



Studio di Geologia Ambientale

COMUNE DI SOMMACAMPAGNA



MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO: RELAZIONE GEOLOGICA AL PAT

a cura di

Dott. Cristiano Mastella, geologo

Collaborazione del dott. Tomaso Bianchini



Corrubio di S. Pietro in Cariano, martedì 29 aprile 2008

STUDIO MASTELLA : Geologia, Ambiente, Fitodepurazione, Sviluppo sostenibile

via Dell'Acqua, 8
37020 San Pietro in Cariano (VR)

www.studiomastella.com
info@studiomastella.com

Tel/Fax +39 045 6850199
Cell +39 333 4325864

1	PREMESSA	1-4
2	MODALITA' D'INDAGINE	2-4
3	CENNI DI NORMATIVA	3-4
4	ELABORATI	4-5
5	GEOMORFOLOGIA – CARTA GEOMORFOLOGICA	5-7
5.1	Area di pianura	5-7
5.2	Area collinare	5-9
6	GEOLOGIA – CARTA GEOLITOLOGICA	6-15
6.1	Cenni di tettonica	6-15
6.2	Geologia generale	6-15
6.3	Geologia del territorio comunale di Sommacampagna	6-16
7	IDROGEOLOGIA – CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DELLE FALDE	7-25
7.1	Idrografia.....	7-25
7.2	Inquadramento Idrogeologico generale.....	7-25
7.3	Idrogeologia nel territorio comunale di Sommacampagna.....	7-26
7.3.1	<i>Idrogeologia del sistema morenico</i>	7-26
7.3.2	<i>Idrogeologia della pianura alluvionale</i>	7-29
7.4	Vulnerabilità degli acquiferi	7-30
7.4.1	<i>I fattori di vulnerabilità</i>	7-31
7.4.2	<i>Soggiacenza della falda (S)</i>	7-31
7.4.3	<i>Infiltrazione efficace (I)</i>	7-33
7.4.4	<i>Effetto di autodepurazione del Non saturo (N)</i>	7-34
7.4.5	<i>Tipologia di copertura del suolo (T)</i>	7-36
7.4.6	<i>Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (A)</i>	7-37
7.4.7	<i>Conducibilità idraulica dell'acquifero (C)</i>	7-38
7.4.8	<i>Pendenza della superficie topografica (S)</i>	7-39
7.5	Valutazione dell'indice di vulnerabilità	7-40
7.6	Conclusioni	7-44
8	ZONAZIONE GEOLOGICO TECNICA - CARTA DELLA COMPATIBILITÀ AI FINI EDIFICATORI	8-45



Studio di Geologia Ambientale

8.1	Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.....	8-45
8.2	Carta della Compatibilità Geologica.....	8-46
8.3	Classificazione sismica del sito	8-52
9	BIBLIOGRAFIA.....	9-56



1 PREMESSA

La presente indagine completa il quadro conoscitivo nella matrice suolo e sottosuolo del comune di Sommacampagna.

2 MODALITA' D'INDAGINE

Lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- Indagine di campagna per l'individuazione delle caratteristiche geologiche-morfologiche dell'area in oggetto;
- Campagna freaticometrica per acquisire dati sulla profondità delle falde acquifere presenti;
- Ricerca bibliografica di studi pregressi nella zona, analisi critica;
- Analisi dei terreni e definizione dei principali parametri geotecnici;
- Stesura della presente relazione tecnica.

3 CENNI DI NORMATIVA

Recentemente la Regione Veneto si è dotata di una nuova normativa con la L.R. n°11 del 23 aprile 2004 "Norme per il governo del territorio". Tra gli articolati di questa nuova legge urbanistica sono interessanti le indicazioni relative agli aspetti di ordine geologico. Il Piano di Assetto del Territorio (PAT) che rappresenta la disposizione strutturale del Piano Regolatore Generale, delinea, infatti, le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio comunale individuando tra l'altro "invarianti" di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale e quant'altro in materia.

Anche nei contenuti degli strumenti di pianificazione sia a livello inferiore (Piani Urbanistici Attuativi) sia quelli a livello superiore (Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale) sono individuate specifiche verifiche di compatibilità geologica, geomorfologica ed idrogeologica. Secondo la normativa in questione il PAT deve comprendere un "quadro conoscitivo" a sua volta formato: da una Relazione Tecnica che espone gli esiti delle analisi e delle verifiche territoriali, dalle Norme Tecniche che definiscono le direttive, le prescrizioni ed i vincoli, da una serie di elaborati cartografici e da una Banca Dati contenente tutte le informazioni del quadro conoscitivo. Senza entrare in ulteriori dettagli della legge ma facendo in riferimento agli Atti di Indirizzo di cui all'art. 50 della stessa normativa, si evidenzia che la serie cartografica sopra citata, realizzata alla scala 1:10.000, deve essere costituita da una Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale, da una Carta delle Invarianti, da una Carta delle Fragilità e da una Carta delle Trasformabilità.

Nella prima, **Carta dei Vincoli**, sono stati introdotti il concetto di vincolo sismico derivante dalla nuova classificazione sismica di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 e quello delle aree a rischio riferite al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della competente Autorità di Bacino, oltre che altre componenti come cave, discariche, etc. con le relative fasce di rispetto.

La cosiddetta **Carta delle Invarianti**, diversamente da come proposta dai citati Atti di Indirizzo, deve comprendere l'individuazione dei "geositi" identificati secondo la definizione di Wimbledon et alii, 1966: "*località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico o*



Studio di Geologia Ambientale

geomorfologico per la conservazione”. Deve, inoltre, comprendere le invarianti di natura geologica, intese come elementi che per motivi diversi non devono essere interessati da piani di intervento e distinti in cartografia come aree, linee o simboli relativi a quegli aspetti geologici che determinano l’invariante stessa.

La terza carta **Carta delle Fragilità**, deve riportare, secondo gli atti di indirizzo della L.R. 11/2004, le già note suddivisioni della penality ai fini edificatori e le indicazioni delle aree soggette a dissesto idrogeologico nei suoi vari componenti. Per una più opportuna caratterizzazione degli aspetti geologici contenuti in questo documento e per una migliore “vestibilità” anche dal punto di vista informatico, è stata proposta e sperimentata con successo una nuova legenda relativa alle informazioni geologiche contenute nella stessa carta.

Le modifiche si riferiscono alla sostituzione delle “Penality ai fini edificatori” con la “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” suddividendo il territorio comunale in tre sole zone caratterizzate da: Aree idonee, Aree idonee a condizione e Aree non idonee, ed alla introduzione della perimetrazione di aree interessate da fenomeni geologici, idrogeologici ed idraulici tali da condizionare l’utilizzazione urbanistica del territorio considerato. Tutte queste voci di legenda dovranno necessariamente contenere il riferimento ad uno specifico articolo delle norme tecniche.

La **Carta delle Trasformabilità** costituisce già un passo successivo come tavola di progetto. In ogni modo la nuova legge garantisce la possibilità che i contenuti del quadro conoscitivo possano essere restituiti graficamente nelle consuete tavole di analisi (Carta geomorfologica, Carta geolitologica e Carta idrogeologica) attraverso il loro inserimento nella banca dati. Pertanto, per gli aspetti geologici si dovrà ancora fare riferimento al documento “Grafie Unificate per gli strumenti urbanistici comunali” di cui alla citata D.G.R. n° 615/1996 con le modifiche, sopra evidenziate, relative alla Carta delle penality edificatorie. Per quanto riguarda, infine, la Carta geomorfologica, è stata introdotta l’ipotesi di riconoscimento delle sole forme responsabili di aspetti penalizzanti o dotati di grado di pericolosità degli insediamenti o delle infrastrutture.

4 ELABORATI

Sono state elaborate cinque tavole relative alla geolitologia, geomorfologia, idrogeologia, vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sotterranei e alla compatibilità geologica ai fini urbanistici. Gli elaborati sono presentati alla scala 1:10000 stampabile su foglio A0. Tutta la cartografia è stata realizzata con software GIS (*ArcMap 9*) e tutti i relativi shape files sono resi disponibili per la successiva elaborazione delle:

- *Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale;*
- *Carta delle Invarianti;*
- *Carta delle Fragilità;*
- *Carta delle Trasformabilità.*

Elaborati Cartografici:

TAVOLA	scala	Tavola
Geomorfologica	1:10000	TAV 1
Geolitologica	1:10000	TAV 2
Idrogeologica	1:10000	TAV 3
Vulnerabilità degli acquiferi	1:10000	TAV 4



Compatibilità geologica	1:10000	TAV 5
------------------------------------	---------	-------

Tabella 4.1 tavole di analisi



5 GEOMORFOLOGIA – CARTA GEOMORFOLOGICA

La zona di pertinenza geografica del comune di Sommacampagna è quella dell'Alta Pianura Veronese Occidentale (o Alto Agro Veronese) a nord-est del Fiume Mincio e ad ovest del Fiume Adige. Il territorio indagato è per circa i due terzi pianeggiante e per il restante collinare.

L'area dove sono presenti i rilievi fa parte dell'estremità sud-orientale dell'anfiteatro morenico del Garda. Tutto il territorio è rappresentato dal punto di vista litologico da depositi incoerenti trasportati e depositati dalle lingue glaciali del ghiacciaio dell'Adige e del Garda e dai numerosi fiumi che con grandi portate d'acqua solcavano le piane proglaciali durante l'Era Quaternaria.

5.1 Area di pianura

La parte pianeggiante si trova a quote variabili tra circa 90 e 65 metri sul livello medio del mare: si passa da aree d'alta pianura, poste ai piedi delle colline moreniche, ad aree più ribassate verso est. Si tratta di un vasto terrazzo formatosi su materiali incoerenti depositi per opera sia degli scaricatori fluvio-glaciali, che trasportavano materiale sciolto asportato dalle cerchie moreniche durante le fasi di ritiro dei ghiacciai, sia per opera del grande conoide dell'Adige che con l'apice posto nei pressi della chiusa di Ceraino caratterizza tutta l'Alta Pianura Veronese. Tale materasso alluvionale è stato successivamente inciso a nord, nel comune di Bussolengo e Pescantina, dall'attuale percorso del Fiume Adige e a sud in parte minore dal Fiume Tione. La pendenza della parte pianeggiante del territorio comunale di Sommacampagna, passando da nord-ovest a sud-est, presenta un gradiente variabile di 4-8%. Il paesaggio è in alcuni punti lievemente ondulato.

Quali elementi morfologici caratterizzanti la parte di pianura vi sono alcuni gradini o terrazzi fluviali presenti nell'estremità occidentale del territorio comunale lungo il Fiume Tione. Tali terrazzi rimangono dell'ordine massimo di dieci metri e rappresentano il processo di incisione attuato dal Fiume Tione nei depositi fluvio-glaciali più recenti. In qualche area l'incisione ha riguardato anche i depositi ghiaioso-sabbiosi più coerenti delle cerchie moreniche. Dall'analisi delle ortofoto si sono individuati alcuni paleoalvei di modeste estensioni ubicati nella parte centrale del territorio comunale.

Esistono poi alcuni elementi morfologici di origine antropica quali cave, discariche, argini e rilevati stradali che hanno modificato la morfologia originaria della parte pianeggiante e pedecollinare. Tali aree hanno subito importanti modificazioni tali da imporre una particolare attenzione alla matrice suolo e acque sotterranee. Parte del territorio comunale ricade nelle aree favorevoli alla coltivazione di materiale di gruppo A. (Piano cave Regione Veneto – PRAC Veneto 2002)

In particolare si hanno due cave particolarmente ampie ancora in attività: Ceolara e Casetta (vedi schede allegate sotto).

Vi sono altre cave estinte: Ceriani, Cava SEV, Residori, e alcune cave usate durante la costruzione dell'autostrada, cava Pantina, cava in località Accademia, (cava di via Bussolengo e cava in località Ca' Verde). La cava Ceriani aveva raggiunto una profondità tale da far emergere la falda freatica. La cava di via Bussolengo viene utilizzata come vasca di raccolta acque di raffreddamento proveniente da magazzino di prodotti caseari. Quella in via Accademia è stata riempita e utilizzata come fondo agricolo. Una parte della Cava Residori è stata utilizzata come discarica e un'altra parte imbonita con materiale da riporto.

MATERIALE
GRUPPO DI MATERIALI
DATI DI LOCALIZZAZIONE
Codice Provincia
 Comune
 Denominazione
DATI AMMINISTRATIVI
 Ditta

	Numero	Data	Scadenza
Autorizzazione originaria	6841	04/08/1998	29/07/2003
Ampliamenti			

DATI DIMENSIONALI E TECNICI

Superficie totale	m ²	60.533
Volume autorizzato	m ³	72.800
Volume residuo al 31/12/02	m ³	306.000

 Escavazione in falda
 Sistemazione autorizzata
Presenza di impianti

- di lavorazione di inerti	<input type="text" value="NO"/>	<input type="text" value="NO"/>
- di riciclaggio	<input type="text" value="NO"/>	<input type="text" value="NO"/>

Presenza di vincoli

- idrogeologico	<input type="text" value="NO"/>
- paesaggistico (ex Galasso)	<input type="text" value="NO"/>
- paesaggistico (ex 490/99)	<input type="text" value="NO"/>

MATERIALE
GRUPPO DI MATERIALI
DATI DI LOCALIZZAZIONE
Codice Provincia
 Comune
 Denominazione
DATI AMMINISTRATIVI
 Ditta

	Numero	Data	Scadenza
Autorizzazione originaria	4404	09/12/1997	15/01/2003
Ampliamenti			
	3254	13/10/2000	15/01/2003
	4186	19/07/1990	
	9002	28/12/1988	

DATI DIMENSIONALI E TECNICI

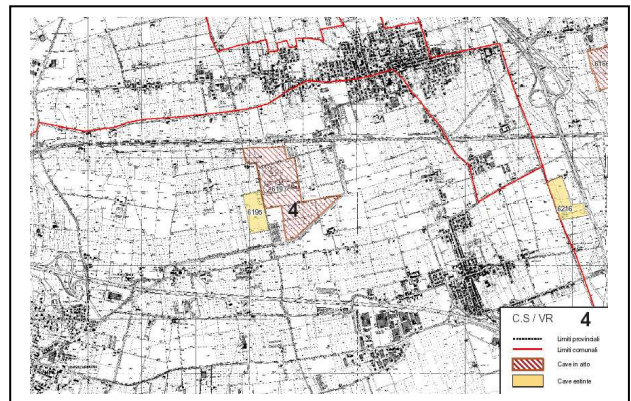
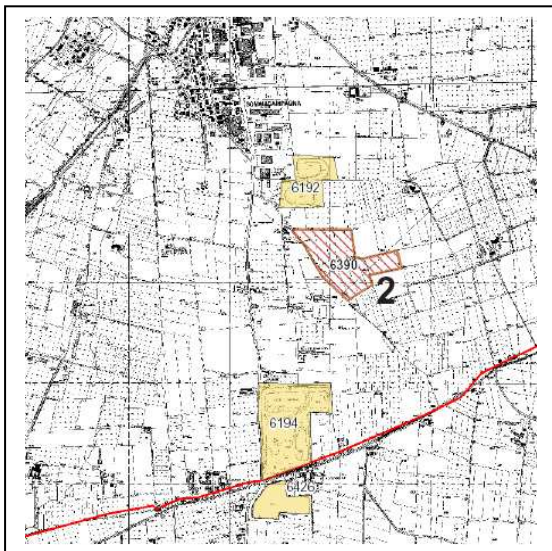
Superficie totale	m ²	229.817
Volume autorizzato	m ³	1.678.000
Volume residuo al 31/12/02	m ³	2.031.000

 Escavazione in falda
 Sistemazione autorizzata
Presenza di impianti

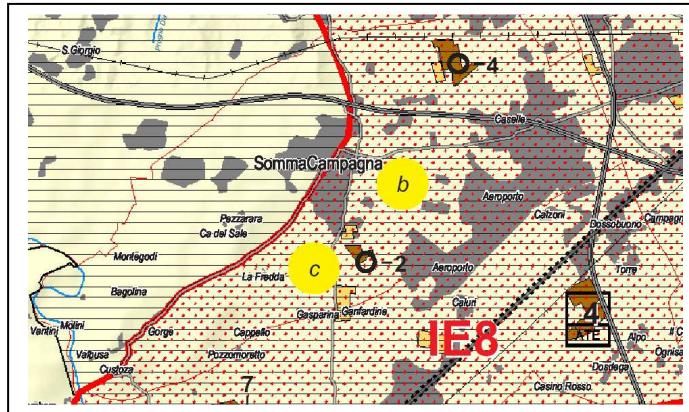
- di lavorazione di inerti	<input type="text" value="SI"/>	<input type="text" value="NO"/>
- di riciclaggio	<input type="text" value="NO"/>	<input type="text" value="NO"/>

Presenza di vincoli

- idrogeologico	<input type="text" value="NO"/>
- paesaggistico (ex Galasso)	<input type="text" value="NO"/>
- paesaggistico (ex 490/99)	<input type="text" value="NO"/>



Cave Ceolara e Casetta. Scheda tecnica e ubicazione (da PRAC Veneto 2002)



Estratto degli insiemi estrattivi da PRAC Veneto 2002

5.2 Area collinare

Gli elementi geomorfologici più evidenti nella zona collinare del territorio comunale sono rappresentati dalla grande cerchia morenica gardense e dalle piccole valli intramoreniche poste al suo interno. Le cerchie moreniche si spingono fino all'interno della parte orientale del territorio comunale e sono formate da una serie di creste allungate e di dossi isolati da vallecole e selle che rendono il paesaggio quanto mai vario. I cordoni morenici, di quota massima pari a 170 m.s.l.m. (Ossario di Custozza) mantengono all'incirca un lineamento nord-est sud-ovest piuttosto regolare soprattutto nella porzione più meridionale della cerchia morenica.

Le linee di cresta maggiori sono poste nell'area dell'abitato di Custozza. L'edificazione di questo apparato morenico è legata alla storia evolutiva del sistema glaciale atestino e gardense nel Quaternario, che si è articolata in cinque fasi glaciali pluristadiali, corrispondenti ad altrettante avanzate della fronte glaciale. Partendo dalla più antica alla più recente si hanno: Donau, Gunz, Mindel, Riss, Wurm.

Donau	Gunz	Mindel	Riss	Wurm
1400-1200 mila anni fa	1150-900 mila anni fa	780-680 mila anni fa	350-220 mila anni fa	150-20 mila anni fa

Le glaciazioni Quaternarie sono state interessate da numerose oscillazioni termiche minori che hanno causato un'alternanza di progressioni e di regressioni del fronte glaciale. Nel territorio qui studiato sono presenti solamente i depositi della fase Rissiana e della fase Rissiana Antica (rispettivamente Riss 2, Riss 1). I depositi allineati secondo cerchie aventi convessità rivolta verso la pianura sono stati rimodellati e parzialmente smantellati a più riprese durante i periodi



Studio di Geologia Ambientale

interglaciali da imponenti scaricatori glaciali che corrispondevano approssimativamente agli attuali percorsi dei maggiori fiumi (Adige, Tione, Mincio), asportando materiale sciolto per poi trasportarlo verso sud dove depositato da luogo ai vastissimi terrazzi degradanti verso le zone di media pianura. Anche i più modesti scaricatori delle cerchie rissiane interne contribuirono a modificare la morfologia dell'anfiteatro morenico.

L'ultima fase glaciale wurmiana, di minore intensità rispetto alle precedenti, edificò le cerchie moreniche più interne mentre gli scaricatori fluvioglaciali wurmiani originarono i terrazzi più bassi incassati lungo i meandri dei suddetti fiumi. Data la loro natura litologica i cordoni morenici sono stati ampiamente modellati dall'azione degli agenti atmosferici, creando crinali arrotondati a volte con sommità subpianeggianti e versanti più o meno acclivi in base all'azione esogena differenziata. La presenza di matrice fine limoso-sabbiosa nei depositi morenici favorisce e accelera i processi di denudazione dei suoli. Siamo talora in presenza di aree a rapida evoluzione geodinamica. Tali processi possono essere distinti in:

- Processi di denudazione;
- Processi fluviali;
- Processi che favoriscono l'accumulo e il ristagno di acque meteoriche;

L'azione erosiva dei versanti si attua tramite il dilavamento diffuso e fenomeni di ruscellamento concentrato. I processi in questo caso sono favoriti come detto da litologia di ghiaie in abbondante matrice sabbiosa-limosa e da versanti con valori dell'angolo di inclinazione compresi tra 11° e 35°. Sono state individuate in particolare tre aree di denudazione a sud-ovest di Custoza, ad ovest di Montericco e a nord di Monte Molino. Si tratta di scarpate che presentano una scarsa copertura vegetazionale anche se attualmente in alcuni casi risultano risistemate dall'intervento umano.

Altri fenomeni di denudazione di minore intensità possono procedere lungo i versanti più acclivi e su quelli modificati dall'intervento antropico per la formazione di strade, terrapieni, canali. Le aree a ristagno d'acqua sono causati dalla concomitanza di particolari condizioni.

Aree	Cause				
	tipologia di suolo	topografia depressa dell'area	drenaggio difficoltoso	sifonamento dagli argini	possibile esondazione
zona di emergenza della falda freatica a ovest di Pellizzara	X	X	X		
ovest di Monte Molino	X	X	X		
area posta lungo il Rio Ferriadon	X		X		X
fascia fiancheggia il Fiume Tione				X	X
zone paludose a sud-est di Gorgo	X		X		



Scolo a margine stradale nei pressi del Rio Ferriadon dopo un evento particolarmente piovoso.



Raccordo tra due aree a difficoltà di drenaggio. Zona immediatamente a ovest di Monte Molino.

La limitata pendenza di alcune aree ha favorito e favorisce il contemporaneo ristagno d'acqua e l'origine di aree paludose dove i resti vegetali si possono trasformare in torba. I processi fluviali attualmente attivi si limitano a sporadici fenomeni di erosione laterale lungo il Fiume Tione.

In caso di eventi eccezionali di piena, alcune zone lungo il Fiume Tione possono essere esondate nella zona di Marogna Lunga, Casa Mulino Vecchio e Casa Vittoria in quanto a quote di solo 1-2 metri superiori al livello del fiume. Tale fascia si estende mediamente per una distanza di circa 100 metri dall'asta fluviale.

I terrazzi fluviali formati durante al pluviale wurmiano dallo scaricatore glaciale posto lungo l'attuale alveo del Fiume Tione si presentano di scarsa larghezza e allungati lungo il margine delle colline moreniche. Essi hanno altezze variabili di 5-12 metri.



Area caratterizzata dall'alveo del Fiume Tione. Si possono notare i meandri intramorenici e la disposizione degli appezzamenti agricoli che seguono l'andamento curvilineo dell'asta fluviale.



Fiume Tione nei pressi del ponte tra Valbusa e Marmaor



Terrazzo fluviale del Fiume Tione ad ovest di località Valbusa

Per quanto riguarda la legenda della “Carta geomorfologica” è stata utilizzata, con gli adeguamenti necessari alle esigenze della scala di rilevamento, quella predisposta dal Servizio Geologico Nazionale per la Carta Geomorfológica d’Italia alla scala 1: 50.000.

Tale legenda riprende i criteri per il rilevamento delle unità geomorfologiche per la rappresentazione delle forme e dei processi geomorfologici, mediante apposita simbologia adattata alle tipologie geomorfologiche presenti nel territorio comunale. Particolare risalto è stato dato agli elementi da ritenere essenziali per una valutazione dell’idoneità dei terreni ai fini pianificatori, tuttavia senza trascurare di rappresentare anche quelle forme di emergenze geomorfologiche che consentono di fornire una migliore e corretta caratterizzazione del paesaggio.

Gli elementi morfologici cartografati sono pertanto i seguenti:

Forme fluviali, fluvioglaciali

ORLO DI SCARPATA DI EROSIONE FLUVIALE

ORLO DI SCARPATA DI DENUDAZIONE

FORME DI DILAVAMENTO CONCENTRATE

TRACCIA DI SCARICATORE FLUVIOGLACIALE ESTINTO



Studio di Geologia Ambientale

**PALEOALVEI CON DIREZIONE PREVALENTE N.O. – S.E.
CONO ALLUVIONALE**

Idrologia di superficie

FIUME TIONE

AREA A DEFLUSSO DIFFICOLTOSO

IDROGRAFIA MINORE

CANALI ARTIFICIALI

VASCHE O SERBATOI

AFFIORAMENTO SUPERFICIE FREATICA (LAGHI DI CAVA)

Forme glaciali

CORDONE MORENICO

CRESTE MORENICHE

Forme artificiali

CAVA ATTIVA

CAVA ABBANDONATA/DISMESSA

DISCARICA

Le grafie utilizzate sono le “Grafie Geologiche per la Pianificazione Territoriale” D.G.R.V. 615/96



6 GEOLOGIA – CARTA GEOLITOLOGICA

6.1 Cenni di tettonica

Il territorio in esame risulta inserito in una pubblicazione della "Carta Neotettonica d'Italia" del C.N.R. (1980). Gli autori prendono in considerazione il periodo di tempo che comprende gli ultimi 5.2 milioni di anni e lo suddividono in tre distinti intervalli. Nel primo periodo, con riferimento ai movimenti areali si evidenzia come dal Pliocene inferiore a tutto il Pleistocene medio (da 5.2. a 0.7 milioni di anni rispetto al periodo attuale) il movimento di lenta subsidenza (che ha interessato tutta l'area) non sia stato compensato dalla sedimentazione.

Durante il Pleistocene superiore avviene invece un'inversione di tendenza che determina il colmamento del bacino subsidente. A Bovolone, tuttavia, sono stati riscontrati 350-400 m di Quaternario Continentale che testimoniano una continuità di subsidenza. Nel secondo intervallo considerato (periodo di tempo compreso fra 700 mila e 18 mila anni rispetto all'attuale) e' presente in tutta l'area della pianura veronese un generale movimento di abbassamento, che risulta maggiormente accentuato nella zona compresa tra la bassa pianura veronese e il corso del Po. Nell'ultimo intervallo di tempo (da 18000 anni all'attuale) i movimenti areali nell'area risultano maggiormente differenziati. Continua il maggiore abbassamento nella zona della bassa pianura veronese e mantovana, come testimonia la presenza di vaste aree palustri.

Un'altra area di abbassamento differenziale più accentuato e' localizzata ad Albaredo d'Adige, lungo il corso del Fiume. Avviene inoltre un approfondimento del letto dei Tartaro e del Menago che determinano vari terrazzamenti nell'alta e media pianura veronese. In questo intervallo di tempo vi sono variazioni delle linee idrografiche principali, databili a un periodo precedente l'eta' del ferro (1° millennio A.C.). Esse passano dalla direzione generale NW-SE alla direttrice NNW-SSE. La quantificazione dei movimenti recenti rivela un abbassamento di 1.5 mm/anno nell'alta pianura veronese, durante il periodo 1897/1957 (Arca e Berretta, 1985).

6.2 Geologia generale

La zona in studio si localizza nel grande conoide dell'Adige, che è stato depositato dal fiume in milioni di anni a seguito del trasporto dei sedimenti fluvioglaciali trasportati dal corso d'acqua stesso. Il conoide è costituito da due lembi, separati dal solco nel quale scorre il fiume, che risultano terrazzati rispetto al piano di divagazione. Sulla superficie del conoide sono stati individuati alvei talora abbandonati, altre volte sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che ospitano. Tali alvei costituiscono un'estesa rete di canali intrecciati.

Dal punto di vista morfologico il conoide è più elevato con terrazzi rispetto ai sedimenti del piano di divagazione dell'Adige. Esso è costituito da depositi alluvionali di natura prevalentemente ghiaiosa. La pianura veronese è costituita in gran parte dal conoide alluvionale deposto dal fiume Adige dal suo sbocco dalle Prealpi, presso Volargne. Ad esso, nella sua parte più occidentale, è saldata una serie di piane fluvioglaciali costruite dai fiumi che in quella porzione di territorio drenavano le acque di fusione del ghiacciaio del Garda (Tartaro, Mincio, ed altri minori). Le quote del conoide variano dai 12 m sul livello del mare delle Valli Grandi veronesi, ai 65 m della città di Verona, sino ai circa 110 m presso Volargne. A partire dallo sbocco della sua vallata alpina, l'Adige



ha deposto nel tempo materiali via più fini procedendo verso S-E; le ghiaie con sabbie giungono sino a Raldon e Buttapietra, cedendo poi il campo alle sabbie, che passano a limi e talora ad argille verso Roverchiara, Sanguinetto e Legnago.

Si hanno limi anche nell'attuale piana alluvionale scavata dal fiume nel conoide antico immediatamente a S-E di Verona (piana di Zevio, dove il letto dell'Adige si fa pensile). Giacimenti di torba profondi anche 10-15 metri hanno invece colmato i grandiosi e antichi alvei fluviali che oggi ospitano i fiumi di risorgiva Tione, Tartaro, Piganzo e Menago. Nel sottosuolo del conoide s'individuano invece alternanze di strati di argille, ghiaie e sabbie, a testimonianza del mutare del regime di trasporto del fiume durante le varie epoche climatiche.

6.3 Geologia del territorio comunale di Sommacampagna

Il territorio si può suddividere in due zone distinte per processo di formazione che ne influenza l'aspetto morfologico: l'area collinare e quella pianeggiante. Nella parte pianeggiante il sottosuolo è costituito interamente da materiali sciolti, di prevalente natura ghiaiosa in matrice sabbiosa, sabbiosa limosa o limo-argillosa, depositi dalle divagazioni dei fiumi Mincio, Adige e Tione e dagli apporti degli scaricatori glaciali della piana proglaciale prospiciente l'apparato gardesano e delle piane intramoreniche.

Il substrato roccioso si ritrova a profondità notevoli: secondo Antonelli & Stefanini (1982) la potenza di questi depositi è sconosciuta, e in ogni modo superiore ai 150 metri; l'unico dato certo profondo disponibile è fornito dal Pozzo Villafranca 1 dell'AGIP ubicato a quota 60 m.s.l.m. a circa 2,5 km a sud-est di Sommacampagna in cui lo spessore dei depositi continentali raggiunge i 380 metri. Dal punto di vista stratigrafico il sottosuolo della parte pianeggiante è costituito da un potente materasso alluvionale indifferenziato appartenente al fluvioglaciale Riss II, di estensione areale maggiore rispetto alla zona d'interesse comunale, con caratteristiche stratigrafiche abbastanza uniformi e una buona continuità. Si tratta di depositi sciolti bene addensati e assortiti, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli e modesta presenza di materiale fine.

Esistono talvolta strati anche metrici di conglomerato ma discontinui su tutta l'area (vedi stratigrafie). Rari sono i livelli argillosi di spessore modesto, discontinui e di forma lenticolare. La composizione granulometrica delle alluvioni ghiaioso-sabbiose del Riss II è costituita in genere da una percentuale di ghiaia intorno al 50-60%, sabbia 10-20%, ciottoli 10-20% e matrice fine limoso-argillosa 5-10% (Dati ricavati dai sondaggi pregressi numero 10,12,14,15).

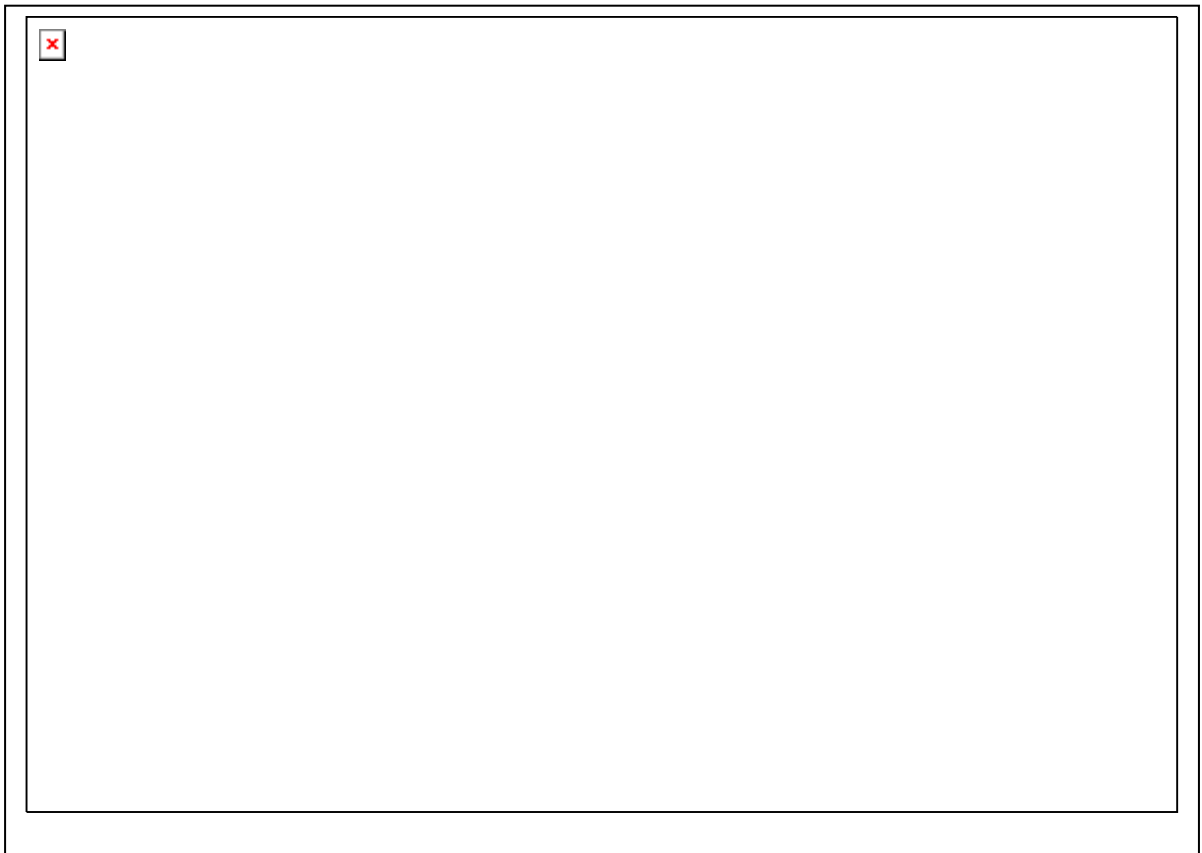
Le dimensioni dei ciottoli tendono a diminuire procedendo verso sud-est, mentre contemporaneamente diminuisce la frazione fine. Il dilavamento della frazione più fine dovrebbe essere stato causato dall'azione degli scaricatori fluvioglaciali prospicienti la cerchia morenica. Per quanto riguarda le litologie dei clasti delle ghiaie, si riconoscono calcari, dolomie, porfidi, graniti, basalti e scisti. Talvolta i ciottoli, se di forma allungata possiedono una disposizione parallela alla direzione di trasporto, evidenziando condizioni di trasporto fluviale. Le sabbie medie e fini hanno una prevalenza di quarzo, mentre le granulometrie più fini hanno una discreta percentuale siltosa. Una stratigrafia del pozzo comunale numero due (vedi stratigrafia a fine capitolo), ubicato appena fuori l'abitato di Sommacampagna in Via Cesarina, rileva la considerevole potenza e sostanziale omogeneità degli strati di ghiaie sabbiose presenti nel sottosuolo. Questa formazione è spesso coperta da un suolo (ferretto) limoso-argilloso di origine eluviale, di alterazione dei sedimenti sottostanti, di colore rossiccio di circa 40 centimetri che diminuisce di spessore verso sud-est. La caratteristica colorazione che contraddistingue tali aree dalle altre presenti nel territorio comunale aventi colorazioni tendenti al bruno chiaro o nocciola indicano che tali alluvioni hanno avuto un



Studio di Geologia Ambientale

certo periodo di stabilizzazione al contrario di quelle più volte rimaneggiate recentemente. La litologia dei rilievi collinari è costituita da ghiaie bianche con ciottoli frequenti, immerse in abbondante matrice limosa di età rissiana. L'aspetto di questi sedimenti è caotico, non esiste nessun tipo di stratificazione interna, vi si rinvencono spesso ciottoli di grosse dimensioni frammisti a clasti centimetrici, tutti immersi in abbondante matrice fine limoso-sabbiosa. La natura dei depositi morenici riflette i tipi litologici presenti nel bacino di alimentazione del ghiacciaio: calcari mesozoici bianchi e grigi, dolomie bianco rosate, porfidi atesini, graniti e basalti. I ciottoli si presentano per lo più arrotondati, per il lungo trasporto e raramente spigolosi. Talvolta si possono presentare striature ed essere levigati. In superficie le ghiaie sono ricoperte da uno strato discontinuo argilloso rossastro di alterazione. Esso è genericamente assente lungo le creste, è presente con uno spessore di circa 30 centimetri lungo i fianchi, mentre raggiunge lo spessore di oltre un metro in alcuni punti ai piedi dei rilievi maggiori.

