principalmente adibita a sfruttamento agricolo, dove l'irrigazione risente del regime dei fontanili. Vi è quindi una netta differenza paesaggistica (naturale ed antropica) tra le due zone, conseguenza della costruzione di canali e rogge, con le quali, deviando parte delle acque dei fiumi principali, si è consentita l'irrigazione dei territori a Sud di Milano.

Pertanto la zona a sud del Canale Villoresi è stata considerata interamente ad impatto drenante a meno della zona urbanizzata, mentre la zona a nord del canale irriguo è stata considerata zona ad impatto normale sempre a meno della zona urbanizzata e delle valli dei principali corsi d'acqua, considerate come aree a drenaggio prevalente.

Descrizione del database provinciale

Le varie tipologie di dati cui si è attinto per la realizzazione della carta di vulnerabilità sono le seguenti:

idrogeologico:

- ✓ successione stratigrafica delle perforazioni e relativo punteggio in funzione delle diverse litologie;
- ✓ conducibilità idraulica del primo acquifero;
- ✓ livelli statici e quote piezometriche dei pozzi di monitoraggio provinciale;
- ✓ soggiacenza della falda calcolata dalla differenza tra le quote della superficie topografica ed i livelli piezometrici;

altimetrico:

- ✓ ricostruzione della superficie topografica tramite il modello digitale del terreno (DTM)

pluviometrico:

- ✓ Valori precipitazione e temperatura delle stazioni meteorologiche degli Enti gestori presenti sul territorio provinciale (Ufficio Idrografico, ERSAL e Consorzio Villoresi) del decennio '91-'00;

- ✓ Correlazione delle precipitazioni e delle temperature in funzione della quota;

elementi pedologici:

- ✓ profili, orizzonti, spessori; tutti parametri sono stati rinvenuti nelle carte pedologiche prodotte dall'ERSAL (1993 e 1999) relative al territorio della provincia; queste pubblicazioni riportano lo studio dei profili pedologici rappresentativi della copertura pedologica più generale, cartografata;
- ✓ contenuto di limo, argilla e sostanza organica degli orizzonti pedologici del territorio provinciale;

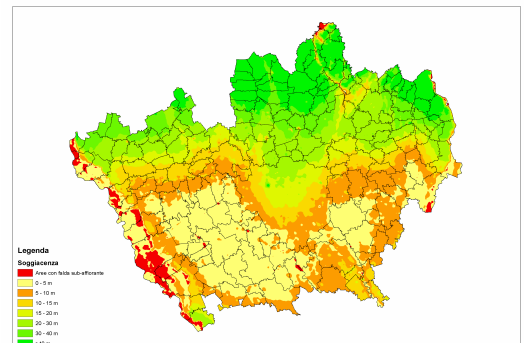
Presentazione della cartografia di vulnerabilità

Di seguito vengono illustrati gli elaborati intermedi relativi alla Vulnerabilità Integrata secondo il metodo SINTACS (Cvita-1987), i quali rappresentano i singoli strati informativi sulla base dei quali è stata realizzata la cartografia finale. Ciascuno degli strati è consultabile attraverso la piattaforma GIS e verrà successivamente pubblicato all'interno del sito istituzionale della Provincia di Milano.

Strato informativo: SOGGIACENZA

Caratteristiche essenziali: per quanto riguarda la superficie freatica questa è viene elaborata attraverso i dati della rete di monitoraggio provinciale, composta da oltre 200 punti.

L'elaborazione della soggiacenza viene eseguita attraverso il confronto automatico con il modello digitale del terreno ottenuto dalla rete di punti quotati della Carta Tecnica Regionale 1:10'000.



