

## 4 - ACQUE SOTTERRANEE

### 4.1 - Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

Tratto da: "Carta della vulnerabilità intrinseca della pianura friulana" (Cucchi F., Martinetti E., Massari G., Oberti S., Piano C., Zini L., 1999).

Il protocollo metodologico S.I.N.T.A.C.S. (Civita, 1994; Civita & De Maio, 1997) proposto nell'ambito degli studi sulla vulnerabilità degli acquiferi svolti in ambito Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (C.N.R.) è un sistema parametrico a punteggi e pesi che prende in considerazione sette parametri per valutare la Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero: la Soggiacenza della falda, le caratteristiche dell'Infiltrazione in funzione del substrato e della copertura, quelle dell'azione autodepurante del Non saturo, la Tipologia della copertura, i caratteri idrogeologici dell'Acquifero, la Conducibilità idraulica dell'acquifero e del non saturo, l'acclività e le caratteristiche morfologiche della Superficie topografica. A ciascun parametro viene attribuito un intervallo di punteggio da 1 a 10 secondo le caratteristiche litologiche, morfologiche, idrauliche, naturali, biologiche dell'area e dei complessi rocciosi coinvolti. La vulnerabilità intrinseca finale, l'indice SINTACS, è la somma dei punteggi dei sette parametri e si ottiene dalla sovrapposizione delle sette carte in cui ad ogni elemento areale viene assegnato il punteggio ottenuto moltiplicato per il peso assegnato ad ogni parametro d'ingresso:

$$\text{indice SINTACS} = S_o r S_{o_w} + I_r I_w + N_r N_w + T_r T_w + A_r A_w + C_r C_w + S_r S_w$$

- $S_o$  sta per soggiacenza,
- $I$  per infiltrazione efficace,
- $N$  per non saturo,
- $T$  per tipologia della copertura,
- $A$  per acquifero,
- $C$  per conducibilità idraulica,
- $S$  per superficie topografica,
- $r$  per punteggio
- $w$  per peso associati ad ogni parametro

La pianura è stata suddivisa in elementi areali quadrati di un chilometro di lato, secondo una maglia regolare e ad ogni elemento areale sono stati attribuiti i punteggi previsti.

Sono state prese in considerazione la falda freatica contenuta nell'Alta pianura e la falda più superficiale della Bassa pianura, la falda "A", posizionata generalmente fra 30 e 80 metri dal piano campagna e sempre presente. Si tratta di una falda ad andamento articolato contenuta in livelli abbastanza permeabili, da sabbiosi a ghiaioso-sabbiosi. Gli orizzonti talvolta hanno potenza superiore alla decina di metri, ma più spesso l'acquifero risulta variamente suddiviso in orizzonti permeabili di pochi metri di spessore intercalati a livelli argilloso-limosi impermeabili mediamente più potenti.

#### *Soggiacenza*

La carta della soggiacenza è stata ottenuta dalla carta topografica sulla base della Carta dello spessore dell'insaturo. Nell'Alta pianura i punteggi sono in funzione dei diversi intervalli di profondità con spessori compresi tra 2 m e 100 m e quindi con valori tra 9 e 1 secondo la seguente tabella.

<b>S</b>	<b>m</b>
9	2-3
8	3-5
7	5-8
6	8-10
5	10-15
4	15-20
4/3	20-25
3	25-30
3/2	30-35
2	35-60
2/1	60-75
1	>75

Punteggi attribuiti alla soggiacenza

Per quanto riguarda la Bassa pianura, considerato che il tetto della prima falda in pressione A si trova mediamente a 30 m di profondità, a tutta l'area si è attribuito il valore 3. I massimi punteggi risultano in prossimità della Linea delle risorgive e del tratto medio del fiume Tagliamento.

#### *Infiltrazione efficace*

Questo parametro mette in evidenza il trascinarsi in profondità degli inquinanti e la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione. L'infiltrazione efficace dipende dalla piovosità efficace e dalle condizioni idrogeologiche superficiali che vengono globate nell'indice di infiltrazione determinato in base alla litologia superficiale.

Dato che i suoli hanno potenza pari o superiore ad un metro, il valore di infiltrazione media annua è stato ricavato moltiplicando il valore delle precipitazioni efficaci (P) per il coefficiente di infiltrazione potenziale (X). È stata elaborata una Carta delle isoiete alla scala 1:50.000 in base alle medie mensili delle precipitazioni dal 1950 al 1970 misurate da 111 stazioni di monitoraggio, dalla quale sono stati tratti i valori attribuiti alle singole celle.