All'interno di alcune vallecicole tra i cordoni morenici e lungo il margine collinare verso sud-est si ritrovano depositi fluvio-glaciali più antichi riconducibili al periodo fluvio-glaciali Riss I. I depositi non cementati presentano elementi con un certo grado arrotondamento. Questi depositi sono stati normalmente dilavati e sfumano nei depositi sciolti della piana riferibile al fluvio-glaciale Riss II. Si tratta di alternanze di strati di ghiaie e di sabbie limose che rispetto ai depositi circostanti risultano avere un maggior grado di organizzazione e una certa selezione granulometrica. La composizione granulometrica è data da un 20% di ghiaia grossa, da un 33% di ghiaia fine, 37 % da sabbie grosse e medie e dal 10% da sabbie fini.



Vi sono anche depositi di materiale più fino, in special modo in corrispondenza dell'alveo del fiume Tione e lungo gli antichi percorsi degli scaricatori fluvio-glaciali. Qui le acque fluviali assieme alle ghiaie, hanno depositato litotipi più fini quali sabbie e limi. Sono presenti inoltre strati di materiale organico (torbe) nelle aree subpianeggianti intramoreniche morfologicamente chiuse dalle cerchie collinari. Esistono aree a ritenzione idrica e di difficile drenaggio.



Alluvioni d'origine fluvio-glaciale ghiaioso sabbiosi, caratterizzate dalla copertura di circa 30-40 cm di suolo argilloso eluviale dal caratteristico colore bruno-rossiccio causato dall'alterazione dei sedimenti sottostanti. *Sezione tipo.*



Alluvioni di origine fluvio-glaciale caratterizzate da circa 30-40 cm di suolo argilloso eluviale dal caratteristico colore bruno-rossiccio causato dall'alterazione dei sedimenti sottostanti. *Vista dall'alto.*



La foto rappresenta un'area di cresta dove il suolo è dilavato mette in risalto la litologia dei depositi glaciali. Le cerchie moreniche sono costituite da ghiaie sabbiose bianche immerse in abbondante matrice limoso-sabbiosa di età rissiana.





Negli avvallamenti o nei cambi di pendio dei rilievi collinari si rinvengono accumuli di argille rossastre dovute all'alterazione dei depositi morenici.






Linee di cresta della cerchia morenica fotografate dall'Ossario di Custoza.

Di seguito sono riportate alcune stratigrafie più significative superficiali e profonde riportate nella Carta Geolitologica riconducibili ai sondaggi pregressi come da legenda. Alcune sono delle semplificazioni e riassumono la litologia ricavata da più indagini svolte in una stessa area.

sondaggio pregresso n°1

LOCALITA':				Custoza				SONDAGGIO N°:				4					
COMUNE:				Sommacampagna				TIPO SONDA:				trincea					
IMPRESA ESECUTRICE:								PERFORAZ:									
DATA:				novembre-00				QUOTA p. c.:				120 m					
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia				Descrizione litologica				% carotaggio	rgd	livello_falda	ml.	Campione	S.P.T.
	1,00							Terreno Vegetale bruno con ciottoli poligenici.									
	2,50							Morenico con ciottoli poligenici (Max 20 cm) in scarsa matrice limosa chiara plastica e coesiva compatta, al di sotto di 2,1 m rammollita da venute idriche localizzate							23		
	3,50																

sondaggio pregresso n°2

COMMITTENTE:				Cimitero				SONDAGGIO N°:				2					
LOCALITA':				Sommacampagna				TIPO SONDA:				trincea					
IMPRESA ESECUTRICE:								PERFORAZ:				0					
DATA:				gennaio-03				QUOTA p. c.:				120 m					
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia				Descrizione litologica				% carotaggio	rgd	livello_falda	ml.	Campione	S.P.T.
	0,50							Terreno Vegetale di colore bruno									
	2,50							Ghiaia in abbondante matrice limoso sabbiosa, localmente limoso argillosa, di colore grigio									
	3,00							Ghiaia in matrice limoso argillosa, con acqua									
	3,10																

sondaggio progressivo n°5/a

Profondità		Spessore		Carotazione		Rivestimento		Litologia	Descrizione litologica	%carotaggio	regol	livello, guida	Campione	S.P.T.
ml.	ml.	ml.	ml.	g	g	ml.	ml.							
0,20	0,20							Terreno Vegetale.						
1,50								Ghiaie e Sabbie limose ben addensate, ocra						
1,70								Sabbie e ghiaie pulite						
2,20	0,50							Ghiaie e sabbie in matrice sabbioso limosa umide leggermente plastiche, ocra						
3,20	1,00							Limi sabbiosi grigi, addensati leggermente plastici con ciottoli						
4,00	0,80													

sondaggio progressivo n°5/b

Profondità		Spessore		Carotazione		Rivestimento		Litologia	Descrizione litologica	%carotaggio	regol	livello, guida	Campione	S.P.T.	Pochet p.
ml.	ml.	ml.	ml.	g	g	ml.	ml.								
0,40	0,40							Terreno Vegetale.							
1,20	0,80							Ghiaie ben addensate in matrice sabbioso limosa ocra							
2,70	1,50							Ghiaie ben addensate in matrice sabbioso limosa leggermente plastiche ocra							
3,90	1,20							Limi sabbiosi leggermente plastici grigi							
4,10	0,20														

sondaggio progressivo n°5/c

Profondità		Spessore		Carotazione		Rivestimento		Litologia	Descrizione litologica	%carotaggio	regol	livello, guida	Campione	S.P.T.
ml.	ml.	ml.	ml.	g	g	ml.	ml.							
0,30	0,30							Terreno Vegetale.						
1,70								Ghiaie e Sabbie ben addensate leggermente plastiche e umide						
2,00								Ghiaie in matrice sabbiosa limosa molto addensate, ocra						
3,70	1,70							Ghiaie e sabbie pulite						
4,00	0,30													

sondaggio progressivo n°6

COMMITTENTE:		Custoza		SONDAGGIO N°:		1					
LOCALITA':		Sommacampagna		TIPO SONDA:		carotaggio continuo					
IMPRESA ESECUTRICE:				PERFORAZ.:		0					
DATA:		novembre-02		QUOTA p. c.:		134 m					
Profondità	Spessore	Carotazione	Rinvenimento	Litologia	Descrizione litologica	%arenaggio	ref	livello_falda	mt	Campione	S.P.T.
1,50					Ripeto costituito da limi sabbiosi con frammenti di laterizi						
1,50					Sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, abbastanza addensate, di color ocra						
2,50					Materiale morenico costituito da sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, fortemente addensate, di colore ocra						
3,50											
6,00					Sabbie limose con ghiaia e ghiaietto scarsamente addensate						
2,10											
8,00					Limi sabbiosi con ghiaia e ghiaietto, scarsamente addensati, colore grigio						
1,90											

sondaggio progressivo n°14

LOCALITA':		Caselle di Sommacampagna		SONDAGGIO N°:		1	
COMUNE:		Sommacampagna		TIPO SONDA:		carotaggio continuo	
IMPRESA ESECUTRICE:				PERFORAZ.:			
DATA:		gennaio-05		QUOTA p. c.:		80 m	
N° Strati		6					
						Livello Falda	Angolo di attrito interno
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	(mt.)	$\Phi(^{\circ})$	
Strato n°1	0,00	0,30	Terreno eluviale argilloso-ciottoloso rossastro	V	assente		
Strato n°2	0,30	4,60	Ghiaie sabbiose ben addensate con abbondanti ciottoli, a grani smussati e ben assortite	GH		35	
Strato n°3	4,60	9,60	Ghiaie sabbiose con strati paraconglomeratici	GS		37	
Strato n°4	9,60	19,60	Ghiaia sabbiose in cui diminuisce la frazione ciottolosa e diviene più abbondante la matrice limosa con struttura paraconglomeratica più evidente	GH		31	
Strato n°5	19,60	20,40	Ghiaie sciolte	GH		32	
Strato n°6	20,40	25,00	Ghiaie sabbiose con poca frazione limosa	GH		32	

sondaggio pregresso n°16

COMMITTENTE :		Ca' del Sale		SONDAGGIO N° :		1					
LOCALITA' :		Sommacampagna		TIPO SONDA :		trincea					
IMPRESA ESECUTRICE :				PERFORAZ. :							
DATA :		marzo-88		QUOTA p. c. :		140 m					
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	regd	livello falda	ml.	Compiete	Angolo di attrito interno φ (°)
	1,50			Argilla							
	1,50			Ghiaie sabbiose, con livelli a frazione più fine, saturi							30
	3,00			Ghiaie sabbiose in prevalente matrice limoso-argillosa non sature							32
	4,00										Pagina 2

pozzo comunale n° 2 di Via Cesarina

COMMITTENTE :	Comune di Sommacampagna		SONDAGGIO N° :	Pozzo comunale n°2	
LOCALITA' :	Sommacampagna		TIPO SONDA :	Carotaggio	
IMPRESA ESECUTRICE :			PERFORAZ. :		
DATA :	novembre-81		QUOTA p. c. :		
N° Strati	10				
					Livello Falda
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	(mt.)
Strato n°1	0,00	0,70	Terreno Vegetale.	V	33,00
Strato n° 2	0,70	15,50	Ghiaie grossa	GH	
Strato n° 3	15,50	30,50	Ghiaia grossa e media	GH	
Strato n°4	30,50	40,50	Ghiaia molto addensata con trovanti	GH	
Strato n° 5	40,50	43,80	Ciottoli sciolti	GH	
Strato n° 6	43,80	48,00	Conglomerato argilloso	GS	
Strato n° 7	48,00	70,00	Ghiaia sciolta e ciottoli	SF	
Strato n° 8	70,00	71,00	Sabbia	SG	
Strato n° 9	71,00	94,00	Ghiaia e sabbia	GS	
Strato n° 10	94,00	102,00	Ghiaie sciolte estrati di conglomerato	GS	

Le unità litologiche sono state coordinate con quelle della Legenda della Carta Geologica del Veneto redatta dall'Istituto di Geologia dell'Università di Padova e pubblicata nel 1990 in



collaborazione fra Regione Veneto e Servizio Geologico Nazionale. Le formazioni geologiche sono state assoggettate a raggruppamenti in funzione della litologia, dello stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti degli interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce. Per quanto riguarda i materiali delle coperture il riferimento fondamentale è quello che richiama il processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento e la tessitura dei materiali costituenti. Le unità litologiche cartografate sono le seguenti:

Materiali alluvionali e fluvioglaciali

mgs-Riss (depositi morenici stabilizzati ghiaioso sabbiosi rissiani)

materiali di accumulo fluvioglaciali o morenico grossolani in matrice fine sabbiosa stabilizzati

Costituiscono la maggior parte delle cerchie moreniche presenti nella porzione occidentale del territorio comunale. Sono depositi rissiani.

ags-Riss II (alluvioni ghiaiose sabbiose Riss II)

materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Costituiscono la maggior parte dell'alta pianura veronese e sono rappresentati dai depositi fluvioglaciali del Riss II ad alta energia deposizionale e presenti nella parte centrale e orientale del territorio comunale.

ags-Riss I (alluvioni ghiaiose sabbiose Riss I o Riss antico)

materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Costituiscono una porzione minore della porzione pianeggiante del territorio comunale e sono rappresentati dai depositi fluvioglaciali del Riss I ad alta energia deposizionale, presenti tra le cerchie moreniche e alla base dei rilievi lungo il margine sud-est della cerchia morenica.

agl (alluvioni ghiaiose prevalentemente limose)

materiali alluvionali ghiaioso limosi

Corrispondono a depositi ghiaiosi e fini presenti nelle alluvioni depositate durante il pluviale wurmiani e successivamente smantellati e terrazzati dal Fiume Tione caratterizzati da ghiaie in abbondante matrice grigio nocciola.

afm (alluvioni fluviali miste)

materiali sciolti di alveo fluviale stabilizzati eterogenei di deposito recente dell'Alveo del Tione

Corrispondono ai depositi ghiaiosi in matrice sabbioso limosa talora abbondante, e a depositi limoso-argillosi caratteristici dell'alveo del Fiume Tione.

ca (colluviale argilloso)

materiali colluviali a tessitura prevalentemente argillosa

Corrispondono a sedimenti sciolti propri di un ambiente deposizionale caratterizzato dall'accumulo delle argille di color rossiccio originate dall'alterazione dei depositi morenici.

Le grafie utilizzate sono basate sulle "Grafie Geologiche per la Pianificazione Territoriale" D.G.R.V. 615/96

7 IDROGEOLOGIA – CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DELLE FALDE

7.1 Idrografia

Il territorio qui studiato è interessato dal corso del Fiume Tione nella sua parte occidentale. Esso si origina nelle ampie depressioni intramoreniche a sud-ovest di Pastrengo e dopo vari meandri incassati fra terrazzi morenici sbocca nella piana alluvionale di Villafranca. Il suo bacino di alimentazione è di 65 km², con portate medie di 500-600 l/s con punte massime in occasione di eventi piovosi considerevoli di 5000-6000 l/s. Durante tali episodi il pelo libero del corso d'acqua può oscillare di 4 metri. Il regime è molto influenzato dal regime pluviometrico e dagli apporti delle irrigazioni. In caso di eventi eccezionali di piena, alcune zone lungo il Fiume Tione possono essere esondate nella zona di Marogna Lunga, Casa Mulino Vecchio e Casa Vittoria in quanto a quote di solo 1-2 metri superiori al livello del fiume. Tale fascia si estende mediamente per una distanza di circa 100 metri dall'asta fluviale. L'idrografia minore è rappresentata dal Rio Ferriadon che nasce nell'area a nord-ovest del territorio comunale per poi scendere verso l'abitato di Sommacampagna e da altre piccole rogge e fossi. Mentre tra i canali artificiali merita menzione il Canale Alto Agro Veronese che scende da nord di Sommacampagna per poi continuare verso sud lungo il margine orientale della cerchia morenica verso la pianura e il territorio di Villafranca.

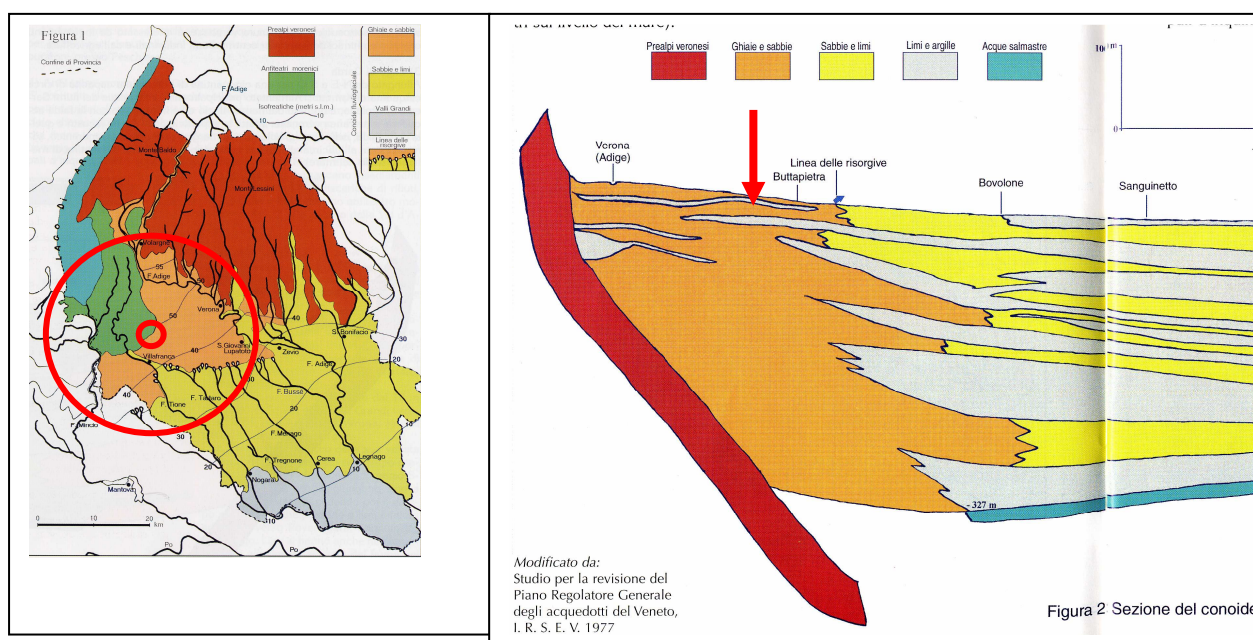
7.2 Inquadramento Idrogeologico generale

Al grande conoide dell'Adige pervengono in sottterraneo le acque che si infiltrano nelle porzioni di territorio montano lessino e baldense adiacenti, secondariamente le acque dall'apparato morenico, nonché quelle locali d'infiltrazione meteorica e dei grandi sistemi d'irrigazione agricola, per lo più derivate dall'Adige stesso. La superficie della falda acquifera sottterranea giace a decine di metri dal piano campagna a nord-ovest di Verona, ma gradualmente si avvicina alla superficie del suolo procedendo verso sud-est, sino a fuoriuscirne dove le ghiaie fanno transizione alle sabbie, originando numerose risorgive che ben presto si trasformano in piccoli corsi d'acqua perenni confluenti nei fiumi Tartaro-Tione, Tregnone, Menago e Busse. Il fenomeno delle risorgive è comune a tutta la Valle Padana, ove danno luogo ad un fitto allineamento detto appunto "linea delle risorgive", questa risulta esterna al territorio comunale di Sommacampagna. Il senso di scorrimento della falda, che avviene da nord-ovest verso sud-est, è esemplificato in figura mediante isofreatiche (linee di uguale quota della superficie freatica); annualmente la falda presenta un periodo di magra primaverile e uno di piena tardo estiva, con escursioni via decrescenti dalla parte alta del conoide alla linea delle risorgive. Lo spessore utile dell'acquifero della pianura veronese è di circa 300 m; al di sotto di esso, infatti, si hanno acque salmastre, il cui utilizzo a scopo potabile è impossibile. Inoltre, le acque di miglior qualità sono quelle interne alle ghiaie e alle sabbie della parte settentrionale del conoide, mentre quelle della sua parte meridionale hanno un sapore e una purezza inferiori, a causa dei limi e delle torbe entro cui scorrono aumentando la concentrazione dello ione ammonio, del ferro e spesso di altri metalli indesiderati. Di seguito si riportano due figure nelle quali sono semplificate:

1. la situazione stratigrafica con i rapporti tra rilievi cartonatici lessinei e depositi quaternari a

- differente granulometria della Alta e Media Pianura Veronese;
2. loro estensione areale nel territorio provinciale e semplificazione delle carta delle isofreatiche

Le frecce indicano l'ubicazione del territorio qui studiato.



7.3 Idrogeologia nel territorio comunale di Sommacampagna

L'idrogeologia del territorio comunale di Sommacampagna presenta due distinte situazioni deducibili sia dalle differenze litologiche del sottosuolo che dalla morfologia di superficie: si individuano due sistemi idrogeologici che per caratteristiche di permeabilità e modalità di deflusso delle acque risultano distinti. Il primo sistema è riferibile alle colline moreniche il secondo alla porzione dell'Alta Pianura Veronese degradante verso sud-est.

7.3.1 Idrogeologia del sistema morenico

La complessità del sistema idrogeologico collinare deriva dalla disposizione delle cerchie moreniche tra loro separate da valli e valleciole formatesi lungo le direttrici di deflusso degli scaricatori glaciali che si sono fatti breccia tra di esse. Le depressioni sono state così sovralluvionate anche con depositi fini e si sono formati acquiferi di limitate dimensioni e di scarsa potenza. Le falde sono alimentate dall'apporto meteorico efficace di seguito calcolato. A questo scopo si sono utilizzati i dati concernenti le precipitazioni della stazione meteo di Villafranca rilevati nell'arco di 12 anni, dal 1992 al 2004. Dopo aver ottenuto la media annuale di precipitazioni ($P=784$ mm), si possono ipotizzare una situazione per la maggior parte del territorio collinare con copertura fatta di alluvioni grossolane.

Pertanto si può calcolare il valore medio rappresentativo di P_e :

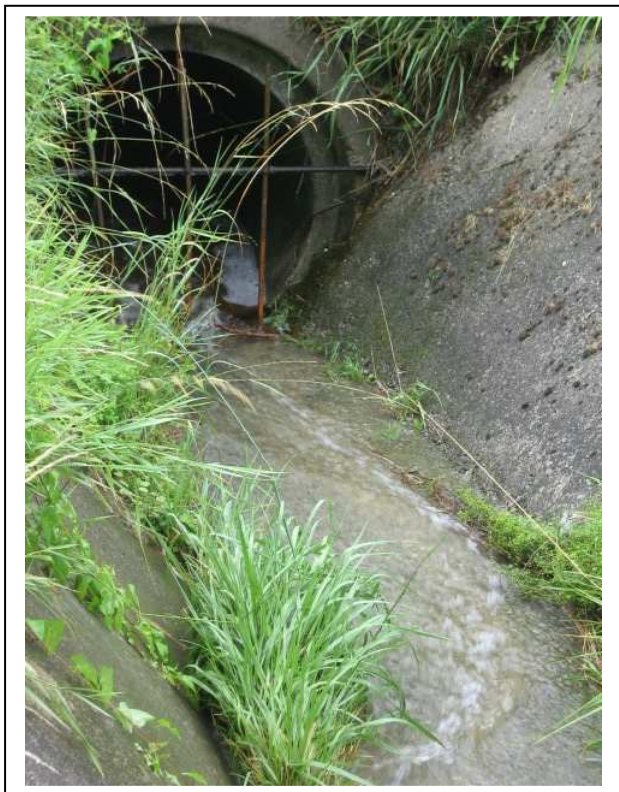
$$\triangleright P_e = P \cdot I_p \quad P_e = 784 \cdot 0,75 = 588 \text{ mm};$$

Un' ulteriore apporto alle falde inframoreniche è dato dalle acque trattenute a debole profondità nei depositi morenici negli strati ghiaiosi ad abbondante matrice limoso sabbiosa. Tali strati sono caratterizzati da una modesta portata idrica legata alle condizioni meteorologiche stagionali. Le acque presenti sono state intercettate dal lavoro dell'uomo grazie a semplici trincee che raccolgono le poche acque. Un esempio si trova tra San Giorgio e Corte Monte Molino con una portata modesta ma costante nel tempo. Un acquifero abbastanza esteso di tipo inframorenico è quello che racchiude le contrade di Staffalo, Calvachina e Molinare con una soggiacenza della falda di circa 8÷12 metri. Presso un pozzo in località Balconi Rossi si è misurata una soggiacenza di 8.7 metri (rilievo del 8 agosto 2006) mentre a Contrada Molinare la profondità della falda era di 10.2 metri dal piano campagna (rilievo del 29 ottobre 1986). Un altro acquifero di modesta estensione si ritrova presso località il Gorgo nei pressi di Custoza per sbucare nella piana alluvionale in corrispondenza di contrada Coronini. Per ovviare al possibile accumulo d'acque meteoriche in caso di forti piogge sono stati realizzati alcuni fossati di drenaggio nelle aree a maggiore ritenzione idrica. In tali aree è stata misurata una soggiacenza variabile della falda superficiale. Nei pressi del Rio Ferriadon si è misurata una soggiacenza di 2.5 metri (rilievo del 8 agosto 2006), mentre nei pressi del Fiume Tione si è misurata una profondità variabile da 2 metri (località Vantini in sinistra Tione poche centinaia di metri fuori del confine comunale) e 8 metri in località Casa Vittoria. Le falde presenti nelle vallecole dell'apparato morenico hanno quindi soggiacenze variabili, da zona a zona da circa 16 a 2 metri dal piano campagna. In tutta la cerchia morenica si rinvenivano altre falde acquifere più profonde:

- località Gorgo pozzi profondi 70 metri;
- lungo l'alveo del Tione è presente una seconda a falda a circa 30-35 metri di profondità;
- altri pozzi per irrigazione raggiungono profondità di oltre 100 metri;



Scavo in località Custoza. Primo metro e mezzo di depositi morenici caratterizzati da strati ghiaiosi ad abbondante matrice limoso sabbiosa. Nell'occasione della foto gli strati a granulometria più fine risultavano umidi.



fossato di drenaggio delle acque provenienti dalla soprastante area a difficoltà di drenaggio in località Monte Molino



A sinistra la foto di un pozzo privato che intercetta la falda superficiale di un acquifero inframorenico in località Balconi Rossi alla profondità di circa 8 metri. A sinistra pozzo per l'irrigazione in località Gorgo che raggiunge una profondità di 70 metri

7.3.2 Idrogeologia della pianura alluvionale

L'area pianeggiante del Comune di Sommacampagna fa parte del grande acquifero indifferenziato che inizia dalla zona in cui l'Adige incide le alluvioni fluvioglaciali ghiaiose e giunge alla fascia delle risorgive dopo aver lambito le cerchie moreniche più esterne. Essa è caratterizzata da un'unica potente falda, a carattere freatico. Quest'area corrisponde alla fascia di ricarica degli acquiferi di pianura che viene mantenuta dagli apporti di dispersione della falda di subalveo dell'Adige, dall'apporto meteorico efficace e dalle irrigazioni, effettuate nel periodo da aprile a settembre, secondariamente dagli apporti del sistema morenico.

Le direttrici prevalenti del deflusso idrico sono rivolte da nord ovest a sud est, mentre la cadente piezometrica è calcolata nell'ordine di 1.5-3.5‰. Al fine di comprendere meglio le caratteristiche della falda si riportano le quote freatiche e le oscillazioni stagionali di alcuni pozzi monitorati nell'Alta e nella Media Pianura Veronese. Il pozzo numero 2 e 7 ricadono nelle immediate vicinanze del territorio comunale.

OSCILLAZIONI FREATICHE (m s.l.m.)						
Pozzo	Periodo di osservazione	Quota media annua	Quota massima	Quota minima	Oscillazione massima (m)	Oscillazione media annua (m)
1 - Ca' dell'Albera	1955-69 1971-81	52.42 52.26	56.48 55.92	48.60 —	7.88 —	5.06 —
2 - Dossobuono	1955-64 1973-88	49.91 A	52.62 52.43	47.39 A	5.23 —	3.71 —
3 - S.Fermo	1955-73	38.86	40.29	37.48	2.81	2.19
4 - Spezzapietra	1955-88	38.56	39.58	37.93	1.65	0.89
5 - Pompea	1987-88	53.68	56.50	51.32	5.18	4.50
6 - Crosòn	1987-88	A	53.10	A	—	—
7 - Ceolara	1987-88	A	52.23	A	—	—
8 - Colombare V.	1987-88	48.81	50.11	47.75	2.36	2.02
9 - Ortai	1987-88	44.01	44.90	43.26	1.64	1.53
10 - Puricelli	1987-88	45.02	46.24	43.75	2.49	2.28
11 - Trinità	1987-88	39.17	40.09	38.34	1.75	1.61
12 - Colombare M.	1987-88	48.89	50.36	46.27	4.09	3.66
13 - Villaggio Oca	1987-88	A	51.50	A	—	—

Per gli anni precedenti il 1987 i dati sono stati forniti dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia

Tabella desunta dalla Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese (DAL PRÀ A. "Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Occidentale")

Il regime della falda è caratterizzato da una fase di piena tardo estiva con massimi a settembre ed una di magra che si estende da febbraio a maggio con minimi collocati normalmente nel mese di aprile. I valori evidenziati nella tabella qui sopra riportata sottolineano come durante l'anno la superficie della falda oscilla mediamente di circa 3.7 metri.

La falda freatica presenta soggiacenze nella parte di pianura variabili da circa 15 a 35 metri (è stata effettuata una freaticimetria in località La Fredda misurando una soggiacenza di 20.5 metri). Da questi dati si deduce che il regime idrico della falda freatica è identico a quello dell'Adige. Questo indica e conferma gli apporti della falda subalveo del Fiume Adige alle alluvioni circostanti. Le precipitazioni presentano dati discordanti; regime freaticometrico e pluviometrico sono differenti e a volte opposti. Lungo l'alveo del Fiume Tione invece le soggiacenze sono più modeste e oscillano tra 2 e 10 metri.

Nella Carta Idrogeologica vengono evidenziati i seguenti elementi:

FIUME TIONE

CORSI D'ACQUA PERENNI O TEMPORANEI sono stati segnalati i percorsi dei corsi d'acqua perenni minori (rii, fossi e scoli) e quelli alimentati dal ruscellamento solo in concomitanza di eventi meteorologici particolarmente intensi

CANALI ARTIFICIALI esistono alcuni canali artificiali come il Consorzio di Bonifica Alto Veronese lungo il margine collinare

LAGHI FREATICI derivanti da attività estrattive sotto falda o piccoli invasi artificiali.

POZZI IDROPOTABILI di cui due comunali con relative area di rispetto di 200 metri di raggio (articolo n.21 comma 5 lettera d) del Dlgs 11 Maggio 1999, n.152 come modificato dal Dlgs 18/08/2000, n.258). Ricadono nel territorio comunale di Sommacampagna parte delle aree di rispetto dei due pozzi comunali di Villafranca.

7.4 Vulnerabilità degli acquiferi

La “Carta della vulnerabilità” del territorio comunale rappresenta i diversi terreni classificandoli in base alla loro vulnerabilità nei confronti delle falde profonde. Varie sono le definizioni che vengono date di vulnerabilità all'inquinamento di un acquifero, o, meglio, dell'acqua di falda contenuta e fluente entro un acquifero. Una fra le più esaurienti ed accettate è la seguente: *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 o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo* (CIVITA 1994). Tale definizione esprime la vulnerabilità intrinseca del sistema idrogeologico, cioè quella dipendente dalle sole caratteristiche naturali: climatologia, pedologia, geologia, idrogeologia.

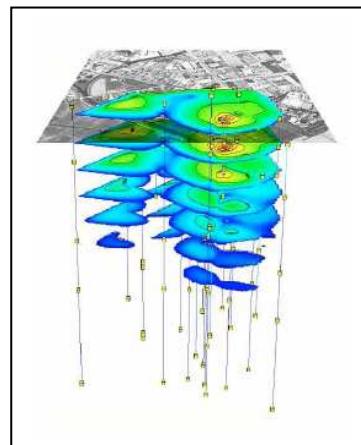
Se da una parte è facile, in via puramente intuitiva, stabilire che cosa sia la Vulnerabilità intrinseca (Vi) e quali siano i fattori che la influenzano, dall'altra è estremamente complesso quantificarla in modo preciso e comparare in maniera oggettiva aree diverse. Fra gli approcci che vari autori hanno intrapreso, è stato qui prescelto quello di una valutazione di tipo parametrico. Quest'ultima ha infatti il pregio di tenere in conto tutti i principali fattori di vulnerabilità e di avere una struttura decisionale tale da permettere una comparazione numericamente quantificabile fra aree diverse. In particolare è stato prescelto un metodo di valutazione a punteggi e pesi, derivato, con le opportune modifiche ed adattamenti legati alla tipologia di dati in possesso ed alle caratteristiche del territorio, dai 2 metodi maggiormente conosciuti: il DRASTIC, realizzato dall'US-EPA (United States Environmental Protection Agency, Aller et al., 1987) ed utilizzato per coprire tutto il territorio degli USA, oltre a varie altre aree nel resto del mondo, ed il SINTACS, realizzato in Italia nell'ambito del CNR-GNDICI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, CIVITA, 1994). Tali due metodi non sono da considerare prodotti statici, validi universalmente nello spazio e nel tempo, ma strumenti continuamente da affinare ed aggiornare in relazione al tipo di dati a disposizione.

La struttura di valutazione nei due metodi è simile: la Vi è determinata da 7 fattori di vulnerabilità. A ciascun fattore, suddiviso per intervalli di valori e/o per tipologie, viene attribuito un punteggio

crescente (da 1 a 10) in funzione dell'influenza sulla vulnerabilità. Inoltre è introdotto un peso moltiplicatore, diverso per ogni fattore considerato, che amplifica il punteggio in misura direttamente proporzionale all'importanza che il medesimo fattore assume nel determinare il grado di vulnerabilità. La sommatoria dei prodotti dei punteggi per i pesi determina un indice di vulnerabilità che è messo in relazione con il grado di vulnerabilità variabile da assai elevato fino a bassissimo.