Strato informativo: INFILTRAZIONE

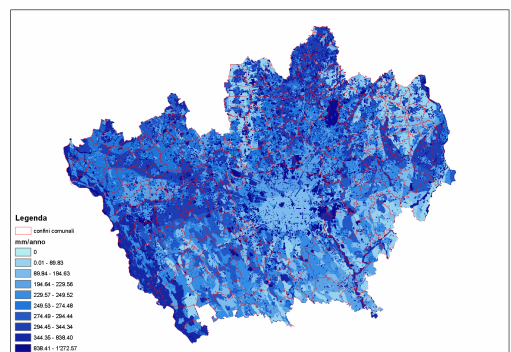
Caratteristiche essenziali: elaborazione delle precipitazioni sulla base dei dati decennali pluviometrici (1991-2000) delle seguenti stazioni:

- Ufficio Idrografico Regionale
- ERSAF
- Consorzio Villoresi

Per il calcolo dell'infiltrazione efficace sulle aree scoperte sono stati utilizzati i dati pedologici prodotti da ERSAL (1993 e 1999) relativi al territorio provinciale.

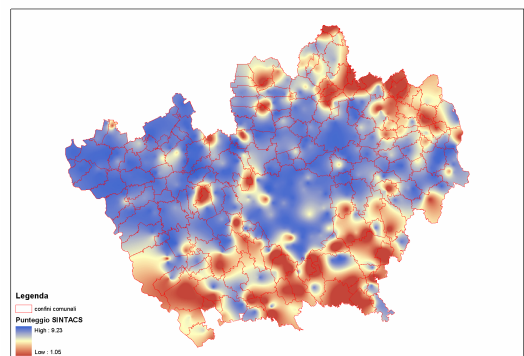
Per la stima dei valori di infiltrazione nell'urbanizzato si è utilizzata la cartografia "DUSAF - Urbanizzato" (ERSAF Regione Lombardia 2003), con assegnazione di un

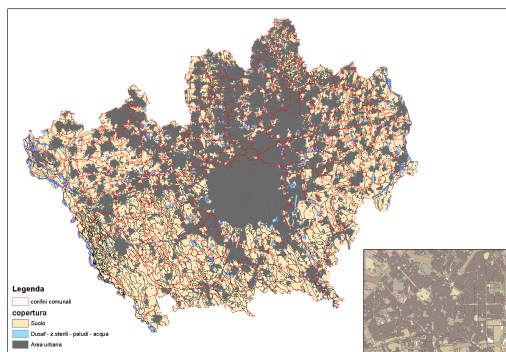
coefficiente di infiltrazione alla sulla base delle caratteristiche di densità e tipologia d'uso.



Strato informativo: NON SATURO

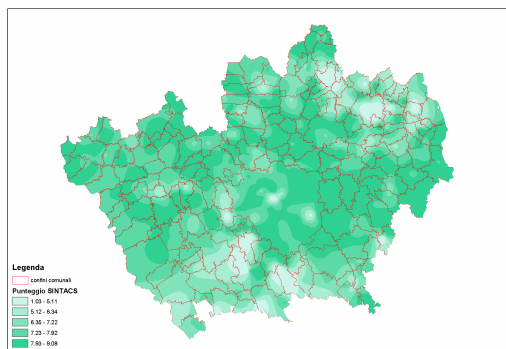
Caratteristiche essenziali: elaborazione delle caratteristiche litologiche dei pozzi presenti nel catasto SIF con assegnazione di un punteggio attribuito ad ogni litologia facente parte dell'insaturo e determinazione di un punteggio finale per ogni pozzo considerato tramite una media pesata in relazione allo spessore complessivo degli strati





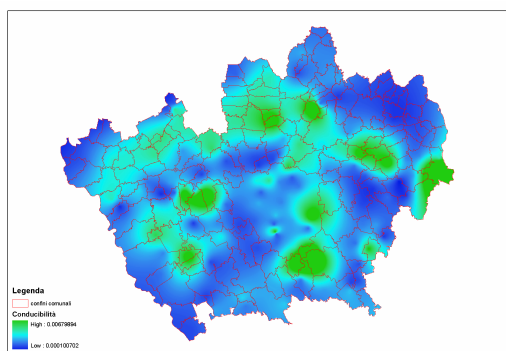
Strato informativo: TIPOLOGIA DI COPERTURA