Le classi tessiturali proposte da SINTACS per definire i valori dei coefficienti di infiltrazione potenziale ( $0 < X < 0.55$ ) risultano essere le medesime presentate per la Tipologia della copertura. I valori attribuiti rappresentano gli intervalli in tabella.

<b>I</b>	<b>mm/anno</b>	
1	0-29	
2	30-54	
3	55-74	
4	75-99	>475
5	100-124	425-474
6	125-149	385-424
7	150-174	365-384
8	175-219	325-364
9	220-249	300-324
10	250-299	

Punteggi attribuiti all'infiltrazione efficace

I massimi valori si registrano in prossimità degli alvei, della Linea delle risorgive e dei depositi più grossolani presenti in tutta l'Alta pianura ed in un lembo della Bassa nei dintorni di Palmanova. Il generale decrescere dei punteggi da nord verso sud è anche favorito dal calo della piovosità che si ha nella medesima direzione.

#### *Non saturo (effetto di autodepurazione)*

Questa carta mette in evidenza i processi chimico-fisici che hanno sede nell'insaturo per la valutazione dell'azione di autodepurazione e di attenuazione dell'inquinamento esplicita dallo spessore degli orizzonti insaturi. E' stata elaborata attribuendo alle singole celle valori da 2 a 9 secondo quanto proposto dal protocollo SINTACS in base ai complessi idrogeologici presenti riconosciuti utilizzando la Carta delle associazioni litologiche prevalenti nei primi 15 m di sottosuolo e le Sezioni litostratigrafiche, carte appositamente redatte per questo studio. I massimi valori si hanno nell'Alta pianura dove i depositi grossolani conferiscono alta permeabilità al materasso alluvionale.

#### *Tipologia della copertura*

Per elaborare la carta della copertura e definire l'entità di abbattimento superficiale dell'inquinante sono state utilizzate le Carte pedologiche del Friuli Venezia Giulia e del Veneto, entrambe redatte alla scala 1:50.000 (PROVINCIA DI VENEZIA, 1983 e NASSIMBENI e NAZZI, 1982).

Utilizzando il diagramma triangolare per la classificazione tessiturale del suolo (USDA Soil textural classification chart) sono state individuate le classi prese in considerazione da SINTACS e si è loro attribuito il relativo punteggio, mediando i valori là dove erano presenti diverse classi nella medesima cella.

I massimi valori si hanno nell'Alta pianura dove la copertura è esigua e la percolazione delle acque in profondità è favorita dalla presenza di sedimenti sabbioso-ghiaiosi. Si evidenzia inoltre una diminuzione dei punteggi nelle aree ubicate in prossimità dei principali corsi d'acqua là dove vi è un maggior sfruttamento agricolo.

#### *Acquifero (caratteristiche idrogeologiche)*

Con questo parametro si considerano le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero; il grado di porosità primaria e secondaria, la composizione lito-mineralogica e il grado di permeabilità.

Utilizzando numerose sezioni litostratigrafiche sono stati individuati i complessi idrogeologici nei quali sono contenute le falde e attribuiti i relativi valori proposti nella tabella seguente.

<b>A</b>	<b>complesso idrogeologico</b>
9	ghiaie
8	conglomerato
8	ghiaia sporca
7	ghiaia e sabbia
6	sabbia
5	sabbia e torba

Punteggi attribuiti all'acquifero

La progressiva diminuzione della granulometria dei sedimenti da nord verso sud è evidenziata dalla diminuzione dei punteggi in questo verso. Viene, inoltre, messa in risalto dai

minimi valori presenti la presenza, nel basso pordenonese e nell'area del portogruarese, di acquiferi contenuti in depositi prevalentemente torbosi.

#### *Conducibilità idraulica*

Questo parametro rappresenta la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e dà indicazioni sulla velocità con cui un inquinante può raggiungere i punti di recapito. Considerati i complessi idrogeologici riconosciuti, sono stati attribuiti i valori di permeabilità orizzontale e quindi il relativo punteggio, secondo la seguente corrispondenza.

<b>C</b>	<b>K(m/s)</b>	<b>complesso idrogeologico</b>
10	$10^{-2}$	ghiaie
10	$7 \cdot 10^{-3}$	conglomerato
10	$7 \cdot 10^{-3}$	ghiaia sporca
9	$5 \cdot 10^{-3}$	ghiaia e sabbia
7	$2.5 \cdot 10^{-4}$	sabbia
6	$5 \cdot 10^{-5}$	sabbia e torba

Punteggi attribuiti alla conducibilità idraulica

La stretta correlazione fra parametro Conducibilità e parametro caratteristiche idrogeologiche dell'Acquifero è responsabile della sostanziale equipollenza fra areali e relativi punteggi nelle due carte.