I sette fattori considerati da SINTACS sono:

- Soggiacenza della falda
- Infiltrazione efficace
- Non saturo (effetto di autodepurazione del)
- Tipologia della copertura
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del)
- Conducibilità idraulica dell'acquifero
- Superficie topografica (acclività della)



7.4.1 I fattori di vulnerabilità

I fattori di vulnerabilità sono elencati nell'ordine di composizione dell'acronimo SINTACS e non nell'ordine in cui interagiscono sul processo di veicolazione-attenuazione-diluizione dell'inquinante. Per ciascuno sono forniti un breve commento su come influenzano la vulnerabilità, le modalità d'acquisizione ed il criterio di scelta della scala di punteggi. Per ogni fattore il punteggio è crescente nel senso di un aumento della vulnerabilità, per quanto attiene all'influenza che su di essa ha quel fattore. Ciò significa che l'indice finale di vulnerabilità può essere considerato espressione di una quantificazione assoluta del grado di vulnerabilità, in quanto determinato in base ad una scala che è in grado di rappresentare, potenzialmente, tutte le situazioni idrogeologiche possibili.

7.4.2 Soggiacenza della falda (S)

La soggiacenza è la distanza fra piano-campagna e tavola d'acqua (inteso come limite inferiore della zona non-satura) in morbida. Maggiore è la soggiacenza, maggiore è lo spessore della zona non satura e, quindi, minore è la vulnerabilità poiché la maggiore intensità dei processi d'attenuazione-degradazione degli inquinanti avviene proprio in tale zona. Nella zona non satura, inoltre, la velocità d'infiltrazione verticale è più bassa rispetto alle condizioni estreme di completa saturazione e, quindi, è anche più lento il moto degli inquinanti verso l'acquifero. La soggiacenza è stata ricostruita grazie alla conoscenza dei livelli piezometrici nei pozzi ubicati nelle immediate vicinanze. Occorre considerare che, nelle aree pianeggianti, la soggiacenza misurata non corrisponde sempre alla profondità della falda: in alcuni casi essa corrisponde al livello di saturazione nell'acquifero posto sopra l'acquifero. In questi casi la valutazione di vulnerabilità conseguente è cautelativa, perché quando l'inquinante sia arrivato a questo livello esso non avrà ancora inquinato la falda vera e propria. D'altra parte, la velocità d'infiltrazione in falda, a partire da tale livello aumenta, dato che la permeabilità in condizioni sature è maggiore; inoltre il flusso orizzontale nell'acquifero può portare l'inquinante in punti di migliore connessione idraulica con l'acquifero. Come curva di riferimento per l'assegnazione del punteggio è stata considerata quella di SINTACS:

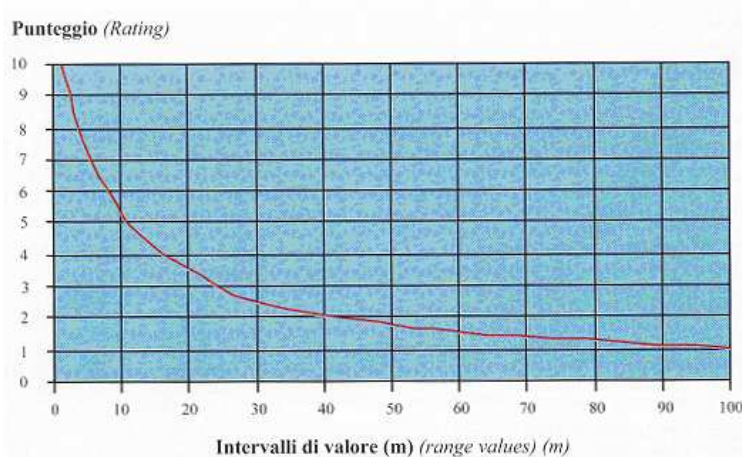


Grafico per il calcolo del punteggio del parametro soggiacenza (da Civita 2000)

Gli acquiferi presenti nel territorio comunale come già esposto in questo capitolo sono:

1. Acquifero indifferenziato nelle alluvioni ghiaioso-sabbiose dell'Alta Pianura Veronese;
2. Acquiferi profondi nell'area della cerchia morenica;
3. Acquiferi di ridotte dimensioni relativi alle vallecole inframoreniche;
4. Acquiferi della valle del Fiume Tione;
5. Acquifero posto al margine nord occidentale del territorio comunale al confine con il comune di Sona;

I diversi dati freaticometrici nell'area studiata permettono per il parametro soggiacenza di fare le seguenti considerazioni:

- Nella parte pianeggiante si sono riscontrate soggiacenze variabili da 15 a 30 metri con variazioni stagionali normalmente di circa due-tre metri;
- Le pur importanti oscillazioni stagionali non influenzano il punteggio relativo e possono pertanto essere considerate prossime ai valori medi pluriennali delle morbide, come richiesto per l'elaborazione della Carta di Vulnerabilità;
- Nel territorio collinare le soggiacenze della prima falda più superficiale, quando presente, variano comprese tra 15 a 1 metro dal piano campagna. Si tratta per lo più di falde di modeste estensioni, sospese all'interno delle cerchie moreniche;

Si riassumono nella seguente tabella gl'intervalli di soggiacenza e i relativi punteggi:

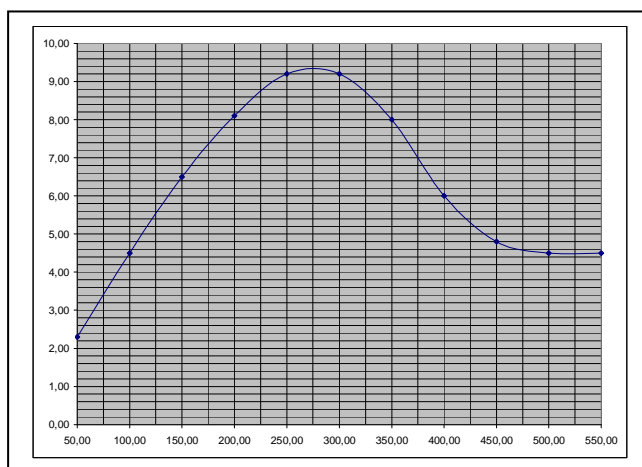
Categoria	Soggiacenza (cm)	Punteggio
1	< 2	9.7
2	2 - 4	8.7
3	4 - 8	6.7
4	8 - 16	5
5	16 - 30	3
6	30 - 40	2.3
7	40 - 50	2
8	Aree collinari	1.7

Il punteggio conseguentemente assegnato a questo parametro è variabile tra 3 e 9.7 a seconda dell'area interessata.

7.4.3 Infiltrazione efficace (I_e)

L'infiltrazione efficace I_e ha un doppio effetto sul meccanismo di propagazione dell'inquinante; da una parte vi è l'effetto di lisciviazione: maggiore è la quantità d'acqua che s'infiltra, più intensa sarà la lisciviazione d'inquinanti solubili verso la falda ed, inoltre, si avrà un aumento del contenuto idrico del terreno non saturo con conseguente aumento del valore di conducibilità idraulica e diminuzione del tempo d'arrivo; quindi I_e è direttamente proporzionale al grado di vulnerabilità per quanto concerne l'effetto "lisciviazione" (almeno per valori non molto alti). Dall'altra parte vi è l'effetto di diluizione: maggiore è il valore di I_e , minore è la concentrazione in acqua dell'inquinante lisciviato e quindi I_e è inversamente proporzionale al grado di vulnerabilità per quanto concerne l'effetto "diluizione".

Per valori medio-bassi di I_e prevale l'effetto lisciviante, per valori alti prevale l'effetto diluente. In questo, il presente metodo ricalca l'approccio di SINTACS, che evidenzia l'esistenza di un effetto diluente oltre una certa soglia. Il metodo SINTACS considera l'effetto diluitivo oltre i 250-270 mm di I_e .



Infiltrazione efficace e relativi punteggi (da Civita 2000)

E' possibile determinare il valore dell'infiltrazione efficace nel caso che si abbiano suoli spessi il valore dell'infiltrazione efficace è dato dal prodotto tra P e il coefficiente di infiltrazione potenziale (I_p) il quale varia a seconda della copertura presente. Il valori di I_p , relativamente alle tipologie di suoli rinvenuti nella zona studiata, sono variabili e pari a:

Alluvioni grossolane	0,75
Alluvioni medio-fini	0,2

Il parametro infiltrazione prevede la conoscenza delle media delle precipitazioni nell'area. A questo scopo si sono utilizzati i dati relativi alle precipitazioni della stazione meteo di Villafranca rilevate nell'arco di 12 anni, dal 1992 al 2004. Dopo aver ottenuto la media annuale di precipitazioni ($P=784$ mm), si possono ipotizzare due situazioni con copertura di alluvioni grossolane o con alluvioni medio fini.

Pertanto si può calcolare due valori medi rappresentativi di P_e :

- $P_e = P * I_p$ $P_e = 784 * 0,75 = 588$ mm;
- $P_e = P * I_p$ $P_e = 784 * 0,2 = 157$ mm

in questo modo il valore del parametro sarà rispettivamente pari a 4 e 8.

Riassumendo:

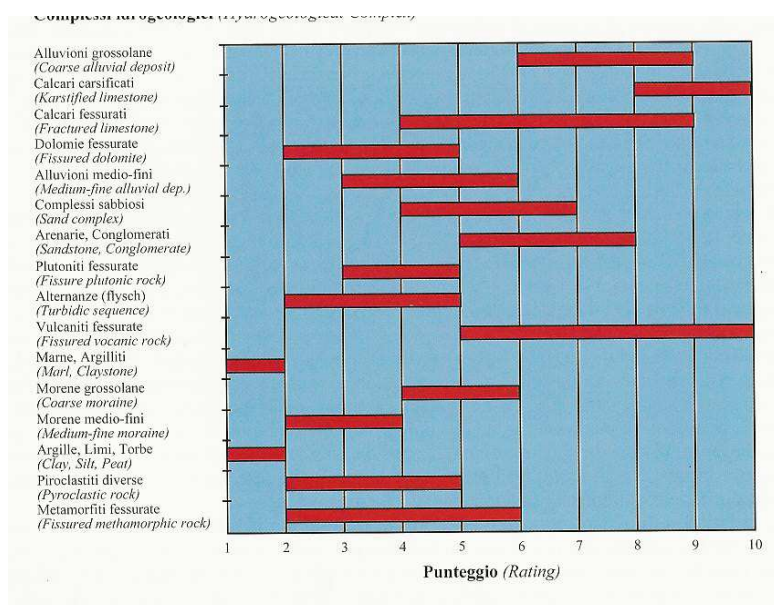
Tipologia di suolo	Punteggio Vulnerabilità
Alluvioni grossolane	4
Alluvioni medio-fini	8

7.4.4 Effetto di autodepurazione del Non saturo (N)

Per insaturo s'intende quella parte di sottosuolo compresa tra il suolo e la superficie piezometrica di un acquifero libero o la base del confinante superiore di un acquifero in pressione. L'insaturo rappresenta la seconda linea di difesa dell'acquifero nei confronti di un inquinante liquido o idroveicolato. Partendo dai dati desunti dalle stratigrafie dei pozzi, si sono effettuate considerazioni allo scopo di omogeneizzare le aree. Avere una conoscenza necessaria delle caratteristiche dell'insaturo è una operazione assai complessa: i dati a disposizione sono relativi ai pozzi che non essendo dislocati in modo omogeneo nel territorio comunale non permettono di per sé una facile correlazione tra le varie stratigrafie. Dopo aver individuato delle aree omogenee per caratteristiche del non saturo si è passati successivamente al calcolo del punteggio relativo ad ogni singola area, utilizzando la media ponderata dei singoli strati riconoscibili dalle stratigrafie. Infatti quando lo spessore dell'insaturo è costituito da diversi tipi litologici è necessario calcolare la media ponderale riferita allo spessore, data dalla formula:

$$N(\text{effettodell'insaturo}) = \frac{\sum h * p}{\sum h}$$

<i>Litologia prevalente nel non saturo</i>	<i>Punteggio</i>
Aree prive di non saturo	10
Sedimenti sciolti prevalentemente ghiaiosi-ciottolosi	8
Sedimenti sciolti prevalentemente sabbiosi	6
Alternanze di sabbie, limi ed argille	3.5
Depositi prevalentemente fini colluviali, eluviali	2
Sedimenti prevalentemente argillosi-limosi	1,5

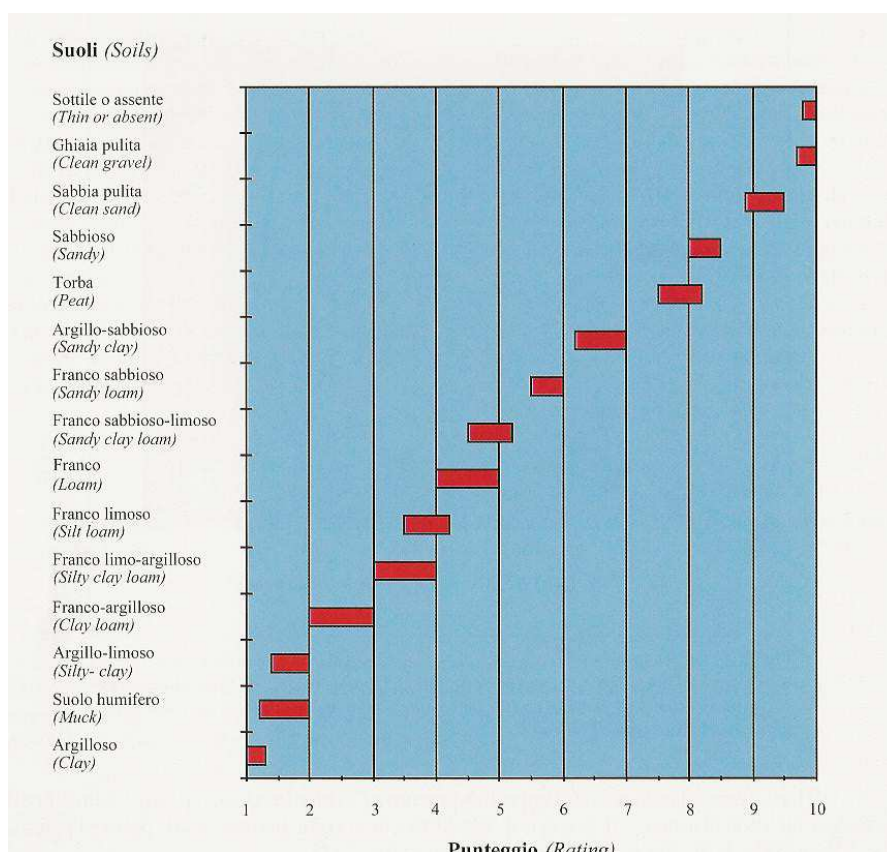


Complexi idrogeologici e loro azione mitigante e relativi punteggi (da Civita 2000)

7.4.5 Tipologia di copertura del suolo (T)

Il suolo ha un enorme potere d'attenuazione del carico inquinante, particolarmente nei confronti di un inquinamento di tipo diffuso (agricolo, zootecnico ecc.). Un parametro che può essere preso come rappresentativo del potere depurante del suolo è la sua tessitura. Maggiore è il contenuto in elementi fini (limo ed argilla), maggiore è il potere di ritenzione dell'acqua e degli inquinanti e minore è la conducibilità idraulica. (vedi tabella SINTACS)

In questo modo i suoli operano un'azione di filtrazione sulle sostanze dirette verso l'acquifero, permettendo una serie d'interazioni quali l'adsorbimento e lo scambio cationico che abbattano e modificano le molecole inquinanti. Da dati ottenuti permettono di dire che la zona è caratterizzata da un suolo poco spesso di carattere argilloso-sabbioso (dell'ordine di 40-60 cm) nella parte del territorio comunale costituito prevalentemente da alluvioni sabbiose in abbondante scheletro ghiaioso. Confrontando le precedenti osservazioni con la seguente tabella (per il punteggio si è fatto riferimento alla tabella del metodo SINTACS) si ottiene un valore per il parametro della copertura del suolo pari a 7. Nelle aree caratterizzate da alluvioni limose o limoso argillose il punteggio risulta inferiore e pari a 3, nelle poche zone, prevalentemente a sud ove la copertura risulta argilloso limosa il valore è pari a 2.

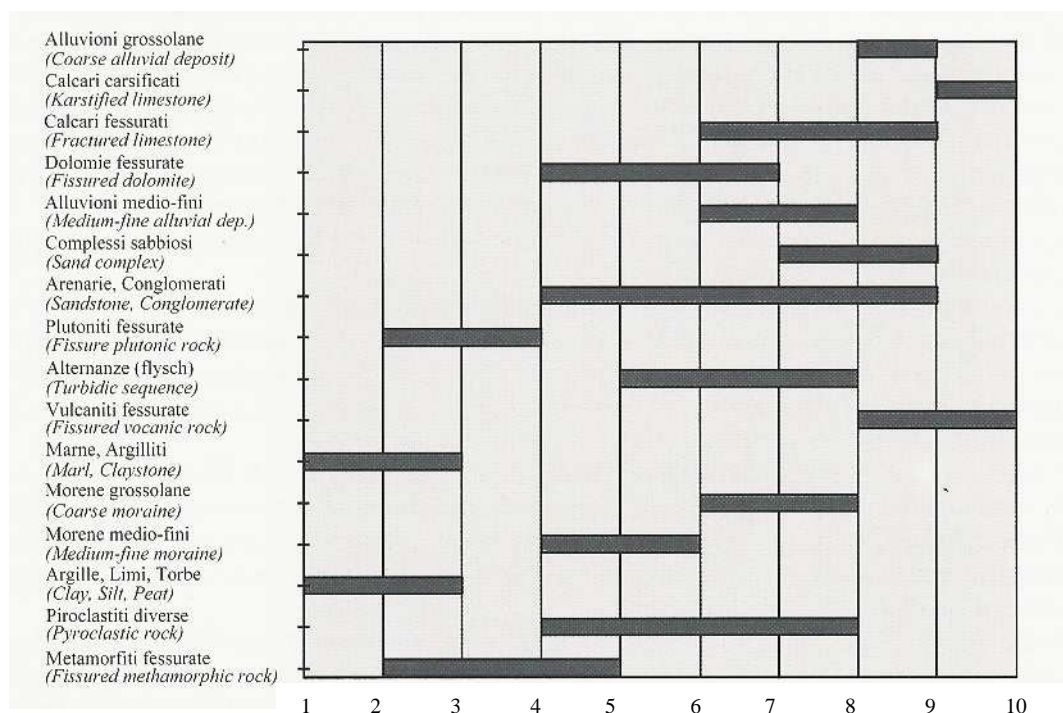


Tipologia di suolo e relativi punteggi (da Civita 2000)

TIPOLOGIA DEL SUOLO	PUNTEGGIO
Argille limose -Argille limose sabbiose	2
Argille molto limose debolmente sabbiose	3
Franco limoso argilloso	3.5
Franco limoso	4
Franco sabbioso limoso	5
Franco sabbioso	6.5
Ghiaie sabbiose molto argillose	7
Ghiaie argillose molto sabbiose debolmente limose	7
Ghiaie grossolane abbondanti argillose sabbiose debolmente limose	8
Ghiaie grossolane abbondanti sabbiose debolmente argillose	9.5
Sottile o assente	10

7.4.6 Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (A)

La zona di saturazione all'interno di uno specifico complesso idrogeologico è detta acquifero. L'inquinante idroveicolato che dopo essere passato attraverso la copertura e l'insaturo arrivi alla falda vi si mescola e in base alle caratteristiche idrogeologiche di questa subisce alcuni processi quali: la dispersione, la diluizione, l'assorbimento, la reattività chimica nel mezzo. Nell'area ad ovest della linea delle risorgive è stato descritto un complesso idrogeologico costituito prevalentemente da alluvioni sabbiose con abbondante scheletro ghiaioso. Il punteggio Sintacs relativo risulta essere quello corrispondente ad un acquifero costituito da alluvioni grossolane con presenza abbondante di sabbie (vedi tabella seguente). Il valore corrispondente assegnato è di 8.5. nelle rimanenti aree si ritrovano acquiferi costituiti da materiali più fini con corrispondente valore compreso tra 6 e 8.



COMPLESSO IDROGEOLOGICO	PUNTEGGIO RELATIVO
Complesso superficiale di falde A	8
Acquiferi superficiali in ghiaia AF	8
Acquiferi artesiani in ghiaia AA	8

7.4.7 Conducibilità idraulica dell'acquifero (C)

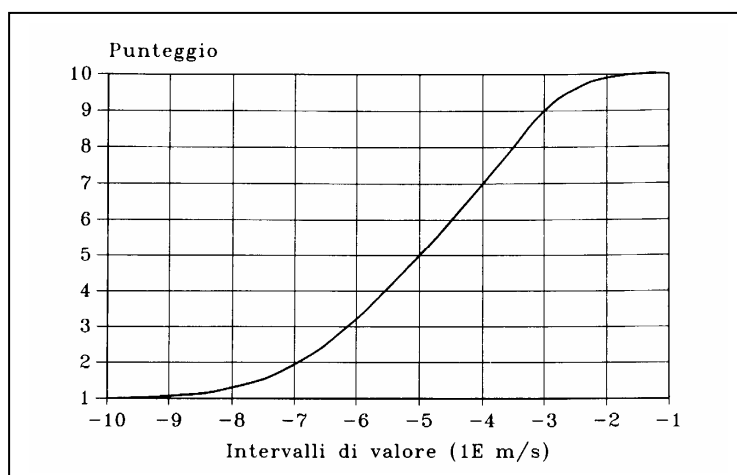
Tutti i terreni sono materiali permeabili costituiti da uno scheletro solido e da pori attraverso i quali l'acqua è in grado di "scorrere" con maggiore o minore velocità a seconda delle caratteristiche del terreno stesso. L'acqua riempie totalmente o in parte i vuoti del terreno; si definisce superficie freatica il luogo dei punti in cui la pressione dell'acqua è uguale a quella atmosferica o pressione di riferimento ($u = 0$). Nello studio dei moti di filtrazione un ruolo importante spetta al coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica K . Se si osservano i valori riportati in tabella si può notare come questo parametro influenzi in modo assai rilevante il comportamento dei terreni. Si possono, infatti, individuare due gruppi: terreni a grana grossa e terreni a grana fine. I primi (ghiaia e sabbie), avendo elevata permeabilità, si comportano come un sistema aperto cioè i vuoti interstiziali sono fra loro connessi a formare una serie di venature attraverso le quali l'acqua può circolare sotto l'azione della gravità. Questi terreni presentano quindi una bassa resistenza nel farsi attraversare dal fluido, sono in altre parole molto permeabili. I secondi (limi e argille) al contrario, si comportano come un sistema chiuso all'interno del quale l'acqua "scorre" con maggiore difficoltà; questi terreni sono cioè poco permeabili.

Tipo terreno	K(m/s)
Ghiaia pulita.....	$10^{-2} \div 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia.....	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine.....	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo.....	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla omogenea.....	$< 10^{-9}$

Il moto di un liquido reale può essere laminare o turbolento. Nel caso di moto laminare la velocità di flusso attraverso un mezzo poroso è legata al gradiente idraulico tramite la legge di Darcy (1856):

$v = Ki$, dove K è la conducibilità idraulica. Sono stati presi in considerazione i principali tipi litologici degli acquiferi presenti nel territorio studiato, poiché la permeabilità orizzontale dipende in maggior parte dalla velocità dell'acqua nello strato più permeabile.

Nell'area di studio sono state riscontrate Unità a sabbia e ghiaia con presenza di matrice fine a media conducibilità idraulica ($10^{-3} \div 10^{-5}$ m/s). per cui si giudica il terreno a buona permeabilità. Tale permeabilità condiziona notevolmente la tutela delle acque sotterranee in tale zona, che pertanto risultano essere vulnerabili a qualsiasi agente inquinate. Il valore assegnato è pari a 9. Nelle aree dove si riscontrano prevalentemente limi argillosi e argille limose il punteggio di vulnerabilità si abbassa a 5-6.

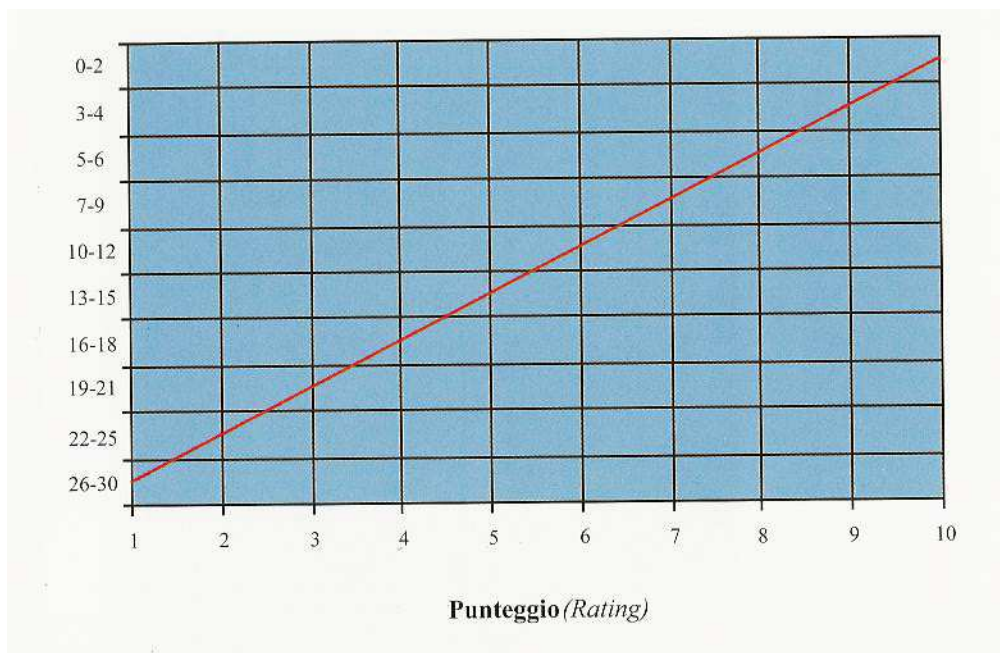


COMPLESSO IDROGEOLOGICO	PUNTEGGIO RELATIVO
Alluvioni Medio Grossolane	6
Alluvioni Medio Fini	3

7.4.8 Pendenza della superficie topografica (S)

Minore è la pendenza del terreno, maggiore è la possibilità di ristagni in superficie di acqua ed inquinanti con aumentata probabilità d'infiltrazione verso l'acquifero; inoltre, una bassa pendenza determina una maggiore infiltrazione efficace ed un minore ruscellamento. Studiando l'andamento delle isoipse è evidente come tutto il territorio comunale abbia una pendenza inferiore a 1 %, si

attribuisce in tal modo il valore 9 al parametro pendenza. I punteggi della pendenza sono stati derivati dal metodo SINTACS come da tabella seguente.



Acclività e relativi punteggi (in ordinata le classi di pendenza in percentuale) (da Civita 2000)

Sono 5 le classi rappresentate nell'area studiata:

CLASSI	PUNTEGGIO
Fra 0% e 2%	9.5
Fra 2% e 3%	9
Fra 3% e 10%	8
Fra 10% e 20%	6
Maggiore di 20%	2

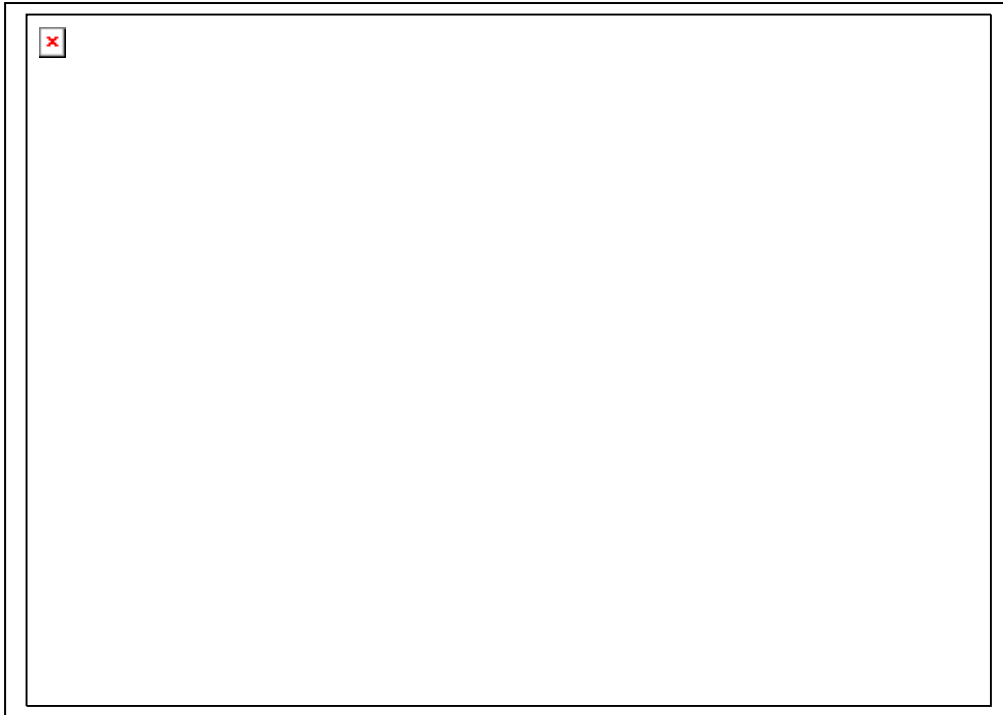
7.5 Valutazione dell'indice di vulnerabilità

L'indice complessivo di vulnerabilità I_v per ciascun poligono è dato dalla seguente:

$$I_v = \sum_{i=1-7} p_i$$

dove p_i è il punteggio di ogni *i*esimo fattore.

L'indice di vulnerabilità, calcolato come sopra, rientra in una scala di valori teorici, compresi fra un minimo di 7 ad un massimo di 70 (poi normalizzato da 25 a 100), che l'indice potrebbe assumere in tutte le possibili situazioni idrogeologiche, comprese anche quelle non rientranti nell'area oggetto di studio. Questa scala è stata suddivisa, in 5 intervalli di ampiezza non uguale; ad ogni intervallo corrisponde un grado di vulnerabilità, da elevatissimo a basso.



Sintesi dei parametri SINTACS, per ogni area considera

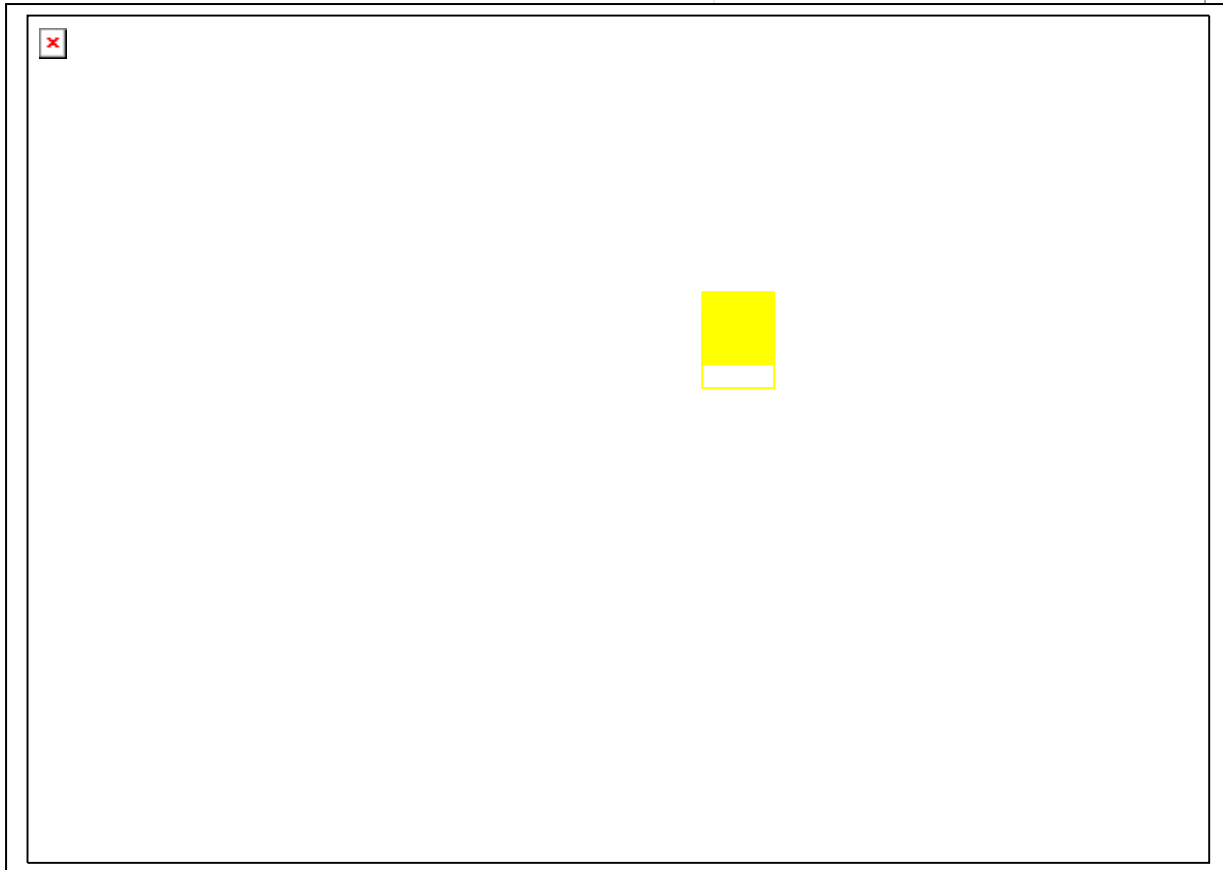
Fattori del Sintacs	AREA											
	1	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Soggiacenza	2	4	3	5	8	8	6	3	3	5	5	8
Infiltrazione	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Non saturo	8	8	8	2	2	2	6	6	2	2	2	2
Tipologia copertura	7	7	3	6	6	3	7	7	4	4	4	4
Acquifero	7	8	8	6	6	6	7	7	6	6	6	6
Conducibilità	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Acclività	6	9	9	8	9	9	9	8	8	9	8	8
TOTALE	57	66	59	54	60	56	66	60	49	53	51	56

Tabella: sommatoria valori pesati dei parametri SINTACS per ogni area considerata. La somma finale è stata riferita a un intervallo 0-100 per migliorarne la leggibilità

AREA	SINTACS PESATO	Sommatoria pesata e riferita a un intervallo 0-100
1	54.9	78
2	60.3	86
3	46	65
4	46	65
5	44.5	63
6	44.1	63
7	58.6	84
8	44.4	63
9	45.5	65
10	45.4	65
11	44.4	63
12	49.9	71
13	49.9	71
14	55.9	80
15	53.9	77
16	52.5	75
17	53.1	75

grado di vulnerabilità intrinseca (Vi)	intervallo di punteggio
B = bassa	25-35
M = media	36-49
A = alta	50- 69
E = elevata	70-79
Ee = elevatissima	80-100

La carta della vulnerabilità intrinseca (Vi)



grado di vulnerabilità intrinseca (Vi)	intervallo di punteggio
B = bassa	25-35
M = media	36-49
A = alta	50- 69
E = elevata	70-79
Ee = elevatissima	80-100



7.6 Conclusioni

Il capoluogo e il territorio comunale a est sono definibili a vulnerabilità intrinseca alta. Si tratta cioè di zone caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a granulometria prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria con strati di alterazione superficiale di scarsa potenza. La morfologia è pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei. La falda di tipo freatico si trova a profondità di 10-20 metri dal piano campagna

Le aree lungo il Tione sono quella a massima vulnerabilità (elevata) assieme alle aree di cava (elevatissima o elevata).

