

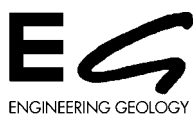
COMUNE DI CASATENOVO

**STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI
CASATENOVO (PROVINCIA DI LECCO)**

Deliberazione della Giunta Comunale n.119 del 12 giugno 2002

RELAZIONE TECNICA

LUGLIO 2002



1. PREMESSA

Con deliberazione della Giunta Comunale n. 119 del 12 giugno 2002 il Comune di Casatenovo (Provincia di Lecco) ha affidato allo studio E.G. (Engineering Geology) via Carpaccio, 2 - 20133 Milano, l'incarico per l'elaborazione di uno "studio geologico a supporto della pianificazione urbanistica comunale" (Variante al P.R.G.), secondo quanto previsto dalla L.R. n. 41 del 24 novembre 1997 e dalle Deliberazioni della Giunta Regionale della Lombardia n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n.7/6645 del 29 ottobre 2001.

Lo studio integra quanto precedentemente eseguito nel luglio 1997 da E.G. all'interno della "Relazione sulla componente geologica nella pianificazione territoriale del Comune di Casatenovo", soprattutto in merito a quanto previsto dalle recenti normative.

In particolare è stato eseguito un nuovo rilievo geologico dei depositi del Quaternario, sono stati aggiornati i dati esistenti, è stata adeguata la cartografia a quanto proposto dalla Regione Lombardia ed è stata compilata una nuova relazione tecnica.

Come prevede la normativa di settore lo studio è stato suddiviso in due fasi:

- fase di analisi: sono state prodotte in questa fase diverse cartografie in scala 1:10.000 riguardante il reticolo idrografico naturale ed antropico, la geomorfologia, la geologica, la pedologica, l'idrogeologia con sezioni interpretative del sottosuolo, la geotecnica e l'uso del suolo;
- fase di sintesi: sono state prodotte in questa fase alcune elaborazioni finalizzate ad elaborare in scala 1:5.000 una carta di sintesi e una carta di fattibilità (entrambe suddivise nel settore Nord e Sud).

Lo studio è stato eseguito da un gruppo di tecnici costituito dai dr.geol. Monica Avanzini, dr.geol. Luca Laveni, dr.geol. Maurizio Nespoli, ing. Francesco Clapis e ing. Adelio Pagotto (per quanto riguarda la parte idrologico-idraulica) coordinati dal Prof. Giovanni Pietro Beretta.

A - FASE DI ANALISI

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE

Il Comune di Casatenovo, posto nell'estremità sud-occidentale della Provincia di Lecco, su una superficie complessiva di circa 13.5 km², confina a Ovest e a Sud con i Comuni della Provincia di Milano Besana B.za, Correzzana, Lesmo, Camparada e Usmate Velate, mentre a Nord e a Est con i Comuni di Monticello B.za, Missaglia e Lomagna (**Figura 2.1**).

Il limite settentrionale del Comune è identificato dai rilievi collinari presenti presso le località Monteregio e Casatevecchio, il limite occidentale segue il corso della Roggia Nava e del T. Lavandaia, mentre per quanto riguarda quello orientale, la coincidenza tra limite comunale e idrografia superficiale si verifica solamente nel primo tratto del T. Pegorino.

Il confine meridionale non risulta coincidere con alcun elemento fisiografico particolare.

Dal punto di vista morfologico il territorio di Casatenovo presenta blandi rilievi collinari formati da terreni di origine glaciale e fluviale di età quaternaria, depositatesi a seguito dell'azione deposizionale dei ghiacciai e dei corsi d'acqua da esse fuoriuscenti, durante le fasi glaciali Mindel, Riss e Würm Auct..

In particolare i depositi mindeliani, rissiani e würmiani affiorano sul territorio comunale rispettivamente nel settore meridionale, centrale e settentrionale.

L'altimetria varia da un minimo di 250 m s.l.m. nella porzione meridionale dell'area di studio al confine con i comuni di Camparada e Usmate Velate, fino ad un massimo di circa 375 m s.l.m. in corrispondenza della località Casatevecchio, posta nell'estremità settentrionale del territorio comunale.

Il sistema idrografico principale è costituito dai corsi d'acqua Pegorino, Lavandaia e Nava, a direzione Nord-Sud, posti rispettivamente nel settore occidentale e orientale dell'area.

Il sistema idrografico secondario, è costituito da corsi d'acqua di ridotte dimensioni e a regime stagionale, anch'essi ad andamento Nord-Sud, tra cui meritano di essere citati la Roggia "Molgorana" che si origina a Sud-Est del centro abitato di Casatenovo, tra la località C.na Crotta e le frazioni Rogoredo e Rimoldo e la Roggia La Molgora, che ha origine nei pressi delle C.ne Levada e Verdura per poi proseguire verso il Comune di Camparada.

3. ELEMENTI CLIMATOLOGICI E IDROLOGICI

Al fine di fornire indicazioni sulle caratteristiche termo-pluviometriche dell'area di studio sono stati elaborati i dati termometrici registrati a Milano e quelli pluviometrici registrati a Cremella e a Monza dalle stazioni dell'Ufficio Idrografico del Po, ritenute indicative delle caratteristiche climatiche del sito.

Purtroppo i dati non presentano in qualche caso una serie completa di registrazioni.

3.1 Caratteristiche termometriche dell'area di studio

Il regime medio annuo della temperatura è stato elaborato considerando i dati registrati alla stazione di Milano (121 m s.l.m.), purtroppo la più vicina al luogo di indagine, relativamente al periodo 1931-1990. Le misure a disposizione risultano comunque rappresentative in quanto, data la situazione morfologica, le caratteristiche termometriche del territorio considerato sono in genere omogenee in un'intorno sufficientemente vasto dello stesso.

L'andamento della temperatura media mensile evidenzia un andamento unimodale con valori massimi in corrispondenza del mese di luglio (24.8 °C) e minimi in corrispondenza del mese di gennaio (2.5 °C), come viene indicato in **Figura 3.1**.

In particolare, dalla **Figura 3.2** si evince che nel mese di luglio le temperature medie minime e massime variano tra 22.2 e 28.3 °C, mentre nel mese di gennaio tra -2.7 e 6.1 °C.

I valori termometrici registrati, evidenziano che durante il periodo di osservazione nel mese di agosto si rilevano i valori più elevati di temperatura media massima (29 °C), mentre nei mesi di gennaio e febbraio quelli più bassi della media minima.

La temperatura media annua risulta pari a 13.7 °C, mentre le temperature medie massime e minime sono rispettivamente di 15.1 e 12.3 °C; in **Figura 3.3** è riportato l'istogramma della temperatura media annuale per i singoli anni di misurazione.

Alla luce delle elaborazioni condotte e considerando i valori di temperatura media annua, media dei mesi estremi e l'escursione termica, applicando la classificazione proposta da Koppen (1931) l'area risulta interessata da clima "temperato subcontinentale" (tipo "C" di Koppen) in ragione di:

- una temperatura media annua fra 10 e 14.4 °C;
 - una temperatura media del mese più freddo fra -1 e 3.9 °C;
 - un periodo variabile da 1 a 3 mesi con temperatura media pari a 20 °C;
 - una escursione annua superiore a 19 °C.
-

3.2 Caratteristiche pluviometriche dell'area di studio

L'indagine pluviometrica è stata condotta mediante la ricostruzione del regime delle precipitazioni rilevate a Cremella (380 m s.l.m.) durante il periodo 1931-1991.

In ragione delle peculiarità morfologiche, altimetriche e per la vicinanza all'area in esame, per la ricostruzione del regime pluviometrico la stazione di misura considerata risulta sufficientemente rappresentativa.

Sulla base delle elaborazioni effettuate, l'entità delle precipitazioni medie annue sull'intero periodo somma a 1341.5 mm.

Come evidenziato nella **Figura 3.4**, si constata che il valore minimo delle precipitazioni rilevato a Cremella è di 582 mm (anno 1931) mentre il valore massimo delle precipitazioni raggiunge 2275 mm (anno 1977).

Nella **Figura 3.5** viene illustrato l'istogramma della precipitazione media mensile che permette di caratterizzare il regime pluviometrico della zona in esame.

Il grafico evidenzia un andamento bimodale caratterizzato da un massimo assoluto di precipitazione nella stagione primaverile (mese di maggio con 160.6 mm) e un massimo relativo in quella autunnale (mese di ottobre con 138.7 mm); il mese più siccitoso risulta febbraio in quanto caratterizzato da una piovosità media pari a 76.5 mm.

Rispetto al totale annuo l'apporto meteorico relativo rispettivamente al mese più piovoso e al mese più siccitoso è pari al 12% e al 5.7%.

Il regime pluviometrico del settore in esame posto in corrispondenza del passaggio tra alta pianura e area pedemontana lombarda è pertanto caratterizzato da due massimi e due minimi di precipitazione nell'anno medio, con prevalenza del massimo primaverile sull'autunnale e con minimo invernale inferiore a quello estivo.

In base a tali considerazioni la distribuzione mensile dell'entità degli afflussi meteorici permette di definire come "sub-litoraneo alpino" il regime climatico tipico dell'area.

Allo scopo di determinare se il regime pluviometrico che caratterizza l'area di indagine sia variabile in modo sensibile con le caratteristiche morfologiche, con la quota topografica e con la latitudine geografica, sono stati elaborati i dati registrati alla stazione di Monza, sita in pianura a una quota di 165 m s.l.m.

Dai dati riportati in **Figura 3.6** si evince che, le precipitazioni medie annue raggiungono 1133.7 mm.

Il grafico elaborato evidenzia che nel 1921 si è registrata l'entità minima annuale delle precipitazioni con 536 mm, mentre nel 1951 quella massima con 1823.4 mm.

L'istogramma relativo all'entità della precipitazione media mensile per il periodo considerato è illustrato in **Figura 3.7**.

Esso evidenzia un andamento bimodale con un massimo assoluto di precipitazione in ottobre (128.5 mm) e un massimo relativo in maggio (118.6 mm), mentre il mese meno piovoso è febbraio (63.9 mm); rispetto al totale annuo l'apporto meteorico dei mesi di maggio e luglio è rispettivamente del 7% e del 3.5%.

La distribuzione a scala annuale delle precipitazioni alla stazione di Monza è caratterizzato da due massimi e due minimi tra loro equivalenti, con prevalenza di quello autunnale sul primaverile e con minimo invernale inferiore a quello estivo; tale situazione determina un regime pluviometrico di tipo "sub-litorale padano".

Confrontando i dati ottenuti per le due stazioni considerate, pur con ovvie analogie si possono evidenziare alcune differenze nella distribuzione e nell'entità delle precipitazioni.

In particolare la piovosità che caratterizza l'area pedemontana risulta mediamente più elevata rispetto a quella relativa all'area di pianura, in ragione della maggiore altitudine che comporta un incremento delle precipitazioni.

E' inoltre da sottolineare che gli apporti meteorici nell'area pedemontana si concentrano maggiormente nei mesi più piovosi (Cremella) mentre risultano più distribuiti nell'anno avvicinandosi al settore di pianura (Monza).

E' infine evidente il cambiamento del regime climatico che si verifica procedendo da Nord verso Sud, dal settore pedemontano, sul quale insiste il comune di Casatenovo, verso l'area di pianura, determinato dalla inversione stagionale del massimo assoluto e relativo di precipitazione.

3.3 Evapotraspirazione

Il quantitativo medio mensile e annuo dell'evapotraspirazione è stato determinato utilizzando la metodologia di calcolo proposta da Thornthwaite e Mather (1957) che considera l'influenza delle precipitazioni, della temperatura, delle caratteristiche altimetriche e di copertura del suolo dell'area considerata.

Tale metodo, a partire dai dati di temperatura T e precipitazione mensile P , utilizzando opportuni coefficienti correttivi definisce per ogni mese l'evapotraspirazione potenziale E_p , l'evapotraspirazione reale AE , il deficit idrico D e il surplus idrico S .

In assenza di dati pluviometrici e termometrici registrati alla medesima stazione, è stato possibile determinare i parametri sopra elencati con l'ausilio di opportune elaborazioni, ragguagliando e interpolando i dati misurati in stazioni limitrofe all'area di interesse.

In particolare le elaborazioni condotte hanno permesso di determinare i valori medi mensili ed annui dei parametri sopra elencati ragguagliati alla stazione di Cremella.

La metodologia adottata richiede l'inserimento nel calcolo del valore di capacità di ritenzione idrica del terreno che è funzione della profondità dell'apparato radicale della vegetazione e della struttura del suolo; tale valore varia mediamente tra 50 mm (suoli poco profondi) e 400 mm (suoli profondi forestali).

In riferimento al presente studio, sulla base di studi e verifiche di letteratura, è stato assunto un valore medio di 250 mm.

Con riferimento all'arco temporale considerato (1931-1990), attesi il regime medio delle temperature e delle precipitazioni, i risultati ottenuti sono riassunti nella seguente **Tabella 3.1**.

valore medio mensile e annuo delle perdite potenziali per evapotraspirazione (mm)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
5	9.4	27.1	52.4	93.8	125.9	148.9	128.6	88.1	49.8	19.7	7.4	756.3

valore medio mensile e annuo delle perdite effettive per evapotraspirazione (mm)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
5	9.4	27.1	52.4	93.8	125.9	143.1	128.6	88.1	49.8	19.7	7.4	750.5

valore medio mensile e annuo del surplus idrico (mm)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
69	65.2	65.9	69	65.1	7.2	0	0	0	88.9	106.2	70.3	606.9

valore medio mensile e annuo del deficit idrico (mm)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
0	0	0	0	0	0	5.8	0	0	0	0	0	5.8

valore medio mensile delle precipitazioni medie mensili (mm)

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
78.1	76.5	93.4	121.3	160.6	132.6	114.2	135	112.4	138.7	125.8	77.6	1336.2

Tabella 3.1

A scala annuale si evince pertanto che l'evapotraspirazione potenziale ammonta a 756.3 mm mentre quella reale a 750.5 mm; in particolare il deficit e il surplus idrico medio, voce quest'ultima che rappresenta l'entità del volume d'acqua potenzialmente disponibile per il deflusso superficiale e l'infiltrazione sotterranea, sono rispettivamente di 5.8 e 606.9 mm.

