

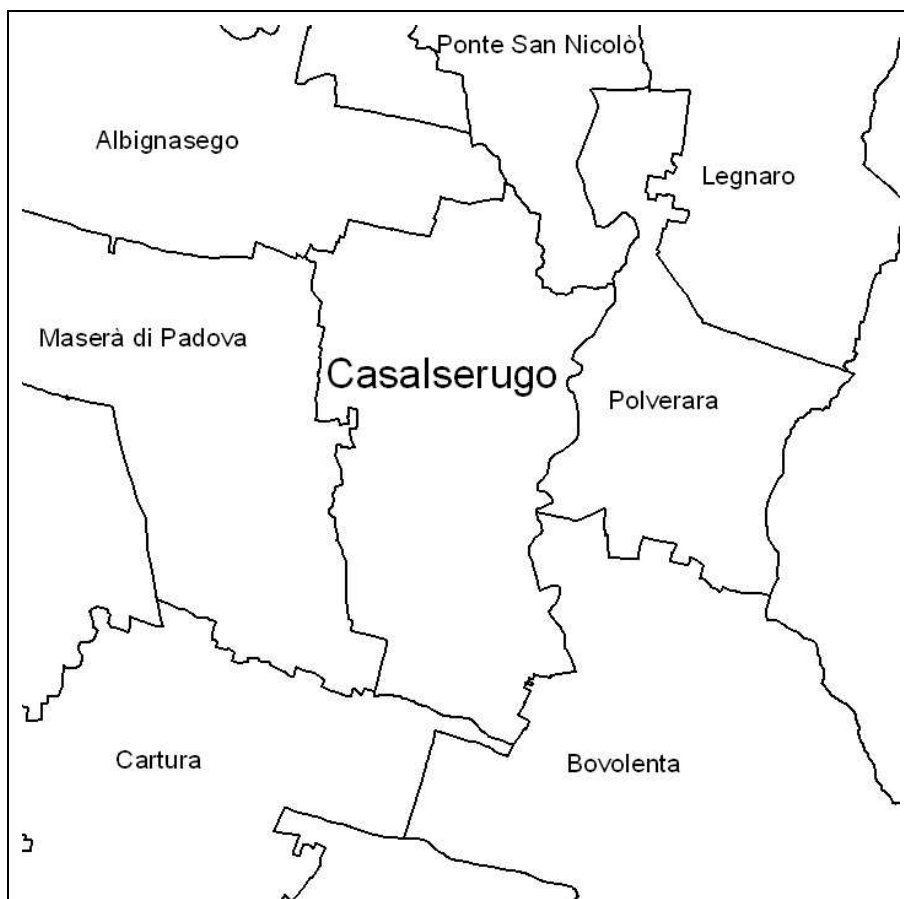
**COMUNE DI CASALSERUGO**  
Provincia di PADOVA



**P.A.T.**

Elaborato

## **RELAZIONE METODOLOGICA E DESCRIZIONE DEL TERRITORIO**



### **IL SINDACO**

(Dott.ssa Elisa Venturini)

### **IL SEGRETARIO**

(Dott. Fabrizio Baldo)

### **I TECNICI**

(Arch. Tiziana Fornasiero)

### **IL PROGETTISTA**

(Arch. Aldo Gianni Marangon)

### **I COPIANIFICATORI REGIONALI**

(Arch. Vincenzo Fabbris)

(Arch. Vittorio Milan)



Realizzazione informatica:

**ABITAT** Sistemi Informativi Territoriali - [www.abitat.it](http://www.abitat.it)

**DATA**

**30.01.2008**

## INDICE

<b>Capitolo</b>	<b>Pagina</b>
1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
3. INFORMATIZZAZIONE E RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFIA	6
4. DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE	7
5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO	9
6. ASSETTO LITOLOGICO	12
7. ASSETTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	14
8. COMPATIBILITA' GEOLOGICA	20
9. GEOTERMIA	25
10. CONCLUSIONI	28

## 1. PREMESSA

Il Comune di Casalsèrugo 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 il 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 D.M. 21.1.1981, modificato dall'analogo D.M. 11 marzo 1988, pubblicato nel supplemento alla G.U. n° 127 del 1 giugno 1988 recante: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione".