Le aree collinari sono invece a vulnerabilità bassa, presentando caratteristiche simili alle precedenti ad eccezione della soggiacenza maggiore. Le aree infracollinari del territorio comunale a prevalenza litologica limosa superficiale presentano una vulnerabilità alta o media per via della soggiacenza spesso inferiore ai dieci metri per la presenza di falde locali.

8 ZONAZIONE GEOLOGICO TECNICA - CARTA DELLA COMPATIBILITÀ AI FINI EDIFICATORI

La “Carta delle penalità ai fini edificatori” rappresenta il documento di sintesi delle analisi geomorfologiche, geolitologiche e idrogeologiche eseguite, ed esprime le attitudini delle diverse zone del territorio comunale in termini di idoneità dei terreni interessati rispetto agli interventi che il Piano propone. A tal fine la classificazione proposta segue quella fondata su indici relativi di qualità caratteristiche geotecniche/geomeccaniche, esondabilità dei corsi d’acqua e soggiacenza della falda.

8.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Nel territorio comunale di Sommacampagna si è quindi potuto verificare la presenza di differenti substrati con le seguenti caratteristiche geotecniche, desunte dalle prove geotecniche reperite:

COMMITTENTE :	Custoza	SONDAGGIO N° :	1		
LOCALITA' :	Sommacampagna	TIPO SONDA :	Carotaggio continuo		
IMPRESA ESECUTRICE :		PERFORAZ :			
DATA :	novembre-02	QUOTA p. c. :			
N° Strati	5	Scala	1		
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	Angolo di attrito interno (ϕ°)
Strato n°1	0,00	1,50	Riperto costituito da limi sabbiosi con frammenti di laterizi	R	
Strato n°2	1,50	2,50	Sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, abbastanza addensate, di color ocra	SL	29°
Strato n°3	2,50	6,00	Materiale morenico costituito da sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, fortemente addensate, di colore ocra	SL	35°
Strato n°4	6,00	8,10	Sabbie limose con ghiaia e ghiaietto scarsamente addensate	SL	29°
Strato n°5	8,10	10,00	Limi sabbiosi con ghiaia e ghiaietto, scarsamente addensati, colore grigio	LS	29°

LOCALITA' :	Caselle di Sommacampagna	SONDAGGIO N° :	1		
COMUNE :	Sommacampagna	TIPO SONDA :	carotaggio continuo		
IMPRESA ESECUTRICE :		PERFORAZ :			
DATA :	gennaio-05	QUOTA p. c. :	80 m		
N° Strati	6				
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	Livello Falda (mt.) Angolo di attrito interno Φ°
Strato n°1	0,00	0,30	Terreno eluviale argilloso-ciottoloso rossastro	V	assente
Strato n°2	0,30	4,60	Ghiaie sabbiose ben addensate con abbondanti ciottoli, a grani smussati e ben assortite	GH	35
Strato n°3	4,60	9,60	Ghiaie sabbiose con strati paraconglomeratici	GS	37
Strato n°4	9,60	19,60	Ghiaia sabbiose in cui diminuisce la frazione ciottolosa e diviene più abbondante la matrice limosa con struttura paraconglomeratica più evidente	GH	31
Strato n°5	19,60	20,40	Ghiaie sciolte	GH	32
Strato n°6	20,40	25,00	Ghiaie sabbiose con poca frazione limosa	GH	32

Riassumendo si possono individuare alcune aree omogenee per caratteristiche geotecniche:

Area di riferimento	Litologia	Angolo di attrito interno θ	C_U (Kg/cm ²)	Peso di volume γ (t/m ³)	Peso di volume saturo	Coefficient e di permeabilità
Area pianeggiante centrale e orientale	Ciottoli in abbondante matrice ghiaioso sabbiosa	35-38°	0	1.9-1.95	2.2	1*10 ⁻³
Area pianeggiante centrale e orientale	Ghiaia con sabbia	31-35°	0	1.9-1.95	2.2	1*10 ⁻³
Aree vallette inframoreniche	Limo argilloso	29°-31°	0.5-1	1.85-1.90	2.1	1*10 ⁻⁵
Aree vallette inframoreniche	Argille limose	26°	0.2-0.5	2.0	2.1	1*10 ⁻⁶

8.2 Carta della Compatibilità Geologica

La Carta delle Fragilità, deve riportare, secondo gli atti di indirizzo della L.R. 11/2004, le già note suddivisioni della penaltà ai fini edificatori e le indicazioni delle aree soggette a dissesto idrogeologico nei suoi vari componenti.

Per una più opportuna caratterizzazione degli aspetti geologici contenuti in questo documento e per una migliore “vestibilità” anche dal punto di vista informatico, è stata proposta e sperimentata una nuova legenda relativa alle informazioni geologiche contenute nella stessa carta.

Una prima modifica si riferisce alla sostituzione delle “Penaltà ai fini edificatori” con la “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” suddividendo il territorio comunale in tre sole zone caratterizzate da: Aree idonee, Aree idonee a condizione e Aree non idonee.

Per quanto riguarda le “Aree idonee a condizione” è necessario che nella relazione illustrativa siano specificate, zona per zona, le problematiche secondo le quali l’idoneità geologica è stata giudicata “a condizione” e che siano indicate, in linea di massima, le soluzioni e gli interventi occorrenti per raggiungere “l’idoneità”.

Un’altra modifica è relativa alla introduzione della perimetrazione di aree interessate da fenomeni geologici, idrogeologici ed idraulici tali da condizionare l’utilizzazione urbanistica del territorio considerato:

- area di frana riferita alle frane attive, quiescenti o, comunque, rimobilizzabili;
- area esondabile o a ristagno idrico;
- area soggetta ad erosione su pendii e scarpate fluviali o di altra origine di altezza significativa, soggette ad erosione, arretramento o luoghi di possibile amplificazione sismica;
- area soggetta a caduta massi con delimitazione della zona di possibile massima espansione del fenomeno;
- area di conoide soggetta a possibili fenomeni di debris-flow (colate detritiche a rapida evoluzione);
- area soggetta a sprofondamento carsico con presenza di doline, inghiottitoi e possibili sprofondamenti per
- crolli di cavità sotterranee;
- area di risorgiva, relative a singoli fenomeni o insieme o fascia.

La “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” rappresenta il documento di sintesi delle analisi geomorfologiche, geolitologiche e idrogeologiche eseguite, ed esprime le attitudini delle diverse



Studio di Geologia Ambientale

zone del territorio comunale in termini di idoneità dei terreni interessati rispetto agli interventi che il Piano propone. A tal fine la classificazione proposta segue quella fondata su indici relativi di qualità dei terreni con riferimento alle possibili problematiche relative a compressibilità dei terreni, caratteristiche geotecniche/geomeccaniche, esondabilità dei corsi d'acqua e soggiacenza della falda.

Nel territorio comunale di Sommacampagna si sono individuati i tre seguenti tipi di terreni (vedi figura riportata di seguito):

TERRENO IDONEO (colore verde)

In questa classe sono comprese buona parte delle colline moreniche. Tali aree sono costituite da depositi morenici grossolani con caratteristiche geotecniche da buone a ottime, elevata permeabilità e capacità di drenaggio e con falda profonda. I terreni rientranti in questa categoria vi sono limiti all'edificabilità solo per edifici particolari (medio drenaggio con falda medio-profonda; buone caratteristiche geomeccaniche; remota possibilità di dissesto geologico-idraulico).

TERRENO IDONEO CON PRESCRIZIONI (differenti retinature gialle)

I terreni compresi in questa zonazione sono la maggior parte del territorio comunale: l'edificabilità è possibile ma richiede indagini geognostiche specifiche.

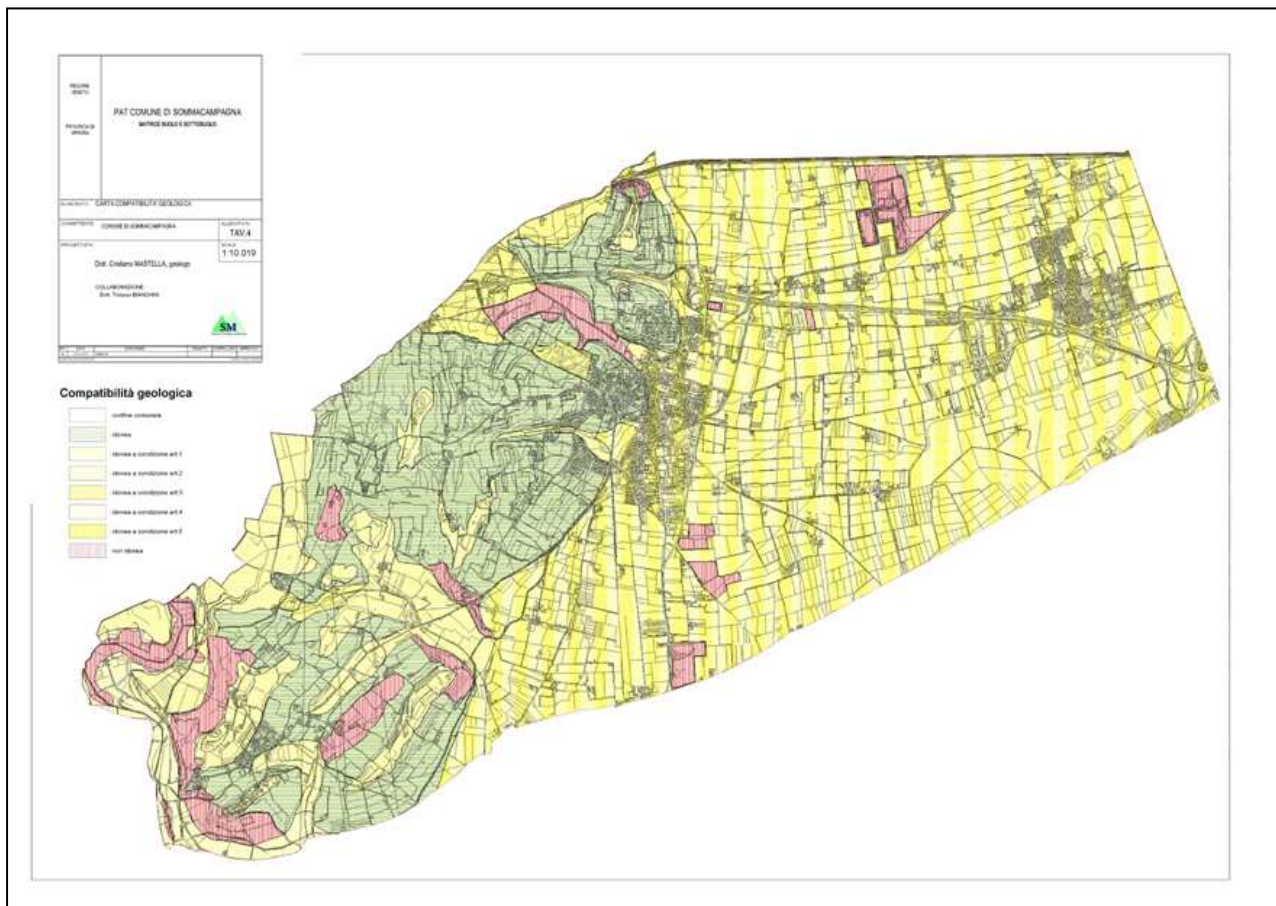
Le prescrizioni sono dovute alle seguenti problematiche riscontrate:

1. aree a difficoltà di drenaggio;
2. possibili problematiche di erosione dei pendii morenici;
3. remote possibilità di esondazioni;
4. vulnerabilità intrinseca della falda elevata;
5. caratteristiche geomeccaniche mediocri e localmente anche variabili;
6. presenza contemporanea di alcune di queste criticità.

Ricadono in questa classe anche tutte le aree di pianura che pur costituite da alluvioni con caratteristiche geotecniche buone, elevata permeabilità e capacità di drenaggio, hanno falda freatica e pertanto sono soggette a criteri di attenzione per quanto riguarda la vulnerabilità intrinseca. Si riporta di seguito uno schema di massima relativo alle differenti tipologie di aree idonee a condizione con le possibili prescrizioni da porre in sede di Norme Tecniche d'Attuazione.

AREE IDONEE A CONDIZIONE	Tipologia di fragilità	Prescrizioni e vincoli
ART. 1	Possibili fenomeni erosivi	Relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato con la verifica di stabilità dei versanti e indicazione dei sistemi necessari per prevenire i dissesti potenziali o intervenire su dissesti in atto (DM. 11/03/1988).
ART. 2	Vulnerabilità media	<p>Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)</p> <p>Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.</p> <p>Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con relativo recapito in adeguati dispositivi di depurazione a manutenzione permanente</p>
	Possibile presenza di litologie fini di scarse caratteristiche geotecniche	Si deve prevedere all'interno della necessaria relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato (come previsto dal DM 11/03/1988), la valutazione delle tecnologie impiegate per realizzare gli interventi previsti senza pregiudizio per i fabbricati
ART. 3	Vulnerabilità alta	<p>Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)</p> <p>Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.</p> <p>Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con recapito in adeguati dispositivi di depurazione familiare a manutenzione permanente (DM 4/02/1977) e Piano di Tutela degli Acquiferi della Regione Veneto 2006</p>
	Difficoltà di drenaggio	<p>Realizzazione della rete delle acque bianche con un buon sistema di smaltimento mediante pozzi perdenti o bacini di dispersione</p> <p>Redazione di una valutazione geologico-idraulica sulla modalità di smaltimento delle acque meteoriche</p> <p>Eventuale riporto di terreni sciolti con uno spessore di circa 1 metro di buona permeabilità</p>
	Possibile presenza di litologie fini di scarse caratteristiche geotecniche	Si deve prevedere all'interno della necessaria relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato (come previsto dal DM 11/03/1988), la valutazione delle tecnologie impiegate per realizzare gli interventi previsti senza pregiudizio per i fabbricati
	Falda a profondità minima di circa 3 metri da P.C.	Realizzazione previa verifica firmata da tecnico abilitato della soggiacenza della falda e progettazione con idonei sistemi per l'impermeabilizzazione dell'edificio
ART. 4	Possibile presenza di litologie fini di scarse caratteristiche geotecniche	Si deve prevedere all'interno della necessaria relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato (come previsto dal DM 11/03/1988), la valutazione delle tecnologie impiegate per realizzare gli interventi previsti senza pregiudizio per i fabbricati
	Remota possibilità di esondazione	<p>Valutazione sulle opere edilizie di progetto relativamente alla impostazione della quota del fabbricato, e all'impiego di tecnologie</p> <p>Eventuale riporto di terreni sciolti di buona permeabilità in rilevato con un tirante minimo di circa 1 metro</p> <p>Redazione della Compatibilità idraulica che indichi i sistemi il contenimento delle piene, come ad esempio: le superfici pavimentate dovranno essere realizzate con pavimentazioni che permettano il drenaggio dell'acqua e l'inerbimento, la realizzazione di invasi, ecc.</p>
	Vulnerabilità	Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)

	elevata	<p>Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.</p> <p>Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con recapito in adeguati dispositivi di depurazione familiare a manutenzione permanente (DM 4/02/1977) e Piano di Tutela degli Acquiferi della Regione Veneto 2006</p>
ART. 5	Vulnerabilità alta	<p>Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)</p> <p>Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.</p> <p>Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con recapito in adeguati dispositivi di depurazione familiare a manutenzione permanente (DM 4/02/1977) e Piano di Tutela degli Acquiferi della Regione Veneto 2006</p>



Carta della Compatibilità Geologica del territorio comunale di Sommacampagna

TERRENO NON IDONEO (colore rosso)

Le aree che ricadono in questa classe sono:

- un'area posta al confine sud del territorio comunale,



Studio di Geologia Ambientale

- l'area lungo il Fiume Tione a rischio esondazione;
- le aree di cava;
- alcune aree a difficoltà di drenaggio
- alcune aree a rischio erosione.

L'edificabilità è preclusa (drenaggio molto difficoltoso e frequenti condizioni di saturazione del terreno; caratteristiche geomeccaniche scadenti; possibilità di esondazioni; dissesto geologico-idraulico limitato; Vulnerabilità elevata).

8.3 *Normativa per le invarianti di natura geologica*

Il P.AT. tutela i cordoni morenici e i terrazzi fluviali principali come riferimenti percettivi del paesaggio, elementi figurativi caratterizzanti lo skyline e punti privilegiati per l'osservazione del territorio circostante.

Rilievo morenico

In tali aree non sono ammessi:

- nuovi interventi edilizi come definiti all'art. 3 del D.P.R. 380/2001, fatti salvi quelli sull'esistente di cui al comma 1, lett. a), b), c), d) con esclusione di demolizioni e ricostruzioni e/o variazioni di sedime. (...)
- la realizzazione di discariche e depositi;
- l'installazione di impianti elettrici e di comunicazione elettronica;
- la realizzazione di reti tecnologiche e reti aeree ed impianti puntuali.

Terrazzi fluviali

Prescrizioni per una distanza di almeno m. 30 dalla scarpata di terrazzo fluviale, misurata in proiezione orizzontale, è vietata:

- nuovi interventi edilizi come definiti all'art. 3 del D.P.R. 380/2001, fatti salvi quelli sull'esistente di cui al comma 1, lett. a), b), c), d) con esclusione di demolizioni e ricostruzioni e/o variazioni di sedime. (...)
- la realizzazione di discariche e depositi;
- l'installazione di impianti elettrici e di comunicazione elettronica;
- la realizzazione di reti tecnologiche e reti aeree ed impianti puntuali.

Prescrizioni

Le modificazioni del terreno connesse con la coltura dei fondi rustici non devono snaturare le conformazioni orografiche attuali, pertanto sono consentiti i seguenti interventi di miglioramento fondiario, purché non modifichino gli attuali equilibri di carattere geologico dei versanti e non alterino i deflussi delle acque meteoriche:

- le operazioni di aratura e di dissodatura del suolo strettamente necessarie all'attività agricola, che non comportano lo spostamento di terreno da un sito all'altro;
- la posa a dimora e la sostituzione di piante da coltivazione.

Non sono comunque consentite le sistemazioni a ritocchino.

8.4 *Classificazione sismica del sito*

In merito alla nuova normativa sismica Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e n°3316 del 02/10/2003 in cui vengono recepiti gli eurocodici EC7 +EC8 previsti dalla Direttiva Europea 89/106, e si integrerà al D.M. 11/03/88 e al D.M. 16/01/1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

Il territorio del comune di Sommacampagna è stato inserito nella nuova classificazione in zona 3 con $a_g=0.15g$. L'accelerazione orizzontale è quindi compresa tra 0.05-0.15 g .

I fattori che concorrono alla definizione del Rischio Sismico sono: la pericolosità di base, la pericolosità locale oltre alla vulnerabilità degli edifici e del sistema urbano.

La pericolosità sismica di base è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito ed è legato alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, alla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito.

La pericolosità sismica locale, che analizziamo in questo lavoro, e la misura dello scuotimento al sito che in relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, morfometriche e geotecniche locali può differire dallo scuotimento di base; in occasione di eventi sismici si sono verificati effetti, su edifici di caratteristiche analoghe, molto diversificati anche a distanze di poche decine di metri. Gli elementi che influiscono nella variazione della risposta sismica locale producendo effetti localmente differenziati (effetti locali) sono: la topografia, la litologia dei terreni, la morfologia sepolta, il contatto tra litotipi differenti, il comportamento anelastico dei suoli, la liquefazione, la risonanza dei terreni, le faglie e fagliazioni.

Perciò la definizione di pericolosità locale comporta:

- l'acquisizione di informazioni relative agli effetti locali dei terremoti storici;
- la conoscenza delle condizioni locali (dati topografici, dati territoriali, faglie e discontinuità, classi di litotipi, dati sismostratigrafici e geotecnici).

La normativa vigente prevede di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore “S” di amplificazione, mediante la determinazione delle “Vs” (onde di taglio). Le metodologie previste dalle “Norme Tecniche per le costruzioni” per la determinazione delle “Vs” sono le seguenti:

- misure dirette in sito;
- correlazioni “Nspt” e “Cu”.

La derivazione delle “Vs” (onde di taglio) dal parametro “Nspt” risulta molto fuorviante, perché:

- non è possibile eseguire prove SPT su tutti i tipi di terreno;
- i valori di “Vs” ottenuti, tramite questa correlazione, si discostano spesso in modo eccessivo dai valori misurati in sito (anche del 200%).

Per quanto riguarda il parametro “Cu”, questo è un parametro geotecnico legato alla resistenza al taglio del materiale in condizioni non drenate e quindi è fortemente condizionato dal contenuto d'acqua del materiale; inoltre dipende dalle condizioni in cui viene effettuata la prova e può essere ricavato solo in terreni coesivi.

E' per questo motivo che ad esempio la Regione Toscana (tra le più avanzate in materia di Rischio Sismico), sia nell'ambito di caratterizzazione dei terreni in ambito urbano che in siti ove sono costruite o si costruiranno edifici strategici o rilevanti, procede all'acquisizione diretta delle "Vs" (onde di taglio) ed esclude l'utilizzazione di altre misure, non ritenendole tecnicamente appropriate.

Vista la mancanza di microzonazione sismica nel territorio e di direttive da parte della Regione Veneto, constatato che le metodologie disponibili in questo settore non sono sufficientemente consolidate e univocamente accettate, si ritiene, in attesa di precisi protocolli da parte degli Enti competenti, di stabilire un proprio metodo d'indagine in modo da poter acquisire strumenti utili e comuni per pervenire a una futura microzonazione sismica. In attesa di nuove disposizioni in materia di microzonazione sismica, e vista la mancanza attuale di finanziamenti ai Comuni per svolgere tali lavori, si è ritenuto di utilizzare le singole indagini di dettaglio eseguite secondo un protocollo comune" e di estrapolare- in una fase successiva questi risultati in altre aree adiacenti sulla base della corrispondenza litologico-tecnica- geologica, geomorfologica, idrogeologica e geofisica. I dati acquisiti dalle indagini di dettaglio- saranno elaborati e codificati da un tecnico esperto almeno annualmente in modo da costituire una banca dati facilmente consultabile.

Gli elementi e i parametri necessari per la definizione del modello di analisi di amplificazione sono:

- la conoscenza della geologia sepolta (spessori delle unità litologico-tecniche andamento dei relativi contatti);
- la definizione della velocità delle onde di taglio "Vs";
- la determinazione del coefficiente di Poisson, della curva di decadimento del Modulo di Taglio (G/Go) e dell'incremento dello smorzamento al crescere della deformazione.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, il sottosuolo del sito sarà da classificare in relazione alla tipologia del terreno come riportato nella tabella seguente:

TIPO	DESCRIZIONE TERRENO	V _{S30} (m/s)	N _{spt}	C _u kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale	>800		
B	Depositi sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da graduale miglioramento proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi sabbie o ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da decine a centinaia di ml	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, spessori 5-20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs30>800 m/s	Idem C-D		
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso >10 metri di argille/limi di bassa consistenza, con elevato I _p (>40) e contenuto d'acqua	<100		10-20
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argillee sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei terreni precedenti			

Il soil factor S è il seguente:

Tipo di sottosuolo	A	B	C	D	E
S	1	1.2	1.15	1.35	1.4



Studio di Geologia Ambientale

L'effetto locale sulle azioni sismiche viene considerato introducendo il cosiddetto coefficiente di fondazione e che incrementa le azioni sismiche del 30% per il solo caso di depositi alluvionali di spessore compreso tra 5-20 metri, sovrastanti terreni coesivi o litoidi caratterizzati da proprietà meccaniche superiori.

I depositi alluvionali amplificano sempre l'effetto sismico indipendentemente dalle caratteristiche del moto che li attraversa.

Il contributo degli strati più deformabili (caratterizzati da velocità più basse) condiziona sensibilmente la velocità equivalente v_{c30} dei primi 30 metri di sottosuolo a partire dal piano di posa delle fondazioni del manufatto.

L'EC8 suggerisce di utilizzare 2 tipi di spettro in funzione della Magnitudo M_s delle onde superficiali dei terremoti attesi:

TIPO 1 per $M_s > 5.5$

TIPO 2 per $M_s < 5.5$

Lo spettro di risposta elastico orizzontale si ricava dai seguenti parametri:

S= soil factor T_B = estremo dell'intervallo del periodo della funzione spettrale

T_C = estremo dell'intervallo del periodo della funzione spettrale

T_D = periodo a partire dal quale la funzione spettrale produce uno spostamento

Ai soli fini sismici, qualora l'indagine sia eseguita in conformità al decreto 14.09.2005 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", si suggerisce di adottare la seguente metodologia di lavoro, in fase di valutazione per il recepimento dal parte della Regione Veneto:

1) per costruzioni in cui si prevedono affollamenti significativi (es. teatri, cinema, alberghi, ecc.), funzioni pubbliche o strategiche, sociali essenziali, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, industrie con attività pericolose per l'ambiente, centri commerciali, grandi magazzini e mercati coperti con superficie superiore o uguale a 5.000 mq, qualsiasi edificio di altezza superiore ai dieci metri alla linea di gronda, accordi di programma e strumenti urbanistici attuativi come da L.R.11/2004 (piani di lottizzazione e particolareggiati, piani per l'edilizia economica e popolare, piano delle aree da destinare a insediamenti produttivi, piani di recupero, piani ambientali, programmi integrati) si dovrà procedere a :

- redazione di un'apposita cartografia (scala minima 1:5.000) geologica, geomorfologica, idrogeologica di un'area convenientemente estesa, che metta in evidenza i fenomeni di instabilità dei pendii (frane attive, quiescenti, potenzialmente franose o esposte a rischio di frana), la morfologia che può causare amplificazioni topografiche (es. scarpate con pareti subverticali, bordo di cave, di discariche, nicchie di distacco, orlo di terrazzo, zone di cresta rocciosa e/o cocuzzoli appuntiti-arrotondati con pendenze maggiori a dieci gradi), le caratteristiche litologiche, l'ubicazione delle prove in sito, la profondità della falda" le risorgive, le sorgenti e i pozzi, le superfici di discontinuità (faglie, sovrascorimenti, ecc.). Inoltre dovranno essere allegate, ove necessarie perché significative, delle sezioni litostratigrafiche.
- Indagini in sito: dovrà essere realizzato almeno un sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni e prove SPT, ed eventualmente prove penetrometriche statiche e/o dinamiche. La caratterizzazione geofisica dei terreni, con l'acquisizione diretta delle onde di taglio " V_s ", potrà essere eseguita con i seguenti metodi: Down-Hole, Cross-Hole, Cono



sismico; potranno essere utilizzate inoltre a supporto dei metodi geofisici puntuali sopracitati, altre metodologie riconosciute dalla comunità scientifica (esempio MASW, ecc.), importanti sono anche le misurazioni con velocimetri e accelerometri del rumore di fondo (microtremori di origine naturali e/o artificiali, o eventi sismici di magnitudo variabile).

- Relazione tecnica ed elaborazione dati: deve essere verificata la liquefacibilità dei terreni e l'addensamento dei materiali granulari attraverso una valutazione quantitativa facendo riferimento alle prove in sito, dovranno essere allegati diagrammi di misura delle onde di taglio "Vs", dovrà essere valutata la risposta sismica locale tramite metodi di calcolo monodimensionali e/o bidimensionali (quello ad elementi finiti è ottimale nel caso di sezioni che presentino alle due estremità la chiusura dei depositi sul bedrock, mentre quello ad elementi di contorno è in grado di modellare situazioni con morfologia complessa esempio scarpate, creste, dorsali, ecc.) e/o tridimensionali. Per un corretto uso dei metodi di calcolo è necessario acquisire i parametri geotecnici dinamici con prelievo di campioni e prove di laboratorio e/o , nel caso ci sia la corrispondenza geologico-tecnica dei materiali, è sufficiente allegare dati di letteratura, provenienti da specifiche prove di laboratorio. (v. es. file Regione Lombardia, ecc.).

2) Per le situazioni diverse dal punto 1. È necessario procedere a:

- redazione di un'apposita cartografia (scala minima 1:5.000) geologica, geomorfologica, idrogeologica di un'area convenientemente estesa, che metta in evidenza i fenomeni di instabilità dei pendii (frane attive, quiescenti, potenzialmente franose o esposte a rischio di frana), la morfologia che può causare amplificazioni topografiche (es. scarpate con pareti subverticali, bordo di cave, di discariche, nicchie di distacco, orlo di terrazzi, zone di cresta rocciosa e/o cocuzzoli appuntiti-arrotondati con pendenze maggiori a dieci gradi), le caratteristiche litologiche, l'ubicazione delle prove in sito, la profondità della falda le risorgive, le sorgenti e i pozzi, le superfici di discontinuità (faglie, sovrascorrimenti, ecc.). Inoltre dovranno essere allegate, ove necessarie perché significative, delle sezioni litostratigrafiche.

La categoria di suolo potrà essere determinata come previsto dal decreto 14.09.2005-“Norme tecniche per le costruzioni” : “la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio "Vs" ovvero sul numero medio di colpi N_{spt} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media "cu". Si potranno utilizzare valori provenienti da misure dirette puntuali delle onde di taglio "Vs" eseguite in un sito anche diverso da quello investigato, purché i litotipi siano compatibili dal punto di vista "geotecnico-geofisico" a quelli riscontrati nell'area in studio. Sono accettabili anche misure dirette delle onde di taglio "Vs" acquisite con metodi geofisici di superficie e riconosciuti dalla comunità scientifica (es. MASW, ReMi, ecc.). L'amplificazione topografica potrà essere determinata come previsto dall'Eurocodice 8 e/o da altra documentazione riconosciuta dalla comunità scientifica (es. "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia ..." - 2006). La liquefacibilità e l'addensamento dei terreni dovranno essere valutati attraverso prove in sito.

Qualora non si applichi la nuova normativa, decreto 14.09.2005 "Norme tecniche per le costruzioni", si potrà omettere la valutazione delle onde sismiche di taglio "V",

In ogni caso per gli edifici di cui allegato A e B del D.G.R 28.11.2003 n.3645 si dovrà seguire quanto previsto al precedente punto 1.

Oltre alle prescrizioni di carattere sismico sopraesposte. per la realizzazioni di costruzioni. si dovranno rispettare le prescrizioni. in rapporto alle categorie dei terreni precedentemente indicate.

9 BIBLIOGRAFIA

AMMINISTRAZIONE DELLA PROVINCIA DI VERONA - ASSESSORATO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, 1996. *Piano Territoriale Provinciale (L. 8 giugno 1990 n. 142 - L.R. 27 giugno 1985 n. 61)*.

ANTONELLI R., 1989 - *Stato delle conoscenze sui rapporti tra il fiume Adige e le falde idriche dell'alta pianura veronese*. Nuove prospettive di ricerca. Atti del Conv. "Il fiume Adige", pp. 123-133, Verona.

ANTONELLI R., STEFANINI S., 1982 - *Nuovi contributi idrogeologici ed idrochimici sugli acquiferi dell'alta pianura veronese*. Mem. Sc. Geol., v. 35, pp. 35-67, Padova.

BERETTA G.P., CIVITA M., FRANCANI V., MURATORI A., PAGOTTO A., VERGA G., ZAVATTI A., ZUPPI G.M., 1988 - *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R., pubbl. 75., 277 pp., GEO-GRAPH ed., Milano.

CASTELLI GUIDI C., 1987 "Geotecnica e tecnica delle Fondazioni" . Ulrico Hoepli Editore

CIVITA M. 1990 - *Legenda unificata per le carte della vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollutio vulnerability Maps*. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, 1 (Append.), Pitagora Edit., Bologna, 13 pp.

CIVITA M., 1990 - *La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all' inquinamento*. Proc. "1° Conv. Naz. Protez. e gestione Acque sotterr.: metodol., tecnol. e obiettivi", v.3, Marano s. P. (Modena).

CIVITA M., 1994 - *Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all' inquinamento: Teoria e pratica*. 325 pp., Pitagora ed., Bologna.

DAL PRA' A., ANTONELLI R., 1977 - *Ricerche idrogeologiche e litostratigrafiche nell'alta pianura alluvionale del fiume Adige*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 34 (5), pp. 107-123, Roma.

DAL PRA' A., DE ROSSI P. (con la collaborazione di FURLAN F. E SILIOTTI A.), 1989 - *Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige*. Dip. Geol. Univ. Padova.

DAL PRA' A., DE ROSSI P., FURLAN F., SILIOTTI A., ZANGHERI P. (1991) - *Il regime delle acque sotterranee nell'alta pianura veronese*. Mem. Sc. Geol., v. 43, pp. 155-183, Padova.



