



Rischio Inquinamento della Falda

Rev.	Oggetto	Redatto	Verificato	Data
1	Prima emissione	Lategana Caserini	Riva	11-02-2003
2	Revisione formale	Lategana Caserini	Riva	15-05-2003
3	Revisione numero tavole e riferimenti normativi	Lategana Caserini	Riva	15-12-2003

1. PREMESSA	2
1.1. FINALITÀ DELLO STUDIO	2
1.2. CONCETTO DI RISCHIO E DEFINIZIONI	3
1.3. METODOLOGIA DI STUDIO	4
1.4. NORMATIVA	5
2. PREVISIONE DEL RISCHIO	6
2.1. IL METODO SINTACS	6
2.2.1. <i>Dati input</i>	7
2.2. RISULTATI -CARTA DELLA VULNERABILITÀ INTRINSECA	14
2.2.1 <i>Commento alla Carta della vulnerabilità intrinseca</i>	14
2.3. CARTA DELLA VULNERABILITÀ INTEGRATA	15
2.2.1 <i>Commento alla legenda</i>	16
3. PREVENZIONE DEL RISCHIO	19
3.1. TUTELA DEI POZZI AD USO IDROPOTABILE	20
3.1.1 <i>Criteri per la delimitazione</i>	21
3.2. PROPOSTE DI RICERCA E SVILUPPO	22

TAVOLE

4.1	Falda	Vulnerabilità degli acquiferi	1:80.000	A1
4.2	Falda	Vulnerabilità integrata	1:80000	A1

1. PREMESSA

Il rischio inquinamento della falda non viene normalmente sviluppato nella redazione di Piani di Protezione Civile in quanto ricade nella lista dei rischi di secondo ordine o connessi.

In accordo con il personale tecnico del Settore Tutela Ambientale e Territoriale della Provincia di Lodi è emersa la necessità di analizzare tale rischio in termini di vulnerabilità degli acquiferi attraverso il metodo *SintacsR5* del GNDICI-CNR come suggerito nelle recenti disposizioni di legge DLgs 152/1999 e successivo testo integrato DLgs 258/2000.

La scelta di realizzare uno studio che valuti la vulnerabilità degli acquiferi nell'area di interesse, nasce dalla consapevolezza, ormai diffusa tra gli Enti e popolazione, dell'importanza della salvaguardia delle risorse idriche sotterranee (RIS), che rappresentano l'unica fonte di approvvigionamento idrico destinato al consumo umano.

1.1. Finalità dello studio

L'obiettivo del presente studio è quello di redigere una Carta della Vulnerabilità degli acquiferi della provincia di Lodi; tale carta possiede tutte le informazioni necessarie allo sviluppo da parte degli Enti Pubblici preposti di:

- ❖ Previsione delle possibili conseguenze di inquinanti puntuali (potenziali o in atto) delle risorse idriche sotterranee (RIS)
- ❖ Previsione delle possibili conseguenze di inquinamenti diffusi (potenziali o in atto) delle RIS
- ❖ Giudizio preventivo di progetti di inserimento di nuove attività nel territorio coinvolgenti l'acquifero soggiacente.
- ❖ Processo decisionale in merito allo spostamento delle opere di presa idropotabili a rischio o indifendibili con il sistema di aree di salvaguardia.
- ❖ Progettazioni delle reti di monitoraggio sia per la sorveglianza sia per previsioni di inquinamento delle RIS.

In base a quanto elencato in precedenza la carta delle vulnerabilità degli acquiferi ottempera a quelle che sono le richieste di un Programma di Previsione e Prevenzione Protezione Civile.