Per gli aspetti di sismicità dell'area si è fatto riferimento alla Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20.03.2003.

## 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 Casalserugo, sono stati prodotti gli elaborati di seguito descritti:

#### QUADRO CONOSCITIVO

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

#### PROGETTO

- Compatibilità Geologica

che comprende:

- Vincoli
- Invarianti
- Fragilità

### **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 del 23 marzo 2007, 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 overlay mapping, 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 Casalserugo si estende nella fascia centro-meridionale della Provincia di Padova e confina con i Comuni di Maserà, Cartura, Bovolenta, Polverara, Ponte San Niccolò e Albignasego.

Il territorio è caratterizzato da una morfologia pianeggiante con quote sul livello del mare che degradano dolcemente da nord a sud, variando da circa 8 m nella porzione settentrionale a circa 3 m in quella meridionale.

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

Le aree abitate si concentrano nel capoluogo di Casalserugo e nelle località Ronchi, Ronchi Nuova, La Madonnetta, Scardola, Ca' Ferrante e Villa Argenti.

Il territorio è attraversato da alcuni corsi d'acqua principali tra cui il Fiume Bacchiglione che rappresenta anche il confine orientale del territorio, lo Scolo Bolzani, lo Scolo Corriva e lo Scolo Cornio.

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 che si spingono in profondità. Livelli marcatamente sabbiosi si rinvengono a profondità di circa 4-6 m e oltre i 10 m rispetto al piano campagna.

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 comunale di Casalserugo è stata classificata a seguito dell'Ordinanza P.C.M. n°327 4 del 20.03.2003.

Questo Comune non presenta 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 limitata distanza, come di seguito descritto:

<b>Comune</b>	<b>Anno</b>	<b>Intensità</b>
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 non sussiste rischio sismico rilevante nel Comune di Casalserugo.

## 5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Come già descritto, l'area del Comune di Casalserugo ha carattere essenzialmente alluvionale con forme pianeggianti che presentano quote che variano da 8 m a 3 m s.l.m.

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.

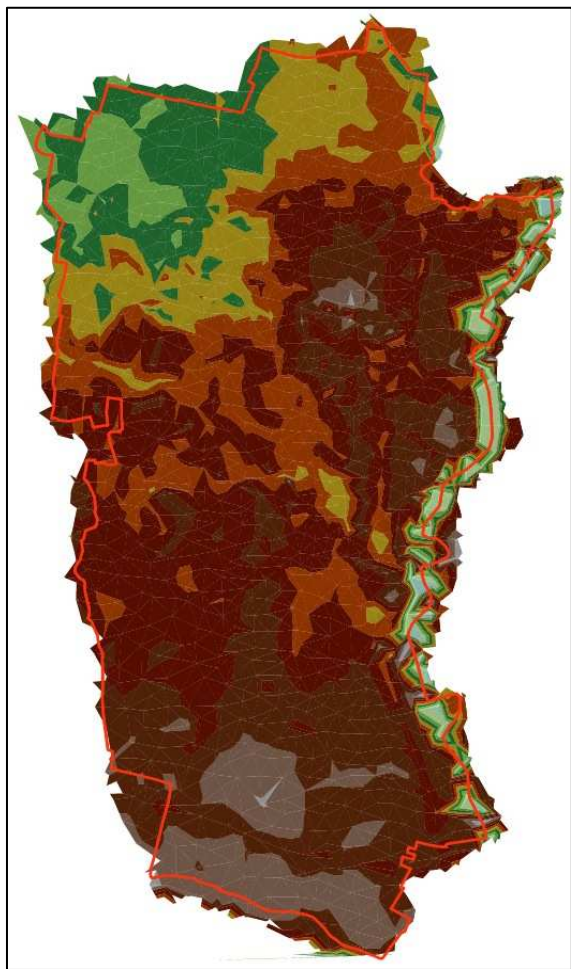
In questa carta vengono evidenziate le principali "forme" del territorio ancora individuabili e deriva da una approfondita analisi di diversi elementi:

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

Quanto al primo punto, l'analisi del microrilievo, pur non essendo prevista dai contenuti della Legge Regionale, 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 metri.