- DAL PRÀ A., DE ROSSI P., LESO M., SALOTTI A., 1994 “*Carta Idrogeologica dell’Alta Pianura Veronese Occidentale*” Dip. Geol. Univ. Padova.
- DAL PRÀ A., DE ROSSI, SALOTTI, SOTTANI A., 1992 “*Carta idrogeologica dell’Alta Pianura Veronese*”. . Dip. Geol. Univ. Padova.
- DE ZANCHE V., SORBINI L., SPAGNA V., 1977 - *Geologia del territorio del comune di Verona*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 1, 52 pp., Verona.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA, 1981 - *Contributi tematici per la conoscenza della idrogeologia padana*. Quad. Ist. di Ric. sulle Acque, v. 51, (II), 70 pp., Roma.
- MALCEVSCHI S., 1991 - *Qualità ed impatto ambientale*. ETASLIBRI, Milano.
- MARCOLONGO B., PRETTO L., 1987 - *Vulnerabilità degli acquiferi nell’alta pianura a Nord di Vicenza*. CNR Padova.
- NICOLIS E., 1884 - *Idrografia sotterranea nell’alta pianura veronese*. Op. in 8°, 56 pp., Verona.
- NICOLIS E., 1890 - *Nuova contribuzione alla conoscenza della costituzione della bassa pianura veronese e della relativa idrologia sotterranea*. Boll. Soc. Geol. Ital. v. 9 (1), pp. 50-55, Roma.
- NICOLIS E., 1898 - *Sugli antichi corsi del fiume Adige. Contribuzione allo conoscenza della costituzione della pianura veneta*. Boll. Soc. Geol. It., v. 17 (1), pp. 7-75, Roma.
- SORBINI L. (a cura di), 1993 - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 4, 150 pp., Verona.
- ZAMPIERI D., ZORZIN R., 1993 - *Carta geologica dei Lessini centro-occidentali tra la Valpantena e la Val d’Illasi*. In: SORBINI L. (a cura di), 1993 - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 4, 150 pp., Verona.



Studio di Geologia Ambientale

COMUNE DI SOMMACAMPAGNA



MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO: RELAZIONE GEOLOGICA AL PAT

a cura di

Dott. Cristiano Mastella, geologo

Collaborazione del dott. Tomaso Bianchini



Corrubio di S. Pietro in Cariano, martedì 29 aprile 2008

STUDIO MASTELLA : Geologia, Ambiente, Fitodepurazione, Sviluppo sostenibile

via Dell'Acqua, 8
37020 San Pietro in Cariano (VR)

www.studiomastella.com
info@studiomastella.com

Tel/Fax +39 045 6850199
Cell +39 333 4325864

1	PREMESSA	1-4
2	MODALITA' D'INDAGINE	2-4
3	CENNI DI NORMATIVA	3-4
4	ELABORATI	4-5
5	GEOMORFOLOGIA – CARTA GEOMORFOLOGICA	5-7
5.1	Area di pianura	5-7
5.2	Area collinare	5-9
6	GEOLOGIA – CARTA GEOLITOLOGICA	6-15
6.1	Cenni di tettonica	6-15
6.2	Geologia generale	6-15
6.3	Geologia del territorio comunale di Sommacampagna	6-16
7	IDROGEOLOGIA – CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DELLE FALDE	7-25
7.1	Idrografia.....	7-25
7.2	Inquadramento Idrogeologico generale.....	7-25
7.3	Idrogeologia nel territorio comunale di Sommacampagna.....	7-26
7.3.1	<i>Idrogeologia del sistema morenico</i>	7-26
7.3.2	<i>Idrogeologia della pianura alluvionale</i>	7-29
7.4	Vulnerabilità degli acquiferi	7-30
7.4.1	<i>I fattori di vulnerabilità</i>	7-31
7.4.2	<i>Soggiacenza della falda (S)</i>	7-31
7.4.3	<i>Infiltrazione efficace (I)</i>	7-33
7.4.4	<i>Effetto di autodepurazione del Non saturo (N)</i>	7-34
7.4.5	<i>Tipologia di copertura del suolo (T)</i>	7-36
7.4.6	<i>Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (A)</i>	7-37
7.4.7	<i>Conducibilità idraulica dell'acquifero (C)</i>	7-38
7.4.8	<i>Pendenza della superficie topografica (S)</i>	7-39
7.5	Valutazione dell'indice di vulnerabilità	7-40
7.6	Conclusioni	7-44
8	ZONAZIONE GEOLOGICO TECNICA - CARTA DELLA COMPATIBILITÀ AI FINI EDIFICATORI	8-45



Studio di Geologia Ambientale

8.1	Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.....	8-45
8.2	Carta della Compatibilità Geologica.....	8-46
8.3	Classificazione sismica del sito	8-52
9	BIBLIOGRAFIA.....	9-56



1 PREMESSA

La presente indagine completa il quadro conoscitivo nella matrice suolo e sottosuolo del comune di Sommacampagna.

2 MODALITA' D'INDAGINE

Lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- Indagine di campagna per l'individuazione delle caratteristiche geologiche-morfologiche dell'area in oggetto;
- Campagna freaticometrica per acquisire dati sulla profondità delle falde acquifere presenti;
- Ricerca bibliografica di studi pregressi nella zona, analisi critica;
- Analisi dei terreni e definizione dei principali parametri geotecnici;
- Stesura della presente relazione tecnica.

3 CENNI DI NORMATIVA

Recentemente la Regione Veneto si è dotata di una nuova normativa con la L.R. n°11 del 23 aprile 2004 "Norme per il governo del territorio". Tra gli articolati di questa nuova legge urbanistica sono interessanti le indicazioni relative agli aspetti di ordine geologico. Il Piano di Assetto del Territorio (PAT) che rappresenta la disposizione strutturale del Piano Regolatore Generale, delinea, infatti, le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio comunale individuando tra l'altro "invarianti" di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale e quant'altro in materia.

Anche nei contenuti degli strumenti di pianificazione sia a livello inferiore (Piani Urbanistici Attuativi) sia quelli a livello superiore (Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale) sono individuate specifiche verifiche di compatibilità geologica, geomorfologica ed idrogeologica. Secondo la normativa in questione il PAT deve comprendere un "quadro conoscitivo" a sua volta formato: da una Relazione Tecnica che espone gli esiti delle analisi e delle verifiche territoriali, dalle Norme Tecniche che definiscono le direttive, le prescrizioni ed i vincoli, da una serie di elaborati cartografici e da una Banca Dati contenente tutte le informazioni del quadro conoscitivo. Senza entrare in ulteriori dettagli della legge ma facendo in riferimento agli Atti di Indirizzo di cui all'art. 50 della stessa normativa, si evidenzia che la serie cartografica sopra citata, realizzata alla scala 1:10.000, deve essere costituita da una Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale, da una Carta delle Invarianti, da una Carta delle Fragilità e da una Carta delle Trasformabilità.

Nella prima, **Carta dei Vincoli**, sono stati introdotti il concetto di vincolo sismico derivante dalla nuova classificazione sismica di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 e quello delle aree a rischio riferite al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della competente Autorità di Bacino, oltre che altre componenti come cave, discariche, etc. con le relative fasce di rispetto.

La cosiddetta **Carta delle Invarianti**, diversamente da come proposta dai citati Atti di Indirizzo, deve comprendere l'individuazione dei "geositi" identificati secondo la definizione di Wimbledon et alii, 1966: "*località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico o*



Studio di Geologia Ambientale

geomorfologico per la conservazione”. Deve, inoltre, comprendere le invarianti di natura geologica, intese come elementi che per motivi diversi non devono essere interessati da piani di intervento e distinti in cartografia come aree, linee o simboli relativi a quegli aspetti geologici che determinano l’invariante stessa.

La terza carta **Carta delle Fragilità**, deve riportare, secondo gli atti di indirizzo della L.R. 11/2004, le già note suddivisioni della penality ai fini edificatori e le indicazioni delle aree soggette a dissesto idrogeologico nei suoi vari componenti. Per una più opportuna caratterizzazione degli aspetti geologici contenuti in questo documento e per una migliore “vestibilità” anche dal punto di vista informatico, è stata proposta e sperimentata con successo una nuova legenda relativa alle informazioni geologiche contenute nella stessa carta.

Le modifiche si riferiscono alla sostituzione delle “Penality ai fini edificatori” con la “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” suddividendo il territorio comunale in tre sole zone caratterizzate da: Aree idonee, Aree idonee a condizione e Aree non idonee, ed alla introduzione della perimetrazione di aree interessate da fenomeni geologici, idrogeologici ed idraulici tali da condizionare l’utilizzazione urbanistica del territorio considerato. Tutte queste voci di legenda dovranno necessariamente contenere il riferimento ad uno specifico articolo delle norme tecniche.

La **Carta delle Trasformabilità** costituisce già un passo successivo come tavola di progetto. In ogni modo la nuova legge garantisce la possibilità che i contenuti del quadro conoscitivo possano essere restituiti graficamente nelle consuete tavole di analisi (Carta geomorfologica, Carta geolitologica e Carta idrogeologica) attraverso il loro inserimento nella banca dati. Pertanto, per gli aspetti geologici si dovrà ancora fare riferimento al documento “Grafie Unificate per gli strumenti urbanistici comunali” di cui alla citata D.G.R. n° 615/1996 con le modifiche, sopra evidenziate, relative alla Carta delle penality edificatorie. Per quanto riguarda, infine, la Carta geomorfologica, è stata introdotta l’ipotesi di riconoscimento delle sole forme responsabili di aspetti penalizzanti o dotati di grado di pericolosità degli insediamenti o delle infrastrutture.

4 ELABORATI

Sono state elaborate cinque tavole relative alla geolitologia, geomorfologia, idrogeologia, vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sotterranei e alla compatibilità geologica ai fini urbanistici. Gli elaborati sono presentati alla scala 1:10000 stampabile su foglio A0. Tutta la cartografia è stata realizzata con software GIS (*ArcMap 9*) e tutti i relativi shape files sono resi disponibili per la successiva elaborazione delle:

- *Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale;*
- *Carta delle Invarianti;*
- *Carta delle Fragilità;*
- *Carta delle Trasformabilità.*

Elaborati Cartografici:

TAVOLA	scala	Tavola
Geomorfologica	1:10000	TAV 1
Geolitologica	1:10000	TAV 2
Idrogeologica	1:10000	TAV 3
Vulnerabilità degli acquiferi	1:10000	TAV 4



Compatibilità geologica	1:10000	TAV 5
------------------------------------	---------	-------

Tabella 4.1 tavole di analisi



5 GEOMORFOLOGIA – CARTA GEOMORFOLOGICA

La zona di pertinenza geografica del comune di Sommacampagna è quella dell'Alta Pianura Veronese Occidentale (o Alto Agro Veronese) a nord-est del Fiume Mincio e ad ovest del Fiume Adige. Il territorio indagato è per circa i due terzi pianeggiante e per il restante collinare.

L'area dove sono presenti i rilievi fa parte dell'estremità sud-orientale dell'anfiteatro morenico del Garda. Tutto il territorio è rappresentato dal punto di vista litologico da depositi incoerenti trasportati e depositati dalle lingue glaciali del ghiacciaio dell'Adige e del Garda e dai numerosi fiumi che con grandi portate d'acqua solcavano le piane proglaciali durante l'Era Quaternaria.

5.1 Area di pianura

La parte pianeggiante si trova a quote variabili tra circa 90 e 65 metri sul livello medio del mare: si passa da aree d'alta pianura, poste ai piedi delle colline moreniche, ad aree più ribassate verso est. Si tratta di un vasto terrazzo formatosi su materiali incoerenti depositi per opera sia degli scaricatori fluvio-glaciali, che trasportavano materiale sciolto asportato dalle cerchie moreniche durante le fasi di ritiro dei ghiacciai, sia per opera del grande conoide dell'Adige che con l'apice posto nei pressi della chiusa di Ceraino caratterizza tutta l'Alta Pianura Veronese. Tale materasso alluvionale è stato successivamente inciso a nord, nel comune di Bussolengo e Pescantina, dall'attuale percorso del Fiume Adige e a sud in parte minore dal Fiume Tione. La pendenza della parte pianeggiante del territorio comunale di Sommacampagna, passando da nord-ovest a sud-est, presenta un gradiente variabile di 4-8%. Il paesaggio è in alcuni punti lievemente ondulato.

Quali elementi morfologici caratterizzanti la parte di pianura vi sono alcuni gradini o terrazzi fluviali presenti nell'estremità occidentale del territorio comunale lungo il Fiume Tione. Tali terrazzi rimangono dell'ordine massimo di dieci metri e rappresentano il processo di incisione attuato dal Fiume Tione nei depositi fluvio-glaciali più recenti. In qualche area l'incisione ha riguardato anche i depositi ghiaioso-sabbiosi più coerenti delle cerchie moreniche. Dall'analisi delle ortofoto si sono individuati alcuni paleoalvei di modeste estensioni ubicati nella parte centrale del territorio comunale.

Esistono poi alcuni elementi morfologici di origine antropica quali cave, discariche, argini e rilevati stradali che hanno modificato la morfologia originaria della parte pianeggiante e pedecollinare. Tali aree hanno subito importanti modificazioni tali da imporre una particolare attenzione alla matrice suolo e acque sotterranee. Parte del territorio comunale ricade nelle aree favorevoli alla coltivazione di materiale di gruppo A. (Piano cave Regione Veneto – PRAC Veneto 2002)

In particolare si hanno due cave particolarmente ampie ancora in attività: Ceolara e Casetta (vedi schede allegate sotto).

Vi sono altre cave estinte: Ceriani, Cava SEV, Residori, e alcune cave usate durante la costruzione dell'autostrada, cava Pantina, cava in località Accademia, (cava di via Bussolengo e cava in località Ca' Verde). La cava Ceriani aveva raggiunto una profondità tale da far emergere la falda freatica. La cava di via Bussolengo viene utilizzata come vasca di raccolta acque di raffreddamento proveniente da magazzino di prodotti caseari. Quella in via Accademia è stata riempita e utilizzata come fondo agricolo. Una parte della Cava Residori è stata utilizzata come discarica e un'altra parte imbonita con materiale da riporto.

MATERIALE
GRUPPO DI MATERIALI
DATI DI LOCALIZZAZIONE
Codice Provincia
 Comune
 Denominazione

DATI AMMINISTRATIVI
 Ditta

	Numero	Data	Scadenza
Autorizzazione originaria	6841	04/08/1998	29/07/2003
Ampliamenti			

DATI DIMENSIONALI E TECNICI

Superficie totale	m ²	60.533
Volume autorizzato	m ³	72.800
Volume residuo al 31/12/02	m ³	306.000

 Escavazione in falda
 Sistemazione autorizzata
Presenza di impianti
 - di lavorazione di inerti
 - di riciclaggio
Presenza di vincoli
 - idrogeologico
 - paesaggistico (ex Galasso)
 - paesaggistico (ex 490/99)

MATERIALE
GRUPPO DI MATERIALI
DATI DI LOCALIZZAZIONE
Codice Provincia
 Comune
 Denominazione

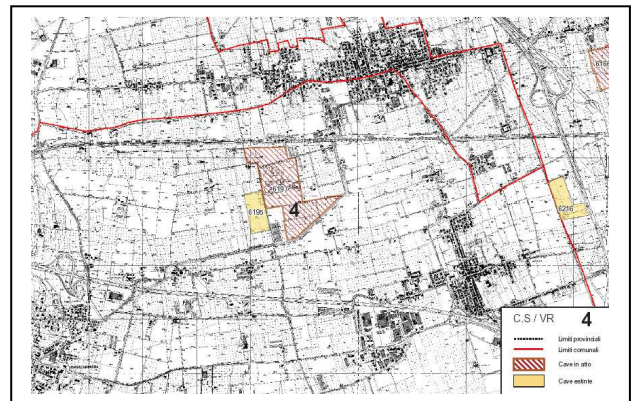
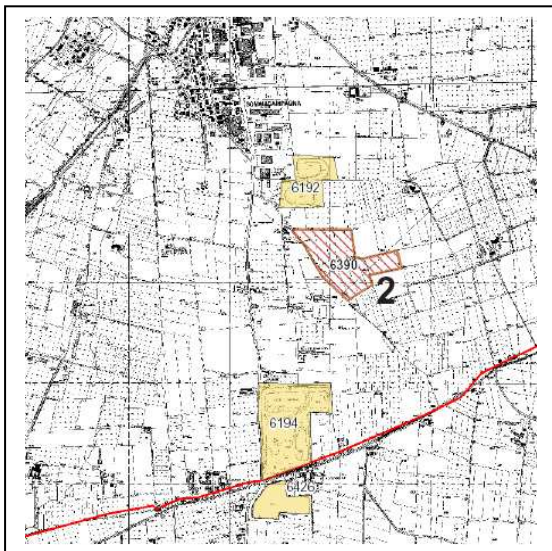
DATI AMMINISTRATIVI
 Ditta

	Numero	Data	Scadenza
Autorizzazione originaria	4404	09/12/1997	15/01/2003
Ampliamenti			
	3254	13/10/2000	15/01/2003
	4186	19/07/1990	
	9002	28/12/1988	

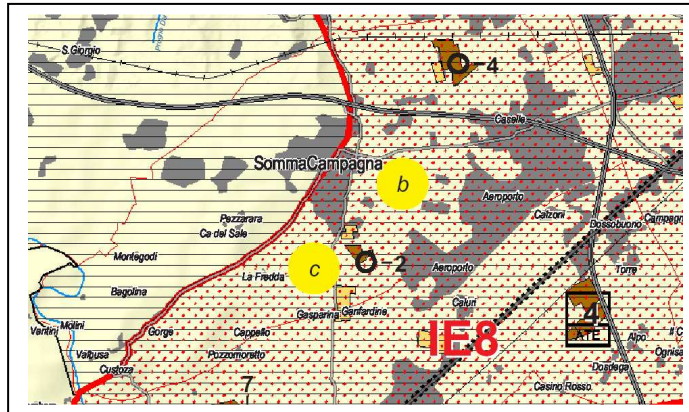
DATI DIMENSIONALI E TECNICI

Superficie totale	m ²	229.817
Volume autorizzato	m ³	1.678.000
Volume residuo al 31/12/02	m ³	2.031.000

 Escavazione in falda
 Sistemazione autorizzata
Presenza di impianti
 - di lavorazione di inerti
 - di riciclaggio
Presenza di vincoli
 - idrogeologico
 - paesaggistico (ex Galasso)
 - paesaggistico (ex 490/99)



Cave Ceolara e Casetta. Scheda tecnica e ubicazione (da PRAC Veneto 2002)



Estratto degli insiemi estrattivi da PRAC Veneto 2002

5.2 Area collinare

Gli elementi geomorfologici più evidenti nella zona collinare del territorio comunale sono rappresentati dalla grande cerchia morenica gardense e dalle piccole valli intramoreniche poste al suo interno. Le cerchie moreniche si spingono fino all'interno della parte orientale del territorio comunale e sono formate da una serie di creste allungate e di dossi isolati da vallecole e selle che rendono il paesaggio quanto mai vario. I cordoni morenici, di quota massima pari a 170 m.s.l.m. (Ossario di Custoza) mantengono all'incirca un lineamento nord-est sud-ovest piuttosto regolare soprattutto nella porzione più meridionale della cerchia morenica.

Le linee di cresta maggiori sono poste nell'area dell'abitato di Custoza. L'edificazione di questo apparato morenico è legata alla storia evolutiva del sistema glaciale atestino e gardense nel Quaternario, che si è articolata in cinque fasi glaciali pluristadiali, corrispondenti ad altrettante avanzate della fronte glaciale. Partendo dalla più antica alla più recente si hanno: Donau, Gunz, Mindel, Riss, Wurm.

Donau	Gunz	Mindel	Riss	Wurm
1400-1200 mila anni fa	1150-900 mila anni fa	780-680 mila anni fa	350-220 mila anni fa	150-20 mila anni fa

Le glaciazioni Quaternarie sono state interessate da numerose oscillazioni termiche minori che hanno causato un'alternanza di progressioni e di regressioni del fronte glaciale. Nel territorio qui studiato sono presenti solamente i depositi della fase Rissiana e della fase Rissiana Antica (rispettivamente Riss 2, Riss 1). I depositi allineati secondo cerchie aventi convessità rivolta verso la pianura sono stati rimodellati e parzialmente smantellati a più riprese durante i periodi



Studio di Geologia Ambientale

interglaciali da imponenti scaricatori glaciali che corrispondevano approssimativamente agli attuali percorsi dei maggiori fiumi (Adige, Tione, Mincio), asportando materiale sciolto per poi trasportarlo verso sud dove depositato da luogo ai vastissimi terrazzi degradanti verso le zone di media pianura. Anche i più modesti scaricatori delle cerchie rissiane interne contribuirono a modificare la morfologia dell'anfiteatro morenico.

L'ultima fase glaciale wurmiana, di minore intensità rispetto alle precedenti, edificò le cerchie moreniche più interne mentre gli scaricatori fluvioglaciali wurmiani originarono i terrazzi più bassi incassati lungo i meandri dei suddetti fiumi. Data la loro natura litologica i cordoni morenici sono stati ampiamente modellati dall'azione degli agenti atmosferici, creando crinali arrotondati a volte con sommità subpianeggianti e versanti più o meno acclivi in base all'azione esogena differenziata. La presenza di matrice fine limoso-sabbiosa nei depositi morenici favorisce e accelera i processi di denudazione dei suoli. Siamo talora in presenza di aree a rapida evoluzione geodinamica. Tali processi possono essere distinti in:

- Processi di denudazione;
- Processi fluviali;
- Processi che favoriscono l'accumulo e il ristagno di acque meteoriche;

L'azione erosiva dei versanti si attua tramite il dilavamento diffuso e fenomeni di ruscellamento concentrato. I processi in questo caso sono favoriti come detto da litologia di ghiaie in abbondante matrice sabbiosa-limosa e da versanti con valori dell'angolo di inclinazione compresi tra 11° e 35°. Sono state individuate in particolare tre aree di denudazione a sud-ovest di Custoza, ad ovest di Montericco e a nord di Monte Molino. Si tratta di scarpate che presentano una scarsa copertura vegetazionale anche se attualmente in alcuni casi risultano risistemate dall'intervento umano.

Altri fenomeni di denudazione di minore intensità possono procedere lungo i versanti più acclivi e su quelli modificati dall'intervento antropico per la formazione di strade, terrapieni, canali. Le aree a ristagno d'acqua sono causati dalla concomitanza di particolari condizioni.

Aree	Cause				
	tipologia di suolo	topografia depressa dell'area	drenaggio difficoltoso	sifonamento dagli argini	possibile esondazione
zona di emergenza della falda freatica a ovest di Pellizzara	X	X	X		
ovest di Monte Molino	X	X	X		
area posta lungo il Rio Ferriadon	X		X		X
fascia fiancheggia il Fiume Tione				X	X
zone paludose a sud-est di Gorgo	X		X		



Scolo a margine stradale nei pressi del Rio Ferriadon dopo un evento particolarmente piovoso.



Raccordo tra due aree a difficoltà di drenaggio. Zona immediatamente a ovest di Monte Molino.

La limitata pendenza di alcune aree ha favorito e favorisce il contemporaneo ristagno d'acqua e l'origine di aree paludose dove i resti vegetali si possono trasformare in torba. I processi fluviali attualmente attivi si limitano a sporadici fenomeni di erosione laterale lungo il Fiume Tione.

In caso di eventi eccezionali di piena, alcune zone lungo il Fiume Tione possono essere esondate nella zona di Marogna Lunga, Casa Mulino Vecchio e Casa Vittoria in quanto a quote di solo 1-2 metri superiori al livello del fiume. Tale fascia si estende mediamente per una distanza di circa 100 metri dall'asta fluviale.

I terrazzi fluviali formati durante al pluviale wurmiano dallo scaricatore glaciale posto lungo l'attuale alveo del Fiume Tione si presentano di scarsa larghezza e allungati lungo il margine delle colline moreniche. Essi hanno altezze variabili di 5-12 metri.



Area caratterizzata dall'alveo del Fiume Tione. Si possono notare i meandri intramorenici e la disposizione degli appezzamenti agricoli che seguono l'andamento curvilineo dell'asta fluviale.



Fiume Tione nei pressi del ponte tra Valbusa e Marmaor



Terrazzo fluviale del Fiume Tione ad ovest di località Valbusa

Per quanto riguarda la legenda della “Carta geomorfologica” è stata utilizzata, con gli adeguamenti necessari alle esigenze della scala di rilevamento, quella predisposta dal Servizio Geologico Nazionale per la Carta Geomorfológica d’Italia alla scala 1: 50.000.

Tale legenda riprende i criteri per il rilevamento delle unità geomorfologiche per la rappresentazione delle forme e dei processi geomorfologici, mediante apposita simbologia adattata alle tipologie geomorfologiche presenti nel territorio comunale. Particolare risalto è stato dato agli elementi da ritenere essenziali per una valutazione dell’idoneità dei terreni ai fini pianificatori, tuttavia senza trascurare di rappresentare anche quelle forme di emergenze geomorfologiche che consentono di fornire una migliore e corretta caratterizzazione del paesaggio.

Gli elementi morfologici cartografati sono pertanto i seguenti:

Forme fluviali, fluvioglaciali

ORLO DI SCARPATA DI EROSIONE FLUVIALE

ORLO DI SCARPATA DI DENUDAZIONE

FORME DI DILAVAMENTO CONCENTRATE

TRACCIA DI SCARICATORE FLUVIOGLACIALE ESTINTO



Studio di Geologia Ambientale

**PALEOALVEI CON DIREZIONE PREVALENTE N.O. – S.E.
CONO ALLUVIONALE**

Idrologia di superficie

FIUME TIONE

AREA A DEFLUSSO DIFFICOLTOSO

IDROGRAFIA MINORE

CANALI ARTIFICIALI

VASCHE O SERBATOI

AFFIORAMENTO SUPERFICIE FREATICA (LAGHI DI CAVA)

Forme glaciali

CORDONE MORENICO

CRESTE MORENICHE

Forme artificiali

CAVA ATTIVA

CAVA ABBANDONATA/DISMESSA

DISCARICA

Le grafie utilizzate sono le “Grafie Geologiche per la Pianificazione Territoriale” D.G.R.V. 615/96



6 GEOLOGIA – CARTA GEOLITOLOGICA

6.1 Cenni di tettonica

Il territorio in esame risulta inserito in una pubblicazione della "Carta Neotettonica d'Italia" del C.N.R. (1980). Gli autori prendono in considerazione il periodo di tempo che comprende gli ultimi 5.2 milioni di anni e lo suddividono in tre distinti intervalli. Nel primo periodo, con riferimento ai movimenti areali si evidenzia come dal Pliocene inferiore a tutto il Pleistocene medio (da 5.2. a 0.7 milioni di anni rispetto al periodo attuale) il movimento di lenta subsidenza (che ha interessato tutta l'area) non sia stato compensato dalla sedimentazione.

Durante il Pleistocene superiore avviene invece un'inversione di tendenza che determina il colmamento del bacino subsidente. A Bovolone, tuttavia, sono stati riscontrati 350-400 m di Quaternario Continentale che testimoniano una continuità di subsidenza. Nel secondo intervallo considerato (periodo di tempo compreso fra 700 mila e 18 mila anni rispetto all'attuale) e' presente in tutta l'area della pianura veronese un generale movimento di abbassamento, che risulta maggiormente accentuato nella zona compresa tra la bassa pianura veronese e il corso del Po. Nell'ultimo intervallo di tempo (da 18000 anni all'attuale) i movimenti areali nell'area risultano maggiormente differenziati. Continua il maggiore abbassamento nella zona della bassa pianura veronese e mantovana, come testimonia la presenza di vaste aree palustri.

Un'altra area di abbassamento differenziale più accentuato e' localizzata ad Albaredo d'Adige, lungo il corso del Fiume. Avviene inoltre un approfondimento del letto dei Tartaro e del Menago che determinano vari terrazzamenti nell'alta e media pianura veronese. In questo intervallo di tempo vi sono variazioni delle linee idrografiche principali, databili a un periodo precedente l'eta' del ferro (1° millennio A.C.). Esse passano dalla direzione generale NW-SE alla direttrice NNW-SSE. La quantificazione dei movimenti recenti rivela un abbassamento di 1.5 mm/anno nell'alta pianura veronese, durante il periodo 1897/1957 (Arca e Berretta, 1985).

6.2 Geologia generale

La zona in studio si localizza nel grande conoide dell'Adige, che è stato depositato dal fiume in milioni di anni a seguito del trasporto dei sedimenti fluvioglaciali trasportati dal corso d'acqua stesso. Il conoide è costituito da due lembi, separati dal solco nel quale scorre il fiume, che risultano terrazzati rispetto al piano di divagazione. Sulla superficie del conoide sono stati individuati alvei talora abbandonati, altre volte sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che ospitano. Tali alvei costituiscono un'estesa rete di canali intrecciati.

Dal punto di vista morfologico il conoide è più elevato con terrazzi rispetto ai sedimenti del piano di divagazione dell'Adige. Esso è costituito da depositi alluvionali di natura prevalentemente ghiaiosa. La pianura veronese è costituita in gran parte dal conoide alluvionale deposto dal fiume Adige dal suo sbocco dalle Prealpi, presso Volargne. Ad esso, nella sua parte più occidentale, è saldata una serie di piane fluvioglaciali costruite dai fiumi che in quella porzione di territorio drenavano le acque di fusione del ghiacciaio del Garda (Tartaro, Mincio, ed altri minori). Le quote del conoide variano dai 12 m sul livello del mare delle Valli Grandi veronesi, ai 65 m della città di Verona, sino ai circa 110 m presso Volargne. A partire dallo sbocco della sua vallata alpina, l'Adige



ha deposto nel tempo materiali via più fini procedendo verso S-E; le ghiaie con sabbie giungono sino a Raldon e Buttapietra, cedendo poi il campo alle sabbie, che passano a limi e talora ad argille verso Roverchiara, Sanguinetto e Legnago.

Si hanno limi anche nell'attuale piana alluvionale scavata dal fiume nel conoide antico immediatamente a S-E di Verona (piana di Zevio, dove il letto dell'Adige si fa pensile). Giacimenti di torba profondi anche 10-15 metri hanno invece colmato i grandiosi e antichi alvei fluviali che oggi ospitano i fiumi di risorgiva Tione, Tartaro, Piganzo e Menago. Nel sottosuolo del conoide s'individuano invece alternanze di strati di argille, ghiaie e sabbie, a testimonianza del mutare del regime di trasporto del fiume durante le varie epoche climatiche.

6.3 Geologia del territorio comunale di Sommacampagna

Il territorio si può suddividere in due zone distinte per processo di formazione che ne influenza l'aspetto morfologico: l'area collinare e quella pianeggiante. Nella parte pianeggiante il sottosuolo è costituito interamente da materiali sciolti, di prevalente natura ghiaiosa in matrice sabbiosa, sabbiosa limosa o limo-argillosa, depositi dalle divagazioni dei fiumi Mincio, Adige e Tione e dagli apporti degli scaricatori glaciali della piana proglaciale prospiciente l'apparato gardesano e delle piane intramoreniche.

Il substrato roccioso si ritrova a profondità notevoli: secondo Antonelli & Stefanini (1982) la potenza di questi depositi è sconosciuta, e in ogni modo superiore ai 150 metri; l'unico dato certo profondo disponibile è fornito dal Pozzo Villafranca 1 dell'AGIP ubicato a quota 60 m.s.l.m. a circa 2,5 km a sud-est di Sommacampagna in cui lo spessore dei depositi continentali raggiunge i 380 metri. Dal punto di vista stratigrafico il sottosuolo della parte pianeggiante è costituito da un potente materasso alluvionale indifferenziato appartenente al fluvio-glaciale Riss II, di estensione areale maggiore rispetto alla zona d'interesse comunale, con caratteristiche stratigrafiche abbastanza uniformi e una buona continuità. Si tratta di depositi sciolti bene addensati e assortiti, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli e modesta presenza di materiale fine.

Esistono talvolta strati anche metrici di conglomerato ma discontinui su tutta l'area (vedi stratigrafie). Rari sono i livelli argillosi di spessore modesto, discontinui e di forma lenticolare. La composizione granulometrica delle alluvioni ghiaioso-sabbiose del Riss II è costituita in genere da una percentuale di ghiaia intorno al 50-60%, sabbia 10-20%, ciottoli 10-20% e matrice fine limoso-argillosa 5-10% (Dati ricavati dai sondaggi pregressi numero 10,12,14,15).

Le dimensioni dei ciottoli tendono a diminuire procedendo verso sud-est, mentre contemporaneamente diminuisce la frazione fine. Il dilavamento della frazione più fine dovrebbe essere stato causato dall'azione degli scaricatori fluvio-glaciali prospicienti la cerchia morenica. Per quanto riguarda le litologie dei clasti delle ghiaie, si riconoscono calcari, dolomie, porfidi, graniti, basalti e scisti. Talvolta i ciottoli, se di forma allungata possiedono una disposizione parallela alla direzione di trasporto, evidenziando condizioni di trasporto fluviale. Le sabbie medie e fini hanno una prevalenza di quarzo, mentre le granulometrie più fini hanno una discreta percentuale siltosa. Una stratigrafia del pozzo comunale numero due (vedi stratigrafia a fine capitolo), ubicato appena fuori l'abitato di Sommacampagna in Via Cesarina, rileva la considerevole potenza e sostanziale omogeneità degli strati di ghiaie sabbiose presenti nel sottosuolo. Questa formazione è spesso coperta da un suolo (ferretto) limoso-argilloso di origine eluviale, di alterazione dei sedimenti sottostanti, di colore rossiccio di circa 40 centimetri che diminuisce di spessore verso sud-est. La caratteristica colorazione che contraddistingue tali aree dalle altre presenti nel territorio comunale aventi colorazioni tendenti al bruno chiaro o nocciola indicano che tali alluvioni hanno avuto un



Studio di Geologia Ambientale

certo periodo di stabilizzazione al contrario di quelle più volte rimaneggiate recentemente. La litologia dei rilievi collinari è costituita da ghiaie bianche con ciottoli frequenti, immerse in abbondante matrice limosa di età rissiana. L'aspetto di questi sedimenti è caotico, non esiste nessun tipo di stratificazione interna, vi si rinvengono spesso ciottoli di grosse dimensioni frammisti a clasti centimetrici, tutti immersi in abbondante matrice fine limoso-sabbiosa. La natura dei depositi morenici riflette i tipi litologici presenti nel bacino di alimentazione del ghiacciaio: calcari mesozoici bianchi e grigi, dolomie bianco rosate, porfidi atesini, graniti e basalti. I ciottoli si presentano per lo più arrotondati, per il lungo trasporto e raramente spigolosi. Talvolta si possono presentare striature ed essere levigati. In superficie le ghiaie sono ricoperte da uno strato discontinuo argilloso rossastro di alterazione. Esso è genericamente assente lungo le creste, è presente con uno spessore di circa 30 centimetri lungo i fianchi, mentre raggiunge lo spessore di oltre un metro in alcuni punti ai piedi dei rilievi maggiori.