1.2. Concetto di rischio e definizioni

La caratterizzazione del rischio per questa tipologia di problematica è di difficile identificazione per le innumerevoli variabili che la compongono. La stima del rischio inquinamento non è impossibile ma inutile se si analizzano i rapporti costi benefici che ne deriverebbe da uno studio di questo tipo. Inoltre non è ancora stata definita una linea univoca da parte dei ricercatori sulla metodologia da seguire, anche se sono tutti concordi che i parametri di ingresso dovrebbero contenere i seguenti caratteri principali:

- **vulnerabilità dell'acquifero:** parametro dipendente dalle caratteristiche intrinseche del territorio (acclività della topografia, soggiacenza della falda, permeabilità, ecc);
- **carico inquinante:** identifica le caratteristiche dell'inquinante (tipologia, mobilità, ecc) applicato in superficie;
- **magnitudo dell'evento:** concentrazione e durata dell'inquinamento;
- **valore della risorsa idrica.**

Per le motivazioni sopra citate si preferisce stimare la “vulnerabilità degli acquiferi” che definisce il grado di protezione della falda e con le dovute approssimazioni equiparabile al “rischio”.

Secondo la definizione ufficiale, la “**Carta della Vulnerabilità degli acquiferi**” offre uno scenario statico che stabilisce, all'interno di un territorio, la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee nello spazio e nel tempo (Civita 1987)

Le carte della Vulnerabilità possono essere di aiuto per i processi decisionali di pianificazione ma soprattutto per l'identificazione dei punti di approvvigionamento idrico in pericolo durante un inquinamento in atto.

1.3. Metodologia di studio

La metodologia seguita per la realizzazione del progetto è riassumibile sinteticamente (poi rielaborata nei capitoli successivi) nei seguenti punti:

a. Sima della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi attraverso:

- ✓ le informazioni geologico ambientali del territorio ricavate consultando la bibliografia esistente e studi pregressi;
- ✓ analisi ed elaborazione dei dati acquisiti
- ✓ utilizzo del programma Sintacs R5
- ✓ analisi critica dei risultati

b. Definizione del l'uso reale del suolo quali:

- ✓ *produttori reali o potenziali di inquinamento*: Centri di Pericolo (CDP) che possano generare un impatto tale da compromettere la qualità delle acque sotterranee;
- ✓ *potenziali ingestori e viacoli di inquinamento*: trasformazioni antropiche o caratteristiche geomorfologiche particolari in grado di accelerare o azzerare i tempi di transito di un inquinante idroveicolato dalla superficie all'acquifero;

c. Unione delle informazioni acquisite e redazione di una "Carta della vulnerabilità integrata"

1.4. Normativa

D.P.R. 24 Maggio 1988, N. 236- attuazione della direttiva CEE numero 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183.

Legge 5 Gennaio 1994, N. 36- disposizioni in materia di risorse idriche.

Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 Decreto legislativo recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (G.U. n. 124 del 29 maggio 1999, s.o. n. 101/L)

Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999, n°471 Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n° 22, e successive modificazioni ed integrazioni

Decreto Legislativo 18 -08-2000 , n. 258 Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128 (G.U. n. 218, 18 settembre 2000, Supplemento ordinario)

.

2. PREVISIONE DEL RISCHIO

In questo capitolo sono disquisiti i caratteri metodologici che hanno portato alla realizzazione a scala provinciale della Carta della vulnerabilità degli acquiferi e i risultati ottenuti.

2.1. Il metodo SINTACS

Il metodo Sintacs (Civita AA.VV., 1989), utilizzato per la definizione della vulnerabilità degli acquiferi nella provincia di Lodi nasce sulla base di un metodo americano (Drastic) adattato alle situazioni idrogeologiche, pedologiche e di impatto che si riscontrano nel territorio italiano, migliorato nella funzionalità e soprattutto capace attraverso una suddivisione in “classi di vulnerabilità” di fornire uno strumento utile a fini operativi.

Sintacs rientra nella categoria dei sistemi parametrici a punteggi e pesi (PCSM) in cui si selezionano i parametri sui quali si ritiene di basare la valutazione della vulnerabilità e per ciascun parametro, suddiviso per intervalli di valori e/o tipologie dichiarate, viene attribuito un punteggio arbitrario crescente in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva.

