P.Iva 03149990107, CF DMRRGR62C10D969V, Cell. 3381900629, rogeolog@libero.it

Dr Geol Ruggero Dameri
Via Vesuvio 52 R
16134 Genova - 010 4030779

COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA BIOGAS IN LOC. CAMPOSERRAGNO

Relazione geologica sulla vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

Data Dicembre 2015

Dr.geol. Ruggero DAMERI

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 193
RUGGERO DAMERI
GEOLOGO
data iscr. 13-10-1989

Timbro e Firma

1. Premessa

Lo scrivente ha ricevuto incarico di redigere la presente relazione dalla Soc**. Energa srl**, in ottemperanza alla richiesta di integrazioni **del Dipartimento Ambiente della Regione Liguria**, in riferimento alla Realizzazione di un **Impianto per la produzione di Energia Elettrica da Biogas.**
L'ubicazione del sito di produzione si trova in loc. Camposerragno, in Comune di Isola del Cantone.

Scopo del lavoro è quello di fornire un'adeguata caratterizzazione della vulnerabilità del sito in rapporto al Piano di Tutela delle Acque di cui alla **DGR 1806 del 30.12.2014**. A causa della mancanza di preesistenti studi di vulnerabilità degli acquiferi, allo stato attuale la zona è stata cartografata come un'unica area di Rischio estremamente elevato, estesa agli acquiferi attivi ed alla fascia di 200 metri al contorno degli stessi.
Le valutazioni riportate nel presente studio consentono pertanto una valutazione sito-specifica tesa ad approfondire il grado di vulnerabilità dell'area, differenziando ulteriormente – per le aree strettamente interessate dall'intervento – i domini caratterizzati da gradi differenti.

2. Metodologia applicata

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

La vulnerabilità intrinseca dipende, sostanzialmente, da almeno tre principali processi che si producono all'interno del sistema - sottosuolo al di sotto del punto o della zona d'impatto:
– lo spostamento dell'acqua (o di un inquinante fluido o idroportato) attraverso l'insaturo, sino a raggiungere la superficie piezometrica dell'acquifero soggiacente;
– la dinamica del flusso sotterraneo e di un inquinante fluido o idroportato nella zona di saturazione dell'acquifero soggiacente;
– la concentrazione residua di un inquinate fluido o idroportato al suo arrivo nella zona di saturazione rispetto a quella iniziale, che marca la capacità di attenuazione dell'impatto dell'inquinante del sistema acquifero

L'utilizzo della procedura SINTACS risulta particolarmente adeguato su aree limitate, delle quali si vuole valutare il potenziale di inquinamento di un centro di pericolo (Site Analysis)

1.1 Metodo S.I.N.T.A.C.S.

Per aree ove la base dei dati sia completa e la frequenza delle informazioni adeguata, è possibile utilizzare sistemi modellistici basati su uno stesso principio:

– vengono selezionati i parametri mediante i quali si intende valutare la vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento,

– a ciascun parametro selezionato, suddiviso per intervalli di valore e/o tipologie dichiarate, viene attribuito un punteggio crescente in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva finale;

– i punteggi ottenuti per ciascun parametro sono moltiplicati per stringhe di pesi che descrivano la situazione idrogeologica e/o d'impatto, enfatizzando in varia misura l'azione e l'importanza dei vari parametri (pcsm = Point Count System Models, quale è appunto sintacs)

L'acronimo deriva dalle denominazioni dei parametri che vengono presi in considerazione:

– Soggiacenza;

– Infiltrazione efficace;

– Non - saturo (effetto di autodepurazione del);

– Tipologia della copertura;

– Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del);

– Conducibilità idraulica dell'acquifero;

– Superficie topografica (acclività della);

2.0 Inquadramento del sito

Il sito di intervento è caratterizzato da una zona compresa tra la base del versante orografico sinistro della Valle Scrivia ed il rilevato della linea Ferroviaria; Il rilevamento dell'area ha individuato un settore sub pianeggiante a monte, prativo, debolmente degradante in direzione del Torrente, ed un settore a valle, separato dal comparto soprastante da un ciglio a media acclività.

Le indagini realizzate nel settore a monte hanno permesso di individuare una copertura sciolta di spessore pari a 1.5-3 metri circa, sovrappposta ad un substrato di argilliti e marne. Tipologicamente si tratta di limi e argille limose inglobanti scheletro grossolano derivante dalla detrizione del substrato Il passaggio all'ammasso roccioso è caratterizzato da un cappellaccio di alterazione di spessore pari a 4-5 metri circa..

Le indagini hanno rilevato inoltre la mancanza di una falda vera e propria ma solo deboli circolazioni locali in rapporto agli eventi piovosi di maggiore entità. In linea con tali indagini (le

prove penetrometriche hanno raggiunto profondità di 6-9 metri circa), si prevede un comportamento poco permeabile della copertura nel suo complesso, con eventuale falda di pochi decimetri al contatto tra coltre e cappellaccio e tra cappellaccio di alterazione e substrato sano.

Il settore a valle del ciglio appare caratterizzato da un suolo piuttosto impoverito con presenza di ciottoli e clasti in matrice sabbioso limosa; la vicinanza con l'alveo attivo e la collocazione altimetrica ribassata suggeriscono la presenza di un settore di accumulo del detrito di falda, integrato da locali passate di alluvioni medio grossolane sciolte.

