

Università degli Studi di Napoli Federico II



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Corso di Laurea in
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO
(Classe delle Lauree in Ingegneria Civile ed Ambientale N° L-7)

Tesi di Laurea
"Vulnerabilità di un'area alluvionale costiera"

Relatore

Ch.ma Prof.ssa Daniela Ducci

Correlatore

Ing. Mariangela Sellerino

Candidato

Stefano Lerza
N49/108

Anno accademico 2013/2014

INTRODUZIONE

Le risorse idriche destinate al consumo umano per l'85% provengono dalle falde acquifere



La contaminazione di un acquifero non ha manifestazioni evidenti, ma può influire sulla salute di generazioni future se non è affrontata con misure idonee



Le carte della vulnerabilità rappresentano il primo strumento di tutela delle acque sotterranee, in quanto individuano le aree in cui è maggiore la probabilità che l'inquinante si infiltri nel terreno (mediante suddivisione in classi di vulnerabilità del territorio esaminato)

OBIETTIVO DELLA TESI

- Descrizione delle diverse metodologie necessarie per la redazione di una carta della vulnerabilità, con particolare attenzione al caso in cui gli acquiferi sono situati in un'area alluvionale costiera
- Valutazione della vulnerabilità dell'area suddetta mediante l'utilizzo di due sistemi parametrici a punteggio e pesi, ossia il DRASTIC ed il SINTACS, con confronto dei due risultati ottenuti

VULNERABILITA' INTRINSECA

E' definita come:

«la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da generare un impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo» (Civita, 1987)

VULNERABILITA' INTRINSECA

Molteplici sono i fattori che influenzano la vulnerabilità intrinseca, tra cui le caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche. Tuttavia, i principali processi di condizionamento di tale parametro sono:

- 1) **Lo spostamento dell'acqua o dell'inquinante**, in superficie o attraverso l'insaturo, fino al raggiungimento della superficie piezometrica dell'acquifero sottostante;
- 2) **La dinamica del flusso sotterraneo e dell'inquinante** nella zona di saturazione dell'acquifero;
- 3) **La concentrazione residua dell'inquinante** nella zona di saturazione rispetto alla concentrazione iniziale.

CARTA DELLA VULNERABILITA' INTRINSECA

La carta della vulnerabilità è uno strumento di prevenzione delle risorse idriche, che permette di pianificare il territorio mediante una classificazione. Tale cartografia:

- fornisce indicazioni al pianificatore circa la localizzazione di nuovi centri di pericolo;
- consente di prevenire l'impatto ambientale di un'opera in fase costruttiva o d'esercizio.

La **carta della vulnerabilità integrata** si ottiene dalla sovrapposizione di tre diversi tematismi:

Carta della
vulnerabilità
intrinseca

Campo di moto
dell'acquifero

Carta dei centri e
delle fonti di pericolo

QUADRO NORMATIVO

- **Direttive 91/156/CEE** (rifiuti), **91/689/CEE** (rifiuti pericolosi) e **94/62/CE** (rifiuti di imballaggio), attuate con il **D.lgs. 22/1997**, introducono i concetti di sito inquinato, smaltimento e gestione dei rifiuti, verifica della contaminazione sopportabile;
- **D.lgs. 152/1999** (non più in vigore), detta le linee guida per la difesa delle acque sotterranee dagli inquinanti, definisce i parametri di qualità delle acque e definisce la normativa sugli scarichi. **L'allegato 7** affida all'ANPA (divenuta ISPRA nel 2008) il compito di sostenere gli enti locali nella ricerca delle aree vulnerabili;
- **D.lgs. 152/2006**, reitera tutto ciò che indicava il D.lgs. 152/1999 in materia di carte della vulnerabilità, definendo inoltre le linee guida per l'individuazione delle aree di tutela delle risorse idriche e l'utilizzo di sistemi innovativi nelle procedure di V.I.A.