All'interno di alcune vallecicole tra i cordoni morenici e lungo il margine collinare verso sud-est si ritrovano depositi fluvio-glaciali più antichi riconducibili al periodo fluvio-glaciali Riss I. I depositi non cementati presentano elementi con un certo grado arrotondamento. Questi depositi sono stati normalmente dilavati e sfumano nei depositi sciolti della piana riferibile al fluvio-glaciale Riss II. Si tratta di alternanze di strati di ghiaie e di sabbie limose che rispetto ai depositi circostanti risultano avere un maggior grado di organizzazione e una certa selezione granulometrica. La composizione granulometrica è data da un 20% di ghiaia grossa, da un 33% di ghiaia fine, 37 % da sabbie grosse e medie e dal 10% da sabbie fini.



Vi sono anche depositi di materiale più fino, in special modo in corrispondenza dell'alveo del fiume Tione e lungo gli antichi percorsi degli scaricatori fluvio-glaciali. Qui le acque fluviali assieme alle ghiaie, hanno depositato litotipi più fini quali sabbie e limi. Sono presenti inoltre strati di materiale organico (torbe) nelle aree subpianeggianti intramoreniche morfologicamente chiuse dalle cerchie collinari. Esistono aree a ritenzione idrica e di difficile drenaggio.



Alluvioni d'origine fluvio-glaciale ghiaioso sabbiosi, caratterizzate dalla copertura di circa 30-40 cm di suolo argilloso eluviale dal caratteristico colore bruno-rossiccio causato dall'alterazione dei sedimenti sottostanti. *Sezione tipo.*



Alluvioni di origine fluvio-glaciale caratterizzate da circa 30-40 cm di suolo argilloso eluviale dal caratteristico colore bruno-rossiccio causato dall'alterazione dei sedimenti sottostanti. *Vista dall'alto.*



La foto rappresenta un'area di cresta dove il suolo è dilavato mette in risalto la litologia dei depositi glaciali. Le cerchie moreniche sono costituite da ghiaie sabbiose bianche immerse in abbondante matrice limoso-sabbiosa di età rissiana.





Negli avvallamenti o nei cambi di pendio dei rilievi collinari si rinvencono accumuli di argille rossastre dovute all'alterazione dei depositi morenici.





Linee di cresta della cerchia morenica fotografate dall'Ossario di Custoza.

Di seguito sono riportate alcune stratigrafie più significative superficiali e profonde riportate nella Carta Geolitologica riconducibili ai sondaggi pregressi come da legenda. Alcune sono delle semplificazioni e riassumono la litologia ricavata da più indagini svolte in una stessa area.

sondaggio pregresso n°1

LOCALITA':				Custoza				SONDAGGIO N°:				4			
COMUNE:				Sommacampagna				TIPO SONDA:				trincea			
IMPRESA ESECUTRICE:								PERFORAZ:							
DATA:				novembre-00				QUOTA p. c.:				120 m			
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	rgd	livello_falda	ml.	Campione	S.P.T.				
	1,00				Terreno Vegetale bruno con ciottoli poligenici.										
1,00					Morenico con ciottoli poligenici (Max 20 cm) in scarsa matrice limosa chiara plastica e coesiva compatta, al di sotto di 2,1 m rammollita da venute idriche localizzate				23						
2,50															
3,50															

sondaggio pregresso n°2

COMMITTENTE:				Cimitero				SONDAGGIO N°:				2			
LOCALITA':				Sommacampagna				TIPO SONDA:				trincea			
IMPRESA ESECUTRICE:								PERFORAZ:				0			
DATA:				gennaio-03				QUOTA p. c.:				120 m			
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	rgd	livello_falda	ml.	Campione	S.P.T.				
	0,50				Terreno Vegetale di colore bruno										
0,50					Ghiaia in abbondante matrice limoso sabbiosa, localmente limoso argillosa, di colore grigio										
2,50															
3,00					Ghiaia in matrice limoso argillosa, con acqua.										
3,10															
3,10	0,10														

sondaggio progressivo n°5/a

COMMITTENTE :		Canove		SONDAGGIO N° :		1				
LOCALITA' :		Sommacampagna		TIPO SONDA :		trincea				
IMPRESA ESECUTRICE :		0		PERFORAZ. :		0				
DATA :		dicembre-99		QUOTA p. c. :		0				
Profondità	Spessore	Carotina	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	%carotaggio	regol	livello, guida	Campione	S.P.T.
0,20	0,20				Terreno Vegetale.					
1,50					Ghiaie e Sabbie limose ben addensate, ocra					
1,70					Sabbie e ghiaie pulite					
2,20	0,50				Ghiaie e sabbie in matrice sabbioso limosa umide leggermente plastiche, ocra					
3,20	1,00				Limi sabbiosi grigi, addensati leggermente plastici con ciottoli					
4,00	0,80									

sondaggio progressivo n°5/b

COMMITTENTE :		Canove		SONDAGGIO N° :		2					
LOCALITA' :		Sommacampagna		TIPO SONDA :		trincea					
IMPRESA ESECUTRICE :		0		PERFORAZ. :		0					
DATA :		dicembre-99		QUOTA p. c. :		0					
Profondità	Spessore	Carotina	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	%carotaggio	regol	livello, guida	Campione	S.P.T.	Profilo P.
0,40	0,40				Terreno Vegetale.						
1,20	0,80				Ghiaie ben addensate in matrice sabbioso limosa ocra						
2,70					Ghiaie ben addensate in matrice sabbioso limosa leggermente plastiche ocra						
3,90					Limi sabbiosi leggermente plastici grigi						
4,10	0,20										

sondaggio progressivo n°5/c

COMMITTENTE :		Canove		SONDAGGIO N° :		5				
LOCALITA' :		Sommacampagna		TIPO SONDA :		trincea				
IMPRESA ESECUTRICE :		0		PERFORAZ. :		102 m				
DATA :		dicembre-99		QUOTA p. c. :		102 m				
Profondità	Spessore	Carotina	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	%carotaggio	regol	livello, guida	Campione	S.P.T.
0,30	0,30				Terreno Vegetale.					
1,70					Ghiaie e Sabbie ben addensate leggermente plastiche e umide					
2,00					Ghiaie in matrice sabbiosa limosa molto addensate, ocra					
3,70	0,30				Ghiaie e sabbie pulite			3,7		
4,00										

sondaggio pregresso n°6

COMMITTENTE:		Custoza		SONDAGGIO N°:		1					
LOCALITA':		Sommacampagna		TIPO SONDA:		carotaggio continuo					
IMPRESA ESECUTRICE:				PERFORAZ.:		0					
DATA:		novembre-02		QUOTA p. c.:		134 m					
Profondità	Spessore	Carotazione	Rinvenimento	Litologia	Descrizione litologica	%arenaggio	ref	livello_falda	mt	Campione	S.P.T.
1,50					Ripeto costituito da limi sabbiosi con frammenti di laterizi						
1,50					Sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, abbastanza addensate, di color ocra						
2,50					Materiale morenico costituito da sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, fortemente addensate, di colore ocra						
6,00					Sabbie limose con ghiaia e ghiaietto scarsamente addensate						
2,10											
6,00					Limi sabbiosi con ghiaia e ghiaietto, scarsamente addensati, colore grigio						
1,80											

sondaggio pregresso n°14

LOCALITA':		Caselle di Sommacampagna		SONDAGGIO N°:		1	
COMUNE:		Sommacampagna		TIPO SONDA:		carotaggio continuo	
IMPRESA ESECUTRICE:				PERFORAZ.:			
DATA:		gennaio-05		QUOTA p. c.:		80 m	
N° Strati		6					
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	Livello Falda (mt.)	Angolo di attrito interno $\Phi(^{\circ})$	
Strato n°1	0,00	0,30	Terreno eluviale argilloso-ciottoloso rossastro	V	assente		
Strato n°2	0,30	4,60	Ghiaie sabbiose ben addensate con abbondanti ciottoli, a grani smussati e ben assortite	GH		35	
Strato n°3	4,60	9,60	Ghiaie sabbiose con strati paraconglomeratici	GS		37	
Strato n°4	9,60	19,60	Ghiaie sabbiose in cui diminuisce la frazione ciottolosa e diviene più abbondante la matrice limosa con struttura paraconglomeratica più evidente	GH		31	
Strato n°5	19,60	20,40	Ghiaie sciolte	GH		32	
Strato n°6	20,40	25,00	Ghiaie sabbiose con poca frazione limosa	GH		32	

sondaggio pregresso n°16

COMMITTENTE :		Ca' del Sale		SONDAGGIO N° :		1					
LOCALITA' :		Sommacampagna		TIPO SONDA :		trincea					
IMPRESA ESECUTRICE :				PERFORAZ. :							
DATA :		marzo-88		QUOTA p. c. :		140 m					
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivestimento	Litologia	Descrizione litologica	% carotaggio	regd	livello falda	ml.	Compiete	Angolo di attrito interno φ (°)
	1,50			Argilla							
	1,50			Ghiaie sabbiose, con livelli a frazione più fine, saturi							30
	3,00			Ghiaie sabbiose in prevalente matrice limoso-argillosa non sature							32
	4,00										Pagina 2

pozzo comunale n° 2 di Via Cesarina

COMMITTENTE :	Comune di Sommacampagna		SONDAGGIO N° :	Pozzo comunale n°2	
LOCALITA' :	Sommacampagna		TIPO SONDA :	Carotaggio	
IMPRESA ESECUTRICE :			PERFORAZ. :		
DATA :	novembre-81		QUOTA p. c. :		
N° Strati	10				
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	Livello Falda (mt.)
Strato n°1	0,00	0,70	Terreno Vegetale.	V	33,00
Strato n° 2	0,70	15,50	Ghiaie grossa	GH	
Strato n° 3	15,50	30,50	Ghiaia grossa e media	GH	
Strato n°4	30,50	40,50	Ghiaia molto addensata con trovanti	GH	
Strato n° 5	40,50	43,80	Ciottoli sciolti	GH	
Strato n° 6	43,80	48,00	Conglomerato argilloso	GS	
Strato n° 7	48,00	70,00	Ghiaia sciolta e ciottoli	SF	
Strato n° 8	70,00	71,00	Sabbia	SG	
Strato n° 9	71,00	94,00	Ghiaia e sabbia	GS	
Strato n° 10	94,00	102,00	Ghiaie sciolte estrati di conglomerato	GS	

Le unità litologiche sono state coordinate con quelle della Legenda della Carta Geologica del Veneto redatta dall'Istituto di Geologia dell'Università di Padova e pubblicata nel 1990 in



collaborazione fra Regione Veneto e Servizio Geologico Nazionale. Le formazioni geologiche sono state assoggettate a raggruppamenti in funzione della litologia, dello stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti degli interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce. Per quanto riguarda i materiali delle coperture il riferimento fondamentale è quello che richiama il processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento e la tessitura dei materiali costituenti. Le unità litologiche cartografate sono le seguenti:

Materiali alluvionali e fluvioglaciali

mgs-Riss (depositi morenici stabilizzati ghiaioso sabbiosi rissiani)

materiali di accumulo fluvioglaciali o morenico grossolani in matrice fine sabbiosa stabilizzati

Costituiscono la maggior parte delle cerchie moreniche presenti nella porzione occidentale del territorio comunale. Sono depositi rissiani.

ags-Riss II (alluvioni ghiaiose sabbiose Riss II)

materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Costituiscono la maggior parte dell'alta pianura veronese e sono rappresentati dai depositi fluvioglaciali del Riss II ad alta energia deposizionale e presenti nella parte centrale e orientale del territorio comunale.

ags-Riss I (alluvioni ghiaiose sabbiose Riss I o Riss antico)

materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Costituiscono una porzione minore della porzione pianeggiante del territorio comunale e sono rappresentati dai depositi fluvioglaciali del Riss I ad alta energia deposizionale, presenti tra le cerchie moreniche e alla base dei rilievi lungo il margine sud-est della cerchia morenica.

agl (alluvioni ghiaiose prevalentemente limose)

materiali alluvionali ghiaioso limosi

Corrispondono a depositi ghiaiosi e fini presenti nelle alluvioni depositate durante il pluviale wurmiani e successivamente smantellati e terrazzati dal Fiume Tione caratterizzati da ghiaie in abbondante matrice grigio nocciola.

afm (alluvioni fluviali miste)

materiali sciolti di alveo fluviale stabilizzati eterogenei di deposito recente dell'Alveo del Tione

Corrispondono ai depositi ghiaiosi in matrice sabbioso limosa talora abbondante, e a depositi limoso-argillosi caratteristici dell'alveo del Fiume Tione.

ca (colluviale argilloso)

materiali colluviali a tessitura prevalentemente argillosa

Corrispondono a sedimenti sciolti propri di un ambiente deposizionale caratterizzato dall'accumulo delle argille di color rossiccio originate dall'alterazione dei depositi morenici.

Le grafie utilizzate sono basate sulle "Grafie Geologiche per la Pianificazione Territoriale" D.G.R.V. 615/96

7 IDROGEOLOGIA – CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DELLE FALDE

7.1 Idrografia

Il territorio qui studiato è interessato dal corso del Fiume Tione nella sua parte occidentale. Esso si origina nelle ampie depressioni intramoreniche a sud-ovest di Pastrengo e dopo vari meandri incassati fra terrazzi morenici sbocca nella piana alluvionale di Villafranca. Il suo bacino di alimentazione è di 65 km², con portate medie di 500-600 l/s con punte massime in occasione di eventi piovosi considerevoli di 5000-6000 l/s. Durante tali episodi il pelo libero del corso d'acqua può oscillare di 4 metri. Il regime è molto influenzato dal regime pluviometrico e dagli apporti delle irrigazioni. In caso di eventi eccezionali di piena, alcune zone lungo il Fiume Tione possono essere esondate nella zona di Marogna Lunga, Casa Mulino Vecchio e Casa Vittoria in quanto a quote di solo 1-2 metri superiori al livello del fiume. Tale fascia si estende mediamente per una distanza di circa 100 metri dall'asta fluviale. L'idrografia minore è rappresentata dal Rio Ferriadon che nasce nell'area a nord-ovest del territorio comunale per poi scendere verso l'abitato di Sommacampagna e da altre piccole rogge e fossi. Mentre tra i canali artificiali merita menzione il Canale Alto Agro Veronese che scende da nord di Sommacampagna per poi continuare verso sud lungo il margine orientale della cerchia morenica verso la pianura e il territorio di Villafranca.

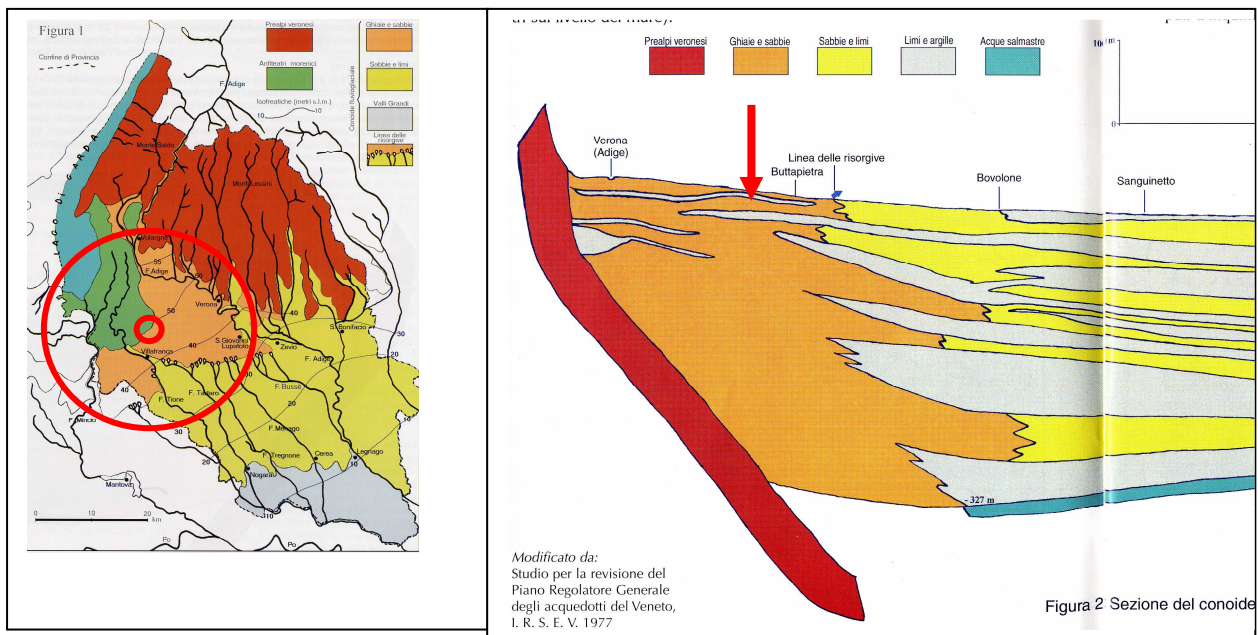
7.2 Inquadramento Idrogeologico generale

Al grande conoide dell'Adige pervengono in sottterraneo le acque che si infiltrano nelle porzioni di territorio montano lessino e baldense adiacenti, secondariamente le acque dall'apparato morenico, nonché quelle locali d'infiltrazione meteorica e dei grandi sistemi d'irrigazione agricola, per lo più derivate dall'Adige stesso. La superficie della falda acquifera sottterranea giace a decine di metri dal piano campagna a nord-ovest di Verona, ma gradualmente si avvicina alla superficie del suolo procedendo verso sud-est, sino a fuoriuscirne dove le ghiaie fanno transizione alle sabbie, originando numerose risorgive che ben presto si tra sfornano in piccoli corsi d'acqua perenni confluenti nei fiumi Tartaro-Tione, Tregnone, Menago e Busse. Il fenomeno delle risorgive è comune a tutta la Valle Padana, ove danno luogo ad un fitto allineamento detto appunto "linea delle risorgive", questa risulta esterna al territorio comunale di Sommacampagna. Il senso di scorrimento della falda, che avviene da nord-ovest verso sud-est, è esemplificato in figura mediante isofreatiche (linee di uguale quota della superficie freatica); annualmente la falda presenta un periodo di magra primaverile e uno di piena tardo estiva, con escursioni via decrescenti dalla parte alta del conoide alla linea delle risorgive. Lo spessore utile dell'acquifero della pianura veronese è di circa 300 m; al di sotto di esso, infatti, si hanno acque salmastre, il cui utilizzo a scopo potabile è impossibile. Inoltre, le acque di miglior qualità sono quelle interne alle ghiaie e alle sabbie della parte settentrionale del conoide, mentre quelle della sua parte meridionale hanno un sapore e una purezza inferiori, a causa dei limi e delle torbe entro cui scorrono aumentando la concentrazione dello ione ammonio, del ferro e spesso di altri metalli indesiderati. Di seguito si riportano due figure nelle quali sono semplificate:

1. la situazione stratigrafica con i rapporti tra rilievi cartonatici lessinei e depositi quaternari a

- differente granulometria della Alta e Media Pianura Veronese;
2. loro estensione areale nel territorio provinciale e semplificazione delle carta delle isofreatiche

Le frecce indicano l'ubicazione del territorio qui studiato.



7.3 Idrogeologia nel territorio comunale di Sommacampagna

L'idrogeologia del territorio comunale di Sommacampagna presenta due distinte situazioni deducibili sia dalle differenze litologiche del sottosuolo che dalla morfologia di superficie: si individuano due sistemi idrogeologici che per caratteristiche di permeabilità e modalità di deflusso delle acque risultano distinti. Il primo sistema è riferibile alle colline moreniche il secondo alla porzione dell'Alta Pianura Veronese degradante verso sud-est.

7.3.1 Idrogeologia del sistema morenico

La complessità del sistema idrogeologico collinare deriva dalla disposizione delle cerchie moreniche tra loro separate da valli e valleciole formatesi lungo le direttrici di deflusso degli scaricatori glaciali che si sono fatti breccia tra di esse. Le depressioni sono state così sovralluvionate anche con depositi fini e si sono formati acquiferi di limitate dimensioni e di scarsa potenza. Le falde sono alimentate dall'apporto meteorico efficace di seguito calcolato. A questo scopo si sono utilizzati i dati concernenti le precipitazioni della stazione meteo di Villafranca rilevati nell'arco di 12 anni, dal 1992 al 2004. Dopo aver ottenuto la media annuale di precipitazioni ($P=784$ mm), si possono ipotizzare una situazione per la maggior parte del territorio collinare con copertura fatta di alluvioni grossolane.

Pertanto si può calcolare il valore medio rappresentativo di P_e :

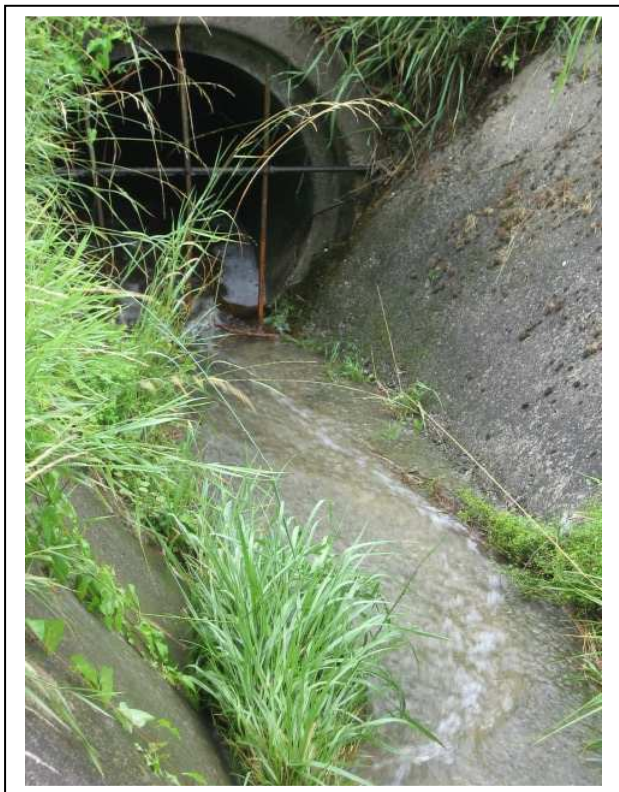
$$\triangleright P_e = P \cdot I_p \quad P_e = 784 \cdot 0,75 = 588 \text{ mm};$$

Un' ulteriore apporto alle falde inframoreniche è dato dalle acque trattenute a debole profondità nei depositi morenici negli strati ghiaiosi ad abbondante matrice limoso sabbiosa. Tali strati sono caratterizzati da una modesta portata idrica legata alle condizioni meteorologiche stagionali. Le acque presenti sono state intercettate dal lavoro dell'uomo grazie a semplici trincee che raccolgono le poche acque. Un esempio si trova tra San Giorgio e Corte Monte Molino con una portata modesta ma costante nel tempo. Un acquifero abbastanza esteso di tipo inframorenico è quello che racchiude le contrade di Staffalo, Calvachina e Molinare con una soggiacenza della falda di circa 8÷12 metri. Presso un pozzo in località Balconi Rossi si è misurata una soggiacenza di 8.7 metri (rilievo del 8 agosto 2006) mentre a Contrada Molinare la profondità della falda era di 10.2 metri dal piano campagna (rilievo del 29 ottobre 1986). Un altro acquifero di modesta estensione si ritrova presso località il Gorgo nei pressi di Custoza per sbucare nella piana alluvionale in corrispondenza di contrada Coronini. Per ovviare al possibile accumulo d'acque meteoriche in caso di forti piogge sono stati realizzati alcuni fossati di drenaggio nelle aree a maggiore ritenzione idrica. In tali aree è stata misurata una soggiacenza variabile della falda superficiale. Nei pressi del Rio Ferriadon si è misurata una soggiacenza di 2.5 metri (rilievo del 8 agosto 2006), mentre nei pressi del Fiume Tione si è misurata una profondità variabile da 2 metri (località Vantini in sinistra Tione poche centinaia di metri fuori del confine comunale) e 8 metri in località Casa Vittoria. Le falde presenti nelle vallecole dell'apparato morenico hanno quindi soggiacenze variabili, da zona a zona da circa 16 a 2 metri dal piano campagna. In tutta la cerchia morenica si rinvenivano altre falde acquifere più profonde:

- località Gorgo pozzi profondi 70 metri;
- lungo l'alveo del Tione è presente una seconda a falda a circa 30-35 metri di profondità;
- altri pozzi per irrigazione raggiungono profondità di oltre 100 metri;



Scavo in località Custoza. Primo metro e mezzo di depositi morenici caratterizzati da strati ghiaiosi ad abbondante matrice limoso sabbiosa. Nell'occasione della foto gli strati a granulometria più fine risultavano umidi.



fossato di drenaggio delle acque provenienti dalla soprastante area a difficoltà di drenaggio in località Monte Molino



A sinistra la foto di un pozzo privato che intercetta la falda superficiale di un acquifero inframorenico in località Balconi Rossi alla profondità di circa 8 metri. A sinistra pozzo per l'irrigazione in località Gorgo che raggiunge una profondità di 70 metri

7.3.2 Idrogeologia della pianura alluvionale

L'area pianeggiante del Comune di Sommacampagna fa parte del grande acquifero indifferenziato che inizia dalla zona in cui l'Adige incide le alluvioni fluvioglaciali ghiaiose e giunge alla fascia delle risorgive dopo aver lambito le cerchie moreniche più esterne. Essa è caratterizzata da un'unica potente falda, a carattere freatico. Quest'area corrisponde alla fascia di ricarica degli acquiferi di pianura che viene mantenuta dagli apporti di dispersione della falda di subalveo dell'Adige, dall'apporto meteorico efficace e dalle irrigazioni, effettuate nel periodo da aprile a settembre, secondariamente dagli apporti del sistema morenico.

Le direttrici prevalenti del deflusso idrico sono rivolte da nord ovest a sud est, mentre la cadente piezometrica è calcolata nell'ordine di 1.5-3.5‰. Al fine di comprendere meglio le caratteristiche della falda si riportano le quote freatiche e le oscillazioni stagionali di alcuni pozzi monitorati nell'Alta e nella Media Pianura Veronese. Il pozzo numero 2 e 7 ricadono nelle immediate vicinanze del territorio comunale.

OSCILLAZIONI FREATICHE (m s.l.m.)						
Pozzo	Periodo di osservazione	Quota media annua	Quota massima	Quota minima	Oscillazione massima (m)	Oscillazione media annua (m)
1 - Ca' dell'Albera	1955-69 1971-81	52.42 52.26	56.48 55.92	48.60	7.88	5.06
2 - Dossobuono	1955-64 1973-88	49.91 A	52.62 52.43	47.39 A	5.23	3.71
3 - S.Fermo	1955-73	38.86	40.29	37.48	2.81	2.19
4 - Spezzapietra	1955-88	38.56	39.58	37.93	1.65	0.89
5 - Pompea	1987-88	53.68	56.50	51.32	5.18	4.50
6 - Crosòn	1987-88	A	53.10	A	—	—
7 - Ceolara	1987-88	A	52.23	A	—	—
8 - Colombare V.	1987-88	48.81	50.11	47.75	2.36	2.02
9 - Ortai	1987-88	44.01	44.90	43.26	1.64	1.53
10 - Puricelli	1987-88	45.02	46.24	43.75	2.49	2.28
11 - Trinità	1987-88	39.17	40.09	38.34	1.75	1.61
12 - Colombare M.	1987-88	48.89	50.36	46.27	4.09	3.66
13 - Villaggio Oca	1987-88	A	51.50	A	—	—

Per gli anni precedenti il 1987 i dati sono stati forniti dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia

Tabella desunta dalla Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese (DAL PRÀ A. "Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Occidentale")

Il regime della falda è caratterizzato da una fase di piena tardo estiva con massimi a settembre ed una di magra che si estende da febbraio a maggio con minimi collocati normalmente nel mese di aprile. I valori evidenziati nella tabella qui sopra riportata sottolineano come durante l'anno la superficie della falda oscilla mediamente di circa 3.7 metri.

La falda freatica presenta soggiacenze nella parte di pianura variabili da circa 15 a 35 metri (è stata effettuata una freaticimetria in località La Fredda misurando una soggiacenza di 20.5 metri). Da questi dati si deduce che il regime idrico della falda freatica è identico a quello dell'Adige. Questo indica e conferma gli apporti della falda subalveo del Fiume Adige alle alluvioni circostanti. Le precipitazioni presentano dati discordanti; regime freaticometrico e pluviometrico sono differenti e a volte opposti. Lungo l'alveo del Fiume Tione invece le soggiacenze sono più modeste e oscillano tra 2 e 10 metri.

Nella Carta Idrogeologica vengono evidenziati i seguenti elementi:

FIUME TIONE

CORSI D'ACQUA PERENNI O TEMPORANEI sono stati segnalati i percorsi dei corsi d'acqua perenni minori (rii, fossi e scoli) e quelli alimentati dal ruscellamento solo in concomitanza di eventi meteorologici particolarmente intensi

CANALI ARTIFICIALI esistono alcuni canali artificiali come il Consorzio di Bonifica Alto Veronese lungo il margine collinare

LAGHI FREATICI derivanti da attività estrattive sotto falda o piccoli invasi artificiali.

POZZI IDROPOTABILI di cui due comunali con relative area di rispetto di 200 metri di raggio (articolo n.21 comma 5 lettera d) del Dlgs 11 Maggio 1999, n.152 come modificato dal Dlgs 18/08/2000, n.258). Ricadono nel territorio comunale di Sommacampagna parte delle aree di rispetto dei due pozzi comunali di Villafranca.

7.4 Vulnerabilità degli acquiferi

La “Carta della vulnerabilità” del territorio comunale rappresenta i diversi terreni classificandoli in base alla loro vulnerabilità nei confronti delle falde profonde. Varie sono le definizioni che vengono date di vulnerabilità all'inquinamento di un acquifero, o, meglio, dell'acqua di falda contenuta e fluente entro un acquifero. Una fra le più esaurienti ed accettate è la seguente: *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 o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo* (CIVITA 1994). Tale definizione esprime la vulnerabilità intrinseca del sistema idrogeologico, cioè quella dipendente dalle sole caratteristiche naturali: climatologia, pedologia, geologia, idrogeologia.

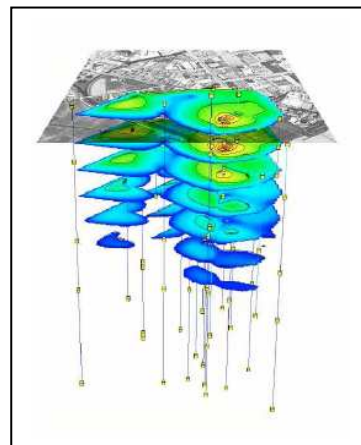
Se da una parte è facile, in via puramente intuitiva, stabilire che cosa sia la Vulnerabilità intrinseca (Vi) e quali siano i fattori che la influenzano, dall'altra è estremamente complesso quantificarla in modo preciso e comparare in maniera oggettiva aree diverse. Fra gli approcci che vari autori hanno intrapreso, è stato qui prescelto quello di una valutazione di tipo parametrico. Quest'ultima ha infatti il pregio di tenere in conto tutti i principali fattori di vulnerabilità e di avere una struttura decisionale tale da permettere una comparazione numericamente quantificabile fra aree diverse. In particolare è stato prescelto un metodo di valutazione a punteggi e pesi, derivato, con le opportune modifiche ed adattamenti legati alla tipologia di dati in possesso ed alle caratteristiche del territorio, dai 2 metodi maggiormente conosciuti: il DRASTIC, realizzato dall'US-EPA (United States Environmental Protection Agency, Aller et al., 1987) ed utilizzato per coprire tutto il territorio degli USA, oltre a varie altre aree nel resto del mondo, ed il SINTACS, realizzato in Italia nell'ambito del CNR-GNDICI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, CIVITA, 1994). Tali due metodi non sono da considerare prodotti statici, validi universalmente nello spazio e nel tempo, ma strumenti continuamente da affinare ed aggiornare in relazione al tipo di dati a disposizione.

La struttura di valutazione nei due metodi è simile: la Vi è determinata da 7 fattori di vulnerabilità. A ciascun fattore, suddiviso per intervalli di valori e/o per tipologie, viene attribuito un punteggio

crescente (da 1 a 10) in funzione dell'influenza sulla vulnerabilità. Inoltre è introdotto un peso moltiplicatore, diverso per ogni fattore considerato, che amplifica il punteggio in misura direttamente proporzionale all'importanza che il medesimo fattore assume nel determinare il grado di vulnerabilità. La sommatoria dei prodotti dei punteggi per i pesi determina un indice di vulnerabilità che è messo in relazione con il grado di vulnerabilità variabile da assai elevato fino a bassissimo.

I sette fattori considerati da SINTACS sono:

- Soggiacenza della falda
- Infiltrazione efficace
- Non saturo (effetto di autodepurazione del)
- Tipologia della copertura
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del)
- Conducibilità idraulica dell'acquifero
- Superficie topografica (acclività della)



7.4.1 I fattori di vulnerabilità

I fattori di vulnerabilità sono elencati nell'ordine di composizione dell'acronimo SINTACS e non nell'ordine in cui interagiscono sul processo di veicolazione-attenuazione-diluizione dell'inquinante. Per ciascuno sono forniti un breve commento su come influenzano la vulnerabilità, le modalità d'acquisizione ed il criterio di scelta della scala di punteggi. Per ogni fattore il punteggio è crescente nel senso di un aumento della vulnerabilità, per quanto attiene all'influenza che su di essa ha quel fattore. Ciò significa che l'indice finale di vulnerabilità può essere considerato espressione di una quantificazione assoluta del grado di vulnerabilità, in quanto determinato in base ad una scala che è in grado di rappresentare, potenzialmente, tutte le situazioni idrogeologiche possibili.