I parametri considerati nel metodo Sintacs sono:

- **Soggiacenza:** distanza tra la superficie topografica e la zona di saturazione dell'acquifero soggiacente sulla verticale di un punto
- **Infiltrazione efficace:** quantità di acqua derivante dalle precipitazioni che viene trasferita dalla superficie al sottosuolo.
- **Effetto di autodepurazione del non saturo:** Il non saturo è la porzione di sottosuolo compresa tra la base del suolo e la superficie piezometrica della falda
- **Tipologia della copertura (suolo)**
- **Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero**

- **Conducibilità idraulica dell'acquifero:** misura della permeabilità della roccia ovvero la capacità di un mezzo roccioso dotato di porosità primaria o secondaria, di farsi attraversare dall'acqua sotterranea.
- **Acclività della superficie topografica**

La prima fase dell'analisi è stata la suddivisione del territorio provinciale in elementi finiti di forma quadrata (EFQ) aventi dimensioni di 0,5 x 0,5 Km. Tale suddivisione ha portato alla creazione di circa 3530 celle a cui assegnare i parametri di ingresso necessari all'elaborazione con Sintacs (i sette prima elencati più il "Peso di impatto").

In totale si sono analizzati e inseriti **28400 dati**.

2.2.1. Dati input

I dati di input acquisiti attraverso la consultazione della bibliografia esistente unita ad una serie di elaborazioni, tra cui una ventina di sezioni idrogeologiche, hanno portato alla definizione di un modello concettuale del territorio di interesse.

Il modello concettuale può essere schematizzato come segue:

- la piezometria decresce da NNO verso SSE;
- tutti i corsi d'acqua naturali (Po, Adda, Lambro) sono drenanti
- l'idrostruttura del sottosuolo lodigiano è composta da tre acquiferi principali:
 - ✓ Acquifero superficiale a litologia prevalentemente sabbioso ghiaioso con passaggi laterali e verticali di facies a matrice limosa argillosa prevalente,
 - ✓ Acquifero intermedio a litologia sabbioso argillosa
 - ✓ Acquifero profondo prevalentemente argilloso

Gli acquiferi superficiale ed intermedio sono separati da un livello continuo limoso argilloso di spessore variabile (da circa 2 metri a 10)

Sono di seguito definiti i parametri di ingresso e i relativi punteggi assegnati con nel metodo Sintacs.

Soggiacenza

I valori di soggiacenza della provincia di Lodi sono stati desunti attraverso la consultazione di cartografia tematica (Piano cave provinciale 2002) e dati riguardanti i pozzi pubblici del lodigiano; da tale ricerca si evince quanto segue:

- la soggiacenza della falda presenta i valori più bassi in corrispondenza della valle alluvionale dell'Adda, alla base del terrazzo alluvionale del Po e nella porzione centrale del territorio tra i comuni di Lodi Vecchio e Brembio;
- i valori più alti si riscontrano lungo la fascia che corre lungo i terrazzi principali che si delimitano le valli alluvionali del Po e dell'Adda ed in corrispondenza del rilievo di San Colombano al Lambro.

In linea generale all'interno dell'area di interesse sono stati suddivisi i seguenti campi di soggiacenza e assegnati i relativi punteggi:

<i>Intervallo di soggiacenza</i>	<i>Punteggio</i>
< 2,5	10
2,5 -5,9	8
6 -8,9	7
9 -11,9	5
12 – 24,9	4
25 -50	3

Tab.1 Campi e punteggi di soggiacenza

Infiltrazione efficace

Il parametro infiltrazione regola il trascinamento in profondità degli inquinanti ma anche la loro diluizione; inoltre, costituisce una delle componenti di ricarica dell'acquifero all'interno del bilancio idrogeologico dell'area di studio.

La cartografia di base utilizzata per la stima della piovosità nel territorio di interesse è la carta delle isoiete redatta dall'ERSAL su base dati dal 1921 al 1970; da tale elaborato si deduce che i valori medi annui di precipitazione oscillano tra i 900 mm della zona settentrionale agli 800 mm dell'estremo territorio meridionale.