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



La parte più settentrionale del territorio, in corrispondenza del confine comunale, è quella che risulta essere caratterizzata da quote maggiori. Una vasta fascia centrale è caratterizzata da quote simili, e cioè comprese tra 4-5 m s.l.m..

Oltre a questa suddivisione di larga massima, da un'analisi più attenta dell'andamento altimetrico, si possono individuare alcune strutture naturali a forma di dosso ed in corrispondenza delle quali sono state realizzate le infrastrutture storiche, essendo per lo più zone non soggette a periodici allagamenti, con particolare

riferimento all'area del Capoluogo e alla porzione nord-occidentale del territorio.

Da quanto esposto, l'andamento del microrilievo permette una prima analisi dell'assetto morfologico del territorio e della sua evoluzione.

Questi elementi sono stati tenuti in considerazione per la redazione della Carta Geomorfologica. In questa tavola vengono descritte, con la simbologia idonea, le principali "forme" che caratterizzano il Comune di Casalserugo.

Nella carta, con la dicitura "Traccia di corso fluviale estinto", sono riportate le tracce dei peleoalvei, cioè di quelle strutture morfologiche che identificano, per le loro caratteristiche di tessitura dei terreni, i paleoalvei, cioè gli antichi percorsi fluviali e i corrispondenti alvei naturalmente arginati da dossi costituiti da terreni a prevalente frazione sabbiosa. 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” che sono riportati nella Carta Geomorfologica, 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”.

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.

Come già affermato, Il territorio si distingue per le forme prevalentemente pianeggianti. Le uniche eccezioni sono rappresentate dalle arginature, in particolare quelle del Fiume Bacchiglione che raggiungono quote di 9-10 m s.l.m.

Non vi sono particolari forme, nel territorio comunale, riconducibili ad attività antropica, quali ad esempio cave o discariche. Va comunque segnalata la presenza di una importante sito di discarica al confine nord-orientale del Comune, nel territorio di Ponte San Niccolò.

Nella cartografia descritta sono stati riportati i principali elementi in rilievo, quali arginature e rilevati stradali che potrebbero avere particolare influenza sulle acque superficiali.

## 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.

I terreni superficiali sono caratterizzati da una sensibile presenza di frazione sabbiosa in vaste aree del territorio e in via subordinata a frazione limoso-argillosa. In profondità si riscontrano terreni invece in prevalenza argilloso – limosi, in livelli metrici a bassa consistenza e alternati a livelli sabbiosi a consistenza più elevata che si concentrano tra le profondità di 4- 6 m e oltre 10 m da piano campagna.

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

Dall'analisi dei dati è apparso ragionevole considerare quale discriminante la percentuale di contenuto di sabbia determinata dalle indagini eseguite in passato per la stesura dei documenti territoriali ad argomento geologico. Pertanto è stato definito a prevalente tessitura limoso-argillosa i punti contenenti meno del 50% di frazione sabbiosa e a tessitura prevalente sabbiosa gli altri punti, cioè quelli con più del 50% di frazione sabbiosa appunto.

I risultati ottenuti sono stati quindi confrontati con le numerose prove penetrometriche eseguite nel territorio comunale.

Analizzando la cartografia prodotta, si evidenzia che la parte centrale del territorio è caratterizzata da frazione sabbiosa prevalente. A nord la frazione sabbiosa si evidenzia in modo particolare per tutta la larghezza del territorio, con particolare riferimento alla porzione occidentale in

corrispondenza del quale si sviluppa la forma di dosso già analizzata nel capitolo riguardante l'assetto geomorfologico del territorio. Aree a prevalente frazione argilloso-limosa si concentrano nelle zone periferiche del Comune, all'estremità settentrionali e meridionali e nella fascia orientale.

Sono state analizzate diverse indagini eseguite per alcune opere in progetto di realizzazione nel territorio comunale.

L'analisi delle prove eseguite, permette di affermare che il territorio comunale è interessato dalla presenza in profondità di terreno limoso-argilloso dalle caratteristiche meccaniche non particolarmente elevate. In generale si osserva una resistenza alla punta media pari a 10-20 Kg/cm<sup>2</sup>, valore tipico di terreni normal consolidati. Non continui i livelli sabbiosi in profondità che si concentrano tra 4-5 m e oltre 10 m da piano campagna.