Caratteristiche essenziali: dati relativi al territorio non urbanizzato desunti dalle carte pedologiche prodotte da ERSAL (1993 e 1999) relative al territorio della provincia, da cui sono stati valutati alcuni elementi pedologici quali il profilo, l'orizzonte, lo spessore e i contenuti di limo, argilla e di sostanza organica, rielaborati secondo la procedura del metodo SINTACS al fine di calcolare il potere di attenuazione/protezione del suolo nei confronti dell'acquifero per l'urbanizzato, elaborazione del progetto DUSAF urbanizzato (ERSAF Regione Lombardia 2003) con assegnazione di un coefficiente di attenuazione calcolato in funzione di un indice di impermeabilità.



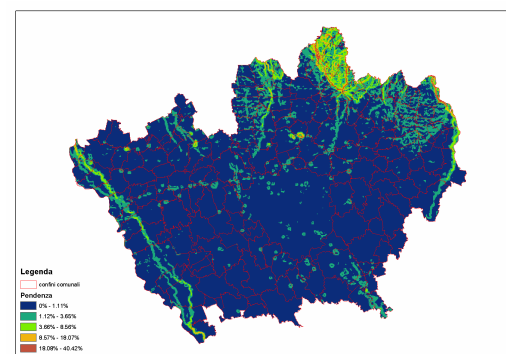
Strato informativo: ACQUIFERO (SATURO)

Caratteristiche essenziali: elaborazione delle caratteristiche litologiche dei pozzi presenti nel catasto SIF e definizione della base dell'acquifero superficiale prendendo i livelli impermeabili di spessore maggiore ai due metri e di sufficiente estensione areale da rappresentare un primo orizzonte argilloso significativo di protezione degli orizzonti acquiferi sottostanti.



Strato informativo: CONDUCIBILITA'

Caratteristiche essenziali: elaborazione dei dati relativi alle prove di pompaggio eseguite nella fase di collaudo del pozzo e alle caratteristiche costruttive del pozzo stesso, come il diametro dei tubi d'estrazione e la lunghezza dei tratti fenestrati; tali dati raccolti ed elaborati mediante una relazione basata sulla portata specifica (Cassan, 1980) hanno permesso la determinazione della trasmissività e della conducibilità idraulica.



Strato informativo: ACCLIVITA' (SLOPE)

