



COMUNE DI POLVERARA
Provincia di Padova

P.A.T.

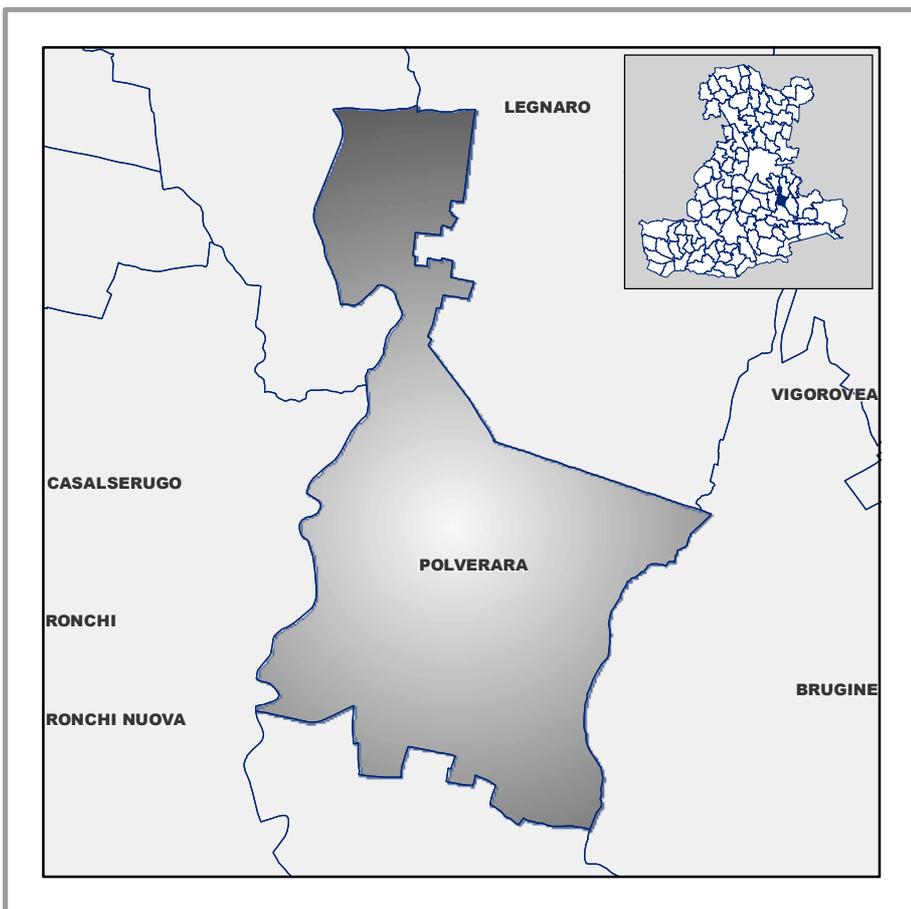
Elaborato



Scala



Relazione Geologica



Sindaco

Sabrina Rampin

Assessore Urbanistica

Olindo Bertipaglia

U.T.C. - Settore urbanistica -
Ufficio di Piano

Geom. Floriano Pinato

Gruppo di lavoro multidisciplinare

Documento preliminare -
pianificazione urbanistica -
quadro conoscitivo -
coordinamento

Arch. Giancarlo Ghinello
Studio Giotto Associato

Sistema ambientale - sistema
agricolo - paesaggio rurale
Dr. Agr. Giacomo Gazzin
Studio Agriplan

Sistema storico-culturale - assetto
storico-insediativo - paesaggio
interesse storico

Arch. Fabio Zecchin

Sistema ambientale fisico -
difesa del suolo - compatibilità
geologica

Dr. Geol. Alberto Stella
Georicerche s.r.l.

Compatibilità idraulica

Ing. Pietro Cevese
Cevese-Parpajola Ingegneria idraulica

Relazione ambientale - vas
Dr. Antonio Buggin



Aprile 2012

INDICE

Capitolo	Pagina
1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
3. INFORMATIZZAZIONE E RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA	6
4. DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE	7
5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO	9
6. ASSETTO LITOLOGICO	11
7. ASSETTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	13
8. GEOTERMIA	19
9. COMPATIBILITA' GEOLOGICA, INVARIANTI DI NATURA GEOLOGICA E VINCOLI	22
10. CONFRONTO TRA I CONTENUTI DEL P.A.T. E DEL P.A.T.I.	27
11. CONCLUSIONI	28

1. PREMESSA

Il Comune di Polverara ha espresso la necessità, nell'ambito del mutato contesto normativo urbanistico, scaturito dopo l'emanazione della Legge Regionale n° 11 del 23 aprile 2004, di redigere il Piano di Assetto Territoriale per descrivere in modo unitario i diversi aspetti del territorio comunale.

Questo documento illustra la metodica di indagine che ha portato alla stesura della cartografia a carattere geologico, sulla base di tematismi gestibili mediante un sistema informativo territoriale.

Come previsto dalla normativa e come spiegato più estesamente di seguito, il lavoro è distinto in due fasi, cioè l'acquisizione dei dati descrittivi del territorio che porta alla definizione del Quadro Conoscitivo, e l'elaborazione delle informazioni strutturate in una visione progettuale del territorio (Progetto).

L'indagine è stata inoltre svolta in ottemperanza a quanto disposto dal Decreto Ministeriale 14/01/2008, integrato dalla Circolare Ministeriale n° 617 del 02/02/2009, recante: "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e relative istruzioni per la sua applicazione.

Per gli aspetti di sismicità dell'area si è fatto riferimento alle Ordinanze della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 e n° 3519 del 28/04/2006. Si è inoltre fatto riferimento alla Delibera di Giunta Regione Veneto n° 3308 del 04/11/2008: "Applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica. Indicazioni per la redazione e verifica della pianificazione urbanistica".

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La programmazione e gestione del territorio è stata regolata da diversi dispositivi normativi a carattere regionale che prevedono esplicitamente l'uso di strumenti urbanistici e pianificatori quali, in particolare, il Piano Regolatore Generale, integrati da specifiche indagini e studi a carattere geologico di carattere generale. Di seguito si riporta un elenco dei principali strumenti normativi che hanno ad oggi regolato la gestione del territorio:

- LR n°40 del 2 maggio 1980: “Norme per l’assetto e l’uso del territorio”;
- DGRV del 24 maggio 1983: questa delibera indica l’elenco degli elaborati e le modalità di redazione dei piani urbanistici;
- LR n°61 del 27 giugno 1985: “Norme per l’assetto e l’uso del territorio”;
- DGRV n°615 del 21 febbraio 1996 “Grafie unificate”.