Per il nostro scopo si sono calcolati i valori di infiltrazione efficace attraverso i seguenti passaggi:

- definizione della tessitura dei suoli per ogni EFQ per stima del coefficiente di infiltrazione potenziale χ ;
- calcolo dell'infiltrazione efficace attraverso la formula $I = P * \chi$ dove P è il valore di precipitazione medie per ogni EFQ;
- analisi dei dati e attribuzione dei punteggi.

Il valori di infiltrazione efficace per l'area di interesse oscillano tra 80 mm/anno e 510 mm/anno.

Effetto di autodepurazione del non saturo

La zona insatura è la parte del sottosuolo compresa tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero; tale livello rappresenta uno degli elementi di attenuazione nei confronti degli inquinanti, sulla base della propria composizione litologica.

La determinazione della litologia si è basata sull'analisi delle sezioni idrogeologiche della provincia di interesse e le stratigrafie dei pozzi. Sulla base di tali informazioni è stata realizzata una suddivisione per tipologia di "*litotipi della zona insatura*".

La suddivisioni in classi e la definizione dei limiti geometrici dei litotipi individuati ha richiesto di una serie di approssimazioni determinate da:

- la disomogeneità di copertura dei dati di base a disposizione per il territorio di interesse;
- l'estrema variabilità del parametro caratterizzato anche in porzioni di territorio nei quali la disponibilità di dati era più alta.

Per ovviare a tali problematiche è stato opportuno nelle aree aventi una copertura di dati di base limitate o estremamente variabile, operare delle approssimazioni attribuendo valori medi sulla base delle litologie predominanti.

Tipologia della copertura con un punteggio medio

La tipologia di copertura è la prima linea di difesa del sistema acquifero e rappresenta uno dei parametri fondamentali per la definizione della vulnerabilità degli acquiferi.

La determinazione di tale parametro nella provincia di Lodi si è avvalsa delle informazioni reperibili attraverso le pubblicazioni del “Progetto Carta Pedologica” dell'ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia) nelle quali è possibile analizzare e valutare le caratteristiche chimico-fisiche dei suoli e definirne di conseguenza i punteggi Sintacs.

Nell'area interesse sono stati individuate sei classi di copertura e assegnati i relativi punteggi:

<i>Tipologia di suolo</i>	<i>Punteggio</i>
Sottile o assente	10
Sabbioso	8
Franco sabbioso	6
Franco	5
Franco limoso	4
Franco limoso argilloso	3

Tab. 2 Tipologia del suolo

Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero

I caratteri idrogeologici di un acquifero poroso come quello presente nell'area di interesse regolano, attraverso la composizione granulometrica e il grado di compattazione, processi quali diluizione, assorbimento, dispersione e reattività chimica responsabili del trasporto dell'inquinante nel mezzo saturo.

I caratteri idrogeologici individuati attraverso le sezioni hanno permesso la distinzione di tre categorie principali di acquifero:

<i>Acquifeo</i>	<i>Punteggio</i>
Ghiaie e sabbie con matrice limosa/Ciottoli ghiaie e sabbie con matrice limoso-argilloso/Sabbie da medie a fini con scarsa matrice limosa.	8
Sabbie limoso-argillose	6
Limi sabbiosi	4

Tab.3 Categorie principali dell' acquifero

Conducibilità idraulica dell'acquifero

La conducibilità idraulica dell'acquifero è la capacità di spostamento dell'acqua nel mezzo saturo e dipende principalmente dalla granulometrica dell'acquifero stesso. Da quanto scritto precedentemente è possibile intuire che tale parametro influenzi anche il trasporto dell'inquinante all'interno dell'acquifero; bisogna precisare però, che la conducibilità dell'acquifero non regola direttamente lo spostamento dell'inquinante in quanto il trasporto del contaminante nel mezzo saturo dipende anche dalle proprietà chimico-fisico del contaminante stesso (peso specifico, densità, coefficiente di dispersione, diluizione ecc ...).