Il deficit idrico si manifesta generalmente durante il mese di luglio, mentre la riserva idrica si ricostituisce nel periodo da ottobre a giugno.

In riferimento alle voci più importanti del bilancio idrico, considerando il medesimo periodo di riferimento, al fine di rendere più comprensibile sotto l'aspetto climatologico la situazione relativa al settore comprensivo del territorio comunale di Casatenovo, si rileva che sia per l'evapotraspirazione potenziale che per quella reale i valori più elevati sono raggiunti nel mese di luglio (148.9 e 143.1 mm rispettivamente) mentre a gennaio quelli minori (5 mm), in accordo con l'andamento della temperatura.

In relazione all'andamento mensile del surplus e del deficit idrico si rileva come dal mese di luglio al mese di settembre e in particolare a luglio, si instauri un regime deficitario, mentre dal mese di ottobre al mese di giugno si osservi un periodo caratterizzato da surplus idrico.

Per quanto concerne infine il rapporto tra evapotraspirazione effettiva e regime delle precipitazioni medie mensili segue valgono le medesime considerazioni fatte per l'andamento del surplus idrico.

3.4 Deflussi superficiali

Il reticolo idrografico di superficie che insiste sul territorio comunale di Casatenovo è rappresentato da una serie di torrenti ad andamento Nord-Sud che si originano dai rilievi collinari dell'anfiteatro morenico lariano e da alcune aste idriche di limitato sviluppo che risultano asciutte per la maggior parte dell'anno.

Il sistema idrografico che si sviluppa nel settore occidentale del territorio comunale appartiene al bacino del F. Lambro (T. Pegorino, Rio Rancate, Rio Giovenigo), mentre quello impostato nel settore orientale è compreso nel bacino dell'Adda (R. Nava, T. Lavandaia, T. Molgora, Rio Molgorana).

Il regime di portata dei corsi d'acqua risente dell'influenza delle precipitazioni presentando massimi primaverili e autunnali coincidenti il regime pluviometrico; il deflusso naturale risulta peraltro mascherato da apporti di acque reflue che determinano portate in genere piuttosto costanti durante l'anno.

In assenza di misurazioni della portata dei corsi d'acqua anche per periodi di tempo ridotti, è stato impossibile determinare il regime di deflusso mensile e le portate di piena dei corsi d'acqua, la cui conoscenza risulta particolarmente significativa per la progettazione e il dimensionamento delle opere di difesa dalle piene dei corsi d'acqua.

A tal proposito, in ragione del verificarsi di episodi di esondazione verificatisi negli ultimi anni in alcune frazioni del comune di Casatenovo, in seguito ai quali sono state costruite opere di difesa idraulica per la cui ubicazione e tipologia si rimanda alla **Tavola 1** allegata, si è ritenuto opportuno eseguire uno studio idraulico finalizzato a determinare i volume idrici di piena afferenti a determinate sezioni scelte su alcuni corsi d'acqua e successivamente verificare la sicurezza idraulica di dette sezioni, utilizzando opportune metodologie di calcolo.

L'obiettivo è stato raggiunto attraverso quattro fasi:

- determinazione della curva di possibilità pluviometrica caratteristica dei singoli bacini considerati in corrispondenza di assegnati tempi di ritorno;
- studio delle caratteristiche morfometriche ed idrologiche dei suddetti bacini;
- trasformazione "Afflussi-Deflussi" per tempi di ritorno T_r pari a 10 e 100 anni;
- verifiche dell'ufficiosità idraulica delle sezioni scelte per le portate calcolate.

Preliminarmente si è reso necessario il reperimento di dati geologici, geomorfologici e idrologici relativamente all'area di interesse e l'esecuzione di sopralluoghi di verifica sui corsi d'acqua.

3.5 Precipitazioni meteoriche intense

La determinazione della quantità ed intensità della precipitazione si può desumere dalle registrazioni effettuate presso le stazioni del Servizio Idrografico Italiano presenti nelle immediate vicinanze del territorio comunale di Casatenovo, dotate di pluviografo registratore.

Nel caso specifico la scelta è ricaduta sulla stazione di Costamasnaga (318 m s.l.m.), ritenuta indicativa per caratteristiche altimetriche, climatiche, per similitudine geomorfologica e per vicinanza all'area di indagine.

Bisogna precisare che una semplice stazione pluviometrica può fornire la sola "quantità" di pioggia caduta nell'arco di una giornata ed eventualmente di un singolo evento, ma mai la reale "intensità" istantanea di una precipitazione.

Peraltro è ragionevole ammettere ed è confermato dall'esperienza, che per zone estese qualche decina di km², il regime delle precipitazioni si mantiene abbastanza costante qualora siano assenti forti discontinuità orografiche o climatiche.

Fissare il tempo di ritorno significa stabilire statisticamente che un certo evento si verifichi mediamente una volta nell'intervallo di tempo stabilito definendo in pratica una probabilità di non superamento.

Questo tipo di determinazione informa anche sul livello di criticità di una precipitazione e sul margine di rischio a cui andrà incontro una determinata area; ovviamente elevati tempi di ritorno (100÷1000 anni) preludono a precipitazioni di forte o fortissima intensità, viceversa bassi tempi di ritorno (10÷30 anni) caratterizzano piogge con intensità relativamente più modesta.

L'elaborazione delle piogge intense ha riguardato le altezze di precipitazione massima annua aventi durata pari a 1h, 3h, 6h, 12h e 24h, conducendo alla determinazione della curva di possibilità pluviometrica la cui espressione è del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove

h = altezza di precipitazione [mm]

t = durata di precipitazione [ore]

a,n = parametri caratteristici della zona pluviometrica.

La statistica fornisce alcuni metodi per valutare quale sia tale curva di probabilità e il relativo adattamento alla distribuzione dei dati alle ipotesi.

Trattandosi di campioni di massimi annuali di una variabile, in genere si ipotizza che la distribuzione di probabilità più idonea sia quella asintotica del massimo valore o di "Gumbel".

Tale distribuzione, se si indica con **h** l'altezza di precipitazione di assegnata durata, assume l'espressione:

$$P(h) = e^{-e^{-(h-u)}}$$

dove **P** rappresenta la probabilità di non superamento del valore **h**.

I parametri **α** e **u** si stimano come segue:

$$\alpha = 1.283/S \quad u = h - 0.450 S$$

dove **h** è la media dei campioni e **S** lo scarto quadratico medio.

Verificato per ciascun campione, ovvero per ogni durata presa in considerazione, il buon adattamento alla legge di Gumbel si può determinare l'altezza di precipitazione di durata assegnata ed in corrispondenza a prescelti tempi di ritorno, mediante la relazione:

$$h = u - 1/ [\ln (-\ln (Tr - 1)/Tr)]$$

dove **Tr** è il tempo di ritorno.

Questo tipo di elaborazioni consente di ricostruire i valori "**a**" ed "**n**" della curva di possibilità pluviometrica della stazione di Costamasnaga (**Figura 3.8**).

Nel caso relativo al Comune di Casatenovo, per avere una migliore regionalizzazione dei fenomeni, si sono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica ricavate dalle Norme di attuazione del P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino per il Po (G.U. n. 166 del 19 luglio 2001) per il calcolo delle portate al colmo di piena dei singoli bacini considerati in riferimento a tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni; esse sono caratterizzate dai parametri indicati nella **Tabella 3.2**.

Tr (anni)	a	n
20	57	0.246
100	75	0.236
200	82	0.232
500	92	0.229

Tabella 3.2

3.6 Caratteristiche morfologiche e morfometriche dei bacini individuati (componenti idrologiche e idrauliche)

Lo studio idraulico in esame è stato condotto su alcuni bacini idrografici, o meglio su alcuni sottobacini presenti nell'ambito comunale di Casatenovo saltuariamente interessati da fenomeni di piena, al fine di determinare le portate transittive alle sezioni di interesse e conseguentemente fornire indicazioni circa la loro idoneità a garantire una sicurezza idraulica nei confronti delle onde di piena.

I bacini presi in considerazione coprono quasi per intero il territorio comunale; essi sono di seguito brevemente descritti mentre la loro ubicazione è riportata nella **Tavola 1**.

I - Bacino di monte del T. Pegorino

E' posto in corrispondenza del settore nord-occidentale del comune di Casatenovo e presenta sezione di chiusura posta circa 100 m a monte del ponte che attraversa il T. Pegorino lungo la strada che va da Brugora (comune di Besana Brianza) a Guzzafame (comune di Correzzana).

Il bacino ha forma sub-circolare, occupa un'area di circa 3.65 km² ed è costituito da alcuni impluvi tributari ad andamento NordEst-SudOvest (Rio Rancate, Rio Giovenigo, etc.), che prendono origine immediatamente a valle degli insediamenti abitativi più a Ovest di Casatenovo.

Tali impluvi presentano limitata estensione ma incidono marcatamente il profilo topografico in corrispondenza di un settore a morfologia collinare, originato da dossi morenici rissiani e würmiani.

In linea generale il letto fluviale degli impluvi in esame è costituito da ghiaie e sabbie con ciottoli di dimensioni da centimetriche a decimetriche e presenta larghezza variabile da 2 a 4 m (impluvi minori) fino a 6-7 m o più (T. Pegorino).

II - Bacino del T. la Molgora

Il bacino in esame occupa il settore centrale del territorio comunale di Casatenovo, presenta sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte sulla SP 177 Lesmo-Velate in comune di Camparada.

Il bacino ha forma irregolare, allungata in senso Nord-Sud, occupa un'area di circa 5.15 km² ed è costituito dal T. la Molgora che si origina nei pressi della C.na Levada.

L'impluvio si imposta su terreni morenici e fluviali mindeliani che presentano una blanda morfologia collinare e nel settore più a Nord incide maggiormente il rilievo topografico rispetto alla porzione meridionale (loc. Campo Fiorenzo).

Il letto fluviale del corso d'acqua in esame è costituito da ghiaie e sabbie con subordinati ciottoli di dimensione centimetrica ha una larghezza da circa 3 m sino a 4-5 m procedendo verso Sud.

III - Bacino della R. Molgorana

La R. Molgorana interessa la porzione orientale del comune di Casatenovo; la sezione di chiusura è stata individuata ad una quota di 230 m s.l.m., circa 200 m a Sud del confine comunale di Casatenovo, in località Ribona (comune di Usmate-Velate).

Il bacino è posto immediatamente a Est di quello in precedenza descritta, ha forma allungata in direzione NordOvest-SudEst e occupa un'area di circa 3.4 km².

L'asta principale prende origine nei pressi di C.na Crotta e presenta andamento in genere rettilineo; tale corso d'acqua è stato oggetto di frequenti fenomeni di esondazione che hanno interessato l'area posta a monte della località Rogoredo, dove si è resa indispensabile la costruzione di alcune opere di difesa e regimazione idraulica.

Anche in questo caso l'asta idrica si imposta in gran parte su terreni di età mindeliana a bassa permeabilità che vengono incisi in modo più o meno marcato. I sedimenti che sono depositi in alveo sono rappresentati perlopiù da sabbie e ghiaie con presenza di ciottoli di dimensione centimetrica e decimetrica.

Per quanto attiene la formazione dell'onda di piena, il bacino interviene attraverso il grado di permeabilità e capacità invaso delle depressioni superficiali nonché attraverso i tempi di corrivazione, ovvero attraverso la risposta "aree-tempi".

In pratica il primo comportamento è ascrivibile ai fenomeni idrologici, il secondo a quelli idraulici.

In riferimento alla componente idrologica e quindi alla permeabilità del bacino, nella depurazione della precipitazione caduta, si è adottato il metodo **SCS**. E' un metodo molto sperimentato e diffuso negli Stati Uniti, soprattutto grazie alla notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione.

Esso riconduce alla semplice definizione del indice **CN (curve number)** funzione del tipo di copertura (uso del suolo) e della depurazione iniziale **la (initial abstraction)**.

Una tabella esauriente dell'indice CN per suoli naturali, compreso tra 0 e 100, è riportata in letteratura (si tenga presente che il tipo di suolo si riferisce alla classificazione del Soil Conservation Service); nella fattispecie, considerando le caratteristiche litologiche dei depositi superficiali presenti nei primi metri, le caratteristiche della copertura vegetale alla scala dell'intero bacino e l'area interessata da impermeabilizzazione a seguito della costruzione dell'abitato, il suolo appartiene alle classi "C" e "D". Considerando in aggiunta che si tratta di un territorio con sottobosco e copertura vegetativa buona e con superficie residenziale pari a circa 15%, si determina un CN di 70.

La depurazione iniziale "la" è il prodotto di due fenomeni: la quantità di acqua necessaria a "bagnare" la superficie scolante e la quantità d'acqua immagazzinabile nelle vere e proprie depressioni del terreno; in tal modo il volume complessivamente sottratto alla precipitazione non è più disponibile al deflusso.

E' evidente che l'entità di tali perdite dipende strettamente dal tipo e dallo stato della copertura del bacino scolante; pertanto tenendo conto delle caratteristiche di acclività del bacino imbrifero si può assumere a ragione un valore di depurazione iniziale "la" = 2.5 mm.

Il fenomeno idrologico del bacino in esame nei confronti delle precipitazioni intense viene quindi rappresentato secondo il metodo CN (SCS), dai parametri:

$$\text{CN} = 70 \text{ e } \text{Ia} = 2.5 \text{ mm.}$$

Per quanto riguarda invece la componente idraulica del bacino, nella formazione dell'onda di piena si fa riferimento al tempo di corrivazione T_c del bacino e cioè il tempo necessario a una particella d'acqua a percorrere l'intero bacino lungo il percorso idraulicamente più lungo, ammettendo che tale tempo sia una costante caratteristica del bacino indipendente dell'evento meteorico e dalle diverse condizioni stagionali della superficie del bacino.

Per bacini naturali l'idrologia tecnica fornisce diversi metodi per la determinazione del tempo di corrivazione; uno di questi si riferisce alla formula di Giandotti di seguito riportata:

$$T_c = (4 \sqrt{S_b} + 1.5L) / 0.8 \sqrt{H}$$

dove

S_b = superficie del bacino [km^2]

L = tratto più lungo dell'asta fluviale [m]

H = quota media del bacino [m s.l.m.]

Nello **Tabella 3.3** di seguito illustrata sono riportate le caratteristiche idrologiche e idrauliche salienti dei bacini esaminati indispensabili per la valutazione degli afflussi alle rispettive sezioni di interesse.