In particolare, la cartografia geologico-tecnica deve rilevare “le attitudini delle singole unità del terreno, con particolare riferimento al loro assetto geologico e morfologico e ai processi geodinamici in atto e deve contenere una classificazione dei terreni ai fini della loro utilizzazione come risorsa naturale”.

Nell’ottica di una pianificazione di più ampio respiro e soprattutto nella considerazione che i fenomeni geodinamici che intervengono sul territorio non possono essere descritti nell’ambito dei confini comunali ma necessariamente in una visione d’insieme, la Regione Veneto ha emanato la Legge Regionale n°11 del 23 aprile 2004.

Questa norma prevede diversi livelli di pianificazione territoriale, regionale (PTRC, Piano Territoriale Regionale di Coordinamento), provinciale (PTCP e PATI, rispettivamente Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e Piano di Assetto Territoriale Intercomunale) e comunale (PAT, Piano di Assetto Territoriale). Quest’ultimo, insieme al Piano degli Interventi Comunali (PI), sostituisce il precedente PRG.

Entrando nello specifico, la citata Legge Regionale ha tra i suoi contenuti e finalità "...la messa in sicurezza degli abitati e del territorio dai rischi sismici e di dissesto idrogeologico..." ponendo quindi forte l'accento sui problemi legati agli aspetti di difesa del territorio dagli eventi naturali e di una riorganizzazione dello stesso nel rispetto della naturale evoluzione dell'ambiente.

E' quindi fondamentale, per gli aspetti riguardanti i tematismi geologici, la conoscenza approfondita delle dinamiche ambientali che hanno diretta influenza sull'evoluzione del territorio e sulla sua sicurezza.

Da questa esigenza nasce la necessità di una raccolta ed elaborazione dei dati territoriali esistenti ed una loro riorganizzazione in sistemi informativi organizzati e strutturati. La sintesi di questi dati costituisce il Quadro Conoscitivo, il quale è formato dal "...complesso di informazioni necessarie che consentono una organica rappresentazione e valutazione dello stato del territorio e dei processi evolutivi che lo caratterizzano e costituisce il riferimento indispensabile per la definizione degli obiettivi e dei contenuti di piano per la valutazione della sostenibilità."

E' quindi necessario, nell'ambito del Quadro Conoscitivo, individuare sia il grado di vulnerabilità e le condizioni di fragilità ambientale, sia le risorse naturali del territorio nell'ambito di una "valutazione della sostenibilità" da un lato dello sviluppo e dall'altro dell'impatto verso l'ambiente.

Il Quadro Conoscitivo è suddiviso in dodici matrici, delle quali si individuano quelle di interesse, e cioè la matrice Acqua, la matrice Suolo e Sottosuolo e la matrice Pianificazione e Vincoli.

La conoscenza del territorio e delle sue dinamiche permette lo sviluppo di elaborati progettuali di supporto alla pianificazione, con particolare riferimento all'individuazione delle diverse attitudini del territorio e relativi vincoli. Questa fase di studio, che costituisce il vero e proprio "Progetto", si conclude con la redazione di diversi tematismi tra cui il "Sistema dei Vincoli", le "Invarianti" e le "Fragilità".

Nello specifico, per il Comune di Polverara, sono stati prodotti gli elaborati di seguito descritti:

QUADRO CONOSCITIVO

- Carta del Microrilievo
- Carta Geomorfologica
- Carta Litologica
- Carta Idrogeologica

PROGETTO

- Compatibilità Geologica
- Vincoli
- Invarianti

3. INFORMATIZZAZIONE E RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFIA

I dati disponibili per le analisi sono stati elaborati con applicativi GIS per produrre dati conformi alle specifiche della L.R. 11/2004 della Regione Veneto. Per la vestizione dei tematismi geologici sono state utilizzate le grafie unificate di giugno 2009, messe a disposizione dal servizio geologia della Regione Veneto.

Seguendo le metodologie consolidate dell'analisi geospaziale, sono stati interpolati i dati puntuali rilevati sul territorio o ricavati da altre fonti ufficiali. I risultati ottenuti sono stati elaborati attraverso un'analisi critica del gruppo di lavoro e successivamente strutturati secondo le codifiche e le specifiche regionali.

Per l'incrocio dei dati, sono state utilizzate le classiche funzionalità GIS di overlaymapping che hanno supportato il gruppo di lavoro nell'individuazione delle aree tematiche oggetto di studio.

Tutti i temi realizzati sono accompagnati dal relativo metadato in formato xml (versione 2.0) secondo le indicazioni degli atti di indirizzo della Regione Veneto.

4. DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio comunale di Polverara si estende nella fascia meridionale della Provincia di Padova e confina, a nord, con il Comune Ponte San Niccolò e Legnaro, a est con il Comune di Brugine, a sud con il Comune di Bovolenta e a ovest con quello di Casalserugo.

Il territorio comunale appartiene all'Ambito del Piano di Assetto Territoriale della Saccisica.

Il territorio, nel suo complesso, è caratterizzato da una morfologia pianeggiante con quote sul livello del mare che degradano dolcemente da nord-ovest verso sud-est, con valori che variano da 7-8 m a 2-3 m rispetto al livello medio mare.

L'aspetto del territorio è quello tipico di pianura, con vaste aree adibite alla coltivazione delimitate da una fitta rete di canali ad uso irriguo.

L'ambito si sviluppa nel bacino idrografico compreso tra il Fiume Bacchiglione a ovest e il Fiume Brenta a est. Il primo costituisce il confine ovest del Comune di Polverara. Questo Comune è attraversato anche dallo Scolo Stangone e dallo Scolo Fiumicello. Il Fiume Brenta scorre al margine nord-est del confine comunale di San Angelo di Piove di Sacco, confine costituito dallo Scolo Cornio. In questo Comune non vi sono altri corsi d'acqua rilevanti.

Dal punto di vista geologico, come si vedrà più estesamente, l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale, depositati dai principali corsi d'acqua, che hanno determinato eventi alluvionali che si sono succeduti nel tempo ed ora non più possibili essendo gli alvei arginati.