#### *Superficie topografica (acclività)*

Dato che la pendenza media della Bassa Pianura friulana risulta essere intorno al 2‰, mentre quella dell'Alta Pianura ha un valore del 4‰ circa, questa carta vede attribuito a tutto il territorio un punteggio costante ed uguale a 10

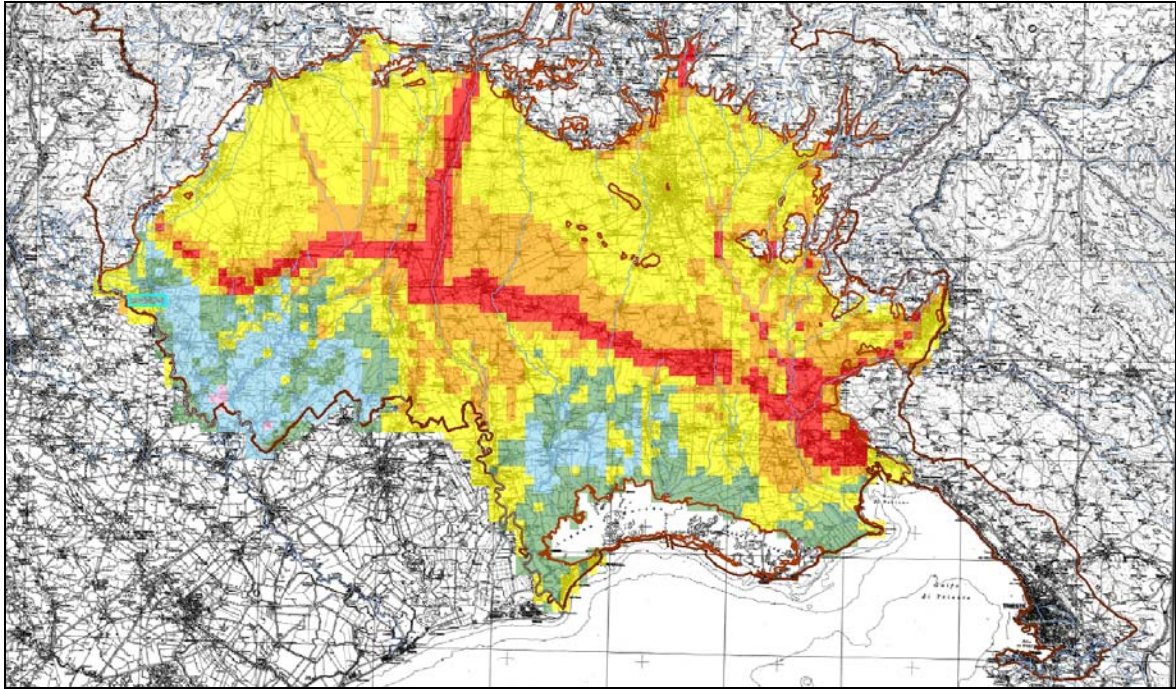
#### *Pesi*

In modo da dare il giusto peso ai parametri esaminati, SINTACS prevede di attribuire quattro stringhe di pesi alle diverse tipologie di impatto. L'areale preso in considerazione subisce tre tipi di impatto, due limitati ad alcune aree, uno più generale. Si può infatti riconoscere un areale a "impatto normale" nella zona dei magredi al piede del conoide Cellina-Meduna, una serie di areali a "drenaggio" in corrispondenza dei letti dei principali corsi d'acqua e della fascia delle risorgive e il rimanente vasto areale ad "impatto rilevante" conglobante quasi tutta la pianura, che è sottoposta o a forte urbanizzazione o a utilizzo agricolo.

#### *Vulnerabilità intrinseca*

La carta elaborata definisce la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi della pianura friulana, secondo il protocollo metodologico S.I.N.T.A.C.S, suddividendo l'area esaminata in sei classi di vulnerabilità:

- elevatissima (rosso)
- elevata (arancio)
- alta (giallo)
- media (verde)
- bassa (azzurro)
- bassissima (rosa)



Ne risulta un'altissima vulnerabilità della fascia corrispondente alla linea delle risorgive e dei greti dei principali corsi d'acqua ed un'alta vulnerabilità dell'alta pianura. Viste le caratteristiche idrogeologiche della pianura friulana ciò significa anche un'alta vulnerabilità indiretta delle falde artesiane che, ubicate a valle, trovano alimentazione prevalente dall'acquifero freatico a monte.