BACINO	AREA (km^2)	LUNGHEZZA (km)	QUOTA MAX (m s.l.m.)	QUOTA MIN (m s.l.m.)	TEMPO DI CORRIVAZIONE * (minuti)
Bacino di monte del T. Pegorino	3.65	2.4	362	255	130
Bacino del T. la Molgora	5.15	3.9	355	228	155
Bacino della R. Molgoretta	3.4	4.7	332	230	170

* il tempo di corrivazione comprende un tempo di ingressione caratteristico del bacino di 15 minuti.

Tabella 3.3

3.7 Trasformazione Afflussi-Deflussi

Le vicende che portano alla trasformazione degli afflussi netti in deflussi sono molto complesse e può risultare quasi impossibile una loro fedele ricostruzione.

L'idraulica moderna, abbandonati i metodi empirici o semi-empirici si è rivolta alla teoria dei modelli matematici di trasformazione "Afflussi-deflussi".

Nella maggior parte dei modelli idrologici la definizione della risposta del bacino scolante viene affrontata con un approccio di tipo sintetico-concettuale: si immagina cioè che il bacino si comporti, ad esempio, come un serbatoio e se ne individua la funzione di risposta a meno dei parametri che vanno definiti caso per caso.

Se si restringe poi il campo ai modelli di tipo lineare (per i quali, cioè, vale il principio di sovrapposibilità degli effetti e la cui relazione ingresso-uscita è descritta da un'equazione differenziale lineare) si può dimostrare che il legame esistente tra la portata uscente $q(t)$ e la pioggia netta $p(t)$ è del tipo:

$$q(t) = \int_0^t h(t-u) p(u) du$$

dove l'integrale è detto "integrale di convoluzione" e la funzione $h(t)$ si chiama genericamente "funzione impulsiva del sistema" che in idrologia prende il nome di Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH).

Quest'ultimo può essere interpretato come l'idrogramma uscente dal bacino a causa di una pioggia di durata infinitesima e volume unitario (si veda per maggior dettagli Maione U., 1977).

E' stato pertanto calcolato l'Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH) con il modello di NASH che interpreta il bacino come una "cascata" di serbatoi lineari.

Nei casi in esame si è fissato un numero di serbatoi pari a 3, valore che meglio si adatta alle caratteristiche morfologiche dei bacini.

Il programma utilizzato (URBIS), messo a punto dall'Istituto di Idraulica del Politecnico di Milano, consente, a partire da una precipitazione nota o da una curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, di ricavare attraverso la "convoluzione" tra la pioggia netta e l'idrogramma unitario istantaneo del bacino l'intera onda di piena e la relativa portata al colmo alla sezione di chiusura.

Operativamente sono state utilizzate le piogge intense ricavate dalle curve di possibilità pluviometrica dell'Autorità di Bacino; successivamente, per motivi pratici, sono state convolute con l'IUH derivante dal modello di Nash solo quelle relative a tempi di ritorno pari a 20 e 100 anni.

La prima elaborazione ha riguardato la pioggia avente tempo di ritorno 20 anni, depurata con i parametri CN e "la" determinati in precedenza; essa ha fornito l'onda di piena con le seguenti portate al colmo di piena:

- **bacino di monte del T. Pegorino sotteso presso il ponte a Sud di Brugora - $Q(10) = 10.7 \text{ m}^3/\text{s}$**
 - **bacino del T. la Molgora sotteso presso il ponte sulla SP177 a Camparada - $Q(10) = 13.5 \text{ m}^3/\text{s}$**
 - **bacino del R. Molgorana sotteso presso Ribona (Usmate Velate) - $Q(10) = 8.5 \text{ m}^3/\text{s}$**
-

Per maggior cautela è stata elaborata la pioggia avente tempo di ritorno 100 anni; l'effetto prodotto da queste precipitazioni sul bacino in oggetto, considerando le perdite idrologiche, si traduce nelle seguenti portate al colmo di piena:

- **bacino di monte del T. Pegorino sotteso presso il ponte a Sud di Brugora - $Q(100) = 16.5 \text{ m}^3/\text{s}$**
- **bacino del T. la Molgora sotteso presso il ponte sulla SP177 a Camparada - $Q(100) = 20.7 \text{ m}^3/\text{s}$**
- **bacino del R. Molgorana sotteso presso Ribona (Usmate Velate) - $Q(100) = 12.9 \text{ m}^3/\text{s}$**

E' importante sottolineare che mentre le portate decennali possono arrivare alla sezione di interesse con intensità che sono approssimativamente dell'ordine di quelle calcolate, le portate secolari possono venire in parte laminate lungo le tratte fluviali di monte in ragione della presenza di manufatti di attraversamento e per gli eventuali effetti di esondazione, ovvero arrivare alla sezione di interesse con valori di picco più ridotti rispetto a quelli calcolati.

3.8 Verifica idraulica delle sezioni di interesse

In condizioni di moto uniforme la velocità media V_m è legata alle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza, geometria trasversale) e della corrente (profondità, area bagnata, raggio idraulico) dalla legge del moto uniforme, che di norma si esprime a mezzo della formula di Chézy:

$$V_m = \chi (Ri)^{1/2}$$

nella quale si è posto la pendenza i del fondo in luogo della cadente j ; si precisa inoltre che R è il raggio idraulico e il coefficiente di scabrezza, secondo Strickler, si può esprimere con l'espressione:

$$\chi = C \cdot R^{1/6}$$

dove C è un coefficiente variabile tra 15÷60 per alvei naturali (nel nostro caso $C = 30$). Dall'equazione precedente si ricava immediatamente il valore della portata:

$$Q = A\chi (Ri)^{1/2}$$

questa relazione che lega in modo univoco la portata Q all'altezza h in condizioni di moto uniforme, costituisce la "scala delle portate" della sezione.

Dall'applicazione della precedente relazione si determina, per le sezioni in oggetto, la relativa scala delle portate che viene riportata nella seguente **Tabella 3.4** in termini di altezze di moto uniforme, portate defluenti e velocità media per ogni singolo bacino:

- sezione sul T. Pegorino (bacino 365 ha)
- larghezza media base dell'alveo 7 m
- pendenza 1.5%
- indice di scabrezza (Strickler) $C = 30$

Tempo di ritorno Tr [anni]	Portata al colmo di piena Q [m ³ /s]	Altezza h [m]	Velocità Vm [m/s]	Volume di piena [m ³]
20	10.7	0.63	2.4	92000
100	16.5	0.85	2.8	142000

- sezione sul R. la Molgora (bacino 515 ha)
- larghezza media base dell'alveo 3.5 m
- pendenza 1%
- indice di scabrezza (Strickler) $C = 40$

Tempo di ritorno Tr [anni]	Portata al colmo di piena Q [m ³ /s]	Altezza h [m]	Velocità Vm [m/s]	Volume di piena [m ³]
20	13.5	1.2	3.2	140000
100	20.7	1.65	3.6	215000

- sezione sul T. Molgoretta (bacino 340 ha)
- larghezza media base dell'alveo = 2.2
- pendenza 2.2%
- indice di scabrezza (Strickler) $C = 40$

Tempo di ritorno Tr [anni]	Portata al colmo di piena Q [m ³ /s]	Altezza h [m]	Velocità Vm [m/s]	Volume di piena [m ³]
20	8.5	1.0	3.85	95000
100	12.9	1.4	4.3	147000

Tabella 3.4

In base ai dati ottenuti dalle elaborazioni effettuate e considerando le dimensioni delle sezioni di chiusura considerate, è possibile affermare che per portate di piena aventi tempo di ritorno pari a 20 anni, esse presentano officiosità idraulica in quanto i volumi di piena transitano con quote inferiori a quella delle sponde dei corsi d'acqua.

4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE

L'individuazione delle forme del paesaggio, effettuata sulla base dell'interpretazione di foto aeree alla scala 1:8.000 e di verifiche sul terreno, ha consentito l'elaborazione della cartografia riportata in **Tavola 2**.

L'area in esame, ubicata al passaggio tra l'alta pianura lombarda e la fascia pedemontana dell'anfiteatro morenico lariano, presenta una morfologia caratterizzata da un insieme di rilievi e pianalti collinari separati da valli incise per decine di metri, risultante dall'alternanza di fasi deposizionali ed erosive avvenute durante le glaciazioni quaternarie nel periodo ad esse successivo.

Nell'area di indagine possono essere identificate tre differenti "unità fisiografiche"; queste individuano superfici caratterizzate da forme omogenee, con suoli ad analogo grado di evoluzione, i cui limiti non sono di tipo stratigrafico bensì morfologico.

Ai fini di una maggiore possibilità di inserimento dell'analisi geomorfologia in un contesto territoriale più ampio, verrà adottata per le descrizioni che saranno di seguito illustrate la tradizionale nomenclatura geologica.

Si possono riconoscere, in ordine cronologico dai più antichi ai più recenti, i seguenti sistemi composti da cerchie moreniche concentriche e terrazzi fluviali:

- cerchia morenica antica (Mindel Auct.);
- Diluvium antico Auct.;
- cerchia morenica intermedia (Riss Auct.);
- cerchia morenica recente (Würm Auct.);
- Diluvium recente Auct.;
- piana lacustre intramorenica (sin e post-Würm Auct.).

La cerchia morenica del Mindel Auct. costituisce un'unità fisiografica caratterizzata da dossi schiacciati con fianchi a debole pendenza.

Il tratto di cerchia in esame che si estende da Camparada alla località C.na Bracchi (Casatenovo) ha solo parzialmente conservato la propria forma originaria, con pendenza di circa 12% sul versante interno e dell'8% su quello esterno.

I caratteri pedologici e quelli idrografici dell'unità in esame sono analoghi a quelli di seguito descritti per l'unità del Diluvium antico.

Il Diluvium antico è costituito da argille e limi con ciottoli alterati.

L'unità forma i ripiani altimetricamente più elevati, sempre bordati da scarpate maggiori di 10 metri; la superficie sommitale è modellata da numerose e blande ondulazioni ed è interessata dalla presenza di vallecole fortemente incise.

La formazione di queste ultime, a disposizione radiale centrifuga, è stata determinata dall'erosione regressiva avvenuta in seguito all'abbassamento del livello di base, dalla superficie del "Diluvium antico" a quella dell'unità inferiore, che ha determinato l'asportazione dei depositi attigui e l'isolamento di questi

terrazzi; il reticolato idrografico sovrainposto presenta la maggiore densità di drenaggio lungo la direzione di massima pendenza dell'unità.

Nel territorio comunale di Casatenovo l'unità in esame affiora solo in corrispondenza del settore Sud-orientale (località Valaperta), mentre forma gran parte del territorio di Usmate-Velate.

La cerchia morenica del Riss Auct. presenta una morfologia più fresca rispetto a quella del sistema morenico mindeliano in quanto i rilievi collinari concentrici, attribuiti a questa unità, sono riconoscibili con maggiore facilità sia da foto aeree che sul terreno.

L'unità in questione forma infatti la cerchia morenica di Brugora (Comune di Triuggio), Casatenovo e Missaglia, in posizione intermedia tra i più esterni lembi della morena mindeliana e le più interne cerchie würmiane.

I versanti possono raggiungere pendenze dell'ordine del 15-20%.

Su di essa è sviluppato un reticolato idrografico caratterizzato da impluvi piuttosto incisi, di tipo centrifugo, quali ad esempio quelli relativi al T. Pegorino e ai suoi affluenti e alla Roggia Nava.

La cerchia morenica del Würm Auct. costituisce la cerchia più interna e morfologicamente meglio conservata degli anfiteatri.

La parte più rilevata ed esterna di tale unità costituisce la "cerchia spartiacque" dell'anfiteatro morenico lariano, in quanto segna il limite tra l'area rissiana ad idrografia centrifuga e quella würmiana a idrografia centripeta.

Quest'ultima spesso risulta sdoppiata nei tratti frontali, mentre in quelli laterali appare meglio conservata; la pendenza media, piuttosto elevata, è dell'ordine del 30%.

Nella zona compresa tra la cerchia spartiacque e quella rissiana precedentemente descritta, si possono talora riscontrare dei termini di passaggio costituiti da una coltre di materiale morenico würmiano che ricopre in parte i sottostanti terreni rissiani.

Nell'ambito della zona di studio i depositi morenici di età würmiana affiorano nel settore settentrionale del Comune di Casatenovo in località Torriggia, presso Besana B.za in località Montesiro e a Monticello B.za in località Sorino.

Il Diluvium recente si riscontra nel settore orientale dell'area di studio in corrispondenza dell'incisione valliva della Roggia Nava e a Nord del Comune di Casatenovo in corrispondenza della Valle Guidino (Besana B.za).

Morfologicamente sono rappresentati da pianori della larghezza media di 75-100 m, ribassati di circa 30 m rispetto ai rilievi terrazzati che li racchiudono; i versanti di raccordo hanno pendenza accentuata di 20-40°.

Durante l'evoluzione iniziale questi sistemi vallivi sono stati sede di scaricatori fluviali appartenenti all'apparato glaciale comasco; le evidenze geomorfologiche consentono infatti di affermare che tali valli, attualmente percorse da rogge di proporzioni modeste, sono state incise da corsi d'acqua con portate decisamente superiori, come dimostrato dalle geometrie dei meandri ad ampio raggio di curvatura, non correlabili con le curve dell'attuale sistema idrografico.

In tempi più recenti ed anche attualmente sono subentrati fenomeni di tipo essenzialmente erosivo, favoriti dal sollevamento dell'area che hanno determinato locali fenomeni di incisione d'alveo e forme terrazzate di erosione fluviale.

La successiva riduzione di portata del corso d'acqua ha praticamente disattivato i processi fluviali, limitandoli esclusivamente alle aree di fondovalle, nelle quali si osservano piccole barre ghiaiose.

La piana lacustre intramorenica (sin e post-Würm Auct.) è collocata nelle immediate vicinanze dell'area di studio, più precisamente a Nord dell'abitato di Casatenovo, nella zona compresa tra Besana B.za e Capriano.

Tali depositi si formarono nella parte interna delle varie cerchie appartenenti l'apparato morenico, che costituivano lo sbarramento necessario per la formazione di "bacini lacustri intramorenici".