Il sottosuolo è costituito da livelli limoso-argillosi generalmente a scarsa competenza in alternanza a livelli stratigrafici costituiti in prevalenza

da sabbie fini a tratti ben addensate. In superficie, posto al di sotto del terreno vegetale, è diffuso un livello di terreno con prevalente frazione sabbiosa.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area si inserisce nel contesto del sistema multifalda, caratterizzato cioè una sequenza di acquiferi alloggiati negli strati sabbiosi separati da livelli praticamente impermeabili (limoso-argillosi) che ostacolano gli scambi idrici in senso verticale. La prima falda, quella freatica, è di norma prossima al piano campagna.

Dal punto di vista sismico, l'area di interesse è stata classificata a seguito dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20.03.2003.

I Comuni appartenenti a questo ambito non presentano rilevanti caratteristiche di sismicità, essendo appartenente alla zona n°4.

Dalla stessa circolare si evince che l'accelerazione orizzontale per le aree in zona n°4 è da considerarsi inferiore a 0.05 g.

La ricerca dei terremoti storici non ha fatto emergere che si siano verificati eventi sismici rilevanti dall'anno 1000 in poi. La ricerca è stata allargata ai Comuni confinanti o comunque posti a una certa distanza, come di seguito descritto:

Comune	Anno	Intensità
Bovolenta	1691	6°
Padova	1485	5°
Padova	1756	6°

L'intensità è espressa in Scala Mercalli.

In base alla natura dei terreni rinvenuti nel corso dei sondaggi, è possibile definire il sottosuolo costituito da depositi di terreni poco competenti (terreno tipo D). I valori di velocità delle onde S (V_{S30}) sono da considerarsi inferiori a 180 m/s.

In base alle considerazioni espresse, si può affermare che nel Comune di Polverara non sussiste rischio sismico rilevante.

5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Come già descritto, l'Ambito comunale di Polverara ha carattere essenzialmente alluvionale con forme pianeggianti che presentano quote che variano da 7-8 m a 2-3 m sul livello medio del mare.

Le antiche forme del territorio non sono più riconoscibili perché nascoste dagli interventi di urbanizzazione, dall'attività agricola o modificate dagli interventi sulla rete fluviale.

La ricostruzione della morfologia e la definizione delle principali "forme" del territorio è stata eseguita in sede di redazione della Carta Geomorfologica, elaborato che costituisce elemento fondante del Quadro Conoscitivo insieme alla Litologia e alla Idrogeologia.

In questa carta vengono evidenziate le principali "forme" del territorio ancora individuabili e deriva da una approfondita analisi di diversi elementi:

- analisi del microrilievo;
- interpretazione di riprese fotografiche aeree;
- studio delle forme naturali e antropiche.

Quanto al primo punto, l'analisi del microrilievo è stata ritenuta quale elemento importante e caratterizzante per una corretta analisi del territorio.

A tale proposito, è stato realizzato un modello di elevazione del terreno, che si basa sull'analisi e l'interpolazione delle quote desunte dalla Carta Tecnica Regionale. Valori di quota simile sono stati raggruppati in classi con equidistanza pari a 1.00 metro.

L'analisi della Carta permette di suddividere il territorio in porzioni omogenee e caratterizzanti.

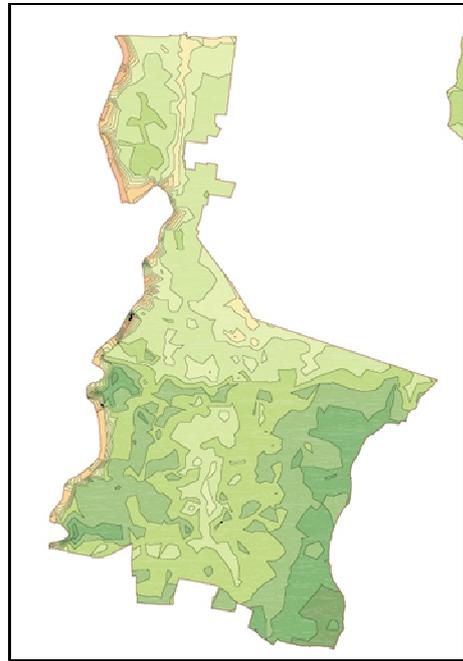
Da un'analisi attenta dell'andamento altimetrico, si possono individuare alcune strutture naturali a forma di dosso, cioè caratterizzate da quote leggermente più elevate rispetto alla campagna circostante, in

corrispondenza delle quali sono state realizzate le infrastrutture storiche, essendo per lo più zone non soggette a periodici allagamenti.

Tra gli elementi a dosso che si evidenziano maggiormente e che caratterizzano il territorio, si osserva la zona centrale del Comune.

Questi elementi morfologici hanno direzione nord-sud, ad indicare la direzione degli eventi deposizionali fluviali.

Nella carta, con la dicitura “Traccia di corso fluviale estinto”, sono riportate le tracce dei paleoalvei, cioè quelle strutture morfologiche che identificano, per le loro caratteristiche di tessitura dei terreni, cioè gli antichi percorsi fluviali e i corrispondenti alvei naturalmente arginati da dossi. Rispetto alla pianura circostante i paleoalvei possono presentare quote pari a piano campagna o inferiori.



Gli antichi percorsi fluviali risultavano spesso naturalmente arginati dai “Dossi fluviali” già descritti, che sono rappresentati, in genere, da strutture lineari leggermente più elevate rispetto alla pianura circostante.

Le aree che non hanno subito direttamente l’attività di deposito e modellamento da parte dei corsi d’acqua, e che quindi sono rimaste intercluse con frequenti ristagni d’acqua, sono definite come “Aree depresse in aree alluvionali – conche di decantazione”. Nel Comune di Polverara si osserva un’area limitata nella porzione sud - est del territorio comunale.

La restante porzione di territorio, cioè quella non descritta dalle forme di cui sopra, può essere definita come pianura alluvionale indifferenziata costituita da depositi recenti di divagazione delle aste fluviali, non essendo caratterizzata da forme a particolare valenza.

Non sono stati rilevati elementi morfologici di altra natura od origine, come ad esempio forme di origine antropica.

6. ASSETTO LITOLOGICO

Come già in precedenza affermato, dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale, depositati dai principali corsi d'acqua, che hanno determinato eventi alluvionali che si sono succeduti nel tempo ed ora non più possibili essendo gli alvei arginati.

Secondo le grafie inserite nella normativa regionale per questa porzione di pianura, sono applicabili due codifiche distinte per definire la litologia dei terreni alluvionali fini e cioè a tessitura prevalentemente limoso-argillosa e a tessitura prevalentemente sabbiosa.