In questo settore Il livello roccioso si ritiene possa essere maggiormente approfondito (oltre i 10metri); la quota di falda può essere cautelativamente stimata all'altezza dell'alveo attivo, con soggiacenza media pari a 10 metri circa dal p.c.

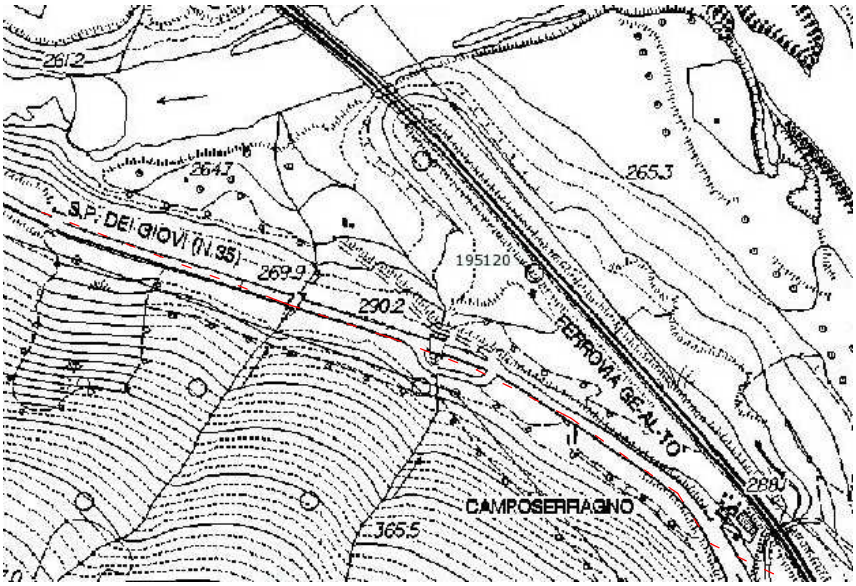


Figura 1 Carta tecnica regionale - Area del sito

Il settore effettivamente interessato dal progetto dell'Impianto di Produzione di Energia Elettrica da biogas, è costituito dal settore sub pianeggiante superiore (che ospita gran parte delle strutture) e da una porzione del settore a valle (zona ribassata). Va fatto notare che la quota dell'area inferiore, si trova ancora a circa 10-15 metri dalla quota alveo. Vedi sovrapposizione intervento su carta in fig.2

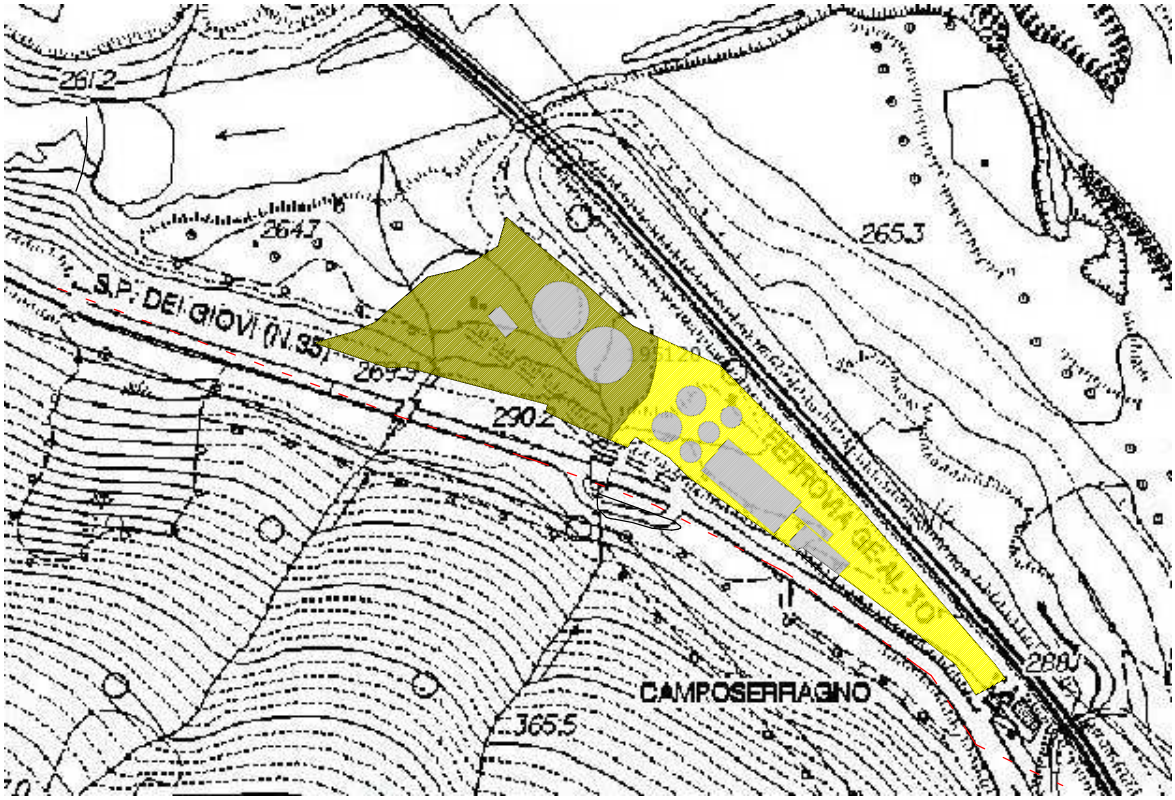


Figura 2- Intervento su CTR

Legenda

Settore superiore; area morfologicamente sub pianeggiante caratterizzata da prato con suolo di tipo limoso argilloso e costituita da coperture sciolte di 1.5-3 metri su substrato roccioso argillitico marnoso (Flisch)