5. CARATTERI GEOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE

L'evoluzione geologica dell'area, strettamente connessa a quella geomorfologica, è il risultato delle fasi di espansione e regressione dei ghiacciai, succedutesi nel Quaternario, che hanno determinato la sovrapposizione di depositi morenici e fluviali.

5.1 Cartografia geologica secondo le tradizionali nomenclature delle unità affioranti

Di seguito verranno forniti i caratteri distintivi delle formazioni affioranti, riportate in **Tavola 3a** e di quelle presenti nel sottosuolo, dalle più antiche alle più recenti.

Pur essendo stato eseguito un nuovo rilevamento geologico con diversi criteri di separazione delle unità affioranti, si è ritenuto opportuno mantenere anche la vecchia cartografia in quanto gli altri elementi (geomorfologici, podologici, idrogeologici, etc.), descrittivi delle caratteristiche territoriali anche a più grande scala, fanno ancora riferimento alla nomenclatura tradizionale.

Substrato roccioso pre-quaternalio

Il substrato roccioso pre-quaternalio, non affiorante nell'area in esame ed in parte raggiunto dalle perforazioni di pozzi per acqua, è costituito da tre unità litostratigrafiche principali rappresentate dal Flysch di Bergamo, dalla Scaglia lombarda e dalla Gonfolite, rispettivamente attribuiti al Cretaceo superiore, all'Eocene inf. e all'Oligocene.

Il Flysch di Bergamo, presente nel sottosuolo del settore centro-orientale della zona di studio, è costituito da alternanze di arenarie e marne con intercalazioni di orizzonti calcarenitici marnosi; localmente sono presenti calcari marnosi in bancate di notevole spessore.

Lo spessore complessivo di tale unità, sebbene di difficile quantificazione in ragione delle implicazioni tettoniche che hanno coinvolto i termini della successione, risulta stimato in 500-800 m.

La Scaglia lombarda, affiorante nella zona compresa tra Pusiano e Viganò, è costituita da un'alternanza di marne, calcari (marnosi e selciferi), arenarie e tufi, con uno spessore complessivo pressoché simile a quello del Flysch di Bergamo; tale formazione con ogni probabilità non interessa il sottosuolo dell'area di studio.

La Gonfolite riscontrabile nel sottosuolo delle zone occidentali dell'area di studio (perforazioni dei pozzi di Besana B.za) è in questa zona rappresentata da litotipi arenaceo-marnosi o siltitici.

"Argille sotto il Ceppo"

Come per l'unità precedente questi terreni non sono visibili in affioramento presso l'area in esame, ma sono stati rinvenuti alla base del "Ceppo" dalla maggior parte dei pozzi per acqua scavati nell'area.

Nel settore brianzolo gli affioramenti di questa unità, per quanto esigui e spesso mascherati da copertura vegetale, sono presenti in più punti lungo la Valle del Lambro.

Le "argille sotto il Ceppo" costituiscono una unità "non convenzionale", poiché non ancora ben individuata sotto l'aspetto litostratigrafico, ma di notevole importanza come "unità idrogeologica" in quanto sostiene, per le scarse caratteristiche di permeabilità, la falda contenuta nell'acquifero più superficiale.

Secondo le opinioni più ricorrenti, da un punto di vista cronologico sarebbero da attribuire al "Villafranchiano Auct".

Per quanto riguarda l'aspetto litologico sono caratterizzate da terreni prevalentemente limoso-argillosi o limoso-sabbiosi di colore grigio-azzurro talora fossiliferi, con alternanze di livelli più grossolani (ghiaie e sabbie o ghiaie in matrice limosa) il cui spessore e la cui frequenza sono molto variabili localmente.

In relazione alla presenza di strutture varvate e fossili si presume che l'ambiente deposizionale delle "argille sotto il Ceppo" fosse quello lacustre e/o palustre di piana costiera, nel cui ambito, in relazione alle cicliche fasi di emersione e sommersione, ai sedimenti più fini venivano ad intercalarsi materiali ghiaiosi tipici di ambienti a maggiore energia depositiva (litotipi alluvionali).

"Ceppo lombardo"

Questa unità risulta stratigraficamente sovrapposta alle "argille" villafranchiane oppure può giacere in discordanza direttamente sul substrato roccioso; essa ha una notevole diffusione in tutto il settore pedemontano e nell'alta pianura milanese e affiora lungo gli alvei dei fiumi Lambro e Adda ("Ceppo" dell'Adda) e in alcuni casi anche lungo i loro affluenti principali.

Litologicamente è costituito da conglomerati poligenici e arenarie, talora fratturati, con vario grado di cementazione, passanti localmente, soprattutto verso la base, a ghiaie e sabbie sciolte; lo spessore dell'unità nel complesso risulta notevole (40-60 m); gli aspetti granulometrici e la composizione petrografica risultano fortemente disomogenei.

La datazione è per lo più incerta, forse attribuibile al Pleistocene inferiore, così come l'origine, del deposito, legata probabilmente ad ambiente fluviale a canali anastomizzati.

Nell'ambito dell'area di studio l'unità si rinviene in affioramento, con una discreta continuità, lungo l'alveo del Torrente Pegorino e immediatamente ad Ovest, lungo il T. Cantalupo.

Il "Ceppo Lombardo" costituisce inoltre l'ossatura dei rilievi collinari posti nel settore settentrionale del Comune di Casatenovo, laddove ricoperto dai depositi morenici würmiani.

Al di sopra dei conglomerati compare la serie glaciale, formata da terreni a carattere per lo più sciolto, rappresentata dalle unità Mindel, Riss e Würm; queste costituiscono le già descritte unità fisiografiche, identificate sulla base di caratteri morfologici e con suoli a differente grado di evoluzione.

Depositi del Mindel Auct.

I terreni attribuiti al glaciale Mindel rappresentano il sistema di terrazzi più antichi, a copertura di loess (deposito eolico) presenti nella fascia esterna dell'anfiteatro morenico lariano; nella letteratura geologica vengono individuati anche con i termini di terrazzo del "Diluvium antico" o terrazzo a "ferretto".

Questi sormontano i depositi conglomeratici del "Ceppo" con superficie di contatto ad andamento irregolare, talora compenetrata negli affioramenti sottostanti.

Nell'area in esame il Mindel compare sotto forma di depositi morenici e fluviali che formano i pianalti visibili rispettivamente in corrispondenza del territorio centrale e meridionale del Comune di Casatenovo e nella fascia, ad andamento SudSudOvest-NordNordEst, compresa tra Camparada e le località Rimoldo e Valaperta in Comune di Casatenovo.

Oltre che sotto l'aspetto morfologico, l'identificazione delle unità precedenti viene eseguita sulla base di caratteri pedologici in quanto l'unità presenta suoli molto evoluti di colore rosso, completamente argillificati e decarbonatati ("ferretto vetusol") impostati su copertura di tipo loessico; il substrato ghiaioso è anch'esso fortemente alterato per spessori talora superiori a 10 m, con ciottoli granitoidi e arenacei in disfacimento.

La copertura superficiale di loess costituisce un deposito facilmente riconoscibile, poiché monogranulometrico a prevalente componente siltoso-sabbiosa (di conseguenza privo di ciottoli), dello spessore di circa 3-5 m.

Essendo caratterizzati da una permeabilità superficiale estremamente scarsa i depositi mindeliani favoriscono il ristagno e il deflusso superficiale delle acque meteoriche e nel contempo garantiscono una buona protezione degli acquiferi sottostanti da fenomeni di inquinamento.

Depositi del Riss Auct.

Tali depositi all'interno dell'area di studio sono rappresentati unicamente da depositi appartenenti alla cosiddetta morena intermedia, posta tra quella mindelliana più esterna e quella würmiana più interna.

Il "Riss morenico" morfologicamente più elevato rispetto alla morena del Mindel Auct., è caratterizzata dal punto di vista litologico dalla presenza di massi erratici, materiale misto alpino e prealpino e ciottoli calcarei striati, il tutto immerso in una matrice argillosa-sabbiosa con disposizione caotica.

La distinzione principale è da ricondursi all'orizzonte di alterazione superficiale che ha una spessore di circa 2-3 m; all'interno di questo livello non si ritrova materiale calcareo striato, tipico di ambienti glaciali, ma ciottoli alterati da processi di caolinizzazione di litotipi cristallini, immersi in un'abbondante matrice argillosa.

Sulla superficie dei terreni rissiani i ciottoli calcarei o non esistono o ne rimane il solo scheletro esterno, svuotato del CaCO_3 (decarbonatazione).

Tale unità all'interno dell'area d'interesse è posta tra il limite meridionale dell'affioramento dei depositi morenici würmiani e il lineamento avente direzione Ovest-Est, che raccorda le località Tregasio (Triuggio), Galgiana (Casatenovo) e Contra (Missaglia).

Depositi del Würm Auct.

Sono rappresentati dalle morene costituenti la cerchia più interna e più elevata dell'apparato lariano e dai terrazzi fluviali del "Diluvium recente" (fluviale Würm), costituenti il "livello fondamentale" della pianura lombarda e del "Diluvium tardivo" (fluviale tardivo); nel complesso vengono identificati dall'unità fisiografica di "evoluzione olocenica".

Nell'areale preso in considerazione la morena würmiana affiora nel settore settentrionale formando i rilievi visibili nella zona compresa tra Casatenovo (loc. Torriggia e Casatevecchio), Besana B.za (loc. Montesiro) e Monticello B.za (loc. Sorino).

Dal punto di vista litologico le morene würmiane sono costituite da blocchi (di dimensioni anche metriche), ciottoli e ghiaie in matrice sabbioso-limosa; i ciottoli, per lo più calcarei, si presentano inalterati e manifestano il più delle volte tracce della loro origine glaciale (striature).

L'alterazione superficiale del Würm é limitata ai primi 1-2 m e manifestata da suoli ad evoluzione poco spinta di colore bruno, con substrato ghiaioso mai alterato; in profondità prevalgono litotipi ghiaioso-sabbiosi che conferiscono buone caratteristiche di permeabilità superficiale a questi depositi (in particolare ai fluviali), favorendo la ricarica delle falde da parte delle acque di infiltrazione meteorica.

I depositi fluviali litologicamente costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli e scarsa matrice argillosa-limosa, manifestano generalmente tessitura meno caotica, migliore selezione e arrotondamento degli elementi.

Affioramenti di questa unità sono osservabili nell'ambito dell'area di studio in corrispondenza del fondovalle della Roggia Nava ed a Nord del Comune di Casatenovo, in prossimità della Valle Guidino (Besana B.za).

5.2 Nuova cartografia geologica

E' stato eseguito un nuovo rilevamento geologico del territorio comunale di Casatenovo in collaborazione con il dott. Andrea Strini (**Tavola 3b**) al fine di integrare le conoscenze sull'area.

Le unità di affioranti a Casatenovo comprendono una serie di sedimenti con caratteristiche geologiche e grado di alterazione profondamente diverse, su cui si sovrappongono coltri di loess variamente pedogenizzate e depositi con caratteristiche miste (Allogruppo di Venegono).

Ceppo della Molgora

Con questo termine vengono raggruppati tutti gli affioramenti di conglomerato presenti nell'abitato, anche se essi sono attribuibili ad almeno due unità distinte. La loro migliore caratterizzazione però può solo avvenire con il rilevamento geologico di tutto l'anfiteatro morenico, cosa che esula da questo ambito di indagine.

I conglomerati affiorano con più abbondanza nella zona occidentale al fondo delle valli del T. Pegorino (a Est della località Brugora, nella valle a Nord di Rancate, in quella a Sud di Giovenigo tra le località Roncaetto e

Dossetto). Altri sporadici affioramenti di conglomerato sono presenti nella valle della roggia Lavandaia (Est di Valaperta) e presso C.na Colombina.

Gli affioramenti di questi conglomerati sono sempre limitati, riducendosi spesso a pinnacoli alti un paio di metri e di larghezza inferiore, ad eccezione della valle del T. Pegorino dove il Ceppo è visibile sia sul fondo del torrente che sulle sponde per alcune centinaia di metri e con pareti alte fino a 3-4 m.

Gli affioramenti a Est (C.na Colombina e Valaperta) sono attribuibili al Ceppo della Molgora; in questa sede vengono attribuiti alla stessa unità anche i conglomerati affioranti nel T. Pegorino.

I depositi appartenenti al Ceppo della Molgora, inoltre, possono essere distinti in due litotipi differenti: un litotipo con più abbondanza di ciottoli di arenarie e calcari e uno più ricco in litologie cristalline, metamorfiche e Verrucano, affiorante in particolare lungo l'asse del T. Pegorino.

E' probabile che questi due litotipi corrispondano a due unità differenti con significato paleogeografico diverso. Tuttavia la scarsità degli affioramenti non consente al momento attuale interpretazioni certe. Questi due litotipi sono stati distinti in carta.

- Litotipo con dominanza di arenarie e calcari.

Conglomerato costituito da ghiaia a supporto clastico, organizzato in letti a diversa granulometria. Matrice in genere arenacea. Ciottoli da subangolosi a arrotondati con dimensioni massime fino a 40 cm (in genere i clasti di dimensioni maggiori sono di arenaria). Presenza di ciottoli di litologie cristalline e metamorfiche (sporadicamente Verrucano) fino al 10%-20%. Cementazione da buona a scarsa.

- Litotipo ad abbondanza di ciottoli cristallini e metamorfici.

Conglomerato costituito da ghiaia a supporto clastico, organizzato in letti a diversa granulometria; ciottoli da subangolosi a arrotondati (maggiormente arrotondati quelli di piccole dimensioni). Presenza di livelli con ciottoli di dimensioni massime fino a 5 cm (in genere 3-4 cm) e livelli con ciottoli fino a 20 cm. Poligenico, abbondanti litologie cristalline e metamorfiche che raggiungono anche il 50% del totale dei ciottoli; presenza anche di Verrucano in ciottoli con dimensioni massime fino a 10 cm e di vulcaniti rosse centimetriche. Presenza di ciottoli carbonatici disciolti dall'interno. Cementazione in genere buona, ma sono presenti dei vuoli millimetrici nel cemento.