Il sottosuolo è costituito da livelli limoso-argillosi in prevalenza generalmente a scarsa competenza. Questi livelli si rinvengono al di sotto di uno strato superficiale di natura in prevalenza sabbioso-limosa che è piuttosto diffuso nell'ambito, ovviamente al di sotto dello strato vegetale.

Più nel dettaglio, nel Comune di Polverara prevale la presenza di un livello superficiale di terreno sabbioso posto al di sotto appunto del terreno vegetale e che si spinge fino alla profondità di m. 2 - 3 da piano campagna. La competenza di questo livello non è particolarmente elevata e quindi non conferisce buone resistenze meccaniche ai terreni superficiali. Lo strato è diffuso in buona parte del territorio ad eccezione di un lembo a nord, nella zona centrale e lungo il confine est.

In tutto l'ambito, si rinvengono, più in profondità, terreni marcatamente argillosi a consistenza piuttosto modesta. Non si può escludere la presenza di livelli organici.

Questa sequenza di terreni coesivi viene interrotta alla profondità di m. 10-11 da piano campagna dalla presenza di livelli sabbiosi ad elevata consistenza ma di scarsa potenza.

Si osserva, nell'ambito, una notevole omogeneità dei terreni in senso orizzontale.

Si riporta una schematizzazione di massima della sequenza stratigrafica:

Strato	Litologia	Natura	Rp Kg/cm²
0,00-0,80	terreno vegetale	-	-
0,80-3,00	sabbia limosa	granulare	30
3,00-10,00	argilla	coesiva	10
10,00-12,00	sabbia	granulare	150
12,00-	argilla	coesiva	20

dove con Rp si intende la resistenza alla punta ottenuta mediante prova penetrometrica statica.

7. ASSETTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Aspetto di particolare importanza per lo studio del territorio in zona di pianura è rappresentato dall'assetto idrologico (acque di superficie) e idrogeologico (acque in profondità).

Le numerose informazioni raccolte sono state sintetizzate nella cartografia prodotta, in particolare nella Carta Idrogeologica.

8.1 IDROLOGIA

La gestione delle acque superficiali è in capo al Consorzio di Bonifica Bacchiglione .

L'ambito si sviluppa nel bacino idrografico compreso tra il Fiume Bacchiglione a ovest e il Fiume Brenta a est. Il primo costituisce il confine ovest del Comune di Polverara. Questo Comune è attraversato anche dallo Scolo Stangone e dallo Scolo Fiumicello. Il Fiume Brenta scorre al margine nord-est del confine comunale di San Angelo di Piove di Sacco, confine costituito dallo Scolo Cornio. In questo Comune non vi sono altri corsi d'acqua rilevanti.

Per quanto attiene l'assetto idrologico, sono stati riportati nell'elaborato i seguenti elementi

- corsi d'acqua permanenti;
- le aree a deflusso difficoltoso.

Particolare attenzione è stata posta nello studio di queste ultime, per la loro importanza e per l'elevato grado di attenzione che richiedono nella gestione del territorio. Infatti, in questi ultimi anni si è assistito ad un generale peggioramento della capacità del territorio dal difendersi da questi fenomeni, a causa del crescente intervento antropico sull'ambiente fisico. Per capire questo fenomeno è opportuno partire dal fatto che le precipitazioni totali

annue in Italia negli ultimi decenni non sono nel complesso aumentate. E' stato rilevato, invece, un mutamento del regime delle precipitazioni, che registra un aumento delle piogge intense, a carattere alluvionale, caratterizzate da elevate quantità ma di minore durata.

Si è assistito inoltre ad un aumento della frequenza dei fenomeni alluvionali e ad un aumento dei danni generati da essi, elevando di molto il rischio che è il risultato del prodotto della pericolosità (probabilità che un certo fenomeno avvenga) e del danno atteso per quel fenomeno.

L'aumento dell'intensità delle precipitazioni non spiega da solo la maggiore fragilità del territorio in generale. E' ormai dato per scontato che sono mutate le condizioni di deflusso dei corsi d'acqua e più in generale dei bacini imbriferi. In particolare si osserva una diminuzione generale dei tempi di corrvazione, valore che indica il tempo necessario ad una particella d'acqua a percorrere un certo tratto del bacino. A parità di condizioni di evento meteorico, ogni bacino ha, infatti, un suo tempo di corrvazione che dipende dal carattere del bacino stesso, ossia dal coefficiente di deflusso i cui fattori di regolazione sono legati alla natura litologica del bacino, alla copertura vegetale e a tutte quelle opere umane che influenzano la velocità di deflusso e l'infiltrazione nei terreni. Gli estesi interventi di urbanizzazione, le infrastrutture e le attività economiche hanno determinato una estesa impermeabilizzazione del territorio da cui ha avuto origine un ruscellamento superficiale incontrollato di grandi proporzioni.

Lo sviluppo urbano non è l'unico responsabile dell'impermeabilizzazione del suolo, anche le trasformazioni dell'agricoltura hanno comportato l'installazione di una rete estesa di impianti coperti al posto delle colture, corredata quasi sempre da una serie di edifici di servizio, di impianti di stoccaggio pavimentati e strade.

Un altro elemento che ha irrigidito enormemente la geometria dei fiumi è stato l'incremento della rete delle comunicazioni, soprattutto stradali e piazzali di servizio di grande superficie. Queste strutture, oltre ad aumentare la velocità di deflusso delle acque e di diminuire la capacità di infiltrazione nel

sottosuolo, creano sbarramenti artificiali alle acque che vengono incanalate lungo scoli non razionali ed estranei alle canalizzazioni naturali.

Nel contesto descritto, diventa di particolare importanza l'individuazione delle aree soggette a rischio idraulico e la definizione delle cause e delle possibili soluzioni per mitigare questo rischio.

L'individuazione di queste aree è stata eseguita raccogliendo diverse informazioni dagli Enti direttamente coinvolti nella gestione del territorio, con particolare riferimento al Consorzio di Bonifica e alla Protezione Civile.