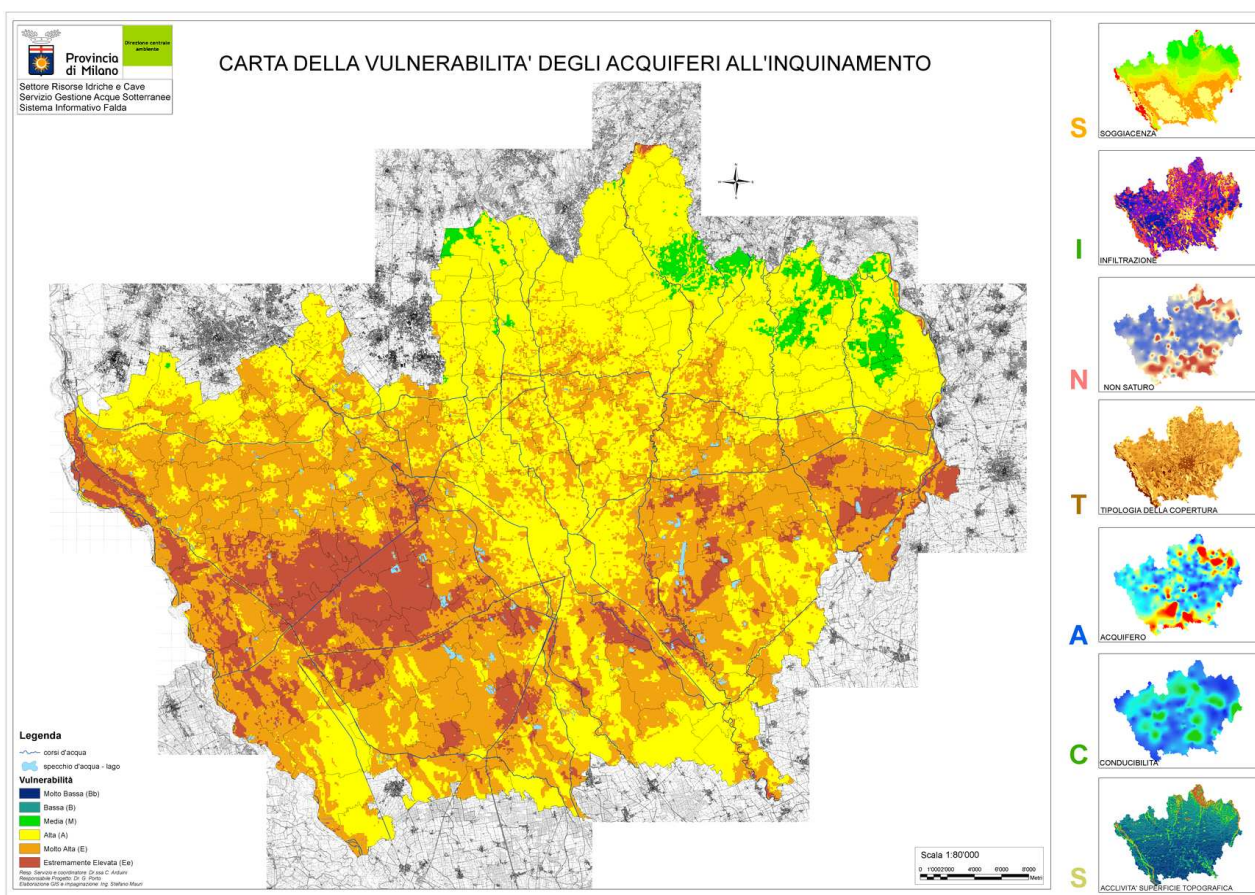
Caratteristiche essenziali: elaborazione mediante l'utilizzo di un modello digitale del terreno ottenuto dalla rete di punti quotati della Carta Tecnica Regionale 1:10'000, avente una maglia di 100m di lato.

Conclusioni

La Carta di Vulnerabilità della falda della Provincia di Milano si configura come un Sistema Informativo geografico dinamico, inserito all'interno degli strumenti GIS e Web-Gis già presenti presso questo Ente, con una valenza particolare in termini di:

- *interpretazione dei fenomeni di contaminazione in atto* per l'individuazione delle sorgenti di contaminazione da sottoporre a verifica;

- *pianificazione del territorio*, attraverso gli strumenti di competenza provinciale ed a supporto degli altri livelli amministrativi, in particolare riguardo le aree di tutela della risorsa idrica, pianificazione degli spandimenti in agricoltura, parchi e zone di protezione ambientale, etc;
- *gestione delle risorse*, fornendo indicazioni per quanto riguarda lo sfruttamento delle acque sotterranee (ubicazione nuovi pozzi, autorizzazione all'emungimento, criteri di gestione, etc); nella gestione delle reti infrastrutturali tale elaborazione, inserita nel più ampio Progetto Nitrati, offrirà utili indicazioni per una più corretta progettazione e manutenzione delle reti in funzione del loro impatto sulle risorse idriche sotterranee.



Riferimenti bibliografici

- APAT (2001) *Linee guida per la redazione e l'uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento* - Manuali e linee guida;
- Civita M., De Maio M. (2000), *Valutazione e cartografia automatica della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento con il sistema parametrico SINTACS R5*, Pitagora Editrice, Bologna;
- Civita M., De Maio M. (2002), *Atlante delle Carte di Vulnerabilità delle regioni Italiane*, DBMAP di B.Brizzolari, Torino-Firenze;
- ERSAF Regione Lombardia (2003), progetto DUSAF urbanizzato;
- ERSAL Regione Lombardia (1993 -1999) Carta pedologica scala 1:50.000.