Settore inferiore; area morfologicamente poco acclive caratterizzata da copertura alberata con suolo di tipo sabbioso e costituita da substrato detritico alluvionale di spessore pari a circa 10 metri

Ingombro delle principali strutture a progetto

3. Applicazione del metodo

L'area interessata dal progetto è stata pertanto suddivisa in due sub aree, paragonabili alle singole EFQ (maglie) utilizzate per la cartografia SINTACS a larga scala; i dati utilizzati discendono dalle indagini disponibili, dalle caratteristiche idrologiche generali dei litotipi e dei terreni, dalle condizioni geomorfologiche presenti, dall'uso del suolo, dalle stime e previsioni sulla falda ecc.

3.1. Soggiacenza

Come è noto, si definisce soggiacenza la profondità della superficie piezometrica misurata rispetto al piano - campagna. Questo parametro ha una notevole influenza sulla vulnerabilità degli acquiferi: dal suo valore assoluto e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo dipende, in buona misura, il tempo di transito (tot) di un qualsiasi inquinante idroportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo, in particolare dell'azione ossidante dell'ossigeno atmosferico.

Pertanto, nel selezionare i dati relativi da utilizzare in sintacs, è necessario considerare il valore minimo di soggiacenza corrispondente alla massima escursione del livello piezometrico dell'acquifero d'interesse. Ciò al fine di porsi nella condizione più cautelativa possibile nella valutazione della vulnerabilità.

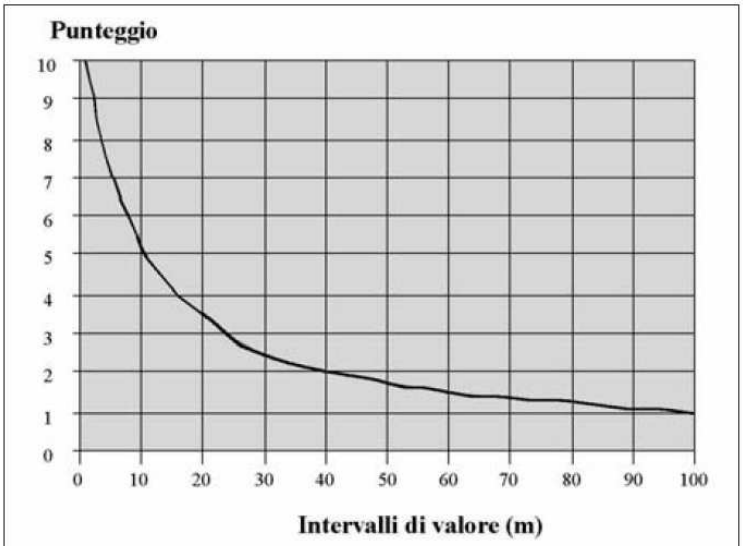


Grafico 3.1 Valori della soggiacenza e relativi punteggi

Area superiore : soggiacenza 3 metri **pti: 8**

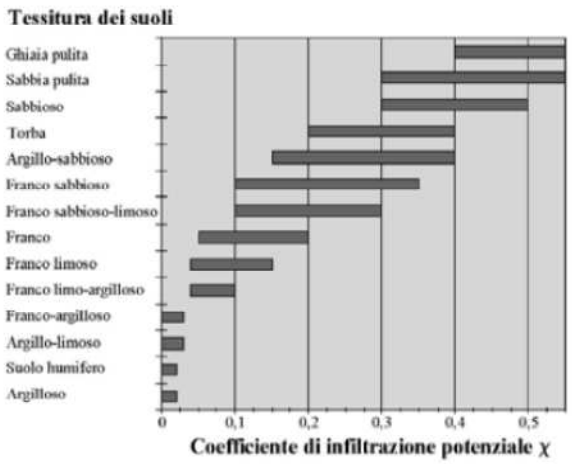
Area inferiore : soggiacenza 10 metri **pti: 5**