## 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.

### 7.1 IDROLOGIA

La gestione delle acque superficiali è in capo al Consorzio di Bonifica Bacchiglione – Brenta. Il territorio appartiene al bacino di Pratiarcati. Lo scolo del territorio avviene per gravità.

Nell'area comunale sono presenti i seguenti idronimi:

- Fiume Bacchiglione
- Scolo Corriva
- Scolo Bolzani
- Scolo Cornio

L'idrografia minore affluisce al Fiume Bacchiglione, naturalmente o attraverso l'idrovora Pratiarcati sita nel confinante Comune di Bovolenta.

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

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

Particolare importanza è stata attribuita allo 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 corrivazione, 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 corrivazione 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 sofferenza idraulica e la definizione delle cause e delle possibili soluzioni per mitigare questo fenomeno.

L'individuazione di queste aree è stata eseguita raccogliendo diverse informazioni dagli Enti direttamente coinvolti nella gestione del territorio, quali il Comune, il Consorzio di Bonifica e la Protezione Civile.

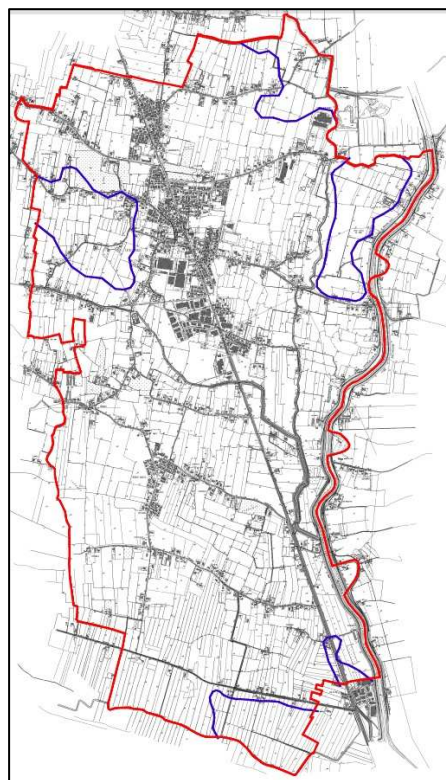
Le diverse indicazioni ottenute dagli Enti contattati sono state correlate in base alle definizioni che ciascun Ente ha attribuito ad esse. Una volta individuate le aree interessate da questo fenomeno, è stato di nuovo sentito il Comune a conferma di quelle direttamente interessate. In definitiva sono state individuate diverse "aree a deflusso difficoltoso".

La perimetrazione delle aree è stata ulteriormente affinata considerando l'andamento del microrilievo ottenuto dal modello di elevazione del terreno, già descritto in precedenza.

Dallo studio incrociato dei diversi dati, e con particolare riferimento allo studio del microrilievo, si evince che le aree a deflusso difficoltoso si sviluppano in zone depresse come quota in senso relativo e cioè rispetto a quelle immediatamente in prossimità, e non in senso assoluto.

Questa situazione indica la presenza di un contesto di sofferenza locale, dovuta ad un assetto morfologico depresso localizzato confinato da aree poste in rilievo o da elementi che generano ostacolo al naturale deflusso delle acque meteoriche, come ad esempio infrastrutture, arginature ecc.

Questa considerazione di carattere generale permette di affermare che queste problematiche trovano soluzione in interventi di governo del territorio programmabili e sostenibili. Si tratta di adeguare la rete scolante



a livello locale per far fronte a eventi meteorologici di particolare intensità, che sempre più spesso si verificano nelle aree di studio, con particolare attenzione ai cambiamenti climatici in atto.

In definitiva ne sono state individuate cinque di queste aree a deflusso difficoltoso. La prima si estende all'estremo nord del territorio comunale al confine con il Comune di Ponte San Nicolò. Altre due aree si trovano a est e ovest del capoluogo, mentre altre due all'estremo sud.

## **7.2 IDROGEOLOGIA**

Per quanto riguarda le acque sotterranee, l'assetto della falda è stata definito mediante la determinazione della profondità rispetto al piano campagna, ovvero sia lo spessore di terreno libero o fascia insatura. I valori di profondità sono stati ottenuti dai dati disponibili in bibliografia e recentemente pubblicati dalla Provincia di Padova. I valori di profondità della falda variano da -0,5 m a -1,5 rispetto al piano campagna.