METODOLOGIE DI REDAZIONE DELLE CARTE DI VULNERABILITA'

- Zonazione per aree omogenee
- Valutazione per sistemi numerici
- **Valutazione per sistemi parametrici**



Tutte le metodologie suddette seguono lo stesso schema concettuale per l'analisi della vulnerabilità:



SISTEMI A PUNTEGGIO E PESI

Essi prevedono l'assegnazione di un punteggio ad ogni parametro preso in considerazione, con l'aggiunta di un moltiplicatore a gamma fissa (il peso) che permette di evidenziare con maggiore forza l'importanza di un valore piuttosto che di un altro.

I principali sistemi a punteggio e pesi sono:

- **metodo DRASTIC** (Usepa 1987)
- **metodo SINTACS** (Civita e De Maio, 2000).

METODO DRASTIC

Tale acronimo sta per:

- **D**epth to water (soggiacenza);
- (Net) **R**echarge (ricarica netta);
- **A**quifer media (litologia dell'acquifero);
- **S**oil media (tipologia di suolo);
- **T**opography (topografia);
- **I**mpact of the vadose zone (impatto del non saturo);
- Hydraulic **C**onductivity of the aquifer (conducibilità idraulica).

Valutazione della vulnerabilità: quantitativa (mediante indici numerici), ma non qualitativa.

Linee pesi utilizzate: Drastic agricolo ed ordinario.

Campo di applicazione: è maggiormente indicato per aree pianeggianti, garantendo una maggiore diversificazione dei punteggi

LIMITI DEL METODO DRASTIC

- Non fornisce classi di vulnerabilità distinte, ma genera un indice numerico per situazioni idrogeologiche diverse, con il fine di confrontarle tra loro senza associare un determinato grado di vulnerabilità;
- Manca una metodologia consolidata nella valutazione della ricarica netta;
- La soggiacenza assume un'importanza eccessiva, per via dello scarso intervallo considerato (30 m);
- E' assente un'adeguata stima degli scambi tra corpi idrici superficiali ed acquiferi.

METODO SINTACS

Tale acronimo sta per:

- **S**oggiacenza;
- **I**nfiltrazione efficace;
- Effetto di autodepurazione del **N**on saturo;
- **T**ipologia di copertura;
- Caratteristiche idrogeologiche dell' **A**cquifero;
- **C**onducibilità idraulica;
- Acclività della **S**uperficie topografica.

Valutazione della vulnerabilità: quantitativa ($I_{\text{SINTACS}} = \sum_{i=1}^7 P_i * W_i$, con P_i il punteggio e W_i il peso) e qualitativa, mediante sei diverse classi di vulnerabilità, ognuna delle quali corrispondente ad una determinata fascia di punteggio.

Linee pesi utilizzate: impatto normale e rilevante, aree soggette a drenaggio, aree carsiche ed aree in rocce fessurate.

Campo di applicazione: aree montuose, lì dove la morfologia è maggiormente articolata.

METODO SINTACS

L'assegnazione dei punteggi ai sette parametri viene effettuata mediante l'utilizzo di altrettanti diagrammi (riportati in tesi, fig. 2-8).

Per quanto riguarda la conversione dei punteggi in grado di vulnerabilità, si adopera il seguente schema, in cui ad ogni intervallo di indice SINTACS corrisponde una determinata classe di vulnerabilità.