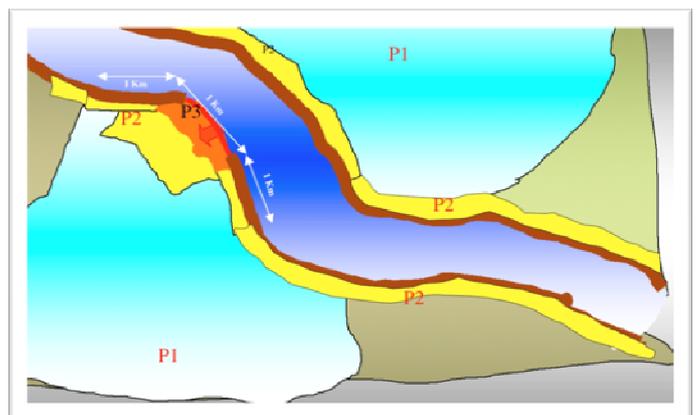
In particolare, nel territorio, si individua una sola area a deflusso difficoltoso, nell'estremo sud – est. Quest'area è stata indicata dal Consorzio ma è stata modificata a seguito di indicazioni da parte del Comune. L'area si sviluppa infatti lungo il confine orientale.

Si segnala inoltre che l'ambito rientra, secondo il Piano di Assetto Idrogeologico, nel Bacino Bacchiglione – Brenta.

Il Piano di Assetto Territoriale individua le aree effettivamente interessate dal corso del fiume (in questo caso il Brenta) definite dal corso stagionale del fiume e dalle aree interessate dalle piene ordinarie (aree F).

Oltre a queste, il PAI identifica delle aree in funzione del livello di pericolosità secondo lo schema di a fianco riportato:

- F: piene ordinarie;
- P1: pericolo moderato;
- P2: pericolo medio;
- P3: pericolo elevato



Come specificato nello studio del Piano di Assetto, limitatamente alle tratte fluviali che sono state storicamente sede di rotte ovvero che presentano condizione di precaria stabilità delle rotte arginali (assenza di diaframmatatura, rischio di sifonamento, ecc.) e per le quali le analisi modellistiche confermano la criticità si è inteso di attribuire un livello di pericolosità P3 alla fasce contigue agli argini; le aree contigue, eventualmente riconosciute come suscettibili di allagamento sono

state invece classificate come aree di media pericolosità (P2). Infine le aree che l'analisi storica ha palesato come esondate nel passato, naturalmente residuali rispetto alle precedenti, sono state classificate come aree a pericolosità moderata (P1).

Il Comune di Polverara è interessato dall'area F delle piene ordinarie del Fiume Bacchiglione. Tutto il territorio comunale è invece ricompreso nell'area P1, a pericolosità moderata.

8.2 IDROGEOLOGIA

La determinazione dell'andamento e della profondità freatica è stata possibile in base alla disponibilità dei dati di misura in pozzi freatici raccolti una campagna di misura diretta eseguita nel giugno 2011.

	<i>Quota cm s.l.m.</i>	<i>quota falda cm b.p</i>	<i>quota falda cm slm</i>	<i>falda da p.c.</i>
Caposaldo	230,0000			
POZZO1	337,7500	200	137,7500	110
Caposaldo	230,0000			
POZZO2	241,6500	108	133,6500	108
Caposaldo	294,0000			
POZZO3	414,7500	220	194,7500	119
Caposaldo	294,0000			
POZZO4	348,5000	187	161,5000	107
Caposaldo	220,0000			
POZZO 5	364,8000	250	114,8000	143
Caposaldo	413,0000			
	450,8000			
	450,8000			
POZZO6	557,6000	285	272,6000	183
Caposaldo	495,0000			
POZZO7	579,0000	250	329,0000	167
Caposaldo	335,0000			
POZZO8	534,2000	320	214,2000	220
Caposaldo	631,0000			
POZZO9	610,9000	250	360,9000	200
Caposaldo	608,0000			
POZZO10	715,5000	319	396,5000	227,5
Caposaldo	567,0000			
POZZO11	686,9000	295	391,9000	190
Caposaldo	430,0000			

POZZO12	565,6000	275	290,6000	196
Caposaldo	368,0000			
POZZO13	470,5000	297	173,5000	271
Caposaldo	603,0000			
POZZO 14	723,2000	405	318,2000	311,5
Caposaldo	541,0000			
POZZO15	623,0000	243	380,0000	161
Caposaldo	474,0000			
POZZO16	512,8000	295	217,8000	274
Caposaldo	751,0000			
POZZO17	829,3000	294	535,3000	208
Caposaldo	625,0000			
POZZO18	754,7500	296	458,7500	196
Caposaldo	571,0000			
POZZO19	627,7000	295	332,7000	209
Caposaldo	732,0000			
POZZO 20	824,0000	354	470,0000	266
Caposaldo	682,0000			
POZZO 21	763,2000	366	397,2000	278
Caposaldo	411,0000			
POZZO22	630,3000	390	240,3000	293
Caposaldo	558,0000			
POZZO 23	680,5000	222	458,5000	132
Caposaldo	696,0000			
POZZO 24	730,3000	263	467,3000	235
Caposaldo	545,0000			
POZZO25	585,2000	409	176,2000	389
Caposaldo	543,0000			
POZZO 26	643,6000	244	399,6000	150
Caposaldo	455,0000			
POZZO27	573,5000	368	205,5000	258
Caposaldo	440,0000			
POZZO28	504,9000	233	271,9000	145
Caposaldo	422,0000			
POZZO29	551,6000	289	262,6000	190
Caposaldo	294,0000			
POZZO30	385,5000	180	205,5000	95
Caposaldo	551,0000			
POZZO31	625,1000	321	304,1000	220
Caposaldo	345,0000			
POZZO32	396,4000	167	229,4000	118
Caposaldo	439,0000			
POZZO33	649,6000	341	308,6000	244

In base ai dati disponibili, è stato possibile ricostruire l'andamento della profondità della falda rispetto al piano campagna, suddividendo il territorio in classi di profondità, come di seguito riportato:

da 0,00 a 1,00 m da p.c.;

da 1,00 a 2,00 m da p.c.

e oltre 2,00 m da p.c.

Di particolare interesse per le problematiche di realizzazione delle opere civili è la prima classe, cioè quella che interessa direttamente la realizzazione degli scavi di fondazione anche superficiali.

Oltre alla profondità della falda è stato possibile individuare l'andamento freaticometrico della stessa, espressa quindi in quote assolute.

In linea generale si può affermare che, in parziale accordo all'andamento che si riscontra nella Pianura Padana, il deflusso avviene lentamente da ovest verso est, con un gradiente generalmente nell'ordine di 1/1000. Si osservano perturbazioni nell'andamento soprattutto nel settore centrale del territorio per la presenza di un marcato displuvio.

Dall'analisi dell'andamento delle isofreatiche, si individua l'effetto drenante della Fiume Bacchiglione sulla falda.