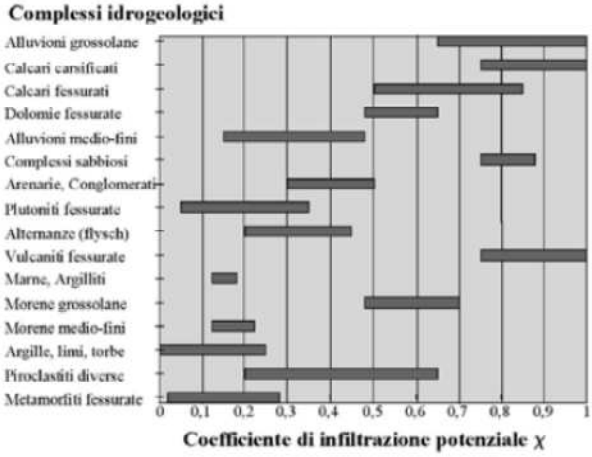
3.2. Infiltrazione

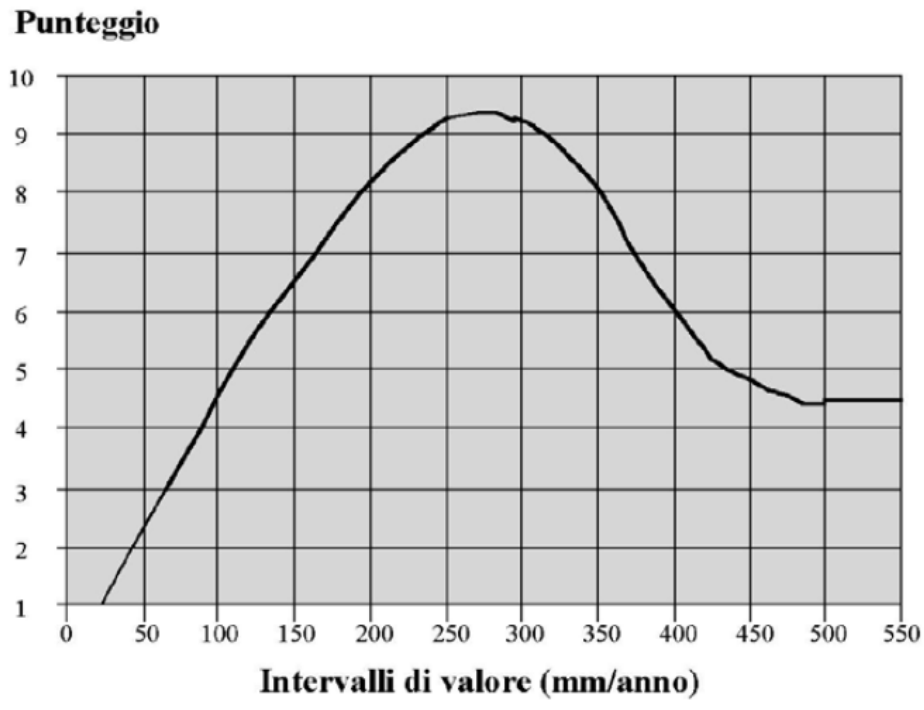
L'infiltrazione efficace assume notevole importanza nella valutazione della vulnerabilità poiché essa regge il trascinamento in profondità degli inquinanti, ma anche la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione.

Tale indice è determinato in base alla litologia superficiale (se affiorante o sotto scarsa copertura di suolo) o alle caratteristiche idrauliche del suolo (se questo è potente), all'acclività della superficie topografica, all'indice di fratturazione (if), all'indice di carsismo (ic) e ad altri parametri correttivi che dipendono dalla soggiacenza, dall'uso del suolo, dalla tipologia e densità della rete drenante superficiale, ecc

Si intende, di norma, per scarsa copertura uno spessore del pedon inferiore a 50 cm (Busoni et al., 1995).







Nel caso di suoli spessi, viene usato il valore intero di *P* per l'indice □□esposto in fig. 3.5 b) in funzione del tipo di tessitura (England, 1973):

$$I = -P \ X \ (mm/a)$$

La curva empirica del grafico di **I eff** è stata calibrata sui dati medi del cinquantennio 1921-1970, si ricava che la gran parte del territorio italiano riceve precipitazioni medie tra 600 e 1400 mm/anno per cui, tenuto conto delle medie termometriche isocrone, è possibile valutare un intervallo di valori di precipitazione efficace tra 100 e 600 mm/anno.

Da cui P media annua : 1100 mm/a e Peff = 770 mm/a

Area superiore : Ie = 770 x 0.2 =154 mm/a Area inferiore : Ie = 770 x 0.7 = 539 mm/a

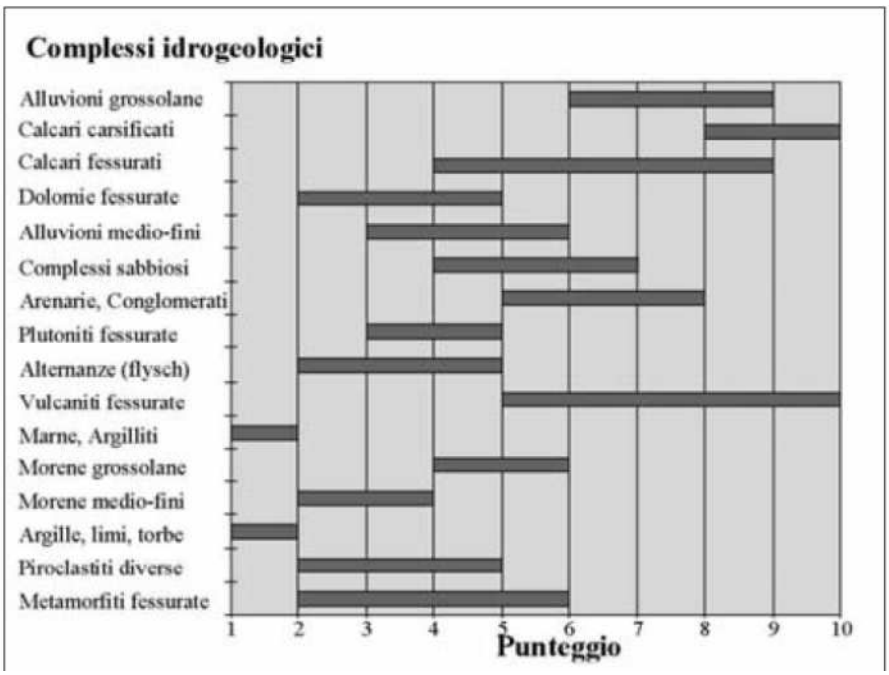
Area superiore : I eff = 154 circa **pti: 6.5**