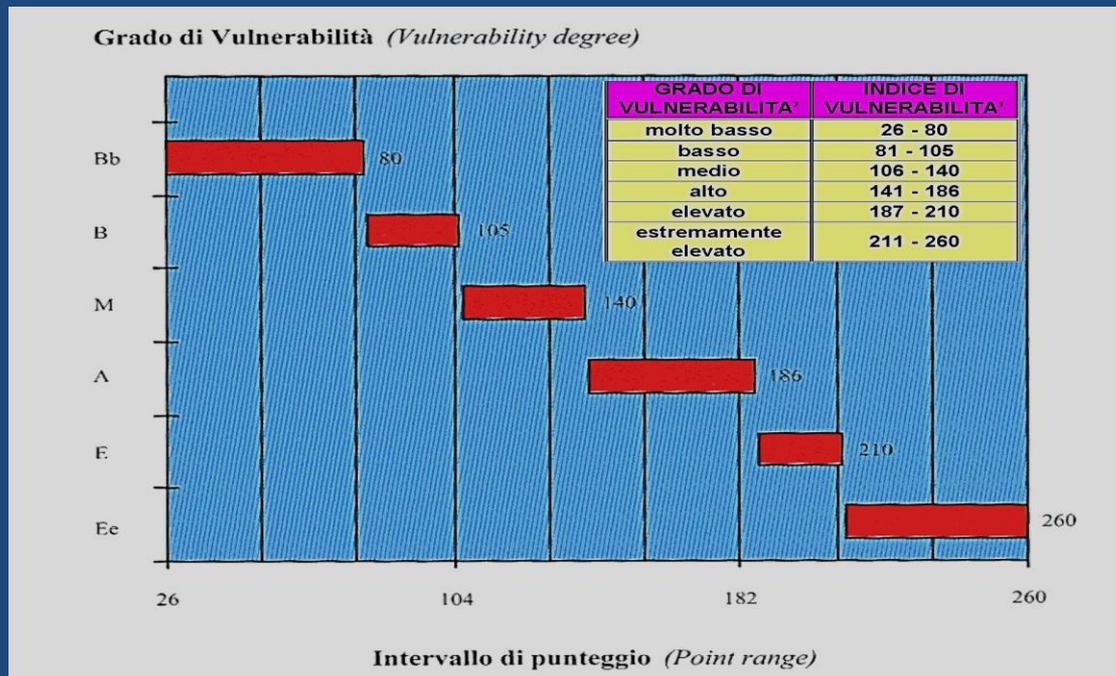


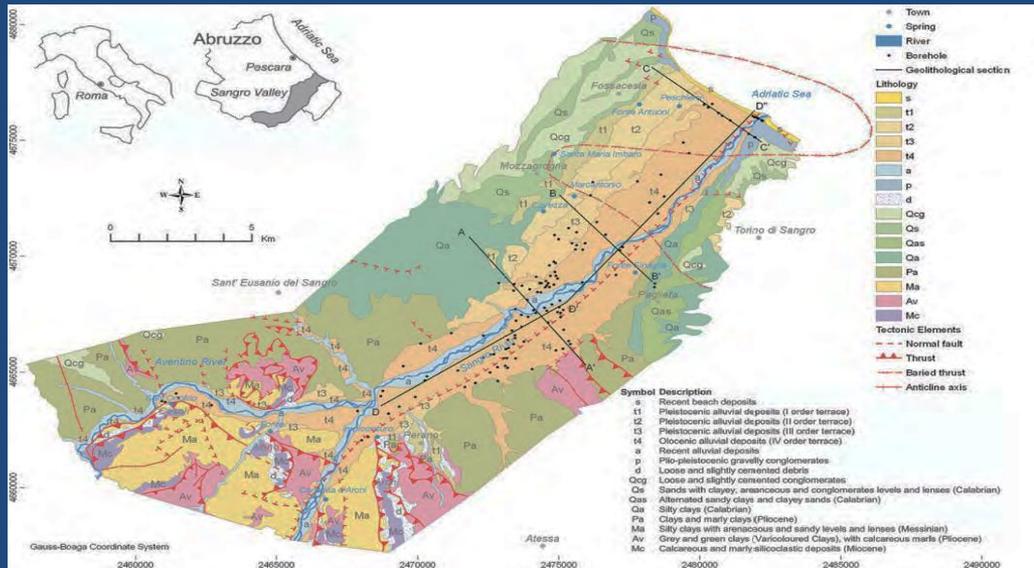
Tabella di conversione (Civita et al., 2001)

INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO



L'area in questione è il fondovalle alluvionale del basso corso del fiume Sangro (Abruzzo), ubicato nel settore esterno della catena appenninica centrale. Negli anni Novanta tale zona è stata interessata da un notevole sviluppo socio-economico, che ha generato una forte pressione antropica sia sulle risorse idriche superficiali che sotterranee, a scopo irriguo, idroelettrico, industriale e civile.