In sponda destra del T. Pegorino nella parte sommitale della successione conglomeratica sono presenti spessori anche metrici di limi argillosi laminati (depositi lacustri)

Tutti i conglomerati sono chiaramente alterati ed è spesso visibile in affioramento il contatto diretto con ghiaie totalmente o parzialmente alterate (con spessori plurimetri) derivanti dall'alterazione del conglomerato stesso che riflettono la sua composizione; tale orizzonte alterato costituisce la Formazione di Missagliola successivamente descritta. Il limite superiore dei conglomerati è molto variabile, avendo repentini cambi di quota.

Formazione di Missagliola

Questa unità affiora nella stessa area di affioramento del Ceppo della Molgora. E' presente nella valle del T. Pegorino, nella Valle a Nord di Rancate, in prossimità della C.na omonima e nelle valli a Nord e a Sud della località Giovenigo. Nel settore orientale del territorio comunale, inoltre, affiora in prossimità di C.na Colombina.

L'unità affiora in genere ai piedi delle scarpate, in particolare sulle sponde dei corsi d'acqua dove l'erosione ha asportato il materiale più recente. Lo spessore è variabile ed è stato osservato fino a oltre 300 cm; tuttavia, poiché le scarpate delle valli sono coperte da materiale detritico di versante e da materiale colluviato, non è possibile stimare lo spessore di questa formazione. Le ghiaie alterate possono costituire anche il "substrato" impermeabile su cui si imposta il letto dei torrenti sopra detti. Analogamente a quanto osservato per il Ceppo nella valle del Pegorino, esistono due litotipi, uno con maggior abbondanza di ciottoli carbonatici e arenacei e l'altro caratterizzato da un'abbondanza di litologie metamorfiche. In questo caso, a seguito dell'esigua estensione degli affioramenti, non è stato possibile effettuare la divisione tra litotipo a dominanza di carbonati e arenarie e quello con abbondanza di ciottoli esotici.

Dal punto di vista litotologico si tratta di ghiaie a supporto di matrice e a supporto clastico, con ciottoli con dimensioni massime da millimetriche fino a 25 cm. Raramente possono essere presenti ciottoli di dimensioni maggiori, in genere compresi nel litotipo con abbondanza di arenarie e calcari. L'alterazione è in genere molto elevata con la quasi totalità dei ciottoli totalmente alterati: calcari in genere totalmente decarbonatati o argillificati, arenarie arenizzate, cristallini arenizzati, gneiss arenizzati, micasciti da arenizzati a argillificati. Vulcaniti, Verrucano e quarzo non sono alterati. Possono essere presenti ciottoli con alterazione inferiore, poiché il contatto con il conglomerato avviene per fronte di alterazione e in corrispondenza del conglomerato questa unità è meno alterata.

La matrice ha colore variabile, compreso nelle pagine 10YR e 7.5YR delle tavole Munsell Soil Chart. Nelle valli affluenti al T. Pegorino (località C.na Francesca e a Sud di Villa Greppi) sono presenti ghiaie molto alterate, assai simili a quella di questa unità; esse sono state tuttavia attribuite dubitativamente all'Alloformazione di C.na Fontana. Questa attribuzione non è però definitiva, ma dovrà essere oggetto di ulteriori accertamenti.

Limi di incerta attribuzione

Questa unità, del tutto informale, è stata istituita per poter cartografare in modo differente e visibile alcuni grandi affioramenti di limi e limi argillosi.

Questi depositi, che affiorano in modo estremamente disperso, si trovano in sponda destra del T. Pegorino, a Nord di Brugora e nella valle a Nord di Giovenigo.

L'affioramento nei pressi del T. Pegorino consiste di limo argilloso sabbioso laminato di ocra 10YR5/3. Livelli spessi fino a 0,5 cm. Si nota la presenza di livelli più scuri, sottili, sabbiosi, con qualche screziatura più scura e di livelli più azzurrognoli (5Y6/1 e simili). L'affioramento è spesso circa 150 cm. I limi sono coperti da conglomerato; è quindi probabile che possa trattarsi di un episodio lacustre all'interno del Ceppo della Molgora.

Nella Valle a Nord di Giovenigo sono presenti due affioramenti.

Il primo è nella valletta in prossimità del punto quotato 311,0 e si tratta di limo argilloso di colore 5GY4/1 alla base (per spessore di 60 cm) che verso l'alto diventa 10YR5/8. E' presente qualche glossa decolorata senza orientazione precisa. Nella parte di colore grigio sono presenti porzioni più verdastre e più azzurre. Sono anche presenti resti vegetali. Verso l'alto si notano livelli laminati di spessore centimetrico (lamine millimetriche) di limi, limi sabbiosi e sabbie fini gradate e a tetto un livello grigio scuro con abbondanti resti organici. Varia da molto indurito a non indurito. Lo spessore è di circa 150 cm, variabile lateralmente.

Nel secondo sono presenti anche limi e limi argilloso debolmente sabbiosi con colore 7.5YR5/8 e 10YR5/8. Abbondanti patine di Ferro-Manganese, glosse decolorate, con bordo arancione che fanno reticolo a graticcio.

Entrambe questi affioramenti, in mancanza di dati di sottosuolo, non consentono ulteriori interpretazioni.

Alloformazione di C.na Fontana

Questa unità affiora nella parte meridionale del territorio comunale ed è composta sia da depositi glaciali che da depositi fluvioglaciali.

Essa forma la grande morena che si estende da C.na Bracchi fino alla località Campo Fiorenzo; i depositi fluvioglaciali di questa unità danno origine alla piana su cui sorge Valaperta e al terrazzo che separa Valaperta dalla valle della Roggia Lavandaia.

La cerchia morenica ha un aspetto caratteristico con un cordone esterno più rilevato (al confine con il comune di Camparada) e una serie di dossi interni più depressi e arrotondati.

Questa alloformazione in affioramento è stata riconosciuta fino nell'impluvio presso la località Galgiana ed è quindi probabile che la sua estensione sia maggiore di quanto non appaia in superficie.

In particolare molti dei dossi caratteristici del paesaggio di Casatenovo, compresi tra Mondromeno e Rogaredo, possono essere costituiti da depositi glaciali appartenenti a questa unità. Tuttavia, poiché le coperture di depositi loessici e di colluvi hanno uno spessore rilevante e poiché le morfologie date dalla glaciazione successiva (Specola) sono analoghe a quelle della glaciazione C.na Fontana, non è possibile distinguere le due alloformazioni solo in base alle caratteristiche morfologiche.

L'arrotondamento delle morene più interne della glaciazione C.na Fontana può essere dovuto in parte all'erosione dovuta alle acque superficiali, in parte alla deposizione e al successivo rimobilizzo di coltri loessiche e in parte allo stesso "sgonfiamento" delle morena a causa dell'alterazione dei depositi.

A questa alloformazione sono stati anche attribuiti alcuni affioramenti presenti sul fondovalle degli affluenti del T. Pegorino (C.na Francesca e Sud di Villa Greppi).

Dal punto di vista dell'alterazione la differenziazione tra la Formazione di Missagliola (Ceppo alterato) e l'Alloformazione di C.na Fontana è molto difficile, in quanto in entrambe i casi l'alterazione è molto spinta.

Questa attribuzione è stata fatta per il contenuto in rocce ultramafiche che suggeriscono una composizione più assimilabile ad un materiale glaciale. Anche la quota sembra essere costantemente superiore a quella in

cui si rinvencono le ghiaie attribuite con sicurezza al Ceppo alterato e sono compatibili con gli affioramenti di depositi dell'Alloformazione di C.na Fontana presso Galgiana.

- I depositi glaciali dell'Alloformazione sono costituiti da diamicton a supporto di matrice con matrice limoso argillosa. I clasti sono da subangolosi a subarrotondati con dimensioni massime in genere fino a i 30 cm. Sono depositi poligenici, che contengono un'estrema varietà di litologie (carbonati, arenarie, granitoidi, gneiss, micascisti, quarziti, ultramafiti).

- I depositi fluvioglaciali dell'Alloformazione sono costituiti da ghiaie a supporto di matrice e a supporto clastico. Possono essere presenti intercalazioni sabbiose. La matrice è in genere limoso argillosa con o senza sabbia. I ciottoli sono da subangolosi a arrotondati con dimensioni estremamente variabili da millimetriche fino a 40 cm (rari).

Sia i depositi glaciali che quelli fluvioglaciali sono caratterizzati da un'alterazione estrema, che si spinge in profondità. Il colore della matrice è fortemente arrossato (fino alla pagina 5YR delle tavole Munsell) nella porzione superiore e diminuisce verso il basso fino a 10YR. Localmente l'arrossamento può arrivare fino al colore 2.5YR. Locale aspetto a chiazze.

Presenza di screziature decolorate. L'alterazione interessa praticamente tutte le litologie: carbonati argillificati, gneiss e cristallini arenizzati, talora con cortex più arrossato micascisti da arenizzati ad argillificati, quarziti non alterate, selce talora fragile, rocce ultramafiche in genere con cortex (anello di alterazione superficiale) arancione pronunciato.

Presenza di patine di argilla sui ciottoli e di patine Ferro-Manganese più abbondanti nei livelli superiori.

Alloformazione della Specola

L'Alloformazione della Specola è presente nel territorio comunale sia come depositi glaciali che come depositi fluvioglaciali.

Il limite esterno delle cerchie moreniche Specola è stato posto in corrispondenza del "gradino" di Rogoredo e dall'allineamento di dossi da Rogoredo a Sant' Anna. Internamente a questa cerchia sono presenti altri dossi, che hanno disposizione apparentemente più disordinata, arrotondati e con altezze diverse. Tra i dossi sono presenti numerose valli più o meno e incise, i cui orli di terrazzo sono spesso rettificati dall'opera dell'uomo. Il limite interno delle cerchie moreniche Specola è invece posto in corrispondenza dei dossi presenti a Est ed ad Ovest di Villa Greppi.

L'attribuzione di questo limite appare abbastanza incerta in quanto la morfologia originaria è stata particolarmente disturbata in questo settore.

Inoltre queste morene sono state in parte rimodellate, nella porzione basale, dalle acque dei fluvioglaciali Binago.

I depositi fluvioglaciali di questo allogruppo non danno luogo ad affioramenti numerosi. Alcuni affioramenti riferibili a questa formazione sono presenti presso C.na Bracchi; una parte delle acque di fusione del ghiacciaio doveva quindi aver sfruttato la Roggia Nava, che è stata quindi riutilizzata da più scaricatori.

Altri affioramenti sono presenti nella valle a Nord di Rancate.

Gli scaricatori dei ghiacciai Specola dovevano sfruttare la Valle del Pegorino, le valli di Rancate, di Giovenigo e probabilmente le stesse valli riconoscibili tra Galgiana e il T. Pegorino. Tuttavia, queste ultime sono state successivamente riempite da materiale che impedisce la visione di affioramenti di questa unità.

Come già accennato in precedenza, alcuni dei dossi compresi nelle cerchie moreniche Specola possono essere invece costituiti interamente o parzialmente da depositi glaciali dell'Alloformazione di C.na Fontana. E' infatti probabile che il ghiacciaio Specola, giunto in questa posizione nella sua fase terminale, abbia subito dei fenomeni di interferenza con un morfologia precedente già articolata.

Dal punto di vista litologico i depositi dell'Alloformazione della Specola si distinguono per un'alterazione marcata, sebbene non raggiunga i livelli né dell'Alloformazione di C.na Fontana né della Formazione di Missagliola. Lo spessore del livello di alterazione si attesta intono ai 6-8 m. I depositi glaciali di questa alloformazione possono essere distinti sia in till di fondo che in till di ablazione.

- Till di fondo: riconosciuti presso C.na Crotta, diamicton a supporto di matrice. Matrice grigiastra con noduli centimetrici bruno 7.5YR4/4 e screziature bruno forte 7.5YR5/6. Ciottoli annegati con dimensioni massime da centimetriche a 40 cm in genere da subarrotondati a subangolosi. A causa della loro compattezza e dell'argilla in essi contenuta l'alterazione dei till di fondo è inferiore rispetto ai depositi fluvioglaciali o ai till di ablazione della stessa Alloformazione. Alterazione moderata. Carbonati tutti alterati. Il 30% degli esotici è totalmente alterato, il resto è leggermente indebolito o con cortex. I clasti inferiori ai 2 cm sono in genere tutti alterati.

- Till di ablazione: riconosciuti presso Galgiana e presso S.Anna. Costituiti da diamicton a supporto di matrice. Matrice limoso argillosa. Clasti da subangolosi a subarrotondati, con dimensioni massime da centimetriche in genere a 30 centimetri.

I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie a supporto clastico e di matrice, talora con intercalazioni sabbiose. Matrice limoso sabbiosa con frazioni più o meno abbondanti di argilla. Ciottoli poligenici da subangolosi a arrotondati con dimensioni massime intorno ai 20 -25 cm.

L'alterazione è piuttosto marcata. Il colore della matrice varia tra da 10YR5/6 a 7.5YR in genere e occasionalmente può arrivare alla pagina 5YR. In genere il 50% dei ciottoli è totalmente alterato, anche nella frazione di dimensioni maggiori. I carbonati sono sempre totalmente alterati; una parte dei clasti cristallini o metamorfici può essere fragile o indebolito o avere un nucleo più resistente. Fino al 20% dei ciottoli può essere non alterato o debolmente alterato.

Spesso si presenta con ciottoli che mantengono la forma (non appaiono sezionati) ma sono totalmente alterati. Possono essere presenti patine di Ferro- Manganese sui ciottoli e nella matrice, localmente molto abbondanti.

Alloformazione di Binago

I depositi corrispondenti alla glaciazione Binago costituiscono sia morene ben distinte e rilevate sia pianie fluvioglaciali.

La morena più evidente è quella che corre con continuità dalla località Montesiro a Torriggia e costituisce la morena più settentrionale attribuita a questa unità.

Gli scaricatori glaciali scorrevano nella valle del Pegorino e della Roggia Nava, dove sono evidenti i terrazzi attribuibili a depositi di questa unità. Inoltre altri scaricatori glaciali dovevano sfruttare le valli di Rancate e Giovenigo, incanalandosi in una morfologia già articolata con valli più o meno incise. Presso Giovenigo è presente un deposito fluvioglaciale che per posizione stratigrafica è ritenuto appartenere all'Alloformazione di Binago. Questo significa che gli scaricatori glaciali sfruttavano una valle già incisa e che i depositi di questa alloformazione costituiscono molto probabilmente solo la porzione più esterna dei terrazzi di queste valli.