Area inferiore : I eff = 539 circa **pti: 4.5**

3.3. Effetto di autodepurazione del non saturo

La zona insatura è la parte di sottosuolo compresa tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero. Tale zona, ove avvengono spostamenti prevalentemente verticali dell'acqua sotterranea, è dunque limitata verso il basso dalla superficie piezometrica di un acquifero libero.

L'effetto di autodepurazione del non-saturo si valuta, dunque, a partire dalle condizioni litologiche dello spessore insaturo (litologia, stato di fratturazione, grado di carsismo, ecc.). In questo caso, basta entrare nel diagramma sotto riportato, identificare il litotipo voluto, effettuare il *posizionamento all'interno dell'intervallo di punteggio indicato* e ricavare il punteggio cercato.



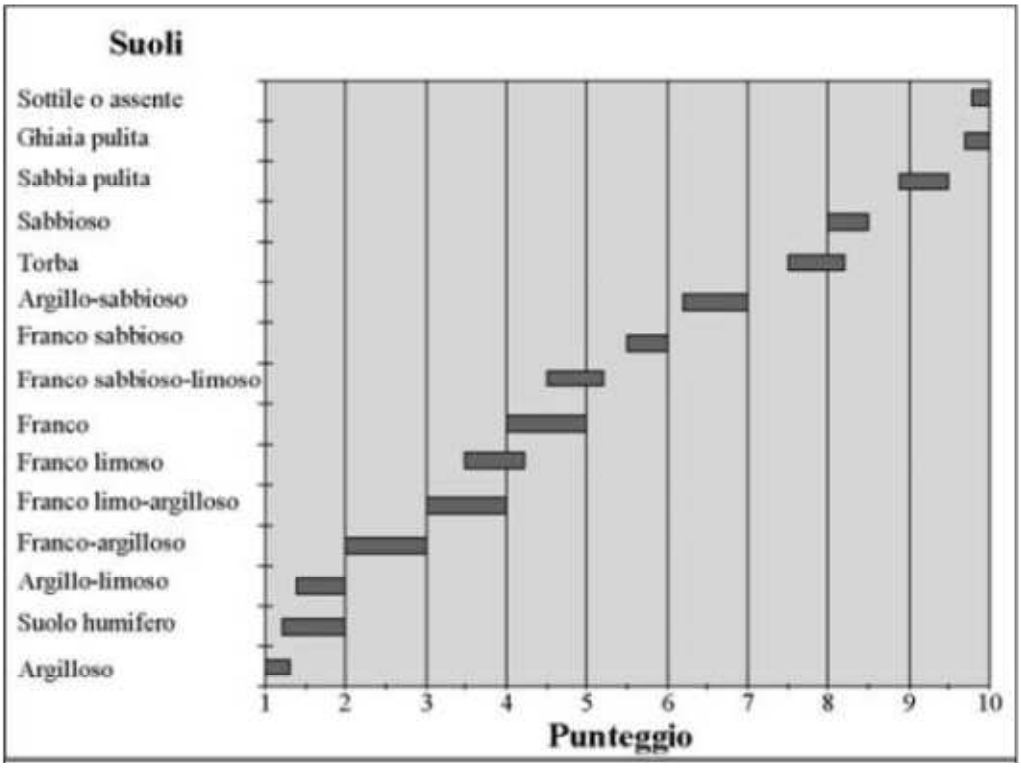
Quando lo spessore insaturo è costituito da diversi tipi litologici, è necessario calcolare la media ponderale riferita allo spessore, che è data dal rapporto tra la sommatoria del prodotto del punteggio di ogni singolo litotipo per il suo spessore (**h**) e la potenza totale del non-saturo :

Area superiore : N cappellaccio flysh **pti: 4**

Area inferiore : N alluvioni **pti: 7**

3.4. Tipologia della copertura

La tipologia dei terreni di copertura, in genere, e dei suoli, in particolare, riveste un ruolo della massima importanza nella mitigazione dell'impatto degli inquinanti e nella valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, in quanto risulta la prima difesa contro i processi di infiltrazione