Le misure evidenziano che la falda è prossima al piano campagna nella porzione settentrionale e sud-occidentale del territorio comunale. Nella parte centrale la falda tende ad approfondirsi per portarsi appunto a -1,5 rispetto al piano campagna.

La delimitazione delle aree nell'elaborato specifico è avvenuta per intervalli corrispondenti a 0,0-0,5 m, a 0,5-1,0 m e superiori a 1,0 m.

In tutti i casi, considerata la limitata profondità della prima falda, qualsiasi opera da realizzare che preveda la realizzazione di strutture di fondazione poste anche a debole profondità, dovrà essere considerata interessata dalla falda freatica. Questo contesto dovrà essere sempre tenuto in considerazione in fase di progettazione e realizzazione di opere poste al di sotto del piano campagna.

Per quanto riguarda l'andamento della falda, si osserva una concordanza con l'andamento generale di questo settore della Pianura

Padana, e presenta direzione nord-ovest sud-est. La quota assoluta è pari a 5 m s.l.m. nella parte nord mentre pari a 0,5 m s.l.m. in quella sud.

Il gradiente è del tutto confrontabile con quello generale e non si osservano, dalla forma delle isofreatiche, particolari perturbazioni nell'andamento.

Per la determinazione della falda sono stati utilizzati 19 pozzi freatici la cui misura è stata effettuata nel mese di novembre 2008.

### **7.3 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'area comunale di Casalserugo è quindi posta a una distanza che garantisce l'assenza del fenomeno, se non a profondità maggiori di 150 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. COMPATIBILITA' GEOLOGICA

### 8.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Come più volte affermato nella presente relazione, 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.

Questo documento fa riferimento, a livello concettuale, ai "Vincoli", alle "Fragilità" e alle "Invarianti".

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'overlay mapping (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.
- "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. La capacità portante non elevata dei terreni non esclude che si debba ricorrere all'utilizzo di fondazioni profonde per interventi specifici. 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 interrato. 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.

- “Non Idoneo” (colore rosso): in queste aree l'edificabilità non è consentita o è sconsigliata. Nel primo caso si tratta di aree sottoposte a vincolo di tutela geologico o paesaggistico (Vincoli e Invarianti). Nel secondo caso, edificabilità sconsigliata, si tratta di aree in cui esiste il rischio elevato di ristagno idrico in concomitanza di eventi meteorici di elevata intensità o di esondazione dei principali corsi d'acqua (Fragilità).

Per quanto riguarda le aree definite idonee, 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 e caratterizzata da buone caratteristiche meccaniche dei terreni che garantiscono adeguata resistenza agli sforzi indotti nel terreno da opere di fondazione. Per opere di una certa complessità ed in considerazione della presenza di falda a profondità prossima al piano campagna, si ritiene consigliabile comunque eseguire indagini geologiche ai sensi del Decreto Ministeriale del 11/03/1998.

Le aree idonee a condizione, che occupano buona parte del territorio comunale, sono le aree non soggette ad alcun vincolo, tutela o fragilità e che sono inoltre contraddistinte da una capacità portante non particolarmente

elevata. Si tratta quindi di aree che, per le loro caratteristiche meccaniche e per la presenza della falda a debole profondità necessitano di indagini specifiche approfondite che permettano una definizione degli interventi o delle condizioni a cui è necessario sottoporre l'opera. In questa categoria, ricadono le aree soggette a deflusso difficoltoso, indipendentemente dalla capacità portante. Non sono state considerate aree non idonee perché si tratta di fenomeni non particolarmente intensi e via di risoluzione a seguito degli interventi di mitigazione operati dal Consorzio di Bonifica competente.

Le aree non idonee sono definite in ragione del fatto che lo sviluppo urbanistico non è possibile o consigliabile in ragione di vincoli, tutela o rischio. Le aree vincolate sono rappresentate dai corsi d'acqua limitati seguendo il limite morfologico delle arginature del Fiume Bacchiglione (piede dell'unghia arginale che rappresenta l'elemento caratterizzante dal punto di vista geologico e geomorfologico) e non secondo il vincolo normativo (Legge n° 431 del 8 agosto 1985) (Vincoli) e le aree di particolare interesse ambientale che, dal punto di vista geologico, devono essere tutelate perché di particolare interesse o significato (Invarianti).