Poiché la morfologia "a monte" della scarpata è spesso rimaneggiata da interventi antropici e i depositi superficiali sono costituiti per lo più da materiale colluviato, non è possibile attribuire un limite certo all'estensione di queste unità.

A questa unità possono essere anche attribuiti alcuni terrazzi intermedi, visibili solo parzialmente e non cartografabili a questa scala.

Benché le morene appartenenti a questa unità siano ben evidenti, i depositi glaciali dell'Alloformazione di Binago non affiorano nel territorio comunale. A causa infatti della copertura antropica e della estrema antropizzazione anche delle aree verdi non sono visibili spaccati naturali.

Anche i depositi fluvioglaciali affiorano molto limitatamente.

Nell'affioramento presso Giovenigo essi sono costituiti da ghiaie a supporto di matrice, localmente clastico. La matrice sabbioso limoso argillosa con sabbia 7 .5YR4/ 4 con screziature più arrossate. Clasti con dimensioni massime fino a 25 cm, in genere fino a 3-4 cm.

L'alterazione è meno spinta che nell'Alloformazione della Specola. La profondità del profilo di alterazione si attesta intorno ai 4 m e l'alterazione interessa circa il 40-50% dei clasti che sono spesso fragili o con cortex evidente e solo in parte sono totalmente alterati.

Allogruppo di Besnate

I depositi dell'Allogruppo di Besnate danno origine alla grande morena su cui sorge l'abitato di Monticello Brianza che lambisce il comune di Casatenovo in prossimità del confine comunale Nord. Nel territorio comunale i depositi di questo allogruppo sono costituiti da depositi fluvioglaciali che riempiono le valli della roggia Nava e della Valle a Est di Valaperta.

I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie a supporto clastico più o meno organizzati in letti a diversa granulometria e con possibili intercalazioni di lenti e livelli sabbiosi.

I ciottoli sono da subarrotondati a arrotondati con dimensioni massime in genere intorno ai 15 -20 cm. La ghiaia è poligenica, derivando da materiale glaciale.

Nella valle della Roggia Nava a tetto delle ghiaie possono essere presenti spessori variabili di limi, limi sabbiosi massivi o leggermente laminati che testimoniano episodi fluviali a bassa energia.

L'alterazione dei depositi di questo allogruppo è in genere scarsa, essendo il profilo di alterazione spesso al limite 4 m. I carbonati e le arenarie sono in genere decarbonatati fino a questa profondità, mentre i ciottoli ignei e i metamorfici sono meno alterati. Occasionalmente i livelli più superficiali possono avere alterazione maggiore (fino al 50% dei ciottoli alterati) e possono essere presenti ciottoli alterati completamente provenienti dal rimaneggiamento di ciottoli già parzialmente alterati.

Unità Postglaciale

I depositi dell'Unità Postglaciale sono quelli depositi in seguito al ritiro dell'ultimo glaciale. Essi sono rappresentati per lo più da depositi fluviali, costituiti da ghiaie a supporto clastico, con ciottoli embricati, spesso organizzati in letti a diversa granulometria.

I ciottoli sono da subarrotondati a arrotondati con alterazione assente. Possono costituire dei terrazzi di altezza compresa tra 0.5-1 m, all'interno delle valli presenti nel territorio comunale. A causa della modesta larghezza questi terrazzi non sono cartografabili alla scala 1:10.000 sebbene i depositi siano stati evidenziati in carta. Sulla carta inoltre si può notare come in certi tratti di corsi d'acqua non sia cartografata l'unità postglaciale ma la litologia in cui si imposta l'alveo fluviale. Questo viene fatto per sottolineare l'importanza della presenza di una determinata unità.

I depositi dell'unità Postglaciale possono costituire inoltre depositi di frana, depositi di versante, depositi di colata.

Coperture loessiche

Tutto il territorio di Casatenovo, in particolare la porzione a Sud delle morene Binago, è caratterizzata dalla presenza di coperture loessiche di spessore rilevante.

Poiché le unità loessiche coprono in pratica l'intero territorio, esse non sono state cartografate, onde mettere più in risalto le unità affioranti sotto le coperture di loess.

La copertura loess è in realtà data dalla somma di più coltri sovrapposte, depositatesi in corrispondenza delle avanzate dei ghiacciai nella porzione antistante al ghiacciaio. Sulle morene più vecchie può essere presente l'intera successione di coltri loessiche, su quelle più recenti si avrà invece solo l'ultima copertura.

La litologia dei loess è costituita da limi e limi sabbiosi, poiché questi sedimenti sono stati spesso rimobilizzati da acque circolanti o per trasporto in massa possono essere presenti anche ciottoli sparsi di dimensione al limite centimetrica.

Lo spessore di queste coperture è variabile. Infatti, a causa del modo di deposizione, il loess tende a dare coltri più spesse nelle depressioni e meno spesse sui dossi. Inoltre il rimaneggiamento successivo aiuta questa tendenza. Poiché la morfologia del territorio di Casatenovo è alquanto articolata, risulta di difficile definizione uno spessore delle coperture loessiche. E' comunque da aspettarsi uno spessore maggiore sul fondo delle valli e uno spessore minore sulla cima dei dossi.

Le caratteristiche delle coperture loessiche variano a seconda dell'età della copertura e quindi con l'intensità della pedogenesi.

Al di sopra dei depositi dell'Alloformazione di C.na Fontana è presente una copertura di loess fortemente pedogenizzato che costituisce la Formazione di Monte Carmelo.

Si tratta di un loess fortemente arrossato (fino alla pagine 5YR delle tavole Munsell, occasionalmente 2.5YR), con presenza di abbondantissime patine e noduli di Ferro-Manganese ed estremamente indurito. A questi caratteri è associata la presenza di un fitto reticolo di glosse e screziature decolorate larghe fino a 1 cm e, localmente, un aspetto "a chiazze".

Esso appare in affioramento in corrispondenza della cerchia morenica più esterna.

Le coperture successive presentano figure pedogenetiche via via meno espresse, con minore quantità di glosse, di patine di Ferro-Manganese e con arrossamento inferiore. Anche l'indurimento diminuisce progressivamente.

Sulla morene Specola può essere presente un loess da mediamente a fortemente arrossato (fino alla pagina 5YR e con presenza di Fe- Mn, in genere 7.5YR), mentre sulle morene Binago il loess non ha più il carattere di indurimento e il colore è più tendente alla pagina 10YR

Allogruppo di Venegono

Questa unità è costituita da depositi di versante, di colata, fluviali e di conoide di cui non è possibile distinguere l'appartenenza.

Esso affiora lungo le scarpate principali in cui il materiale si è mobilizzato durante ogni fase glaciale, quando non c'era copertura vegetale. Questi depositi costituiscono il fondovalle di molte valli minori, spesso a fondo piatto, che di fatto sono riempite di depositi di colata e di versante in parte rimobilizzati dalle acqua circolanti. E' da notare che nel territorio comunale i depositi di questo allogruppo possono raggiungere anche spessori ragguardevoli (plurimetrici) a causa dell'abbondanza di depositi fini facilmente rimovibili.

La litologia dei depositi colluviali è costituita da limi, limi argillosi con sparsi clasti, con colore compreso tra le pagine 5YR e 10YR delle tavole Munsell.

I depositi fluviali presentano una litologia costituita da ghiaia a supporto clasti con ciottoli con dimensioni massime fino a 30 cm, limi sabbiosi, limi, sabbie, alternanze di ghiaie a diversa granulometria e di ghiaie e limi. L'alterazione è variabile in quanto possono contenere ciottoli già parzialmente alterati e rimaneggiati successivamente e poichè questi depositi possono essere di età molto diverse.

A questa unità sono stati anche attribuiti i terrazzi della Valle del Pegorino, in quanto costituiti da materiale rimaneggiato successivamente all'evento Binago ma in età non precisabile, in quanto la Valle del T. Pegorino non è stata interessata dai fluvioglaciali Besnate.

6. CARATTERI PEDOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE

La cartografia pedologica del territorio comunale è stata derivata dai rilievi dell'ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia) ed in particolare dalla pubblicazione “I suoli della Brianza comasca e lecchese”, 1999.

In precedenza, nello studio EG del 1997, le caratteristiche pedologiche erano state studiate in collaborazione con la società i.ter - Progettazione ecologica del territorio, di Bologna.

La cartografia prodotta può costituire un utile riferimento, da integrare con dati chimico-fisici puntuali, per contribuire ad orientare l'uso del suolo e il tipo di colture nelle aree agricole presenti soprattutto nel settore centro-meridionale del territorio comunale.

Sulla base degli studi ERSAL, sono presenti i seguenti tipi di suoli (**Tavola 4**):

Sistema e sottosistema

Piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti ed attuali (Olocene recente ed attuale).

Unità VA8

Superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua, da cui sono generalmente separate da gradini morfologici. Appartengono a tratti medio-alti dei fiumi ove dominano patterns intrecciati, rettilinei e sinuosi.

Sottounità VA 8.1

Piane alluvionali recenti dei fiumi Severo e torrenti Curone, Molgora e Cosia a substrato da limoso a ghiaioso, non calcareo, con uso del suolo prevalentemente a seminativo avvicendato.

Unità cartografica 70

FGA1 – Suoli profondi con scheletro scarso in superficie, comune in profondità (A volte assente), tessitura media, reazione neutra (a volte subacida in superficie), saturazione media, drenaggio buono.

L'unità è presente solamente in un ridotto affioramento ad Est di C.na Bernaga. Le limitazioni d'uso dei suoli (di Classe II) sono dovute al rischio di inondazione.

Sistema e sottosistema

VT Superfici terrazzate costituite da “alluvioni antiche o medie”, delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane alluvionali.

Unità VT4

Superfici variamente inclinate corrispondenti alle scarpate erosive che delimitano solchi vallivi (terrazzi fluviali e vallecole), sovente modellate dall'intervento antropico. Comprendono le vallecole dei corsi d'acqua minori, anche a carattere torrentizio, che formano incisioni a fondo acuto, nell'ambito dei rilievi morenici, dei terrazzi antichi e del livello fondamentale della pianura, in corrispondenza dei dislivelli morfometrici più consistenti.

Sottounità VT4.2

Incisione dei terrazzi e del morenico antico con superfici a morfologia accidentata in cui si verificano fenomeni erosivi e locali accumuli colluviali. La pendenza è moderata (10-15% SUL) e elevata o molto elevata (35-60% VFO), su substrato limoso e ciottoloso variamente alterato; uso del suolo a bosco ceduo spesso degradato.

Unità cartografica 67

VFO1 – Suoli profondi, con scheletro scarso in superficie e frequente in profondità, tessitura media, reazione molto acida in superficie e acida in profondità; saturazione molto bassa, drenaggio moderatamente rapido.

SUL2 – Fase fisiografica di maggiore pendenza dei suoli SUL1. Suoli molto profondi con scheletro scarso a volte frequente in profondità, tessitura media, reazione acida, saturazione bassa o secondariamente molto bassa, drenaggio buono.

L'unità cartografica è presente nelle zone più depresse dal punto di vista altimetrico del territorio comunale, in corrispondenza dell'alveo dei corsi d'acqua. La capacità d'uso del suolo è di Classe VI in quanto si hanno limitazioni dovute alla pendenza.

Sistema e sottosistema

R Terrazzi subpianeggianti, rilevati rispetto al livello fondamentale della pianura, costituenti anche superfici risparmiate dall'erosione e comprendenti la maggior parte dei rilievi isolati della pianura.

Unità RA2

Superfici più rappresentative-modalità e meglio conservate del pianalto caratterizzate da una morfologia subpianeggiante o ondulata.

Sottounità RA2.3

Terrazzi di Lo magna e Verderio, si differenziano dall'unità precedente per avere migliore drenaggio e uso del suolo a seminativo.

Unità cartografica 45

PDN1-Suoli moderatamente profondi limitati da fragipan, privi di scheletro, tessitura media, reazione subacida, saturazione bassa, drenaggio mediocre.

L'unità cartografica è presente solo tra Valaperta e Bernaga, nella parte sud-orientale del territorio comunale. I suoli di Classe II presentano limitazioni dovute al drenaggio e alla profondità utile del suolo.

Sistema e sottosistema

MR Depositi morenici recenti ("wurmiani") dotati di morfologia aspra e costituita da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvio-glaciali e fluvio-lacustri, generalmente poco alterati, con diffusa presenza di pietrosità in superficie e di scheletro nei suoli.

1) Unità MR1

Cordoni morenici principali e secondari, compresi quelli addossati ai versanti montuosi, generalmente a morfologia netta, con pendenze da basse a molto elevate, costituiti da depositi grossolani, poco classati, immersi in matrice fine (sabbie e limi).

Sottounità MR1.2

Principali cordoni morenici (Lurago, Ponticello, Merate) a substrato ghiaioso-limoso e comune pietrosità; pendenza da moderata a moderatamente elevata (10-25%) e debole erosione, più e Evidente nelle parti cacuminali (PEG) dove è presente substrato calcareo. Coltivate a prato e seminativo (mais), spesso con terrazzamenti antropici nelle parti più scoscese.

Unità cartografica 26

PEG1 – Suoli moderatamente profondi limitati a substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune in superficie ed abbondante in profondità, tessitura moderatamente grossolana, reazione neutra in superficie e subalcalina in profondità, saturazione alta, non calcarei in superficie e calcarei in profondità, drenaggio moderatamente rapido.

BED3 – Fase fisiografica dei suoli BED1. Suoli molto profondi, con scheletro scarso in superficie e comune in profondità, tessitura moderatamente grossolana, reazione neutra, saturazione alta, drenaggio buono.

L'unità cartografica è presente solo nella parte settentrionale del territorio comunale in corrispondenza dei cordoni morenici più elevati. Le limitazioni d'uso dei suoli sono legate alla pendenza, all'erosione e alla capacità in acqua disponibile che fanno considerare come appartenente alla Classe III di capacità d'uso dei suoli l'unità considerata.

2) Unità MR5

Superficie subpianeggianti, costituite da materiali tendenzialmente fini riconducibili ad ambienti deposizionali di tipo lacustre, ben drenate o senza spiccate evidenze di idromorfia, per la posizione altimetricamente

favorevole rispetto alle aree idromorfe (MR6 specchi lacustri di corsi d'acqua) a cui fanno normalmente da contorno.