Area superiore : T suolo franco limoso **pti: 4**

Area inferiore : T suolo sabbioso **pti: 8**

3.5. Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero

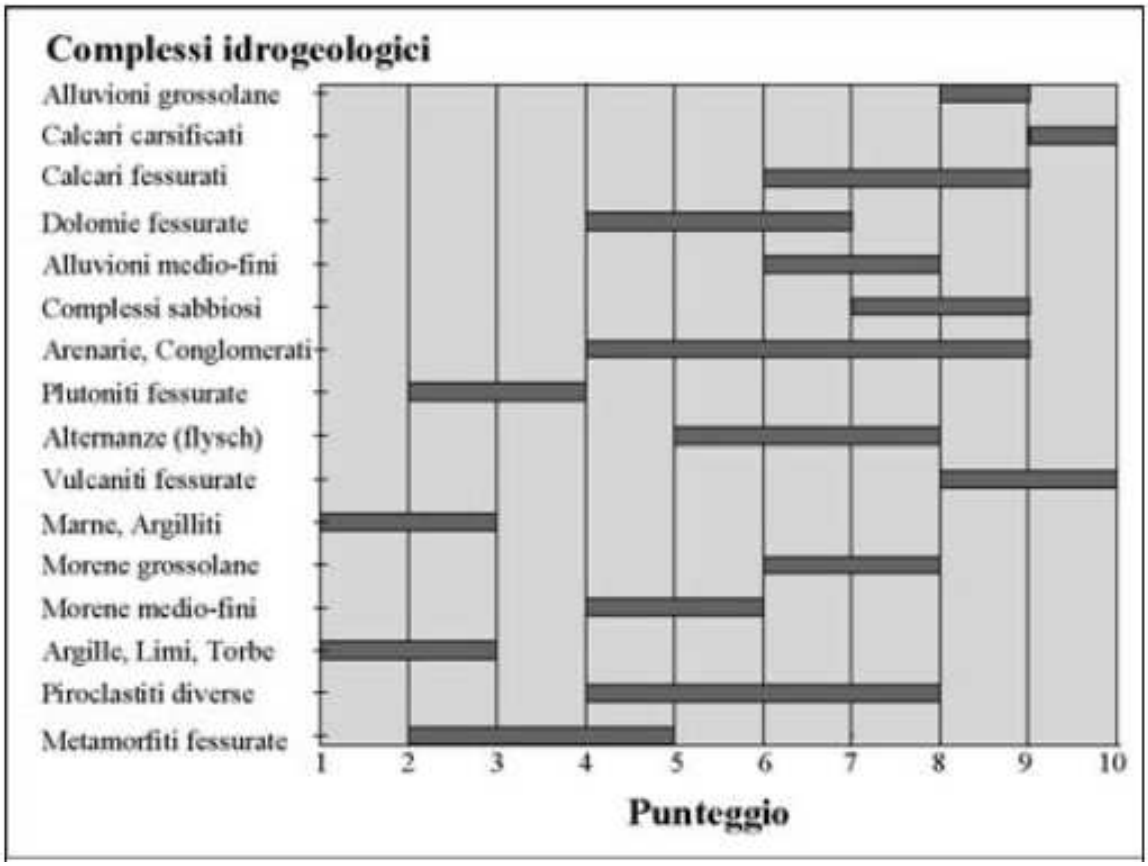
La tipologia dell'acquifero (**A**) è il parametro di SINTACS che descrive i processi che avvengono al di sotto della superficie piezometrica, quando un inquinante idroveicolato giunge a mescolarsi con l'acqua sotterranea dopo aver superato le due *linee di difesa* costituite dalla copertura e dall'insaturo, con abbattimento di una parte più o meno rilevante della sua concentrazione iniziale. Tali processi, in buona sostanza, sono :

– la dispersione;

– la diluizione;

– l'assorbimento;

– la reattività chimica del mezzo.



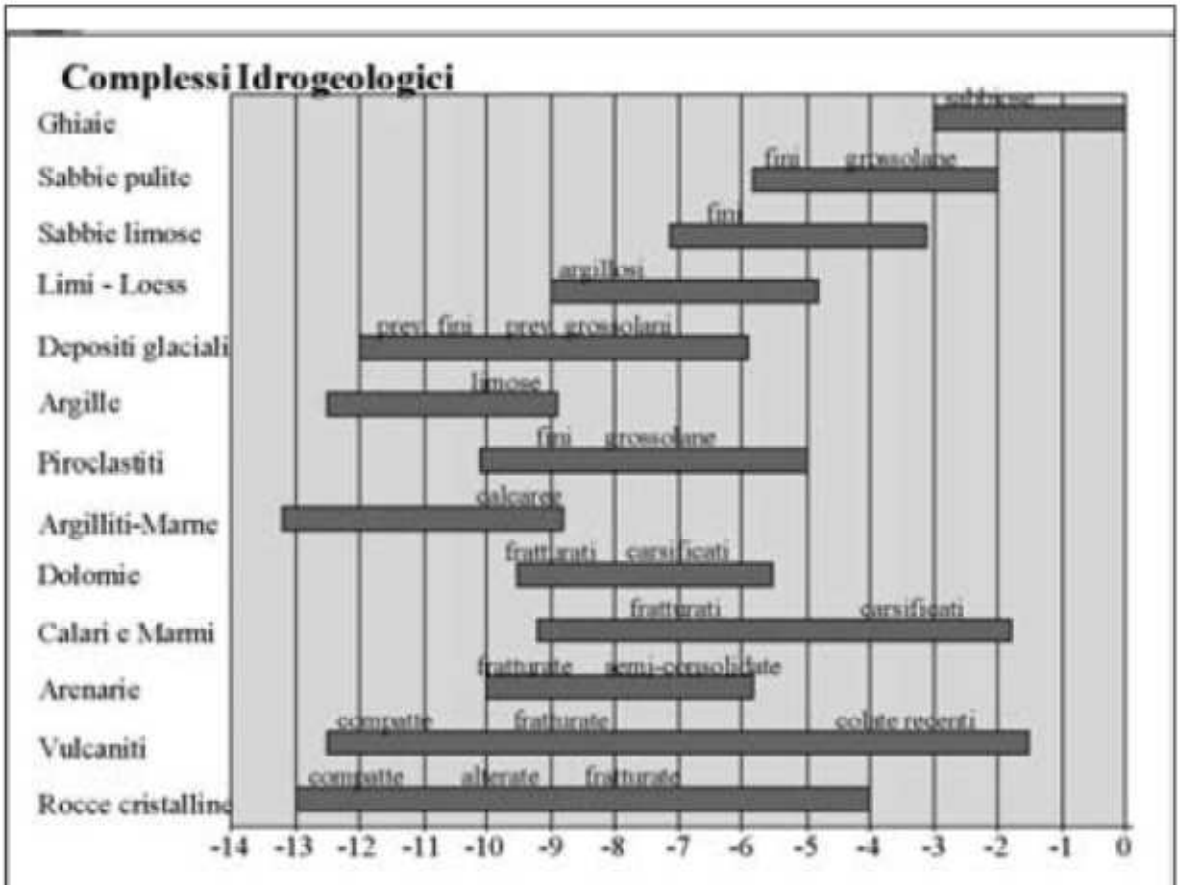
Area superiore : A cappellaccio flysh **pti: 7**