ASPETTI GEOLOGICI



Carta geologica (Desiderio et al., 2007)

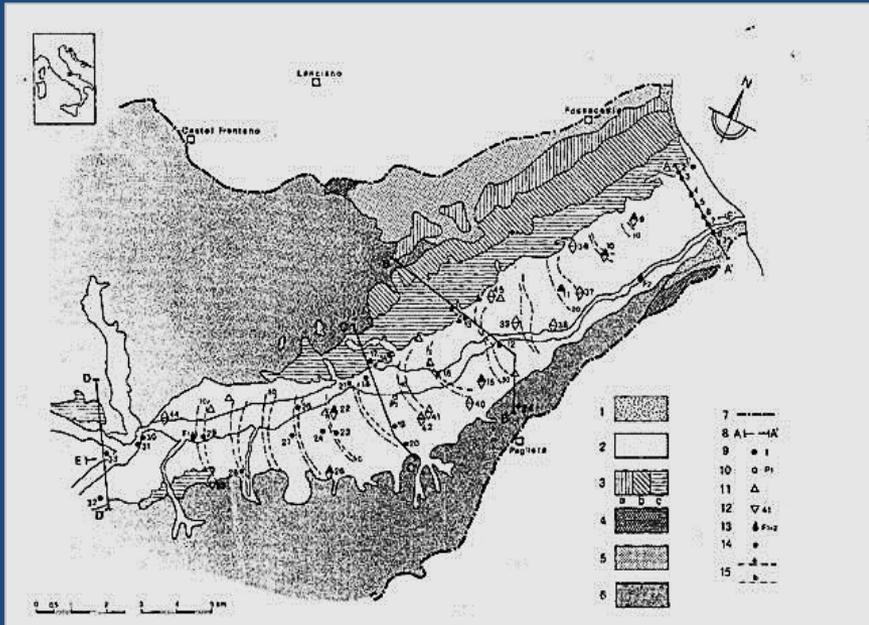
L'intera piana è caratterizzata da una successione plio-pleistocenica, formata da argille, argille marnose, arenarie e conglomerati, che poggia su formazioni gessose del Messiniano.

Nei settori nord-occidentale e sud-orientale affiorano terreni argillosi (argille grigio-azzurre), che costituiscono i limiti morfologici della piana. Il versante sinistro è formato da depositi alluvionali terrazzati, mentre quello destro è caratterizzato da successioni detritiche.

Per quanto riguarda la parte alluvionale della piana, essa ha uno spessore variabile (compreso tra 10 e 40 m) ed è costituita da tre strati:

- limi superficiali
- ghiaie e sabbie
- argille grigio-azzurre

ASPETTI IDROGEOLOGICI



Carta idrogeologica (de Riso et al., 1994)

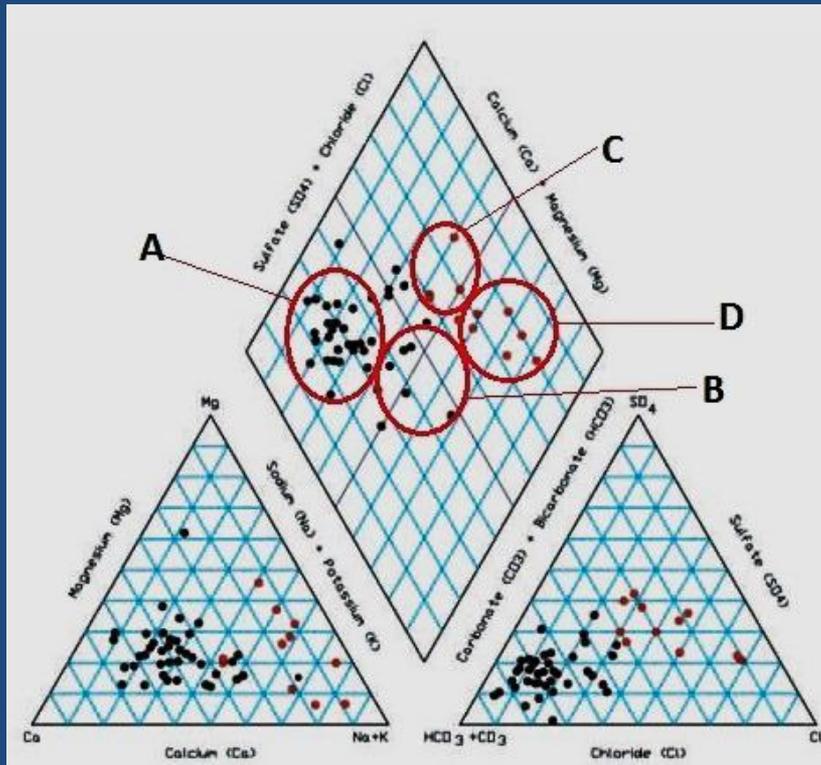
La piana è caratterizzata da un acquifero di subalveo (che ha sede nei depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, estesi per 16 Km²) ed è delimitato lateralmente ed inferiormente da depositi meno permeabili.