7.4.2 Soggiacenza della falda (S)

La soggiacenza è la distanza fra piano-campagna e tavola d'acqua (inteso come limite inferiore della zona non-satura) in morbida. Maggiore è la soggiacenza, maggiore è lo spessore della zona non satura e, quindi, minore è la vulnerabilità poiché la maggiore intensità dei processi d'attenuazione-degradazione degli inquinanti avviene proprio in tale zona. Nella zona non satura, inoltre, la velocità d'infiltrazione verticale è più bassa rispetto alle condizioni estreme di completa saturazione e, quindi, è anche più lento il moto degli inquinanti verso l'acquifero. La soggiacenza è stata ricostruita grazie alla conoscenza dei livelli piezometrici nei pozzi ubicati nelle immediate vicinanze. Occorre considerare che, nelle aree pianeggianti, la soggiacenza misurata non corrisponde sempre alla profondità della falda: in alcuni casi essa corrisponde al livello di saturazione nell'acquifero posto sopra l'acquifero. In questi casi la valutazione di vulnerabilità conseguente è cautelativa, perché quando l'inquinante sia arrivato a questo livello esso non avrà ancora inquinato la falda vera e propria. D'altra parte, la velocità d'infiltrazione in falda, a partire da tale livello aumenta, dato che la permeabilità in condizioni sature è maggiore; inoltre il flusso orizzontale nell'acquifero può portare l'inquinante in punti di migliore connessione idraulica con l'acquifero. Come curva di riferimento per l'assegnazione del punteggio è stata considerata quella di SINTACS:

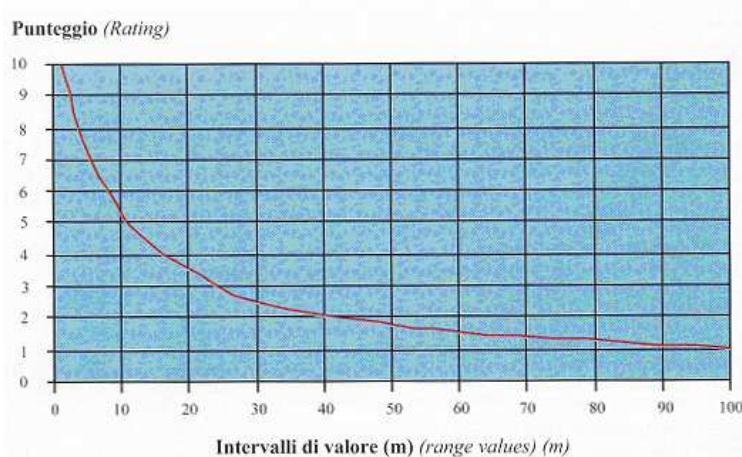


Grafico per il calcolo del punteggio del parametro soggiacenza (da Civita 2000)

Gli acquiferi presenti nel territorio comunale come già esposto in questo capitolo sono:

1. Acquifero indifferenziato nelle alluvioni ghiaioso-sabbiose dell'Alta Pianura Veronese;
2. Acquiferi profondi nell'area della cerchia morenica;
3. Acquiferi di ridotte dimensioni relativi alle vallecole inframoreniche;
4. Acquiferi della valle del Fiume Tione;
5. Acquifero posto al margine nord occidentale del territorio comunale al confine con il comune di Sona;

I diversi dati freaticometrici nell'area studiata permettono per il parametro soggiacenza di fare le seguenti considerazioni:

- Nella parte pianeggiante si sono riscontrate soggiacenze variabili da 15 a 30 metri con variazioni stagionali normalmente di circa due-tre metri;
- Le pur importanti oscillazioni stagionali non influenzano il punteggio relativo e possono pertanto essere considerate prossime ai valori medi pluriennali delle morbide, come richiesto per l'elaborazione della Carta di Vulnerabilità;
- Nel territorio collinare le soggiacenze della prima falda più superficiale, quando presente, variano comprese tra 15 a 1 metro dal piano campagna. Si tratta per lo più di falde di modeste estensioni, sospese all'interno delle cerchie moreniche;

Si riassumono nella seguente tabella gl'intervalli di soggiacenza e i relativi punteggi:

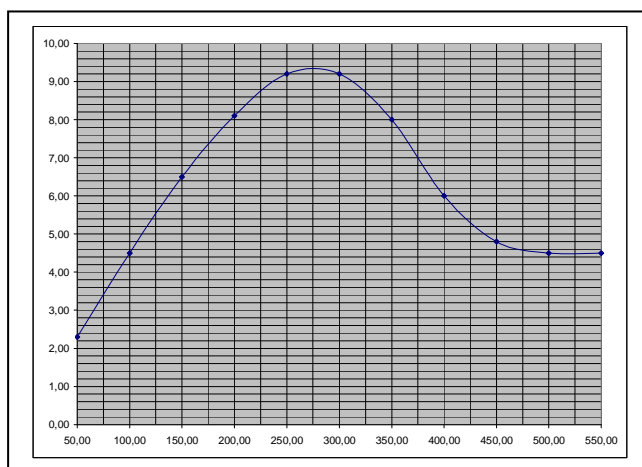
Categoria	Soggiacenza (cm)	Punteggio
1	< 2	9.7
2	2 - 4	8.7
3	4 - 8	6.7
4	8 - 16	5
5	16 - 30	3
6	30 - 40	2.3
7	40 - 50	2
8	Aree collinari	1.7

Il punteggio conseguentemente assegnato a questo parametro è variabile tra 3 e 9.7 a seconda dell'area interessata.

7.4.3 Infiltrazione efficace (I_e)

L'infiltrazione efficace I_e ha un doppio effetto sul meccanismo di propagazione dell'inquinante; da una parte vi è l'effetto di lisciviazione: maggiore è la quantità d'acqua che s'infiltra, più intensa sarà la lisciviazione d'inquinanti solubili verso la falda ed, inoltre, si avrà un aumento del contenuto idrico del terreno non saturo con conseguente aumento del valore di conducibilità idraulica e diminuzione del tempo d'arrivo; quindi I_e è direttamente proporzionale al grado di vulnerabilità per quanto concerne l'effetto "lisciviazione" (almeno per valori non molto alti). Dall'altra parte vi è l'effetto di diluizione: maggiore è il valore di I_e , minore è la concentrazione in acqua dell'inquinante lisciviato e quindi I_e è inversamente proporzionale al grado di vulnerabilità per quanto concerne l'effetto "diluizione".

Per valori medio-bassi di I_e prevale l'effetto lisciviante, per valori alti prevale l'effetto diluente. In questo, il presente metodo ricalca l'approccio di SINTACS, che evidenzia l'esistenza di un effetto diluente oltre una certa soglia. Il metodo SINTACS considera l'effetto diluitivo oltre i 250-270 mm di I_e .



Infiltrazione efficace e relativi punteggi (da Civita 2000)

E' possibile determinare il valore dell'infiltrazione efficace nel caso che si abbiano suoli spessi il valore dell'infiltrazione efficace è dato dal prodotto tra P e il coefficiente di infiltrazione potenziale (I_p) il quale varia a seconda della copertura presente. Il valori di I_p , relativamente alle tipologie di suoli rinvenuti nella zona studiata, sono variabili e pari a:

Alluvioni grossolane	0,75
Alluvioni medio-fini	0,2

Il parametro infiltrazione prevede la conoscenza delle media delle precipitazioni nell'area. A questo scopo si sono utilizzati i dati relativi alle precipitazioni della stazione meteo di Villafranca rilevate nell'arco di 12 anni, dal 1992 al 2004. Dopo aver ottenuto la media annuale di precipitazioni ($P=784$ mm), si possono ipotizzare due situazioni con copertura di alluvioni grossolane o con alluvioni medio fini.

Pertanto si può calcolare due valori medi rappresentativi di P_e :

- $P_e = P * I_p$ $P_e = 784 * 0,75 = 588$ mm;
- $P_e = P * I_p$ $P_e = 784 * 0,2 = 157$ mm

in questo modo il valore del parametro sarà rispettivamente pari a 4 e 8.

Riassumendo:

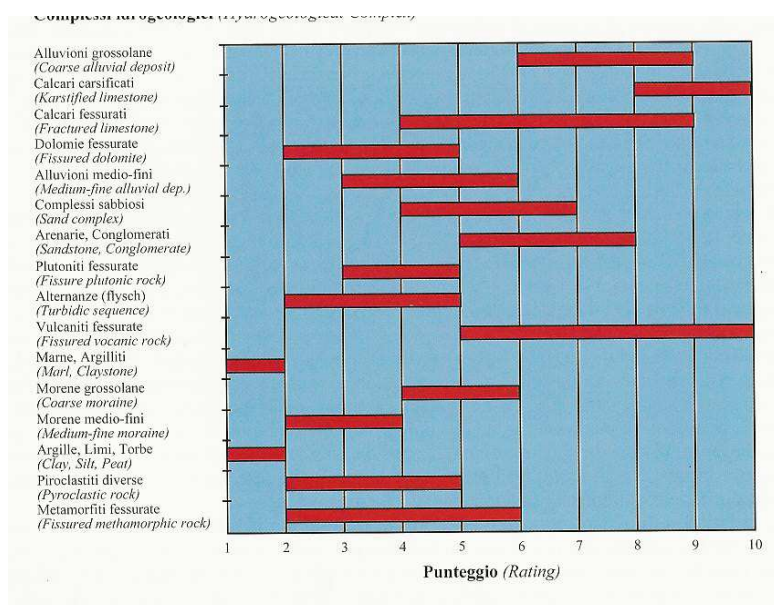
Tipologia di suolo	Punteggio Vulnerabilità
Alluvioni grossolane	4
Alluvioni medio-fini	8

7.4.4 Effetto di autodepurazione del Non saturo (N)

Per insaturo s'intende quella parte di sottosuolo compresa tra il suolo e la superficie piezometrica di un acquifero libero o la base del confinante superiore di un acquifero in pressione. L'insaturo rappresenta la seconda linea di difesa dell'acquifero nei confronti di un inquinante liquido o idroveicolato. Partendo dai dati desunti dalle stratigrafie dei pozzi, si sono effettuate considerazioni allo scopo di omogeneizzare le aree. Avere una conoscenza necessaria delle caratteristiche dell'insaturo è una operazione assai complessa: i dati a disposizione sono relativi ai pozzi che non essendo dislocati in modo omogeneo nel territorio comunale non permettono di per sé una facile correlazione tra le varie stratigrafie. Dopo aver individuato delle aree omogenee per caratteristiche del non saturo si è passati successivamente al calcolo del punteggio relativo ad ogni singola area, utilizzando la media ponderata dei singoli strati riconoscibili dalle stratigrafie. Infatti quando lo spessore dell'insaturo è costituito da diversi tipi litologici è necessario calcolare la media ponderale riferita allo spessore, data dalla formula:

$$N(\text{effettodell'insaturo}) = \frac{\sum h * p}{\sum h}$$

<i>Litologia prevalente nel non saturo</i>	<i>Punteggio</i>
Aree prive di non saturo	10
Sedimenti sciolti prevalentemente ghiaiosi-ciottolosi	8
Sedimenti sciolti prevalentemente sabbiosi	6
Alternanze di sabbie, limi ed argille	3.5
Depositi prevalentemente fini colluviali, eluviali	2
Sedimenti prevalentemente argillosi-limosi	1,5

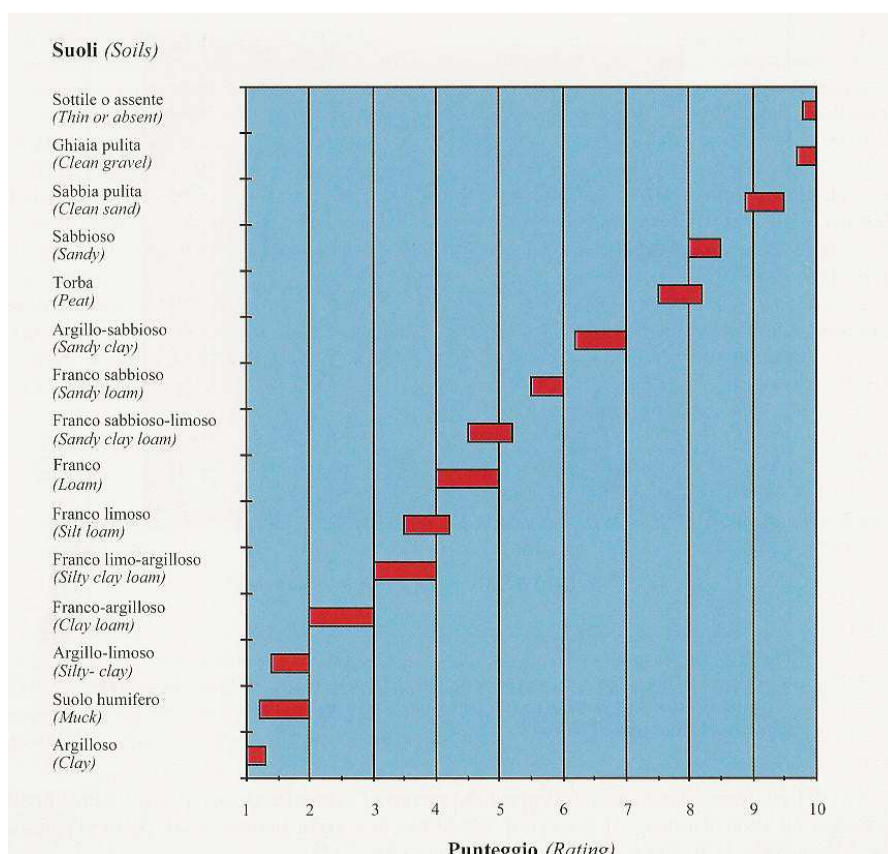


Complexi idrogeologici e loro azione mitigante e relativi punteggi (da Civita 2000)

7.4.5 Tipologia di copertura del suolo (T)

Il suolo ha un enorme potere d'attenuazione del carico inquinante, particolarmente nei confronti di un inquinamento di tipo diffuso (agricolo, zootecnico ecc.). Un parametro che può essere preso come rappresentativo del potere depurante del suolo è la sua tessitura. Maggiore è il contenuto in elementi fini (limo ed argilla), maggiore è il potere di ritenzione dell'acqua e degli inquinanti e minore è la conducibilità idraulica. (vedi tabella SINTACS)

In questo modo i suoli operano un'azione di filtrazione sulle sostanze dirette verso l'acquifero, permettendo una serie d'interazioni quali l'adsorbimento e lo scambio cationico che abbattano e modificano le molecole inquinanti. Da dati ottenuti permettono di dire che la zona è caratterizzata da un suolo poco spesso di carattere argilloso-sabbioso (dell'ordine di 40-60 cm) nella parte del territorio comunale costituito prevalentemente da alluvioni sabbiose in abbondante scheletro ghiaioso. Confrontando le precedenti osservazioni con la seguente tabella (per il punteggio si è fatto riferimento alla tabella del metodo SINTACS) si ottiene un valore per il parametro della copertura del suolo pari a 7. Nelle aree caratterizzate da alluvioni limose o limoso argillose il punteggio risulta inferiore e pari a 3, nelle poche zone, prevalentemente a sud ove la copertura risulta argilloso limosa il valore è pari a 2.

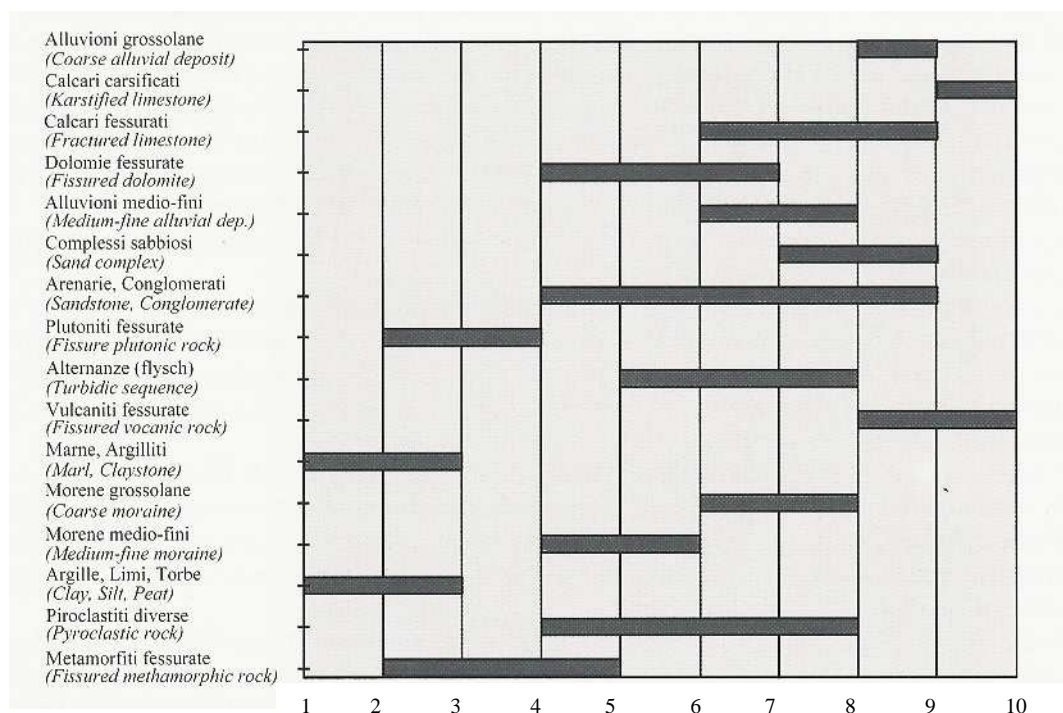


Tipologia di suolo e relativi punteggi (da Civita 2000)

TIPOLOGIA DEL SUOLO	PUNTEGGIO
Argille limose -Argille limose sabbiose	2
Argille molto limose debolmente sabbiose	3
Franco limoso argilloso	3.5
Franco limoso	4
Franco sabbioso limoso	5
Franco sabbioso	6.5
Ghiaie sabbiose molto argillose	7
Ghiaie argillose molto sabbiose debolmente limose	7
Ghiaie grossolane abbondanti argillose sabbiose debolmente limose	8
Ghiaie grossolane abbondanti sabbiose debolmente argillose	9.5
Sottile o assente	10

7.4.6 Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (A)

La zona di saturazione all'interno di uno specifico complesso idrogeologico è detta acquifero. L'inquinante idroveicolato che dopo essere passato attraverso la copertura e l'insaturo arrivi alla falda vi si mescola e in base alle caratteristiche idrogeologiche di questa subisce alcuni processi quali: la dispersione, la diluizione, l'assorbimento, la reattività chimica nel mezzo. Nell'area ad ovest della linea delle risorgive è stato descritto un complesso idrogeologico costituito prevalentemente da alluvioni sabbiose con abbondante scheletro ghiaioso. Il punteggio Sintacs relativo risulta essere quello corrispondente ad un acquifero costituito da alluvioni grossolane con presenza abbondante di sabbie (vedi tabella seguente). Il valore corrispondente assegnato è di 8.5. nelle rimanenti aree si ritrovano acquiferi costituiti da materiali più fini con corrispondente valore compreso tra 6 e 8.



COMPLESSO IDROGEOLOGICO	PUNTEGGIO RELATIVO
Complesso superficiale di falde A	8
Acquiferi superficiali in ghiaia AF	8
Acquiferi artesiani in ghiaia AA	8

7.4.7 Conducibilità idraulica dell'acquifero (C)

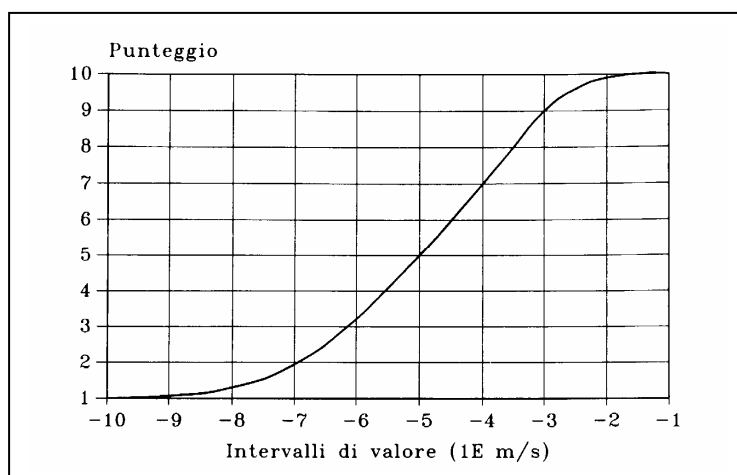
Tutti i terreni sono materiali permeabili costituiti da uno scheletro solido e da pori attraverso i quali l'acqua è in grado di "scorrere" con maggiore o minore velocità a seconda delle caratteristiche del terreno stesso. L'acqua riempie totalmente o in parte i vuoti del terreno; si definisce superficie freatica il luogo dei punti in cui la pressione dell'acqua è uguale a quella atmosferica o pressione di riferimento ($u = 0$). Nello studio dei moti di filtrazione un ruolo importante spetta al coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica K . Se si osservano i valori riportati in tabella si può notare come questo parametro influenzi in modo assai rilevante il comportamento dei terreni. Si possono, infatti, individuare due gruppi: terreni a grana grossa e terreni a grana fine. I primi (ghiaia e sabbie), avendo elevata permeabilità, si comportano come un sistema aperto cioè i vuoti interstiziali sono fra loro connessi a formare una serie di venature attraverso le quali l'acqua può circolare sotto l'azione della gravità. Questi terreni presentano quindi una bassa resistenza nel farsi attraversare dal fluido, sono in altre parole molto permeabili. I secondi (limi e argille) al contrario, si comportano come un sistema chiuso all'interno del quale l'acqua "scorre" con maggiore difficoltà; questi terreni sono cioè poco permeabili.

Tipo terreno	K(m/s)
Ghiaia pulita.....	$10^{-2} \div 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia.....	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine.....	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo.....	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla omogenea.....	$< 10^{-9}$

Il moto di un liquido reale può essere laminare o turbolento. Nel caso di moto laminare la velocità di flusso attraverso un mezzo poroso è legata al gradiente idraulico tramite la legge di Darcy (1856):

$v = Ki$, dove K è la conducibilità idraulica. Sono stati presi in considerazione i principali tipi litologici degli acquiferi presenti nel territorio studiato, poiché la permeabilità orizzontale dipende in maggior parte dalla velocità dell'acqua nello strato più permeabile.

Nell'area di studio sono state riscontrate Unità a sabbia e ghiaia con presenza di matrice fine a media conducibilità idraulica ($10^{-3} \div 10^{-5}$ m/s). per cui si giudica il terreno a buona permeabilità. Tale permeabilità condiziona notevolmente la tutela delle acque sotterranee in tale zona, che pertanto risultano essere vulnerabili a qualsiasi agente inquinate. Il valore assegnato è pari a 9. Nelle aree dove si riscontrano prevalentemente limi argillosi e argille limose il punteggio di vulnerabilità si abbassa a 5-6.

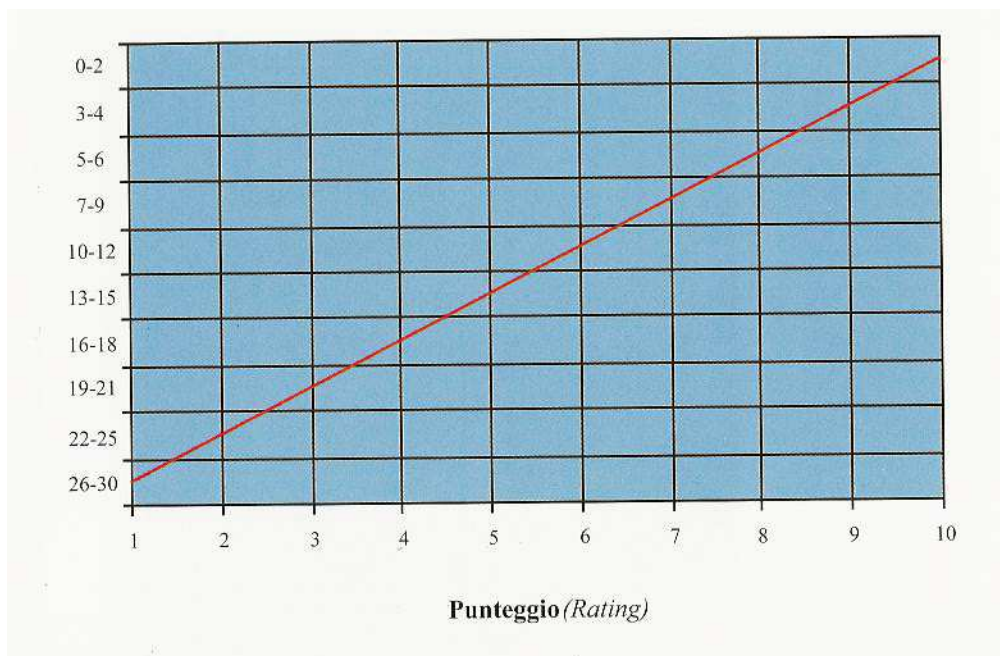


COMPLESSO IDROGEOLOGICO	PUNTEGGIO RELATIVO
Alluvioni Medio Grossolane	6
Alluvioni Medio Fini	3

7.4.8 Pendenza della superficie topografica (S)

Minore è la pendenza del terreno, maggiore è la possibilità di ristagni in superficie di acqua ed inquinanti con aumentata probabilità d'infiltrazione verso l'acquifero; inoltre, una bassa pendenza determina una maggiore infiltrazione efficace ed un minore ruscellamento. Studiando l'andamento delle isoipse è evidente come tutto il territorio comunale abbia una pendenza inferiore a 1 %, si

attribuisce in tal modo il valore 9 al parametro pendenza. I punteggi della pendenza sono stati derivati dal metodo SINTACS come da tabella seguente.



Acclività e relativi punteggi (in ordinata le classi di pendenza in percentuale) (da Civita 2000)

Sono 5 le classi rappresentate nell'area studiata:

CLASSI	PUNTEGGIO
Fra 0% e 2%	9.5
Fra 2% e 3%	9
Fra 3% e 10%	8
Fra 10% e 20%	6
Maggiore di 20%	2

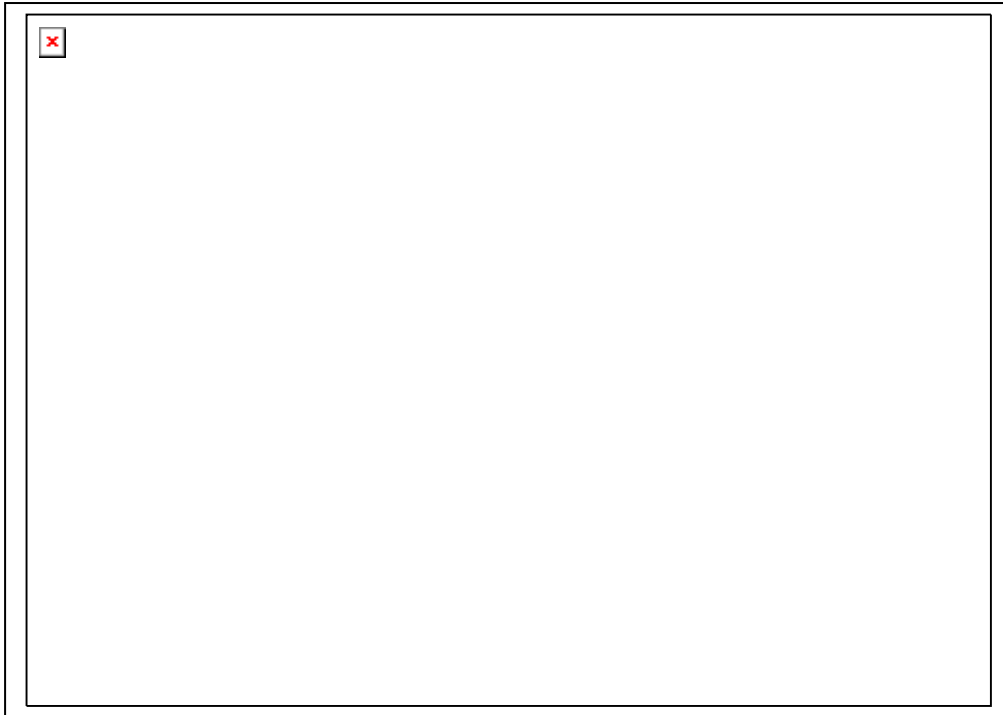
7.5 Valutazione dell'indice di vulnerabilità

L'indice complessivo di vulnerabilità I_v per ciascun poligono è dato dalla seguente:

$$I_v = \sum_{i=1-7} p_i$$

dove p_i è il punteggio di ogni *i*esimo fattore.

L'indice di vulnerabilità, calcolato come sopra, rientra in una scala di valori teorici, compresi fra un minimo di 7 ad un massimo di 70 (poi normalizzato da 25 a 100), che l'indice potrebbe assumere in tutte le possibili situazioni idrogeologiche, comprese anche quelle non rientranti nell'area oggetto di studio. Questa scala è stata suddivisa, in 5 intervalli di ampiezza non uguale; ad ogni intervallo corrisponde un grado di vulnerabilità, da elevatissimo a basso.



Sintesi dei parametri SINTACS, per ogni area considera

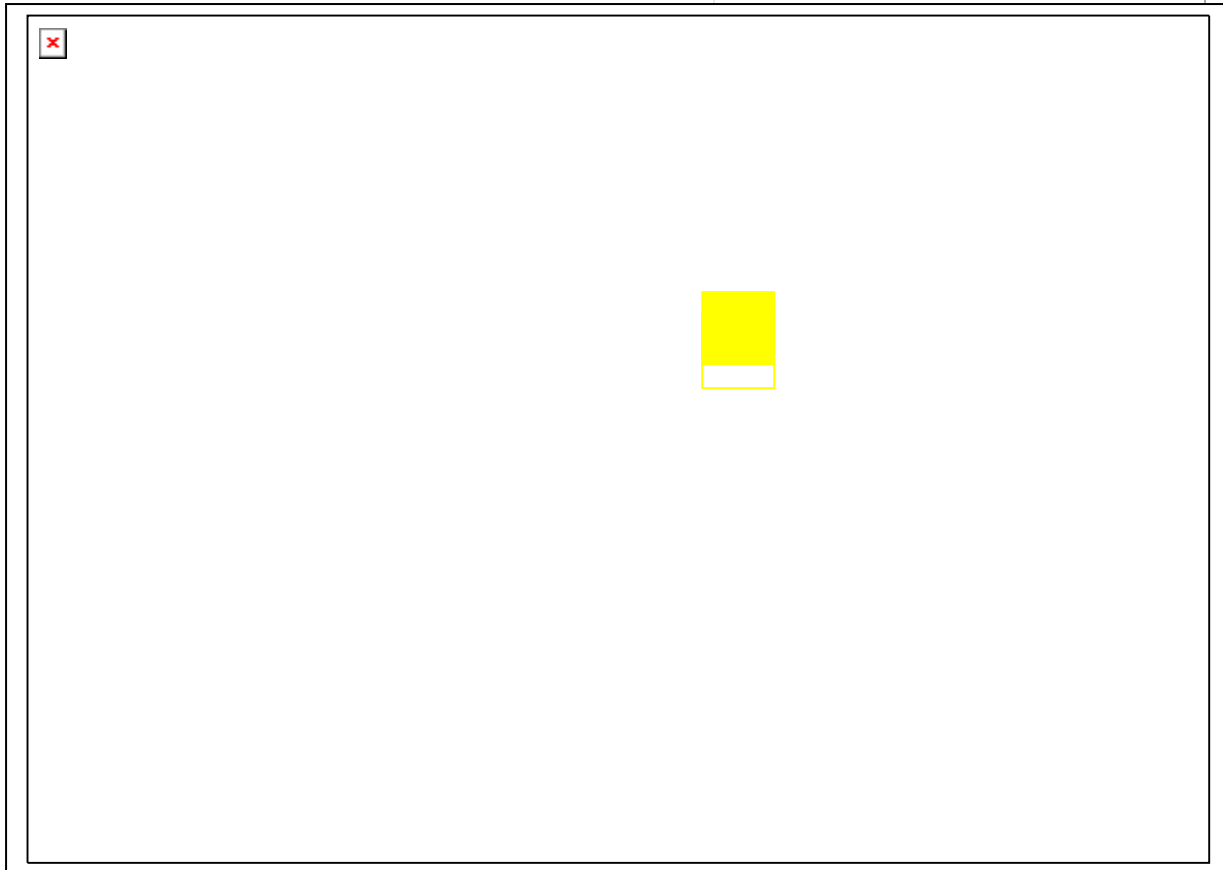
Fattori del Sintacs	AREA											
	1	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Soggiacenza	2	4	3	5	8	8	6	3	3	5	5	8
Infiltrazione	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Non saturo	8	8	8	2	2	2	6	6	2	2	2	2
Tipologia copertura	7	7	3	6	6	3	7	7	4	4	4	4
Acquifero	7	8	8	6	6	6	7	7	6	6	6	6
Conducibilità	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Acclività	6	9	9	8	9	9	9	8	8	9	8	8
TOTALE	57	66	59	54	60	56	66	60	49	53	51	56

Tabella: sommatoria valori pesati dei parametri SINTACS per ogni area considerata. La somma finale è stata riferita a un intervallo 0-100 per migliorarne la leggibilità

AREA	SINTACS PESATO	Sommatoria pesata e riferita a un intervallo 0-100
1	54.9	78
2	60.3	86
3	46	65
4	46	65
5	44.5	63
6	44.1	63
7	58.6	84
8	44.4	63
9	45.5	65
10	45.4	65
11	44.4	63
12	49.9	71
13	49.9	71
14	55.9	80
15	53.9	77
16	52.5	75
17	53.1	75

grado di vulnerabilità intrinseca (Vi)	intervallo di punteggio
B = bassa	25-35
M = media	36-49
A = alta	50- 69
E = elevata	70-79
Ee = elevatissima	80-100

La carta della vulnerabilità intrinseca (Vi)



grado di vulnerabilità intrinseca (Vi)	intervallo di punteggio
B = bassa	25-35
M = media	36-49
A = alta	50- 69
E = elevata	70-79
Ee = elevatissima	80-100



7.6 Conclusioni

Il capoluogo e il territorio comunale a est sono definibili a vulnerabilità intrinseca alta. Si tratta cioè di zone caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a granulometria prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria con strati di alterazione superficiale di scarsa potenza. La morfologia è pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei. La falda di tipo freatico si trova a profondità di 10-20 metri dal piano campagna

Le aree lungo il Tione sono quella a massima vulnerabilità (elevata) assieme alle aree di cava (elevatissima o elevata).

Le aree collinari sono invece a vulnerabilità bassa, presentando caratteristiche simili alle precedenti ad eccezione della soggiacenza maggiore. Le aree infracollinari del territorio comunale a prevalenza litologica limosa superficiale presentano una vulnerabilità alta o media per via della soggiacenza spesso inferiore ai dieci metri per la presenza di falde locali.