Per quanto attiene alla profondità della falda, si è determinato che questa varia da m. 0.50 a oltre m. 2.00 da piano campagna a seconda della zona. La falda risulta meno profonda nella parte centrale ed est del Comune.

Di questa profondità si dovrà tenere conto nella progettazione e realizzazione di qualsiasi opera di ingegneria civile che interessa il sottosuolo.

8.3 INTRUSIONE SALINA

L'intrusione di acqua salata nelle falde in aree in prossimità della costa rappresenta un problema di attualità cui va posta una certa attenzione, soprattutto nell'affrontare il tema dello sfruttamento delle acque sotterranee.

Il meccanismo alla base di questo fenomeno è dovuto alla differente densità dell'acqua marina salata rispetto alla acqua di falda dolce.

L'acqua salata, essendo più densa, tende a penetrare al di sotto della falda dolce creando una interfaccia a forma di cuneo (da cui il nome del fenomeno). In realtà l'interfaccia non è definita ed origina una zona di dispersione dove il passaggio tra acqua salata e dolce è graduale.

In virtù dell'inclinazione dell'interfaccia, il corpo idrico salato prende la forma di cuneo che tende ad estendersi verso la terraferma quando la superficie freatica si abbassa, come ad esempio in caso di sfruttamento intenso della falda.

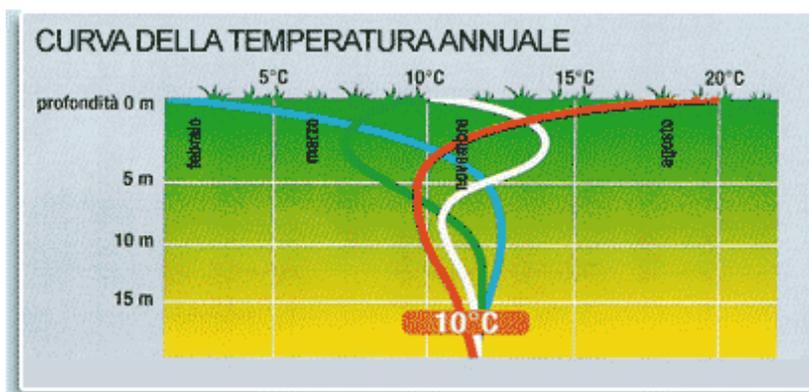
Normalmente l'interfaccia è molto inclinata e quindi la profondità aumenta molto in proporzione alla distanza in riva al mare. In caso di emungimento eccessivo, la superficie piezometrica si può abbassare tanto da provocare una variazione dell'interfaccia consistente in un richiamo verso l'alto dell'acqua salata sottostante, con conseguente mescolanza delle due acque. Si determina così la salinizzazione della falda che può risultare quindi alterata. Si considera che l'acqua salata si può rinvenire a una profondità corrispondente a circa quaranta volte il valore della quota della falda sul livello del mare.

Studi analitici su questo fenomeno non sono molto diffusi, in particolare in questo settore della Pianura Padana. La tematica è stata affrontata in sede di redazione del Piani Territoriale di Coordinamento Provinciale – Carta Idrogeologica. Da questo elaborato si evince che il fenomeno della salinizzazione interessa, per adesso, la fascia costiera di larghezza pari a 3-4 km. L'Ambito è quindi posto a una distanza che garantisce l'assenza del fenomeno, se non a profondità maggiori di a 50 m da piano campagna. Il fenomeno non va comunque trascurato ed impone attenzione nello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, evitando emungimenti intensi e concentrati, ma soprattutto applicando una politica di sfruttamento dei corpi idrici sostenibile e limitando gli sprechi.

8. GEOTERMIA (A BASSA ENTALPIA)

Nello svolgimento del presente incarico è stata presa in considerazione la possibilità di sfruttamento dell'energia geotermica dei terreni nel Comune di Polverara.

Per energia geotermica si intende lo sfruttamento del calore naturale del terreno, che sotto i primi metri influenzati dalla temperatura dell'aria, si trova ad una temperatura costante per tutto il tempo dell'anno, compresa mediamente fra 10 e 15°C, come illustrato schematicamente nella figura sottostante. Questo tipo di risorsa è nota come energia geotermica a bassa entalpia.

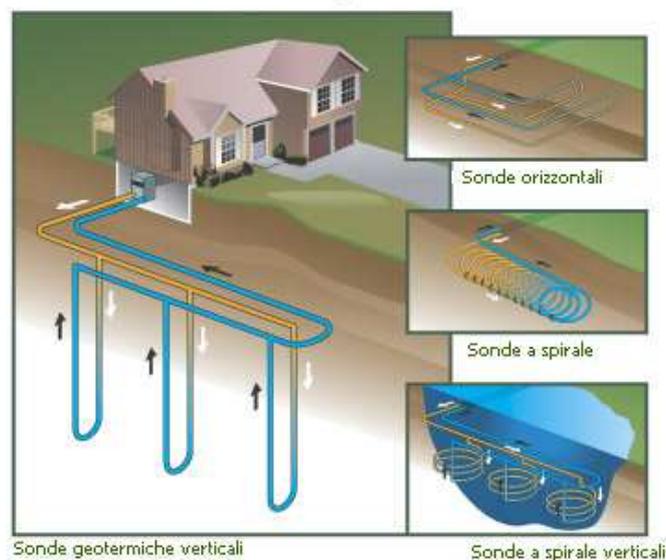


Questo avviene in zone a cosiddetto “gradiente geotermico standard”, ovvero in aree dove non vi sono anomalie geotermiche generate da fenomeni di tipo geologico profondo (ad es. vulcanesimo) oppure da circolazioni idriche a grande profondità (circa 4.000 m) come avviene per il termalismo euganeo. Per gradiente standard si intende un incremento della temperatura pari a 3°C per ogni 100 m di profondità.

Il Comune di Polverara è da considerare una zona a gradiente geotermico standard per quanto riguarda i metri più superficiali (150-200 m dal p.c.).

Il modello geologico di quest'area di pianura si presta decisamente allo sfruttamento geotermico a bassa entalpia essenzialmente per la presenza di terreni saturi a partire da debole profondità dal piano campagna (la presenza di acqua favorisce lo scambio termico) e perché i terreni presenti sono costituiti ovunque da alluvioni fini facilmente perforabili. Dovrà esserci cura nella realizzazione degli impianti a non mettere in comunicazione falde presenti a diverse profondità ed isolate da setti impermeabili.