La circolazione idrica sotterranea è da monte verso valle e le quote piezometriche oscillano tra i 30 m s.l.m. a monte ed i 0 m s.l.m. in prossimità della costa.

La falda ha una soggiacenza non molto elevata (generalmente inferiore ai 5 m) ed è quasi sempre drenata dal fiume Sangro, fatta eccezione per alcuni tratti in cui essa è alimentata dal corso d'acqua stesso.

Nel tratto a monte l'acquifero è libero, mentre nel tratto a valle è in pressione, per via della presenza di un tetto di terreni limosi al di sopra della superficie piezometrica.

ASPETTI IDROGEOCHIMICI



Facies idrochimiche predominanti (de Riso et al., 1994)

Dallo studio della composizione chimica delle acque sotterranee (effettuato nel 1992 con una campagna di campionamenti) si evince che le principali facies idrochimiche sono:

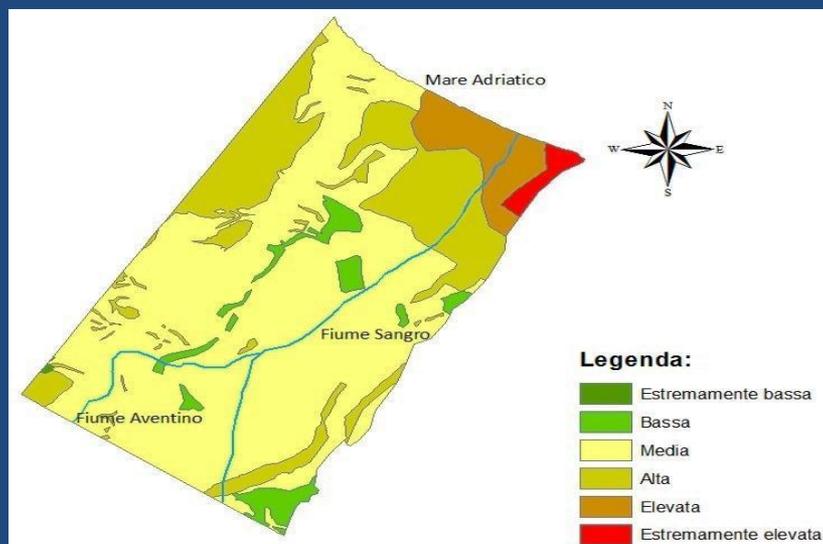
- A) Acque liscivianti terreni calcarei;
- B) Acque carbonatiche, ma influenzate dalla presenza di terreni argillosi (maggiore concentrazione di ione sodio e minore di ione calcio);
- C) Acque bicarbonato-sodiche, derivanti dal dilavamento di terreni marnoso-argillosi, con buona presenza di ione calcio;
- D) Acque bicarbonato-sodiche, aventi concentrazione di calcio minima;
- E) Acque atipiche, una clorurato-sodica ed una solfato-sodica.

Dalla descrizione dei cinque gruppi appare chiaro che le facies **A e D sono quelle estreme**, mentre **B e C rappresentano semplicemente due diversi gradi di mescolamento**, come testimonia il fatto che si trovino al centro in figura.