Sottounità MR5.1

Superficie localizzate prevalentemente nella Brianza lecchese, con evidenze di idromorfia almeno nella parte centrale, più depressa, dei bacini; substrato sabbioso limoso calcareo. Coltivate a prato e seminativo (mais).

Unità cartografica 35

VEG1 – Suoli profondi, a tessitura moderatamente grossolana, reazione subacida in superficie e neutra in profondità, saturazione bassa in superficie e media in profondità, drenaggio mediocre.

VLG1 – Suoli molto profondi, con scheletro scarso in superficie e assente in profondità; tessitura moderatamente grossolana, reazione acida in superficie e subacida in profondità, saturazione molto bassa, drenaggio buono.

L'unità cartografica in questione è presente solo a Nord di Torreggia, in vicinanza del confine con Ponticello; le limitazioni d'uso sono legate alla fertilità dell'orizzonte superficiale e alla capacità in acqua disponibile (Classe II).

Sistema e sottosistema

M Anfiteatri morenici dell'alta pianura – MA Depositi morenici antichi ("mindel" e pre-mindel) costituiti da metariali di origine glaciale e fluvioglaciale molto alterati, sepolti da sedimenti eolici (loess) e/o colluviali.

1) Unità MA1

Cordoni morenici arrotondati che si presentano sotto forma di ampie ondulazioni, per la prolungata azione modellatrice (erosivo-colluviale) a cui sono stati esposti. I versanti hanno generalmente pendenze da basse a moderata.

Sottounità MA1.1

Superficie del morenico antico di Marasso e Cagno a substrato ghiaioso-limoso con pendenza moderata (5-10%). L'uso del suolo è prevalentemente a seminativo avvicendato (mais).

Unità cartografica 14

VON1 – Suoli profondi, con scheletro assente in superficie e scarso in profondità, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione subacida, saturazione bassa, drenaggio buono.

Questa unità cartografica è presente in varie zone che sono localizzate generalmente nel settore centro-occidentale, ma con qualche presenza affioramento anche in quello meridionale e su-orientale.

Le limitazioni d'uso dei suoli sono dovute alla pendenza, alla tessitura e fertilità dell'orizzonte superficiale (Classe II).

2) Unità MA2

Superfici di raccordo con le piani fluvioglaciali limitrofe a pendenze da basse a moderate, costituite da sedimenti di origine colluviale; comprendono le scarpate erosive, con pendenze anche molto elevate in prossimità dei principali solchi vallivi.

Sottounità MA2.1

Superficie a moderata pendenza (5-10%), erosione debole, a substrato generalmente argilloso limoso, localmente con ghiaie alterate; coltivati a seminativo.

Unità cartografica 16

SUL3 – Fase fisiografica di maggiore pendenza dei suoli SUL1. Suoli molto profondi, scheletro scarso, tessitura media e secondariamente fine, reazione acida, saturazione bassa, drenaggio buono.

VED2 – Fase fisiografica a maggiore pendenza dei suoli VED1. Suoli profondi con scheletro scarso, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione subacida, saturazione bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono.

L'unità è presente solo nella parte sud-orientale del territorio comunale e presenta una capacità d'uso di classe III in quanto presenta limitazioni dovute all'erosione.

3) Unità MA3

Valli, scaricatori e piane a morfologia subpianeggiante o concava, in cui prevalgono depositi fluvioglaciali, localmente sepolti da coperture eoliche o colluviali.

Sottounità MA3.1

Superfici ondulate di Marasso, a substrato ghiaioso molto alterato in matrice argillosa a forte rubefazione, pendenza bassa (2-3%). Nel paesaggio si individuano deboli concavità (VED) e convessità (RGR); queste ultime più frequentemente interessate da rimaneggiamenti e fenomeni erosivi. Coltivate prevalentemente a seminativo (mais).

Unità cartografica 17

VED1 – Suoli profondi, con scheletro scarso, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione subacida, saturazione bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono.

RGR1 – Suoli molto profondi, con scheletro scarso in superficie e frequente in profondità, tessitura media in superficie e fine in profondità, reazione subacida in superficie e neutra in profondità, saturazione bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono.

L'unità cartografica considerata è presente diffusamente sul territorio comunale, occupando la parte centrale e meridionale dove risulta comprendere al suo interno o è confinante con le unità 14 e 16.

Essa presenta una limitazione d'uso del suolo legata alla fertilità dell'orizzonte superficiale ed al clima (Classe II).

I suoli presentano un "valore naturalistico elevato" e una capacità d'uso generalmente di "Classe II", intendendo con questo termine i suoli che presentano moderate limitazioni d'uso e richiedono un'opportuna scelta delle colture praticabili e/o moderate pratiche conservative.

In merito alla capacità protettiva dei suoli nei confronti degli agenti inquinanti si hanno generalmente condizioni di "capacità protettiva elevata".

Solo in corrispondenza delle incisioni fluviali i suoli hanno una "capacità protettiva moderata".

7. FENOMENI ESOGENI E DI DISSESTO

La carta geomorfologica rappresenta i processi e le forme di erosione e di accumulo che hanno coinvolto e che tuttora interessano la superficie topografica, nonché la loro diversa evoluzione.

Le informazioni fornite in questo elaborato permettono di delineare un quadro completo delle caratteristiche geomorfologiche del territorio in esame.

Per l'elaborazione si è provveduto, oltre che alla consultazione delle carte morfologiche della Regione Lombardia (scala 1:50.000) e al materiale bibliografico disponibile, all'analisi delle foto aeree, e successivamente alla verifica diretta attraverso sopralluoghi compiuti in situ.

E' quindi stata prodotta una carta geomorfologica e del dissesto a scala 1:10.000 (**Tavola 2**), della quale vengono di seguito descritti i principali lineamenti.

Le modalità e i tipi d'evoluzione che portano al modellamento delle forme del territorio dipendono da fattori geologici (litologia e assetto strutturale), dagli agenti esogeni e dalle condizioni climatiche.

Anche la vegetazione riveste notevole importanza in quanto controlla la mobilitazione dei detriti, protegge da fenomeni di erosione, anche se contribuisce, d'altra parte, ad alterare chimicamente e fisicamente le rocce.

La morfologia dell'area in oggetto risente direttamente degli eventi geologici verificatisi durante il Quaternario; in particolare il territorio, come già anticipato, è stato modificato dalle varie glaciazioni che hanno rimodellato le strutture prequaternarie (rilievi isolati del substrato roccioso) e determinato la formazione di rilievi collinari, archi morenici, sui quali si è sviluppato un reticolo idrografico che ha inciso profondamente le strutture sopra descritte.

Le fiumane glaciali, con successive azioni di erosione e deposito, hanno generato un sistema di terrazzi fluviali disposto in quattro ordini principali (Diluvium Antico, Medio, Recente e Tardivo) che occupano l'alta pianura ai piedi degli anfiteatri morenici e strette fasce lungo i corsi d'acqua principali.

All'interno dell'area di studio si possono riconoscere tutta una serie di cerchie moreniche di varia età, facenti capo all'anfiteatro morenico del triangolo lariano.

Il limite meridionale di affioramento di tali depositi è facilmente riscontrabile poco più a Sud dell'area di studio lungo l'allineamento Lurago d'Erba-Giussano-Sovico-Lesmo-Lomagna; all'interno del territorio si rinviene tutta la serie delle cerchie moreniche da quelle di età würmiana a quelle di età mindeliana.

Le prima, collocata a Nord dell'area di studio fa parte dell'allineamento Briosco-Besana B.za-Monticello, quella di età rissiana appartiene alla cerchia di Giussano-Verano B.za-Casatenovo e infine quella di età mindeliana è compresa tra Lesmo, Camparada e Rimoldo (Casatenovo).

Sulla carta geomorfologica le forme glaciali sono state indicate come archi, cordoni morenici e scarpate morfologiche, mentre i differenti fenomeni franosi sono stati indicati come forme di versante dovute alla gravità.

La genesi di questi dissesti e le modalità del loro movimento sono sempre da mettere in relazione alla litologia ed alla quota altimetrica, che influisce, attraverso le variazioni climatiche, sulle caratteristiche litologiche e strutturali della roccia modificandone il comportamento geomeccanico.

Sebbene infrequenti, sono presenti alcuni dissesti che coinvolgono terreni coesivi come, ad esempio, la frana presso la località C.na Rancate (zona Nord-Ovest Casatenovo) che interessa depositi argillosi appartenenti all'unità del Morenico Riss.

Per quanto riguarda le forme dovute all'azione delle acque superficiali è stata evidenziata nell'area di studio una certa predominanza di fenomeni di ruscellamento, strettamente connessi ai depositi morenici che caratterizzano il territorio.

In tali situazioni infatti, a seguito di intense manifestazioni piovose, in prossimità dei versanti più acclivi possono verificarsi locali dissesti che in alcuni casi possono degenerare in veri e propri movimenti franosi.

L'azione delle acque fluviali provoca fenomeni erosivi di sponda lungo buona parte dei T. Pegorino, Lavandaia e della Roggia Nava e Molgorana; il fenomeno si riscontra principalmente nella parte "esterna" degli alvei dove si assiste ad un aumento della velocità della corrente che provoca indirettamente un incremento del grado d'erosione.

Per ovviare a questi inconvenienti gli interventi più indicati sono di norma rappresentati da rivestimenti spondali quali, scogliere in pietrame, argini in calcestruzzo e briglie a valle dell'area da sistemare.

La presenza di tali opere all'interno dell'area di studio è illustrata nella carta geomorfologica (**Tavola 2**) con il termine generico di opere di regimazione idraulica.

In carta sono stati evidenziati anche gli alvei abbandonati (paleoalvei) situati allo stesso livello del piano campagna o incassati rispetto ad esso; tali strutture risultano molto diffusi nella pianura a partire dalle cerchie moreniche.

7.1 La propensione al dissesto

Il territorio in esame è caratterizzato da numerosi fenomeni esogeni, anche se di entità limitata rispetto ad altre zone lombarde, che operano modellando continuamente il territorio con fenomeni franosi e di collasso di versante, processi di degradazione fisico-chimici e di erosione spondale e di fondo lungo i corsi d'acqua.

I fenomeni che contribuiscono a questa trasformazione della superficie topografica si instaurano solitamente al convergere di più fattori, determinati sia da cause naturali che antropiche.

In linea generale la causa scatenante principale è legata direttamente alle caratteristiche geologiche, litologiche e geomorfologiche proprie della zona alle quali si sovrappongono gli effetti causati da fattori esogeni che operano modellando le forme esistenti.

Oltre alle cause sopradette, anche l'attività umana molto spesso contribuisce ad alterare gli equilibri con il risultato di accelerare notevolmente i processi di degradazione.

L'opera antropica influisce negativamente attraverso sbancamenti e costruzioni che interessano aree geologicamente e morfologicamente inadatte, dove spesso vengono modificate le caratteristiche naturali di drenaggio delle acque.

I caratteri generali che inquadrano la zona in esame da un punto di vista della pericolosità geomorfologica, definita come "la probabilità che un certo fenomeno di instabilità si verifichi in un certo territorio e in un

determinato intervallo di tempo", devono tener conto di tutte le informazioni di tipo geolitologico, geomorfologico oltre che delle caratteristiche del reticolo idrografico.

Non meno importanti risultano le informazioni riguardanti le caratteristiche tecniche dei terreni, il loro stato di alterazione meccanica e chimica (azione delle acque, temperatura ed esposizione dei versanti), la vegetazione ed i fenomeni legati all'attività umana.

L'analisi e la sintesi di tutte queste caratteristiche ha permesso di individuare all'interno dell'area in oggetto le seguenti due classi d'instabilità:

- 1) aree con instabilità potenziale elevata per caratteristiche morfologiche;
- 2) aree potenzialmente franose per caratteristiche litologiche.

La prima di queste comprende le seguenti sottoclassi:

1a. Aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillosi ed acclivi, con forte grado di imbibizione

Queste aree sono situate prevalentemente in corrispondenza dei versanti maggiormente incisi dall'azione erosiva operata dai corsi d'acqua principali (T. Pegorino, T. Lavandaia e Roggia Nava) e dai loro rispettivi affluenti.

L'instabilità potenziale è legata all'acclività dei versanti lungo tali incisioni contestualmente alla presenza di sedimenti prevalentemente limoso-argillosi (depositi morenici e fluviali di età mindeliana e rissiana con forte alterazione superficiale), i quali essendo scarsamente permeabili, favoriscono il ruscellamento superficiale.

In questo caso l'acqua provoca una progressiva asportazione del materiale, molto più accentuata nel caso la copertura vegetale sia assente che, dopo un breve trasporto, viene abbandonato come deposito colluviale.

Localmente, qualora i depositi argillosi e limosi, riescano ad imbibirsi d'acqua, si innescano sotto l'azione della gravità movimenti dapprima lenti, nello spessore di terreno saturo, che evolvono in un soliflusso generalizzato su porzioni di versante più o meno ampie.

1b. Aree soggette a franosità per erosione laterale di sponda

La presenza di queste aree è legata alla portata e alla velocità della corrente dei corsi d'acqua, nonché alla sinuosità dell'alveo.

Durante i sopralluoghi eseguiti sono stati rilevati dissesti di tale tipologia lungo quasi tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio comunale di Casatenovo, maggiormente frequenti in corrispondenza delle sponde esterne delle anse, dove l'erosione dell'acqua risulta superiore.

L'entità di tali fenomeni di scalzamento al piede del versante è comunque in genere modesta, tanto che sull'elaborato prodotto sono stati cartografati, per esigenze grafiche, soltanto i dissesti più cospicui.

Va precisato che nel corso dei rilievi lungo tali corsi d'acqua talvolta si sono riscontrate opere idrauliche laterali (massicciate, scogliere e pennelli) per difesa dall'erosione di sponda, ma non sempre ben localizzate;

tali interventi in qualche caso isolato hanno favorito l'insorgere di fenomeni di erosione di sponda anche in corrispondenza dei tratti rettilinei.

1c. Aree al bordo di terrazzi fluviali soggette a possibili collassi o frane

Nell'area in esame sono numerosi i dissesti che rientrano in questa classe.