Il calore naturale della terra viene sfruttato inserendo nel terreno degli "scambiatori di calore" rappresentati dalle sonde geotermiche, che possono essere a sviluppo verticale o orizzontale. L'utilizzo delle prime viene solitamente preferito, poichè le sonde geotermiche verticali (SGV) vengono alloggiare in profondità (80-100 m) e non risentono delle variazioni di temperatura dei terreni più superficiali, oltre a non richiedere ampi spazi per la messa in opera, come nel caso delle sonde orizzontali.



Il grande vantaggio di questa tecnologia, attualmente trascurata nel nostro Paese (molto utilizzata invece in altri paesi europei come Germania, Francia, Svezia e Svizzera), è quello di poter essere applicata in qualsiasi zona e con qualsiasi tipo di terreno. Non è quindi necessaria una zona a gradiente geotermico anomalo, come ad esempio una zona termale, come solitamente si crede.

L'energia recuperata dal terreno per mezzo della sonda geotermica viene messa a disposizione dell'impianto di utilizzazione della struttura da riscaldare o raffreddare attraverso una pompa di calore.

La pompa di calore è una macchina, molto simile ad un frigorifero, in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta. Nel fare questo lavoro la pompa di calore consuma energia elettrica, però con un elevato rendimento, pari mediamente ad un fattore 4. Si ha quindi che mediamente per 1 KW elettrico impiegato si producono 4 KW termici a disposizione dell'impianto.

Le pompe di calore sfruttano l'inerzia termica del terreno, il quale oltre 10 m di profondità mantiene una temperatura costante di circa 12-14 °C.

Dal punto di vista ambientale l'utilizzo della geotermia risulta vantaggioso per i seguenti motivi:

- non vi sono emissioni dirette in atmosfera;
- elevato rendimento del sistema;
- nel bilancio annuale inverno/estate l'energia prelevata è molto prossima a quella reimpressa.

Per quanto riguarda invece la realizzazione degli impianti è bene, per minimizzare l'impatto sul ambiente, che siano osservate alcune norme elementari:

- utilizzare sistemi di posa delle sonde geotermiche che garantiscano un adeguato isolamento delle falde acquifere presenti (ad es. rivestimento provvisorio di tutta la perforazione);
- assicurarsi che la cementazione delle sonde sia eseguita a regola d'arte ed in modo adeguato;
- dimensionare gli impianti in modo tale da poter utilizzare soltanto acqua come fluido vettore all'interno delle sonde, in modo da evitare fenomeni di inquinamento in caso di perdita del sistema.

9. COMPATIBILITA' GEOLOGICA, INVARIANTI DI NATURA GEOLOGICA E VINCOLI

9.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Come più volte affermato nel presente studio, il documento di sintesi che permette una visione complessiva dello stato del territorio e del suo potenziale sviluppo, è rappresentato dalla Carta della Compatibilità Geologica, che indica l'idoneità o meno del territorio, dal punto di vista geologico, allo sviluppo urbanistico. Questo elaborato costituisce elemento fondante per la successiva redazione della Carta della Fragilità, sviluppata dal progettista incaricato.

Oltre alla compatibilità, sono stati individuati nel corso dello studio, quegli elementi areali, lineari e puntuali che costituiscono eventuali invarianti e vincoli. Per "Invariante" si intende un ambito territoriale caratterizzato da particolari aspetti geologici, nel quale non vanno previsti interventi di trasformazione se non per la loro conservazione, valorizzazione e tutela. Nel medesimo sito non vanno effettuate modifiche morfologiche ed idrologiche, se non per motivi di stabilizzazione dei pendii e bonifica dei terreni.

9.2 COMPATIBILITA' GEOLOGICA

In questo documento, il territorio viene suddiviso in aree differenti a seconda dell'idoneità o meno ad essere destinata allo sviluppo urbanistico.

La suddivisione prevede la classificazione del territorio in "Idoneo", "Idoneo a condizione" e "Non Idoneo".

La classificazione, così come espressa, deriva dalla sovrapposizione di diversi tematismi, resa possibile dall'utilizzo della tecnica informatica dell'overlaymapping (sovrapposizione cartografica).

Si riporta di seguito la definizione utilizzata per le diverse classi considerate:

- "Idoneo" (colore verde): vi sono limiti all'edificabilità solo per strutture particolari, cioè con carichi particolarmente elevati o

interrati in profondità al di sotto del piano campagna per la presenza di falda. Per queste strutture è necessario prevedere un'adeguata indagine geognostica che definisca le caratteristiche meccaniche della successione stratigrafica e con precisione la profondità della falda e la sua variazione nel tempo. Per le strutture che prevedano volumetrie al di sotto del piano campagna è necessario considerare l'attuazione di adeguati accorgimenti tecnici al fine di evitare infiltrazioni nelle strutture interrate. Sono state considerate quelle aree non soggette ad alcun vincolo, tutela o rischio di carattere geologico e che sono contraddistinte da una capacità portante significativamente superiore alla media del territorio nel suo complesso. Si tratta quindi di un'area ad elevata stabilità ambientale, caratterizzate da discrete caratteristiche meccaniche dei terreni che garantiscono adeguata resistenza agli sforzi indotti nel terreno da opere di fondazione di modesta entità, buona permeabilità dei terreni superficiali e profondità della falda superiore a 1 m da piano campagna. Considerando l'elevata variabilità dei terreni, caratteristica già descritta del Comune di Polverara e non descrivibile a livello cartografico perché estremamente puntuale, è sempre necessario condurre un'indagine geognostica specifica per qualsiasi intervento di ingegneria civile come previsto dalla normativa vigente.

- "Idoneo a condizione" (colore giallo): l'edificabilità è possibile a condizione che sia eseguita, per qualsiasi tipologia di intervento, una adeguata campagna di indagine geognostica che definisca in modo dettagliato le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dalle strutture di fondazione. Per le strutture che prevedano volumetrie al di sotto del piano campagna è necessario considerare l'attuazione di adeguati accorgimenti tecnici al fine di evitare infiltrazioni nelle strutture interrate. Particolare attenzione dovrà essere posta in corrispondenza delle aree a deflusso difficoltoso, in cui è necessario uno specifico studio per garantire la

fruibilità delle opere in progetto. Infine, qualora la permeabilità superficiale dei terreni risulti inferiore a 10^{-8} m/sec, si è ritenuta l'area idonea a condizione.

Gli elementi che determinano l'idoneità a condizione sono individuati attraverso delle sigle come di seguito riportato:

ES: aree a deflusso difficoltoso;

PE: scarsa permeabilità dei terreni superficiali;

FA: falda prossima al piano campagna.