A causa della scarsità di dati inerenti a prove di pompaggio necessarie a definire i parametri idraulici degli acquiferi per il territorio di interesse è

risultato più opportuno calibrare i valori medi di conducibilità in funzione delle tipologie di acquifero precedentemente individuate; tale studio ha interessato principalmente l'acquifero superficiale

Nello specifico, per la distinzione dei valori medi di conducibilità si sono svolte le seguenti operazioni:

- analisi dei risultati relativi a prove di pompaggio di lunga durata;
- determinazioni dei parametri idraulici in base alle portate specifiche di alcuni pozzi;
- verifica della compatibilità dei dati con la granulometrica dell'acquifero;
- correlazione dei dati.

Acclività della superficie topografica

L'acclività regola il trasporto in superficie del contaminante per ruscellamento indotto dalle precipitazioni. Esaminando una porzione di territorio avente la stessa tipologia di suolo, nelle zone a pendenza più blanda è favorito il ristagno del probabile contaminante con conseguentemente pericolo di infiltrazione più elevato rispetto alle zone ad acclività più accentuata; per tale motivo con il metodo sintacs si assegnano i punteggi più alti alle zone con pendenze più basse.

Il territorio di interesse è pressoché pianeggiante ad esclusione dell'area nei pressi della collina di San Colombano al Lambro.

Gli intervalli di acclività media rilevati e i relativi punteggi Sintacs assegnati sono consultabili nella tabella seguente:

<i>Acclività</i>	<i>Punteggio</i>
0-2,9 %	10
3-4,9 %	9
5-6,9 %	8

Tab.4 Intervalli di acclività media

Situazioni idrogeologiche di impatto

In aggiunta alla definizione dei caratteri idrogeologici dell'area di interesse, per completare il quadro conoscitivo indispensabile all'applicazione del metodo SINTACS si è resa necessaria la determinazione delle situazioni idrogeologiche di impatto per ogni cella. L'attribuzione di tale indice consente una migliore calibrazione dell'indice di vulnerabilità intrinseca attraverso una serie di stringhe di pesi moltiplicatori studiata per ogni situazione di impatto; le cinque situazioni base di impatto sono le seguenti:

- Aree soggette ad impatto normale
- Aree soggette ad impatto rilevante
- Aree soggette a drenaggio
- Aree carsiche
- Aree in rocce fessurate

Nella zona di studio sono presenti due delle suddette situazioni di impatto quali:

Aree soggette ad impatto rilevante : La presente linea pesi identifica i territori con insaturo a permeabilità matriciale con intenso sfruttamento agricolo, presenza di siti industriali attivi o dismessi, aree urbanizzate, aree a scarica incontrollata, vasche di dispersione, oleodotti, collettori fognari ecc.

Aree soggette a drenaggio : All'interno della presente situazione di impatto ricadono le zone soggette a frequenti drenaggi da corpi idrici superficiali naturali o artificiali a quelli sotterranei soggiacenti quali:

- corsi d'acqua con caratteristiche alimentanti
- le aree abitualmente esondabili in regime di piena
- le aree soggette ad irrigazione con grandi volumi d'acqua.

2.2. Risultati -Carta della vulnerabilità intrinseca

L'elaborazione dei dati con il metodo Sintacs ha portato alla produzione della "Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento della provincia di Lodi" (Tavola XX)

Gli indici di vulnerabilità sono sei e così identificabili:

- ❖ **BB** *Estremamente bassa*
- ❖ **B** *Bassa*
- ❖ **M** *Moderata*
- ❖ **A** *Alta*
- ❖ **E** *Elevata*
- ❖ **EE** *Estremamente Elevata*

Nel territorio provinciale oggetto dello studio sono stati identificati campi di vulnerabilità compresi tra B -basso ed EE -estremamente elevato.