APPLICAZIONE DEL METODO DRASTIC

Ducci et al., 1993

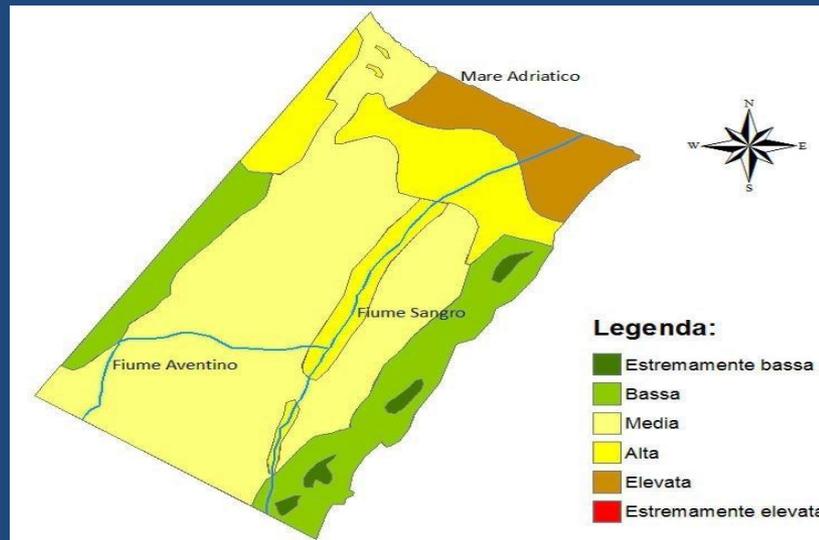
- **Scelta della linea pesi:** DRASTIC agricolo, in quanto l'intera piana del Sangro è intensamente coltivata.
- **Assegnazione dei punteggi ai 7 parametri del metodo:** dalla tabella 4 (riportata in tesi) si evince una certa differenziazione dei punteggi.
- **Redazione della carta di vulnerabilità intrinseca:** nei pressi della costa, ove la falda è poco profonda (< 3 m), si nota una forte diversificazione del grado di vulnerabilità, mentre nel resto della piana esso è abbastanza omogeneo (grado medio).



Carta della vulnerabilità intrinseca redatta mediante DRASTIC (Ducci et al., 1993)

APPLICAZIONE DEL METODO SINTACS

- **Scelta della linea pesi:** scenario d'impatto rilevante, stante il fatto che l'area è fortemente coltivata (seminati irrigui, vigneti, frutteti ed oliveti).
- **Assegnazione dei punteggi ai 7 parametri del metodo:** dagli aspetti geologici, idrogeologici e idrogeochimici si definiscono gli intervalli di variazione dei parametri, che risultano essere più ampi rispetto al DRASTIC, infatti la differenziazione dei punteggi è inferiore.
- **Redazione della carta di vulnerabilità intrinseca:** nei pressi della costa si nota che tale metodo, a differenza del DRASTIC, conferisce a tutta la zona un grado elevato. Per il resto la vulnerabilità è generalmente media, fatta eccezione per i due versanti, ove essa decresce al livello basso (con piccole zone in cui è estremamente bassa), e per l'area golenale del fiume Sangro (grado alto).



Carta della vulnerabilità intrinseca redatta mediante
SINTACS

CONFRONTO TRA LE METODOLOGIE UTILIZZATE

Metodo DRASTIC



Grado di vulnerabilità:
**da basso a estremamente
elevato**



Nonostante l'uniformità abbastanza estesa di alcuni parametri, il DRASTIC garantisce una discreta differenziazione dei punteggi, specialmente nei pressi della costa

Metodo SINTACS



Grado di vulnerabilità:
**da estremamente basso a
elevato**



Il SINTACS mostra una minore diversificazione dei punteggi, abbastanza evidente sia presso la costa (grado di vulnerabilità elevato), sia nella parte centrale della piana

CONCLUSIONI

Le due metodologie, nonostante le differenze piuttosto evidenti, giungono ad un risultato finale abbastanza simile:

**GRADO DI VULNERABILITA'
GENERALMENTE MEDIO,
TENDENTE A CRESCERE
VERSO LA COSTA**

Tuttavia, si giunge alla conclusione che il **metodo DRASTIC**, già applicato in uno studio precedente (**Ducci et al., 1993**), risulta essere **maggiormente adatto all'area in esame**, in quanto la morfologia della **Bassa Piana del fiume Sangro** non è particolarmente articolata.

Per tale motivo il **metodo SINTACS** (applicato ex-novo nel presente lavoro di tesi) garantisce una minore differenziazione dei punteggi.