Queste problematiche non sono di entità tale da rendere le aree non idonee e quindi risultano idonee a condizione che vengano attuati degli accorgimenti adeguati.

- "Non Idoneo" (colore rosso): in queste aree l'edificabilità non è consentita o è sconsigliata. Le aree non idonee sono così definite in ragione del fatto che lo sviluppo urbanistico non è possibile o consigliabile in ragione di vincoli, tutela o rischio. L'area F individuata dal P.A.I., cioè le piene ordinarie del Fiume Bacchiglione, è stata segnalata quale non idonea.

I dati della compatibilità geologica del territorio di Polverara sono stati recepiti all'interno della Carta della Fragilità del territorio, che contiene anche informazioni provenienti da altre discipline.

All'interno delle Norme Tecniche Attuative del Piano sono riportate, relativamente alla compatibilità geologica, tutte le prescrizioni tecniche per quanto riguarda le aree classificate come idonee a condizione.

9.3 AREE A DEFLUSSO DIFFICOLTOSO - CONSIDERAZIONI GENERALI

In riferimento a queste aree, nel capitolo riguardante l'idrogeologia si è potuto osservare quanto un corretto utilizzo del territorio possa incidere sulla capacità di infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo. A questo proposito si riportano alcune prescrizioni pratiche, facendo proprie le indicazioni maturate dall'esperienza dei consorzi di bonifica, per la

realizzazione di opere di urbanizzazione nel territorio comunale, utili al fine di contenere fenomeni di ristagno.

- Favorire il recupero di volumi di invaso che dovrà avvenire mediante la realizzazione di invasi superficiali o profondi.
- Fossi privati: i fossi in sede privata devono essere tenuti in buono stato, non devono essere eliminati, ridotti in dimensione se non si prevedono adeguate opere di compensazione.
- Tombinature: in area agricola non deve essere consentita la tombinatura dei fossi ad eccezione per i passi carrai. In particolare le nuove tombinature devono assicurare la funzione iniziale del fossato sia in termini di volume di invaso che di smaltimento delle portate.
- Opere pubbliche e infrastrutture: per le strade dovranno essere previsti ampi fossi di guardia e dovrà essere assicurata la continuità di deflusso delle acque fra monte e valle dei rilevati.
- Piano imposta fabbricati: il piano di imposta dovrà essere posto a 20-40 cm più alto rispetto al circostante piano campagna. In alternativa i piani interrati saranno impermeabilizzati e le relative aperture dovranno essere posti a quota più elevata del piano campagna circostante.
- Pluviali: in linea generale dovranno scaricare superficialmente oppure in pozzi disperdenti collegati in sommità alla rete delle acque meteoriche.
- Corsi d'acqua consorziali: dovranno essere assoggettati ad autorizzazione le modifiche della configurazione dei canali all'interno di una fascia di 10 m dal ciglio superiore della scarpata arginale. E' opportuno collocare le aree a verde delle nuove urbanizzazioni lungo i corsi d'acqua ai fini della maggiore separazione possibile. Nelle aree adiacenti agli scoli consorziali dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto della larghezza minima di 5 m dal ciglio degli stessi o dall'unghia arginale verso campagna per il passaggio dei mezzi di manutenzione.
- Opere di urbanizzazione: la portata scaricata nella rete idrica esterna non dovrà essere superiore a quella corrispondente al terreno agricolo. Le superfici impermeabili dovranno essere limitate al minimo, prevedendo pavimentazioni esterne permeabili, ad esempio per le aree a parcheggio.

9.4 INVARIANTI E VINCOLI

Nel Comune di Polverara non sono state individuate invarianti di natura geologica.

Dal punto di vista sismico, l'area comunale di Polverara è stata classificata a seguito dell'Ordinanza P.C.M. n° 327 4 del 20.03.2003 in zona n°4 ed il vincolo coincide con il confine comunale .

L'area P1 del P.A.I. (pericolosità idrogeologica moderata), che interessa la quasi totalità del territorio analizzato, è stata definita come vincolo sovracomunale.

10. CONFRONTO TRA I CONTENUTI DEL P.A.T. E DEL P.A.T.I. Compatibilità geologica

Il maggior dettaglio dello studio eseguito in fase di stesura del P.A.T. ha permesso una maggiore e più puntuale definizione delle caratteristiche geologiche dell'area oggetto di studio, con particolare riferimento a quelli aspetti della geologia, idrogeologia e geotecnica che hanno una diretta influenza riguardo la compatibilità di geologica e quindi, di conseguenza, sulla fragilità del territorio.

Il confronto tra le due analisi è stata sintetizzata nella tavola allegata a fine testo.

In particolare, le differenze tra il contenuto del Piano di Assetto Territoriale Intercomunale (Ambito della Saccisica) e quello Comunale, derivano da una diversa considerazione degli elementi generatori di condizione. Nello specifico, la lettura freaticometrica eseguita ha permesso di ridurre le aree poste a condizione per la presenza di falda a debole profondità. Una nuova area a bassa permeabilità è stata introdotta. L'area a deflusso difficoltoso è stata rideterminata.

In generale, il maggior dettaglio ha permesso una diminuzione delle aree a condizione in favore di quelle a idonee.

Infine nel P.A.T., è stata inserita come non idonea l'area F secondo quanto previsto dal P.A.I.

11. CONCLUSIONI

Dagli studi eseguiti nel territorio comunale, è emerso che:

- le indagini eseguite hanno permesso di delineare in modo specifico la conoscenza del territorio e dell'ambiente superficiale e sotterraneo, permettendo la formulazione di un esaustivo Quadro Conoscitivo.
- L'assetto geomorfologico, geolitologico, idrogeologico e idrologico è stato descritto nei relativi elaborati cartografici.
- L'analisi completa dei dati disponibili ha permesso una definizione dell'attitudine del territorio allo sviluppo urbanistico, la disponibilità di risorse e, in modo particolare, delle fragilità presenti.
- Le fragilità più rilevanti sono dovute alle difficoltà di deflusso idrico. Particolare attenzione dovrà essere posta nella progettazione del territorio, adottando provvedimenti che mitighino il rischio nelle aree esistenti, con particolare riferimento alla rete scolante. Le nuove aree dovranno prevedere accorgimenti tecnici che non peggiorino la situazione, soprattutto nelle aree già fragili, evitando il più possibile l'impermeabilizzazione del suolo e la chiusura dei canali esistenti

Due Carrare, 10 ottobre 2011