2.2.1 Commento alla Carta della vulnerabilità intrinseca

Dalla consultazione della Carta della vulnerabilità si evince quanto segue:

- I.** La maggior parte dell'area è caratterizzata da un indice di vulnerabilità Alto;
- II.** I valori più elevati dell'indice di vulnerabilità (E-elevato ed EE-estremamente elevato) sono posti in corrispondenza:
 - ✓ delle valli alluvionali del Po e dell'Adda,
 - ✓ nella parte centro settentrionale della provincia nei comuni di Comazzo, Merlino, Zelo buon Persico, Crespiatica, Abbadia Cerreto, Corte Palasio, Cornegliano Laudense, Massolengo.
- III.** i valori di vulnerabilità M- Moderata rappresentano delle "isole" all'interno del territorio provinciale di pianura con grado di vulnerabilità Alto; nello specifico tali zone sono ubicate in corrispondenza dei Comuni di:

- ✓ Cataletto Lodigiano, Saleranno sul Lambro, Caselle Lurani, Sant'Angelo Lodigiano, Graffignana, Ossago Brembio, Casalpusterlengo, Castiglione D'Adda, Maleo e Corno Vecchio.

IV. Le aree con grado di vulnerabilità Basso nella provincia sono ubicate in corrispondenza della collina di San Colombano e precisamente nella parte meridionale dei Comuni di Sant'Angelo Lodigiano e Graffignana; tale indice è soprattutto prodotto dalla diminuzione del parametro soggiacenza (aumento del valore di soggiacenza della falda).

2.3. Carta della Vulnerabilità integrata

La carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi può essere arricchita di ulteriori informazioni inerenti a:

1. Geometria ed idrodinamica dei corpi acquiferi
 - ✓ Direzione di flusso delle acque sotterranee
 - ✓ Curva isopiezometrica e relativa quota

2. Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei
 - ✓ Industria
 - ✓ Gasdotto e Metanodotto
 - ✓ Oleodotto
 - ✓ Strade di grande traffico
 - ✓ Attività Zootecnica

3. Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei
 - ✓ Cava in attività o abbandonata

4. Principali soggetti ad inquinamento
 - ✓ Pozzo di captazione a scopo idropotabile.

L'unione dei dati concernenti l'idrodinamica della falda e l'uso reale del territorio permettono di redigere la “Carta della Vulnerabilità integrata” che garantisce agli utilizzatori una visione degli scenari di pericolo nel territorio di interesse ed altresì uno strumento di pianificazione utilizzabile sia in una fase preventiva e previsionale che in una fase di intervento e mitigazione nel corso di un inquinamento in atto.

La classificazione delle informazioni precedentemente illustrate derivano dalla consultazione della “Legenda unificata per le carte della vulnerabilità” (Civita 1990; 1994).; se confrontata con l'elenco originale della legenda si può osservare la mancanza di alcune classi. Tale scelta è stata dettata sia dalla scala con la quale è stata redatta la carta della vulnerabilità intrinseca sia per ridimensionare la quantità di dati che si dovrebbero ricercare per completare lo studio.

2.2.1 Commento alla legenda

In questo paragrafo sono commentati i caratteri riportati nella legenda della Carta della Vulnerabilità e la loro utilità.

Geometria ed idrodinamica dei corpi acquiferi

La definizione di questi parametri “naturali” permette di verificare nell'immediatezza quali siano le vie preferenziali di flusso della falda ed identificare nel corso di un inquinamento in atto della falda la direzione di migrazione del contaminante.

Centri di Pericolo (CDP)

Nella definizione ufficiale sono dette “Centri di Pericolo” tutte le attività che possono generare o trasmettere un impatto sulle acque i genere ed in particolare sulle acque di falda.

Ricadono all'interno di questa definizione le categorie “Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei” e i “Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei”.