Area inferiore : A alluvioni **pti: 8**

3.6 Conducibilità idraulica dell'acquifero

La conducibilità idraulica è la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e, dunque, di un inquinante idroportato o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea.
Questo parametro (**C**) nel contesto di SINTACS regge, a parità di gradiente e di sezione retta attraversata, la portata unitaria dell'acquifero e la velocità di spostamento verso i punti di recapito o le captazioni.

Nel caso in esame i dati di conducibilità idraulica che caratterizzino gli acquiferi non sono disponibili, in ogni caso, SINTACS offre, oltre all'approccio diretto basato sui valori di **K,** anche un metodo di stima indiretta che si basa sul grafico riportato.
In questo grafico, vengono riportati i principali tipi litologici di acquifero per intervalli di valori assoluti della conducibilità idraulica, unitamente con i caratteri discriminanti che permettono di effettuare una scelta più accurata spostandosi all'interno dell'intervallo indicato.



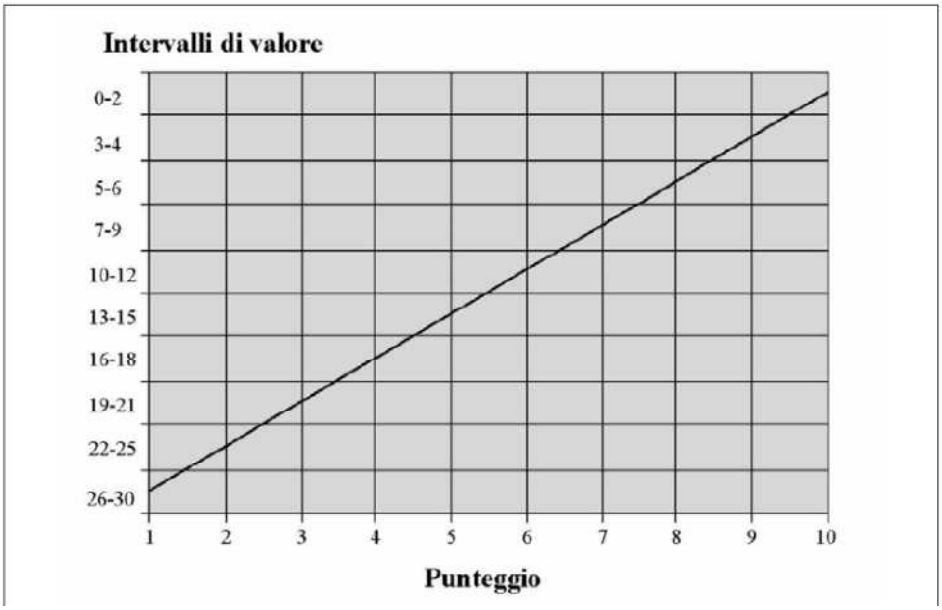
Area superiore : K marne calcaree **pti: -9**

Area inferiore : K sabbie grossolane **pti: -4**

3.7 Acclività della superficie topografica

L'acclività della superficie topografica influisce sulla valutazione della vulnerabilità intrinseca soprattutto perché da essa dipende la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua (e, dunque, di un inquinante fluido o idroveicolato) sulla superficie.

Operativamente, si stabiliscono delle classi d'acclività (comprese fra 0 e 30 % - fig.3.19), attribuendo il massimo punteggio SINTACS alle aree con superficie topografica pianeggiante, dove quindi il ristagno ed il trasferimento in profondità dell'inquinante sono maggiormente favoriti.