8 ZONAZIONE GEOLOGICO TECNICA - CARTA DELLA COMPATIBILITÀ AI FINI EDIFICATORI

La “Carta delle penalità ai fini edificatori” rappresenta il documento di sintesi delle analisi geomorfologiche, geolitologiche e idrogeologiche eseguite, ed esprime le attitudini delle diverse zone del territorio comunale in termini di idoneità dei terreni interessati rispetto agli interventi che il Piano propone. A tal fine la classificazione proposta segue quella fondata su indici relativi di qualità caratteristiche geotecniche/geomeccaniche, esondabilità dei corsi d’acqua e soggiacenza della falda.

8.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Nel territorio comunale di Sommacampagna si è quindi potuto verificare la presenza di differenti substrati con le seguenti caratteristiche geotecniche, desunte dalle prove geotecniche reperite:

COMMITTENTE :	Custoza	SONDAGGIO N° :	1		
LOCALITA' :	Sommacampagna	TIPO SONDA :	Carotaggio continuo		
IMPRESA ESECUTRICE :		PERFORAZ :			
DATA :	novembre-02	QUOTA p. c. :			
N° Strati	5	Scala	1		
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	Angolo di attrito interno (ϕ°)
Strato n°1	0,00	1,50	Riperto costituito da limi sabbiosi con frammenti di laterizi	R	
Strato n°2	1,50	2,50	Sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, abbastanza addensate, di color ocra	SL	29°
Strato n°3	2,50	6,00	Materiale morenico costituito da sabbie limose, ghiaia e rari ciottoli, fortemente addensate, di colore ocra	SL	35°
Strato n°4	6,00	8,10	Sabbie limose con ghiaia e ghiaietto scarsamente addensate	SL	29°
Strato n°5	8,10	10,00	Limi sabbiosi con ghiaia e ghiaietto, scarsamente addensati, colore grigio	LS	29°

LOCALITA' :	Caselle di Sommacampagna	SONDAGGIO N° :	1			
COMUNE :	Sommacampagna	TIPO SONDA :	carotaggio continuo			
IMPRESA ESECUTRICE :		PERFORAZ :				
DATA :	gennaio-05	QUOTA p. c. :	80 m			
N° Strati	6					
	Da mt.	a mt.	Descrizione Litologica	Litologia	Livello Falda (mt.)	Angolo di attrito interno (ϕ°)
Strato n°1	0,00	0,30	Terreno eluviale argilloso-ciottoloso rossastro	V	assente	
Strato n°2	0,30	4,60	Ghiaie sabbiose ben addensate con abbondanti ciottoli, a grani smussati e ben assortite	GH		35
Strato n°3	4,60	9,60	Ghiaie sabbiose con strati paraconglomeratici	GS		37
Strato n°4	9,60	19,60	Ghiaia sabbiose in cui diminuisce la frazione ciottolosa e diviene più abbondante la matrice limosa con struttura paraconglomeratica più evidente	GH		31
Strato n°5	19,60	20,40	Ghiaie sciolte	GH		32
Strato n°6	20,40	25,00	Ghiaie sabbiose con poca frazione limosa	GH		32

Riassumendo si possono individuare alcune aree omogenee per caratteristiche geotecniche:

Area di riferimento	Litologia	Angolo di attrito interno θ	C_U (Kg/cm ²)	Peso di volume γ (t/m ³)	Peso di volume saturo	Coefficient e di permeabilità
Area pianeggiante centrale e orientale	Ciottoli in abbondante matrice ghiaioso sabbiosa	35-38°	0	1.9-1.95	2.2	1*10 ⁻³
Area pianeggiante centrale e orientale	Ghiaia con sabbia	31-35°	0	1.9-1.95	2.2	1*10 ⁻³
Aree vallette inframoreniche	Limo argilloso	29°-31°	0.5-1	1.85-1.90	2.1	1*10 ⁻⁵
Aree vallette inframoreniche	Argille limose	26°	0.2-0.5	2.0	2.1	1*10 ⁻⁶

8.2 Carta della Compatibilità Geologica

La Carta delle Fragilità, deve riportare, secondo gli atti di indirizzo della L.R. 11/2004, le già note suddivisioni della penaltà ai fini edificatori e le indicazioni delle aree soggette a dissesto idrogeologico nei suoi vari componenti.

Per una più opportuna caratterizzazione degli aspetti geologici contenuti in questo documento e per una migliore “vestibilità” anche dal punto di vista informatico, è stata proposta e sperimentata una nuova legenda relativa alle informazioni geologiche contenute nella stessa carta.

Una prima modifica si riferisce alla sostituzione delle “Penaltà ai fini edificatori” con la “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” suddividendo il territorio comunale in tre sole zone caratterizzate da: Aree idonee, Aree idonee a condizione e Aree non idonee.

Per quanto riguarda le “Aree idonee a condizione” è necessario che nella relazione illustrativa siano specificate, zona per zona, le problematiche secondo le quali l’idoneità geologica è stata giudicata “a condizione” e che siano indicate, in linea di massima, le soluzioni e gli interventi occorrenti per raggiungere “l’idoneità”.

Un’altra modifica è relativa alla introduzione della perimetrazione di aree interessate da fenomeni geologici, idrogeologici ed idraulici tali da condizionare l’utilizzazione urbanistica del territorio considerato:

- area di frana riferita alle frane attive, quiescenti o, comunque, rimobilizzabili;
- area esondabile o a ristagno idrico;
- area soggetta ad erosione su pendii e scarpate fluviali o di altra origine di altezza significativa, soggette ad erosione, arretramento o luoghi di possibile amplificazione sismica;
- area soggetta a caduta massi con delimitazione della zona di possibile massima espansione del fenomeno;
- area di conoide soggetta a possibili fenomeni di debris-flow (colate detritiche a rapida evoluzione);
- area soggetta a sprofondamento carsico con presenza di doline, inghiottitoi e possibili sprofondamenti per
- crolli di cavità sotterranee;
- area di risorgiva, relative a singoli fenomeni o insieme o fascia.

La “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” rappresenta il documento di sintesi delle analisi geomorfologiche, geolitologiche e idrogeologiche eseguite, ed esprime le attitudini delle diverse



Studio di Geologia Ambientale

zone del territorio comunale in termini di idoneità dei terreni interessati rispetto agli interventi che il Piano propone. A tal fine la classificazione proposta segue quella fondata su indici relativi di qualità dei terreni con riferimento alle possibili problematiche relative a compressibilità dei terreni, caratteristiche geotecniche/geomeccaniche, esondabilità dei corsi d'acqua e soggiacenza della falda.

Nel territorio comunale di Sommacampagna si sono individuati i tre seguenti tipi di terreni (vedi figura riportata di seguito):

TERRENO IDONEO (colore verde)

In questa classe sono comprese buona parte delle colline moreniche. Tali aree sono costituite da depositi morenici grossolani con caratteristiche geotecniche da buone a ottime, elevata permeabilità e capacità di drenaggio e con falda profonda. I terreni rientranti in questa categoria vi sono limiti all'edificabilità solo per edifici particolari (medio drenaggio con falda medio-profonda; buone caratteristiche geomeccaniche; remota possibilità di dissesto geologico-idraulico).

TERRENO IDONEO CON PRESCRIZIONI (differenti retinature gialle)

I terreni compresi in questa zonazione sono la maggior parte del territorio comunale: l'edificabilità è possibile ma richiede indagini geognostiche specifiche.

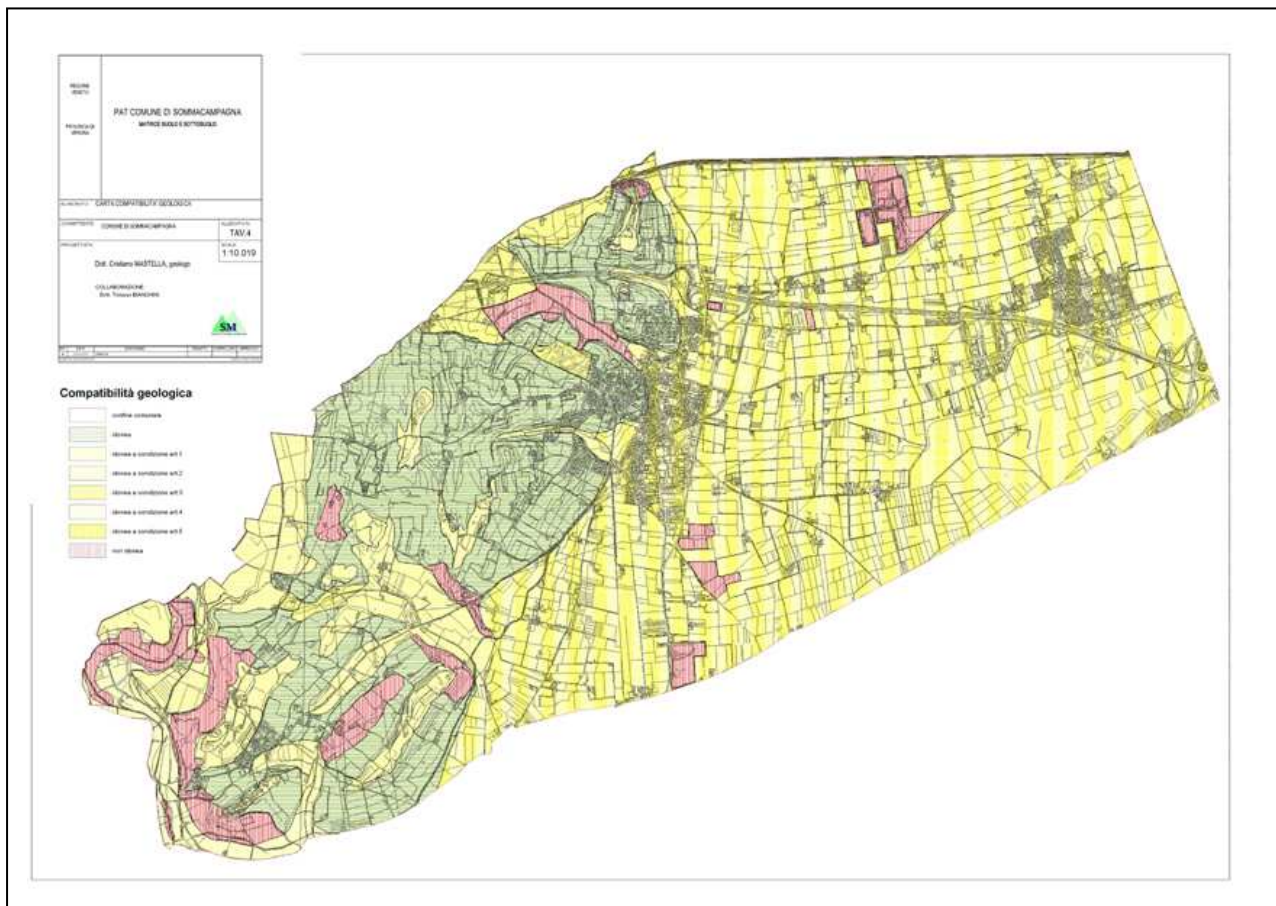
Le prescrizioni sono dovute alle seguenti problematiche riscontrate:

1. aree a difficoltà di drenaggio;
2. possibili problematiche di erosione dei pendii morenici;
3. remote possibilità di esondazioni;
4. vulnerabilità intrinseca della falda elevata;
5. caratteristiche geomeccaniche mediocri e localmente anche variabili;
6. presenza contemporanea di alcune di queste criticità.

Ricadono in questa classe anche tutte le aree di pianura che pur costituite da alluvioni con caratteristiche geotecniche buone, elevata permeabilità e capacità di drenaggio, hanno falda freatica e pertanto sono soggette a criteri di attenzione per quanto riguarda la vulnerabilità intrinseca. Si riporta di seguito uno schema di massima relativo alle differenti tipologie di aree idonee a condizione con le possibili prescrizioni da porre in sede di Norme Tecniche d'Attuazione.

AREE IDONEE A CONDIZIONE	Tipologia di fragilità	Prescrizioni e vincoli	
ART. 1	Possibili fenomeni erosivi	Relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato con la verifica di stabilità dei versanti e indicazione dei sistemi necessari per prevenire i dissesti potenziali o intervenire su dissesti in atto (DM. 11/03/1988).	
ART. 2	Vulnerabilità media	Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)	
		Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.	
		Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con relativo recapito in adeguati dispositivi di depurazione a manutenzione permanente	
	Possibile presenza di litologie fini di scarse caratteristiche geotecniche	Si deve prevedere all'interno della necessaria relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato (come previsto dal DM 11/03/1988), la valutazione delle tecnologie impiegate per realizzare gli interventi previsti senza pregiudizio per i fabbricati	
ART. 3	Vulnerabilità alta	Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)	
		Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.	
		Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con recapito in adeguati dispositivi di depurazione familiare a manutenzione permanente (DM 4/02/1977) e Piano di Tutela degli Acquiferi della Regione Veneto 2006	
	Difficoltà di drenaggio	Realizzazione della rete delle acque bianche con un buon sistema di smaltimento mediante pozzi perdenti o bacini di dispersione	
		Redazione di una valutazione geologico-idraulica sulla modalità di smaltimento delle acque meteoriche	
			Eventuale riporto di terreni sciolti con uno spessore di circa 1 metro di buona permeabilità
		Possibile presenza di litologie fini di scarse caratteristiche geotecniche	Si deve prevedere all'interno della necessaria relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato (come previsto dal DM 11/03/1988), la valutazione delle tecnologie impiegate per realizzare gli interventi previsti senza pregiudizio per i fabbricati
	Falda a profondità minima di circa 3 metri da P.C.	Realizzazione previa verifica firmata da tecnico abilitato della soggiacenza della falda e progettazione con idonei sistemi per l'impermeabilizzazione dell'edificio	
ART. 4	Possibile presenza di litologie fini di scarse caratteristiche geotecniche	Si deve prevedere all'interno della necessaria relazione geologico geotecnica firmata da tecnico abilitato (come previsto dal DM 11/03/1988), la valutazione delle tecnologie impiegate per realizzare gli interventi previsti senza pregiudizio per i fabbricati	
	Remota possibilità di esondazione	Valutazione sulle opere edilizie di progetto relativamente alla impostazione della quota del fabbricato, e all'impiego di tecnologie	
		Eventuale riporto di terreni sciolti di buona permeabilità in rilevato con un tirante minimo di circa 1 metro	
		Redazione della Compatibilità idraulica che indichi i sistemi il contenimento delle piene, come ad esempio: le superfici pavimentate dovranno essere realizzate con pavimentazioni che permettano il drenaggio dell'acqua e l'inerbimento, la realizzazione di invasi, ecc.	
	Vulnerabilità		Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)

	elevata	<p>Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.</p> <p>Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con recapito in adeguati dispositivi di depurazione familiare a manutenzione permanente (DM 4/02/1977) e Piano di Tutela degli Acquiferi della Regione Veneto 2006</p>
ART. 5	Vulnerabilità alta	<p>Realizzazione della rete fognaria per gli ambiti sprovvisti.(D Lgs 152/99 e 152/2006)</p> <p>Ogni progetto di intervento pubblico o privato dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica che valuti il rispetto delle previsioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque, adottato con D.G.R. 29 dicembre 2004, n°4453 con indicazioni delle misure di tutela, salvaguardia e mitigazione.</p> <p>Realizzazione per insediamenti civili e agroindustriali non collettati alla pubblica fognatura di scarichi reflui abitativi ed agro-industriali con recapito in adeguati dispositivi di depurazione familiare a manutenzione permanente (DM 4/02/1977) e Piano di Tutela degli Acquiferi della Regione Veneto 2006</p>



Carta della Compatibilità Geologica del territorio comunale di Sommacampagna

TERRENO NON IDONEO (colore rosso)

Le aree che ricadono in questa classe sono:

- un'area posta al confine sud del territorio comunale,



Studio di Geologia Ambientale

- l'area lungo il Fiume Tione a rischio esondazione;
- le aree di cava;
- alcune aree a difficoltà di drenaggio
- alcune aree a rischio erosione.

L'edificabilità è preclusa (drenaggio molto difficoltoso e frequenti condizioni di saturazione del terreno; caratteristiche geomeccaniche scadenti; possibilità di esondazioni; dissesto geologico-idraulico limitato; Vulnerabilità elevata).

8.3 *Normativa per le invarianti di natura geologica*

Il P.AT. tutela i cordoni morenici e i terrazzi fluviali principali come riferimenti percettivi del paesaggio, elementi figurativi caratterizzanti lo skyline e punti privilegiati per l'osservazione del territorio circostante.

Rilievo morenico

In tali aree non sono ammessi:

- nuovi interventi edilizi come definiti all'art. 3 del D.P.R. 380/2001, fatti salvi quelli sull'esistente di cui al comma 1, lett. a), b), c), d) con esclusione di demolizioni e ricostruzioni e/o variazioni di sedime. (...)
- la realizzazione di discariche e depositi;
- l'installazione di impianti elettrici e di comunicazione elettronica;
- la realizzazione di reti tecnologiche e reti aeree ed impianti puntuali.

Terrazzi fluviali

Prescrizioni per una distanza di almeno m. 30 dalla scarpata di terrazzo fluviale, misurata in proiezione orizzontale, è vietata:

- nuovi interventi edilizi come definiti all'art. 3 del D.P.R. 380/2001, fatti salvi quelli sull'esistente di cui al comma 1, lett. a), b), c), d) con esclusione di demolizioni e ricostruzioni e/o variazioni di sedime. (...)
- la realizzazione di discariche e depositi;
- l'installazione di impianti elettrici e di comunicazione elettronica;
- la realizzazione di reti tecnologiche e reti aeree ed impianti puntuali.

Prescrizioni

Le modificazioni del terreno connesse con la coltura dei fondi rustici non devono snaturare le conformazioni orografiche attuali, pertanto sono consentiti i seguenti interventi di miglioramento fondiario, purché non modifichino gli attuali equilibri di carattere geologico dei versanti e non alterino i deflussi delle acque meteoriche:

- le operazioni di aratura e di dissodatura del suolo strettamente necessarie all'attività agricola, che non comportano lo spostamento di terreno da un sito all'altro;
- la posa a dimora e la sostituzione di piante da coltivazione.

Non sono comunque consentite le sistemazioni a ritocchino.

8.4 *Classificazione sismica del sito*

In merito alla nuova normativa sismica Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e n°3316 del 02/10/2003 in cui vengono recepiti gli eurocodici EC7 +EC8 previsti dalla Direttiva Europea 89/106, e si integrerà al D.M. 11/03/88 e al D.M. 16/01/1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

Il territorio del comune di Sommacampagna è stato inserito nella nuova classificazione in zona 3 con $a_g=0.15g$. L'accelerazione orizzontale è quindi compresa tra 0.05-0.15 g .

I fattori che concorrono alla definizione del Rischio Sismico sono: la pericolosità di base, la pericolosità locale oltre alla vulnerabilità degli edifici e del sistema urbano.

La pericolosità sismica di base è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito ed è legato alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, alla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito.

La pericolosità sismica locale, che analizziamo in questo lavoro, e la misura dello scuotimento al sito che in relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, morfometriche e geotecniche locali può differire dallo scuotimento di base; in occasione di eventi sismici si sono verificati effetti, su edifici di caratteristiche analoghe, molto diversificati anche a distanze di poche decine di metri. Gli elementi che influiscono nella variazione della risposta sismica locale producendo effetti localmente differenziati (effetti locali) sono: la topografia, la litologia dei terreni, la morfologia sepolta, il contatto tra litotipi differenti, il comportamento anelastico dei suoli, la liquefazione, la risonanza dei terreni, le faglie e fagliazioni.

Perciò la definizione di pericolosità locale comporta:

- l'acquisizione di informazioni relative agli effetti locali dei terremoti storici;
- la conoscenza delle condizioni locali (dati topografici, dati territoriali, faglie e discontinuità, classi di litotipi, dati sismostratigrafici e geotecnici).

La normativa vigente prevede di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore “S” di amplificazione, mediante la determinazione delle “Vs” (onde di taglio). Le metodologie previste dalle “Norme Tecniche per le costruzioni” per la determinazione delle “Vs” sono le seguenti:

- misure dirette in sito;
- correlazioni “Nspt” e “Cu”.

La derivazione delle “Vs” (onde di taglio) dal parametro “Nspt” risulta molto fuorviante, perché:

- non è possibile eseguire prove SPT su tutti i tipi di terreno;
- i valori di “Vs” ottenuti, tramite questa correlazione, si discostano spesso in modo eccessivo dai valori misurati in sito (anche del 200%).

Per quanto riguarda il parametro “Cu”, questo è un parametro geotecnico legato alla resistenza al taglio del materiale in condizioni non drenate e quindi è fortemente condizionato dal contenuto d'acqua del materiale; inoltre dipende dalle condizioni in cui viene effettuata la prova e può essere ricavato solo in terreni coesivi.

E' per questo motivo che ad esempio la Regione Toscana (tra le più avanzate in materia di Rischio Sismico), sia nell'ambito di caratterizzazione dei terreni in ambito urbano che in siti ove sono costruite o si costruiranno edifici strategici o rilevanti, procede all'acquisizione diretta delle "Vs" (onde di taglio) ed esclude l'utilizzazione di altre misure, non ritenendole tecnicamente appropriate.

Vista la mancanza di microzonazione sismica nel territorio e di direttive da parte della Regione Veneto, constatato che le metodologie disponibili in questo settore non sono sufficientemente consolidate e univocamente accettate, si ritiene, in attesa di precisi protocolli da parte degli Enti competenti, di stabilire un proprio metodo d'indagine in modo da poter acquisire strumenti utili e comuni per pervenire a una futura microzonazione sismica. In attesa di nuove disposizioni in materia di microzonazione sismica, e vista la mancanza attuale di finanziamenti ai Comuni per svolgere tali lavori, si è ritenuto di utilizzare le singole indagini di dettaglio eseguite secondo un protocollo comune" e di estrapolare- in una fase successiva questi risultati in altre aree adiacenti sulla base della corrispondenza litologico-tecnica- geologica, geomorfologica, idrogeologica e geofisica. I dati acquisiti dalle indagini di dettaglio- saranno elaborati e codificati da un tecnico esperto almeno annualmente in modo da costituire una banca dati facilmente consultabile.

Gli elementi e i parametri necessari per la definizione del modello di analisi di amplificazione sono:

- la conoscenza della geologia sepolta (spessori delle unità litologico-tecniche andamento dei relativi contatti);
- la definizione della velocità delle onde di taglio "Vs";
- la determinazione del coefficiente di Poisson, della curva di decadimento del Modulo di Taglio (G/Go) e dell'incremento dello smorzamento al crescere della deformazione.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, il sottosuolo del sito sarà da classificare in relazione alla tipologia del terreno come riportato nella tabella seguente:

TIPO	DESCRIZIONE TERRENO	V _{S30} (m/s)	N _{spt}	C _u kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale	>800		
B	Depositi sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da graduale miglioramento proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi sabbie o ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da decine a centinaia di ml	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, spessori 5-20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs30>800 m/s	Idem C-D		
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso >10 metri di argille/limi di bassa consistenza, con elevato I _p (>40) e contenuto d'acqua	<100		10-20
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argillee sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei terreni precedenti			

Il soil factor S è il seguente:

Tipo di sottosuolo	A	B	C	D	E
S	1	1.2	1.15	1.35	1.4



Studio di Geologia Ambientale

L'effetto locale sulle azioni sismiche viene considerato introducendo il cosiddetto coefficiente di fondazione e che incrementa le azioni sismiche del 30% per il solo caso di depositi alluvionali di spessore compreso tra 5-20 metri, sovrastanti terreni coesivi o litoidi caratterizzati da proprietà meccaniche superiori.

I depositi alluvionali amplificano sempre l'effetto sismico indipendentemente dalle caratteristiche del moto che li attraversa.

Il contributo degli strati più deformabili (caratterizzati da velocità più basse) condiziona sensibilmente la velocità equivalente v_{c30} dei primi 30 metri di sottosuolo a partire dal piano di posa delle fondazioni del manufatto.

L'EC8 suggerisce di utilizzare 2 tipi di spettro in funzione della Magnitudo M_s delle onde superficiali dei terremoti attesi:

TIPO 1 per $M_s > 5.5$

TIPO 2 per $M_s < 5.5$

Lo spettro di risposta elastico orizzontale si ricava dai seguenti parametri:

S= soil factor T_B = estremo dell'intervallo del periodo della funzione spettrale

T_C = estremo dell'intervallo del periodo della funzione spettrale

T_D = periodo a partire dal quale la funzione spettrale produce uno spostamento

Ai soli fini sismici, qualora l'indagine sia eseguita in conformità al decreto 14.09.2005 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", si suggerisce di adottare la seguente metodologia di lavoro, in fase di valutazione per il recepimento dal parte della Regione Veneto:

1) per costruzioni in cui si prevedono affollamenti significativi (es. teatri, cinema, alberghi, ecc.), funzioni pubbliche o strategiche, sociali essenziali, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, industrie con attività pericolose per l'ambiente, centri commerciali, grandi magazzini e mercati coperti con superficie superiore o uguale a 5.000 mq, qualsiasi edificio di altezza superiore ai dieci metri alla linea di gronda, accordi di programma e strumenti urbanistici attuativi come da L.R.11/2004 (piani di lottizzazione e particolareggiati, piani per l'edilizia economica e popolare, piano delle aree da destinare a insediamenti produttivi, piani di recupero, piani ambientali, programmi integrati) si dovrà procedere a :

- redazione di un'apposita cartografia (scala minima 1:5.000) geologica, geomorfologica, idrogeologica di un'area convenientemente estesa, che metta in evidenza i fenomeni di instabilità dei pendii (frane attive, quiescenti, potenzialmente franose o esposte a rischio di frana), la morfologia che può causare amplificazioni topografiche (es. scarpate con pareti subverticali, bordo di cave, di discariche, nicchie di distacco, orlo di terrazzo, zone di cresta rocciosa e/o cocuzzoli appuntiti-arrotondati con pendenze maggiori a dieci gradi), le caratteristiche litologiche, l'ubicazione delle prove in sito, la profondità della falda" le risorgive, le sorgenti e i pozzi, le superfici di discontinuità (faglie, sovrascorimenti, ecc.). Inoltre dovranno essere allegate, ove necessarie perché significative, delle sezioni litostratigrafiche.
- Indagini in sito: dovrà essere realizzato almeno un sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni e prove SPT, ed eventualmente prove penetrometriche statiche e/o dinamiche. La caratterizzazione geofisica dei terreni, con l'acquisizione diretta delle onde di taglio " V_s ", potrà essere eseguita con i seguenti metodi: Down-Hole, Cross-Hole, Cono



sismico; potranno essere utilizzate inoltre a supporto dei metodi geofisici puntuali sopracitati, altre metodologie riconosciute dalla comunità scientifica (esempio MASW, ecc.), importanti sono anche le misurazioni con velocimetri e accelerometri del rumore di fondo (microtremori di origine naturali e/o artificiali, o eventi sismici di magnitudo variabile).

- Relazione tecnica ed elaborazione dati: deve essere verificata la liquefacibilità dei terreni e l'addensamento dei materiali granulari attraverso una valutazione quantitativa facendo riferimento alle prove in sito, dovranno essere allegati diagrammi di misura delle onde di taglio "Vs", dovrà essere valutata la risposta sismica locale tramite metodi di calcolo monodimensionali e/o bidimensionali (quello ad elementi finiti è ottimale nel caso di sezioni che presentino alle due estremità la chiusura dei depositi sul bedrock, mentre quello ad elementi di contorno è in grado di modellare situazioni con morfologia complessa esempio scarpate, creste, dorsali, ecc.) e/o tridimensionali. Per un corretto uso dei metodi di calcolo è necessario acquisire i parametri geotecnici dinamici con prelievo di campioni e prove di laboratorio e/o , nel caso ci sia la corrispondenza geologico-tecnica dei materiali, è sufficiente allegare dati di letteratura, provenienti da specifiche prove di laboratorio. (v. es. file Regione Lombardia, ecc.).

2) Per le situazioni diverse dal punto 1. È necessario procedere a:

- redazione di un'apposita cartografia (scala minima 1:5.000) geologica, geomorfologica, idrogeologica di un'area convenientemente estesa, che metta in evidenza i fenomeni di instabilità dei pendii (frane attive, quiescenti, potenzialmente franose o esposte a rischio di frana), la morfologia che può causare amplificazioni topografiche (es. scarpate con pareti subverticali, bordo di cave, di discariche, nicchie di distacco, orlo di terrazzi, zone di cresta rocciosa e/o cocuzzoli appuntiti-arrotondati con pendenze maggiori a dieci gradi), le caratteristiche litologiche, l'ubicazione delle prove in sito, la profondità della falda le risorgive, le sorgenti e i pozzi, le superfici di discontinuità (faglie, sovrascorrimenti, ecc.). Inoltre dovranno essere allegate, ove necessarie perché significative, delle sezioni litostratigrafiche.

La categoria di suolo potrà essere determinata come previsto dal decreto 14.09.2005-“Norme tecniche per le costruzioni” : "la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio "Vs" ovvero sul numero medio di colpi N_{spt} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media "cu". Si potranno utilizzare valori provenienti da misure dirette puntuali delle onde di taglio "Vs" eseguite in un sito anche diverso da quello investigato, purché i litotipi siano compatibili dal punto di vista "geotecnico-geofisico" a quelli riscontrati nell'area in studio. Sono accettabili anche misure dirette delle onde di taglio "Vs" acquisite con metodi geofisici di superficie e riconosciuti dalla comunità scientifica (es. MASW, ReMi, ecc.). L'amplificazione topografica potrà essere determinata come previsto dall'Eurocodice 8 e/o da altra documentazione riconosciuta dalla comunità scientifica (es. "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia ..." - 2006). La liquefacibilità e l'addensamento dei terreni dovranno essere valutati attraverso prove in sito.

Qualora non si applichi la nuova normativa, decreto 14.09.2005 "Norme tecniche per le costruzioni", si potrà omettere la valutazione delle onde sismiche di taglio "V",

In ogni caso per gli edifici di cui allegato A e B del D.G.R 28.11.2003 n.3645 si dovrà seguire quanto previsto al precedente punto 1.

Oltre alle prescrizioni di carattere sismico sopraesposte. per la realizzazioni di costruzioni. si dovranno rispettare le prescrizioni. in rapporto alle categorie dei terreni precedentemente indicate.

9 BIBLIOGRAFIA

AMMINISTRAZIONE DELLA PROVINCIA DI VERONA - ASSESSORATO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, 1996. *Piano Territoriale Provinciale (L. 8 giugno 1990 n. 142 - L.R. 27 giugno 1985 n. 61)*.

ANTONELLI R., 1989 - *Stato delle conoscenze sui rapporti tra il fiume Adige e le falde idriche dell'alta pianura veronese*. Nuove prospettive di ricerca. Atti del Conv. "Il fiume Adige", pp. 123-133, Verona.

ANTONELLI R., STEFANINI S., 1982 - *Nuovi contributi idrogeologici ed idrochimici sugli acquiferi dell'alta pianura veronese*. Mem. Sc. Geol., v. 35, pp. 35-67, Padova.

BERETTA G.P., CIVITA M., FRANCANI V., MURATORI A., PAGOTTO A., VERGA G., ZAVATTI A., ZUPPI G.M., 1988 - *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R., pubbl. 75., 277 pp., GEO-GRAPH ed., Milano.

CASTELLI GUIDI C., 1987 "Geotecnica e tecnica delle Fondazioni" . Ulrico Hoepli Editore

CIVITA M. 1990 - *Legenda unificata per le carte della vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollution vulnerability Maps*. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, 1 (Append.), Pitagora Edit., Bologna, 13 pp.

CIVITA M., 1990 - *La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all' inquinamento*. Proc. "1° Conv. Naz. Protez. e gestione Acque sotterr.: metodol., tecnol. e obiettivi", v.3, Marano s. P. (Modena).

CIVITA M., 1994 - *Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all' inquinamento: Teoria e pratica*. 325 pp., Pitagora ed., Bologna.

DAL PRA' A., ANTONELLI R., 1977 - *Ricerche idrogeologiche e litostratigrafiche nell'alta pianura alluvionale del fiume Adige*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 34 (5), pp. 107-123, Roma.

DAL PRA' A., DE ROSSI P. (con la collaborazione di FURLAN F. E SILIOTTI A.), 1989 - *Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige*. Dip. Geol. Univ. Padova.

DAL PRA' A., DE ROSSI P., FURLAN F., SILIOTTI A., ZANGHERI P. (1991) - *Il regime delle acque sotterranee nell'alta pianura veronese*. Mem. Sc. Geol., v. 43, pp. 155-183, Padova.



- DAL PRÀ A., DE ROSSI P., LESO M., SALOTTI A., 1994 “*Carta Idrogeologica dell’Alta Pianura Veronese Occidentale*” Dip. Geol. Univ. Padova.
- DAL PRÀ A., DE ROSSI, SALOTTI, SOTTANI A., 1992 “*Carta idrogeologica dell’Alta Pianura Veronese*”. . Dip. Geol. Univ. Padova.
- DE ZANCHE V., SORBINI L., SPAGNA V., 1977 - *Geologia del territorio del comune di Verona*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 1, 52 pp., Verona.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA, 1981 - *Contributi tematici per la conoscenza della idrogeologia padana*. Quad. Ist. di Ric. sulle Acque, v. 51, (II), 70 pp., Roma.
- MALCEVSCHI S., 1991 - *Qualità ed impatto ambientale*. ETASLIBRI, Milano.
- MARCOLONGO B., PRETTO L., 1987 - *Vulnerabilità degli acquiferi nell’alta pianura a Nord di Vicenza*. CNR Padova.
- NICOLIS E., 1884 - *Idrografia sotterranea nell’alta pianura veronese*. Op. in 8°, 56 pp., Verona.
- NICOLIS E., 1890 - *Nuova contribuzione alla conoscenza della costituzione della bassa pianura veronese e della relativa idrologia sotterranea*. Boll. Soc. Geol. Ital. v. 9 (1), pp. 50-55, Roma.
- NICOLIS E., 1898 - *Sugli antichi corsi del fiume Adige. Contribuzione allo conoscenza della costituzione della pianura veneta*. Boll. Soc. Geol. It., v. 17 (1), pp. 7-75, Roma.
- SORBINI L. (a cura di), 1993 - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 4, 150 pp., Verona.
- ZAMPIERI D., ZORZIN R., 1993 - *Carta geologica dei Lessini centro-occidentali tra la Valpantena e la Val d’Illasi*. In: SORBINI L. (a cura di), 1993 - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 4, 150 pp., Verona.