Nel territorio comunale di Casalserugo non sono state individuate aree non idonee per fragilità o invarianti di natura geologica.

Le aree a deflusso difficoltoso o soggette a inondazioni periodiche, sono state segnalate in cartografia con contorno blu.

Sono state considerate tutte idonee a condizione (colore giallo) per la minore gravità delle problematiche emerse o per mancanza di informazioni storiche certe tali da far ritenere queste aree ad elevato e ricorrente rischio.

Inoltre, in questi anni, il Consorzio competente ha messo in atto interventi di mitigazione di questi fenomeni.

## **8.2 AREE A SOFFERENZA IDRAULICA**

Come più volte espresso, un elemento di fragilità del territorio del Comune di Casalserugo è rappresentato dalle aree a difficoltà di deflusso.

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 meteoriche nel sottosuolo. A questo proposito di 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

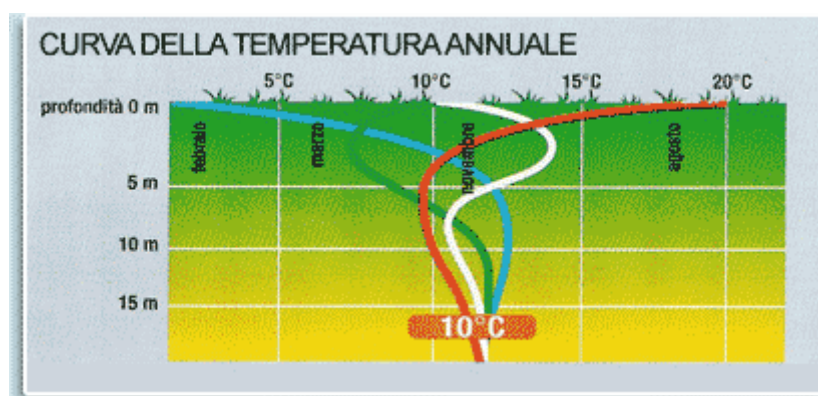
m dal ciglio degli stessi o dall'unghia arginale verso campagna per il passaggio dei mezzi di manutenzione.

- 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. GEOTERMIA

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

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.



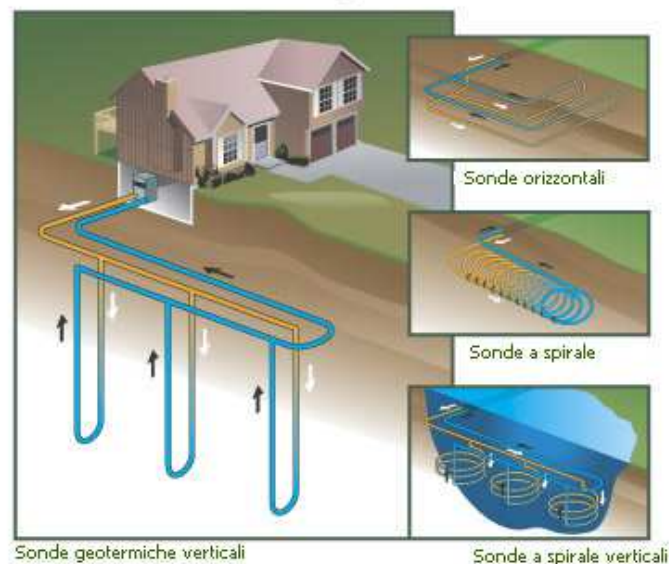
Questo avviene in zone a cosiddetto “gradiente geotermico standard”, ovvero in aree dove non vi sono anomalie geotermiche generate da fenomeni di tipo geologico profondo (ad es. vulcanesimo) oppure da circolazioni idriche a grande profondità (circa 4.000 m) come avviene per il termalismo euganeo. Per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

Il Comune di Casalserugo è da considerare appunto una zona a gradiente geotermico standard.

Il modello geologico di quest'area di pianura si presta decisamente allo sfruttamento geotermico essenzialmente per la presenza di terreni saturi a partire da deboli 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 alloggiati 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 reimmessa;

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.

## 10. 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, geotologico, 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 mitigano 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, 19 gennaio 2009