Area superiore : S % media (da ctr) = 3-4 **pti: 8.5**

Area inferiore : S %media (da ctr) = 13-15 **pti: 4.5**

3.8 Applicazione della linea dei pesi

La struttura modulare (per maglie) dell'*input* di SINTACS è stata concepita per poter usare varie *stringhe* (i.e. linee di pesi moltiplicatori) in alternativa ed in parallelo. Le linee di pesi sono un potente strumento che permette di modellare la metodologia sulla situazione effettiva identificata (*scenario*) per ciascun elemento di maglia.

Stringa Utilizzata: Impatto rilevante

Questa linea di pesi serve a modellare situazioni territoriali che favoriscono impatti importanti da fonti d'inquinamento potenziale.

Tabella 3.3 - Stringhe di pesi moltiplicatori previste per SINTACS (R5).

Parametro	I. Normale	I. Rilevante	Drenaggio	Carsismo	Fessurato
S	5	5	4	2	3
I	4	5	4	5	3
N	5	4	4	I	3
T	3	5	2	3	4
A	3	3	5	5	4
C	3	2	5	5	5
S	3	2	2	5	4

Si tratta generalmente di territori, con insaturo costituito in prevalenza da mezzi a permeabilità matriciale, morfologicamente adatti ad antropizzazione estensiva, con colture che prevedono abbondanti trattamenti con fitofarmaci, concimi chimici, applicazioni di fert-irrigazione, spargimento di liquami; aree a discarica incontrollata, lagoni, vasche di dispersione, oleodotti, collettori fognari, ecc.; aree industriali attive e dismesse, aree urbanizzate e assimilabili. In queste condizioni è evidente che il sottosistema insaturo giuoca un ruolo altamente preponderante, qualsiasi sia la tipologia dell'acquifero soggiacente e la sua conducibilità idraulica. La stringa è stata, dunque, strutturata in modo da esaltare notevolmente la funzione della soggiacenza e dell'insaturo combinati, ma anche quella fondamentale del suolo come primo e potente baluardo contro l'inquinamento.

3.8 L'indice di vulnerabilità

Per ciascuna area che discretizza la zona in esame si calcolano i pesi relativi ai 7 parametri del metodo, si identifica una delle cinque situazioni-scenario descrit-e e si assume la *stringa* relativa. In teoria, le situazioni descrivibili operando sui pesi sono moltissime, il che aumenta la duttilità del metodo nei confronti di altri PCSM. In pratica, le molte altre combinazioni sin qui testate non hanno dato, alla prova dei fatti, una descrizione soddisfacente delle situazioni complesse che si voleva rappresentare.

In tutti i casi e per ciascun elemento di maglia, l'indice di vulnerabilità intrinseca ($I_{SINTACS}$) si ottiene:

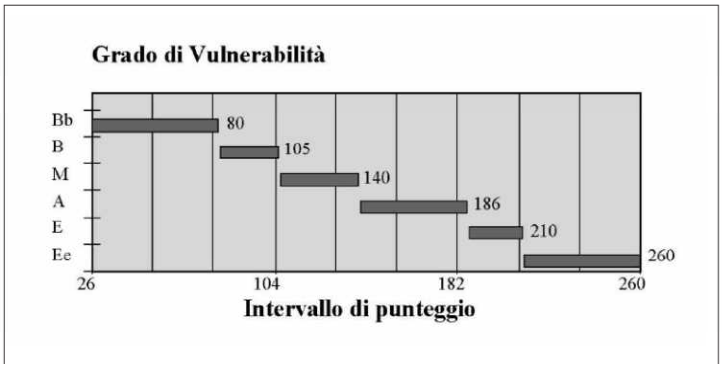
$$I = P\,W$$

essendo **P** il punteggio di ciascuno dei 7 parametri considerati dal metodo e **W** il peso relativo della stringa prescelta. L'integrazione dei valori così ottenuti fornisce, per ogni maglia, un valore umerico rappresentante la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero di riferimento.

Tali valori possono variare da un minimo di 26 ad un massimo di 260 punti.

Sotto viene riportata la tabella finale con il rating relativo alle due aree discrete prese in esame e il relativo grafico di riferimento:

	S	I	N	T	A	C	S	Indice Vulnerabilità	Classe Vulnerab.
Area superiore:	**40**	**32.5**	**16**	**20**	**21**	**-18**	**17**	**128.5**	**Media**
Area inferiore:	**25**	**22.5**	**28**	**40**	**24**	**-8**	**9**	**140.5**	**Alta**



Legenda **EE** = Estremamente elevata; **E** = Elevata; **A** = Alta;
M = Media; **B** = Bassa; **BB** = Bassissima

Vulnerabilità

media

alta



4. CONCLUSIONI

L'intervento a progetto andrà ad interessare due contesti idro-geo-morfologici, differenziati principalmente per le condizioni pedologiche e stratigrafiche con conseguenti differenze nell'ambito del comportamento idrogeologico.

La vulnerabilità intrinseca – valutata per un intervento a pressione (impatto) rilevante – risulta ricadere in una classe a media vulnerabilità per quanto riguarda il settore superiore (prato) mentre il settore inferiore presenta una vulnerabilità alta (al limite inferiore dell'intervallo).

L'applicazione della metodologia SINTACS consente, allo stato attuale delle conoscenze, di prevedere pertanto delle classi di vulnerabilità inferiori rispetto alla classe di Vulnerabilità Estremamente Elevata, applicata cautelativamente all'intero comparto.

Genova, 18.12.2015