Nello specifico è possibile attribuire sinteticamente agli elementi cartografati le seguenti peculiarità:

- a) *Industrie* - In corrispondenza dei siti industriali i fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee derivano principalmente da materie prime stoccate senza le dovute precauzioni, perdite da sottoservizi, scarichi incontrollati, perdite da serbatoi interrati e fuori terra, impianti di trattamento, officine, parcheggi ecc.
- b) *Gasdotto metanodotto e oleodotto* – La principale causa di inquinamento della falda è da attribuire a sversamenti accidentali causati da perdite dalla condotta; inoltre la loro posa in opera nel sottosuolo produce uno scortico notevole del suolo e scavo di trincee profonde costituendo delle vie preferenziali di idroveicolazione del contaminante.
- c) *Rete stradale principale* – La rete viaria è continuamente percorsa da mezzi che trasportano sostanze pericolose per l'ambiente; spesso tali veicoli sono coinvolti in incidenti con conseguenti sversamenti accidentali di liquidi inquinanti.
- d) *Attività Zootecnica* – L'allevamento di bestiame (Bovini, suini, ovini, pollame) può produrre un impatto sul territorio soprattutto in corrispondenza di allevamenti intensivi per dilavamento e idroveicolazione delle deiezioni. L'inquinante più importante è l'azoto che si ossida con facilità nella zona non-satura trasformandosi in nitrato. L'attività zootecnica nella Carta della Vulnerabilità integrata è stata rappresentata nella cartografia a mezzo di istogrammi che definiscono il numero di capi presenti all'interno di ogni territorio comunale; tale scelta è stata imposta sia per la scala utilizzata sia per limitare la gestione dell'innumerabile mole di dati concernente l'ubicazione degli allevamenti..
- e) *Cava in attività o abbandonata* – L'escavazione di cava in zone di pianura produce un'alterazione delle naturali difese della falda quali suolo e non-saturo ed in alcuni casi l'annullamento in corrispondenza dei siti in cui lo scavo raggiunge la superficie piezometrica. Da ciò si deduce che, oltre a modificare l'idrodinamica della sotterranea, una cava costituisce un viacolo ed un ricettacolo di inquinamento in particolare quando essa raccoglie le acque reflue degli impianti di lavaggio. Di particolare interesse sono le aree di cava esaurite e non recuperate in quanto utilizzate, soprattutto nel passato, come discariche incontrollate di rifiuti più o meno pericolosi.

Principali soggetti ad inquinamento

L'ubicazione dei pozzi pubblici utilizzati a scopo idropotabile all'interno di una Carta della Vulnerabilità integrata garantisce una visione istantanea della distribuzione dei “bersagli” nel territorio e permette di stimarne il “rischio potenziale di inquinamento”.

Si deve precisare che non esiste un sistema di prevenzione totale dal rischio inquinamento in quanto, per alcune tipologie di inquinamento, come ad esempio sversamenti accidentali e dolosi, la previsione risulta difficile se non impossibile.

3. PREVENZIONE DEL RISCHIO

Lo strumento principale per la prevenzione del rischio inquinamento è la conoscenza del territorio sia per quanto concerne la struttura idrogeologica del sottosuolo sia la distribuzione delle fonti di inquinamento potenziali (Centri di pericolo) o in atto.

La redazione della carta della vulnerabilità integrata ottempera a tali richieste in quanto garantisce una visione a scala provinciale delle situazioni di criticità presenti nel territorio e, in funzione di questo adottare, dove possibile le opportune misure di prevenzione.

Inoltre, per completare il quadro conoscitivo del territorio nell'ambito del rischio inquinamento del territorio si deve procedere ad un costante monitoraggio della qualità delle acque di falda attraverso piani di campionamento ed analisi da effettuarsi periodicamente; tali analisi sono l'unica fonte di informazione per definire lo stato qualitativo delle acque di falda e la loro evoluzione.

Nell'eventualità della presenza di siti inquinati o di siti potenzialmente inquinati nel territorio di interesse gli enti di controllo preposti possono procedere alla verifica dell'eventuale contaminazione della matrice ambientale (suolo, sottosuolo e acque di falda) utilizzando le disposizioni e gli obiettivi descritti nel Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999, n°471 *“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n° 22, e successive modificazioni ed integrazioni”*.

3.1. Tutela dei pozzi ad uso idropotabile

La normativa italiana d.P.R. 24 maggio 1988 e la relativa direttiva regionale (DGR 27 giugno 1996 n° 6/15137) prevedono che i pozzi utilizzati a scopo idropotabile siano protetti attraverso la delimitazione di aree di salvaguardia. Le **aree di salvaguardia** identificano una porzione di territorio circostante la captazione nella quale sono imposti dei vincoli e limitazioni del territorio atti a tutelare le acque e proteggere la captazione dall'inquinamento; le aree di salvaguardia si suddividono in:

Zona di tutela assoluta: è l'area più interna con raggio non inferiore a 10 metri da pozzo in cui è fatto divieto di qualsiasi attività che non sia inerente all'utilizzo, alla manutenzione e alla tutela della captazione.

Zona di rispetto: porzione di territorio esterna alla zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata; nella zona di rispetto sono vietati gli insediamenti dei seguenti Centri di Pericolo o lo svolgimento delle seguenti attività:

- ✓ Dispersione di fanghi ed acque reflue anche se depurati
- ✓ Accumulo e spargimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi
- ✓ Dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti dai piazzali e strade
- ✓ Aree cimiteriali
- ✓ Aperture di falde che possano essere in connessione con la falda
- ✓ Apertura di pozzi ad eccezioni di quelli destinati al consumo umano
- ✓ Gestione di rifiuti
- ✓ Stoccaggio di sostanze pericolose
- ✓ Centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli,
- ✓ Pozzi perdenti
- ✓ Stabulazione di bestiame

Zona di protezione: corrispondente alle aree di ricarica delle falde in cui è possibile imporre delle limitazioni di uso del territorio atte alla protezione del patrimonio idrico.

3.1.1 Criteri per la delimitazione

Come accennato in precedenza la zona di tutela assoluta deve circondare il pozzo per un raggio non inferiore a 10 metri ad esclusione dei pozzi esistenti per i quali la situazione territoriale non consente di rispettare tale limite.

La delimitazione della zona di rispetto può essere attuata con seguenti criteri:

- *Criterio geometrico* per i pozzi nuovi nella fase di richiesta all'escavazione e per i pozzi esistenti nel caso non venga proposta una nuova delimitazione.
- *Criterio temporale*: applicabile in caso di acquifero vulnerabile è individuato dall'inviluppo dei punti isocroni circostanti il pozzo in condizioni di emungimento a regime di massima portata di esercizio dai quali l'acqua impiega un determinato tempo di sicurezza (60 giorni) per raggiungere il punto di captazione attraverso il mezzo saturo.
- *Criterio idrogeologico*: applicabile nel caso di acquifero protetto ovvero un acquifero idraulicamente separato dalla superficie o dalla falda freatica o comunque da una falda sovrastante, da più corpi geologici a bassa permeabilità (minore 10^{-8} m/s) aventi uno spessore complessivo di una decina di metri e un'adeguata continuità. In questo caso la zona di rispetto può coincidere con la zona di tutela assoluta dato che l'alimentazione del pozzo è lontana dall'asse del pozzo stesso.

La definizione della zona di protezione deve essere effettuata attraverso la consultazione della bibliografia esistente e studi idrogeologici mirati.

3.2. Proposte di ricerca e sviluppo

Le proposte di ricerca e sviluppo per una corretta gestione del territorio ai fini del rischio inquinamento della falda posso essere così riassunti:

- Redigere una cartografia a scala ridotta (1:10.000) concernente la vulnerabilità intrinseca e integrata degli acquiferi all'inquinamento che garantirebbe la definizione più dettagliata di tutti i caratteri naturali e l'uso reale del territorio (Centri di Pericolo) che concorrono alla valutazione della previsione e prevenzione del rischio.

- Controllo accurato dei pozzi ad uso idropotabile attraverso la verifica della manutenzione delle opere di captazione e la compatibilità delle zone di salvaguardia vigenti.

- Piano di monitoraggio nel tempo della qualità delle acque sotterranee.