A causa delle loro esigue dimensioni e delle loro caratteristiche morfologiche e geologiche non sempre definite, si è ritenuto opportuno, per una migliore comprensione degli elaborati cartografici, accorpate tali dissesti nella sottoclasse 1a (aree soggette a franosità in terreni prevalentemente argillosi ed acclivi, con forte grado di infiltrazione).

Le aree potenzialmente franose per caratteristiche litologiche comprendono i versanti acclivi delle morene würmiane e le zone a media acclività, posti rispettivamente nell'estremità Nord di Casatenovo (località Monteregio, Casatenovo e Torriggia) e nel settore centrale e meridionale dell'area di studio.

7.2 Descrizione dei dissesti nell'area di studio

Considerando le problematiche legate ai fenomeni di instabilità, si è ritenuto opportuno elencare nel presente capitolo i dissesti maggiormente significativi, rilevati durante i sopralluoghi effettuati.

Dissesti lungo il corso del Rio Rancate

Un esempio significativo della tipologia dei dissesti presenti nell'area di studio, è rappresentato dalla situazione esistente in corrispondenza della valletta del Rio Rancate.

Quest'ultima, profondamente incisa (20-30 m) rispetto al territorio circostante, delimita verso Nord-Ovest il terrazzo su cui è posta la C.na Rancate ed è caratterizzata da una discreta concentrazione di fenomeni franosi di ridotte dimensioni (25 su circa un chilometro di lunghezza).

Procedendo dalla sua sommità verso il fondovalle, con una situazione comune ad entrambi i versanti, si incontrano due chiari e distinti livelli di instabilità localizzati a quota differente, che possono essere suddivisi in:

a) dissesti franosi che interessano la parte superiore del pendio, dovuti al concorso di differenti fattori antropici (disboscamenti, distacco dal suolo di vegetazione d'alto fusto e scarico sul suolo e nel sottosuolo di acque bianche e nere);

b) dissesti limitati alla parte inferiore del pendio direttamente connessi a fenomeni di erosione di sponda.

Il dissesto che caratterizza direttamente la C.na Rancate e che si inserisce nel primo caso sopra descritto, è stato provocato da successivi fenomeni che in alcuni casi hanno raggiunto dimensioni e caratteristiche di

veri e propri fenomeni franosi, come quelli verificatisi intorno agli anni '50 e nel corso della fine degli anni '80, con mobilitazione di discreti volumi di terreno.

In particolare conseguentemente a tali episodi si sono formate nicchie di distacco, generalmente a forma di ferro di cavallo e di altezza compresa tra 1 e 1.5 m.

Localmente tali fenomeni assumono forma pseudo lineare, come ad esempio a Nord della cascina stessa, dove per circa 300-400 m si rileva un taglio netto sul bordo del terrazzo causato dalla coalescenza dei fenomeni.

Tutte queste frane presentano zone d'accumulo, talvolta solo accennate, che da circa un terzo del pendio si protraggono fino al torrente sottostante.

I dissesti localizzati sul fondovalle, ascrivibili alla seconda tipologia del dissesto sopra esposte, presentano invece nicchie di distacco limitate a pochi metri di estensione sia lateralmente che verticalmente.

La dinamica che regola questi fenomeni è sicuramente legata all'azione erosiva del corso d'acqua, continuamente deviato dall'apporto di nuovi materiali di frana.

Queste deviazioni forzate determinano un grado di erosione differenziale a seconda dei diversi punti considerati.

Dissesti lungo il corso del Torrente Molgorana

Il T. Molgorana nasce nel territorio Nord-orientale del Comune di Casatenovo, immediatamente a Sud della C.na Crotta, scorre verso valle con direzione prevalentemente Sud-Est fino al limite comunale con Usmate Velate, e successivamente con direzione Sud Sud-Ovest.

Tale corso d'acqua, che costituisce un affluente sinistro del F.Lambro, viene interessato a partire dall'abitato di Velate, dal collettore fognario del Consorzio Alto Lambro, che raccoglie le acque delle fognature dei centri limitrofi; su questa asta principale si innesta da sinistra, in prossimità del limite comunale, la vallecchia discendente dalla località Valaperta.

Percorrendo il corso del T. Molgorana, a partire dalla sua testata, si è potuto constatare che fino all'altezza della frazione di Rogoredo, l'alveo si presenta sotto forma di un fosso poco profondo posto all'interno di una lieve depressione morfologica con fondo a copertura erbosa; sono presenti inoltre due opere di regimazione idraulica (**Tavola 1**).

All'altezza di Rogoredo il corso d'acqua risulta interrato (attraverso una tombinatura per l'attraversamento del centro abitato) per una lunghezza complessiva di circa 100 m, alla fine della quale è visibile un intervento di cementazione dell'alveo per una lunghezza complessiva di circa 300 m.

Immediatamente a Sud fino all'intersezione del corso d'acqua con la linea dell'alta tensione, l'alveo viene regolarizzato dalla presenza di piccole briglie di pietra che provocano, a monte delle stesse limitati fenomeni di sedimentazione.

Oltre tale limite, fino all'altezza dei pozzi dell'acqua potabile di Casatenovo posti nel territorio di Usmate Velate, l'alveo si incassa all'interno di un'incisione profonda dai 2 ai 4 m con morfologia tipica delle strutture di "gullies".

A valle di tale zona si riscontra un'ampia piana all'interno della quale l'alveo del torrente si presenta debolmente infossato in quanto scorre, quasi a livello del piano campagna.

A Nord-Ovest della località Dossi, in prossimità del bosco, sul lato destro della piana si nota la presenza di un tombino; oltre tale limite il torrente manifesta i medesimi fenomeni erosionali visti in precedenza

Proseguendo verso Sud l'erosione prosegue per qualche centinaio di metri, fino all'altezza della C.na Sant'Anna dove, la presenza di un ponticello in legno rallenta le acque e provoca verso monte un tratto a prevalente sedimentazione della lunghezza di circa 100 m.

In condizioni normali tale corso d'acqua si presenta per lo più asciutto; l'acqua localmente presente proviene da scarichi fognari non allacciati alla rete principale.

Dissesti lungo il corso del Torrente La Molgora

Il torrente La Molgora nasce a Sud di Casatenovo, nei pressi della C.na Levada e procede verso Sud per quasi 6 km costeggiando i centri abitati di Rogoredo, Campo Fiorenzo, Camparada, fino a scomparire a Nord di Arcore dove si immette nella rete fognaria della città.

L'incisione torrentizia attraversa i depositi glaciali e fluviali antichi che costituiscono i ripiani a "ferretto" e la cerchia morenica mindeliana nel territorio meridionale di Casatenovo.

Normalmente il torrente è alimentato solo da acqua uscente dal depuratore della rete fognaria di Casatenovo situato tra Camparada e Campo Fiorenzo; l'acqua è presente in modo continuativo solo a partire da questo punto.

L'alveo del torrente, dalla sua origine fino all'incrocio con la strada che collega Rogoredo alla SP 51, è caratterizzato dalla una discreta incisione priva di segni evidenti di processi d'erosione, ad esclusione di una netta incisione in corrispondenza del primo tratto del torrente; in questa zona il letto del torrente è rivestito da un manto erboso.

Tale situazione persiste fino all'altezza della località Sant'Anna, oltre la quale si manifestano fenomeni d'erosione che provocano un approfondimento dell'alveo rispetto al fondo della vallecchia di circa 2 m ed un restringimento della sezione d'alveo nell'ordine di 2 m.

Come nel caso esposto in precedenza la morfologia e le caratteristiche forme d'erosione al fondo sono sintomatiche di una situazione di gully; i versanti della valle sono per lo più stabili, a bassa acclività e interessati da una vegetazione costituita in prevalenza da robinie, felci ed erbe infestanti.

In corrispondenza del cambiamento di direzione del corso d'acqua (da NS a NE-SW), che avviene all'altezza di Campo Fiorenzo, si riscontra una morfologia blanda che è la diretta conseguenza di un basso tasso d'erosione; la valle del suddetto torrente in questo tratto si allarga sensibilmente e presenta un fondo piatto con copertura arborea.

Proseguendo verso Sud s'incontra sul versante destro della valle una vallecchia laterale che termina su un terrazzo presso Campo Fiorenzo; essa è interessata da intensi fenomeni erosionali, localizzati principalmente alla sua testata.

Avvicinandosi al depuratore di Campo Fiorenzo, si riscontrano erosioni pronunciate che non interessano solamente l'alveo del torrente ma anche le sponde dello stesso sotto forma di salti, depressioni circolari continue, sradicamenti di alberi e piccoli scoscendimenti.

Nei pressi di Camparada, i processi erosionali risultano notevolmente inferiori, rispetto a quanto visto in precedenza e limitati alle anse maggiori del torrente.

Nel tratto meridionale di Casatenovo, fino al centro di Camparada, a causa di interventi idraulici (tombini, piccole briglie e sottopassi intubati) che rallentano in modo sensibile la velocità della corrente, prevale una situazione di sedimentazione; nel tratto immediatamente a Sud si riscontrano nuovamente fenomeni erosionali localizzati sul fondo dell'alveo (incisioni) e nei tratti convessi delle anse.

Dissesti lungo l'affluente meridionale sinistro del T. Pegorino.

Il torrente in oggetto nasce immediatamente a Sud del centro abitato di Casatenovo e scorre verso valle con direzione prevalentemente Sud-Ovest fino all'intersezione con il T. Pegorino, che si verifica in corrispondenza del limite tra i territori comunali di Camparada e Besana B.za.

Percorrendo l'alveo, a partire dalla sua confluenza con il T. Pegorino, si è potuto constatare che, nel tratto rettilineo posto a Nord-Ovest del toponimo Roncaetto, prevalgono locali fenomeni erosionali in corrispondenza dei tratti a maggiore curvatura del corso d'acqua e piccoli dissesti non cartografabili, localizzati lungo i tratti più acclivi della valle.

Esattamente a Nord della località Roncaetto il corso d'acqua è interessato da un vecchio attraversamento fluviale ormai fatiscente che in parte va ad ostruire, con detriti litoidi di notevole dimensione, il normale scorrimento delle acque superficiali; da sottolineare inoltre che tale opera svolge un'azione di protezione nei riguardi dei fenomeni di dissesto sul versante destro a forte acclività.

Proseguendo verso la testata del corso d'acqua per un tratto della lunghezza di circa 500 m, si riscontrano fenomeni di dissesto localizzati soprattutto sul versante sinistro della vallecola sotto forma di frane, anche di riguardevoli dimensioni, evidenziate il più delle volte dalla presenza di nicchie di distacco.

Quest'ultime risultano frequentemente fresche, a testimonianza di movimenti tuttora in corso, fatto ulteriormente evidenziato dalla non corrispondenza tra la reale idrografia del corso d'acqua e quella riportata sulle carte topografiche disponibili; lungo l'alveo si manifestano piccoli fenomeni di erosione laterale di sponda; tali fenomeni, diventano sempre più numerosi ed importanti nel successivo tratto di 200 m, dove l'alveo del torrente risulta inciso per circa 1-1.5 m rispetto al fondo della vallecola.

Il rimanente tratto dell'alveo è caratterizzato da una morfologia più blanda, interrotta localmente da isolati e limitati fenomeni di dissesto e di erosione laterale di sponda.

Un'ultima osservazione merita lo stato attuale del letto del torrente che il più delle volte è interessato da tronchi disseccati e materiale di ogni genere che ostruiscono la libera circolazione delle acque.

Tale situazione, se non comporta problemi particolari in condizioni normali, visto il regime temporaneo che caratterizza i corsi d'acqua della zona, risulta pericolosa in concomitanza di manifestazioni piovose intense che possono portare a fenomeni di esondazione anche di notevole entità.

Questo rischio dipende direttamente dal breve tempo di corrivazione del bacino di pertinenza del torrente, che a sua volta è legato sia alle caratteristiche litologiche dei terreni presenti e alla limitata estensione dello stesso bacino.

Dissesti lungo il Rio Giovenigo

Il Rio Giovenigo nasce nella parte settentrionale del territorio di Casatenovo, immediatamente a Sud del toponimo Villa Greppi e procede in direzione SW per circa 1.5 km fino ad immettersi nel T. Pegorino, 150 m più a Nord rispetto al punto di confluenza del torrente visto in precedenza.

In questo caso la situazione risulta sensibilmente differente rispetto a quanto visto nei due precedenti affluenti del T. Pegorino; la maggior linearità della vallecola, accompagnata da una minore acclività dei versanti, determinano complessivamente una discreta condizione di stabilità.

Persistono tuttavia le condizioni d'erosione tipiche delle strutture dei gullies visti poco sopra con incisioni anche evidenti dell'ordine di un paio di metri, e con fenomeni d'erosione laterale di sponda localizzate in corrispondenza delle anse più pronunciate; quest'ultimi tuttavia sono meno numerose e meno estese rispetto a quanto visto sopra a seguito della minor tortuosità del corso d'acqua e in stretta dipendenza con le migliori condizioni di stabilità dei versanti ivi presenti.

Fenomeni d'instabilità del pendio si segnalano tuttavia sul versante destro della vallecola, nel punto più angusto dell'intero corso d'acqua, attorno alla quota 290 m s.l.m. ed esternamente ad essa, in corrispondenza del versante orientale della Val Pegorino tra il Rio Rancate e il Rio Giovenigo, dove risulta ben evidente un fenomeno franoso caratterizzato da una nicchia di distacco della lunghezza complessiva di quasi 100 m.

Anche in questo caso risulta importante sottolineare il pessimo stato in cui versa il letto del Rio Giovenigo, costantemente interessato ed ostruito da tronchi rinsecchiti e da materiale di ogni genere.

8. CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE

L'attuale conformazione strutturale del territorio è da imputare all'azione glaciale che, attraverso fenomeni di deposizione ed escavazione profonda delle strutture prequaternarie, ha determinato la deposizione di estese cerchie moreniche; alla serie di rilievi morenici e piane intermoreniche, si intervallano locali elevazioni del substrato roccioso prequaternario.

La morfologia di quest'ultimo, sia esso affiorante o sepolto, è caratterizzata dalla presenza di strutture di "alto" disposte secondo una direzione OvestNordOvest-EstSudEst, in accordo con la struttura a pieghe del pedemonte comasco.

Per i caratteri litologico-strutturali le unità appartenenti al substrato roccioso possono ritenersi scarsamente permeabili e improduttive ai fini dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee.

L'andamento in profondità del substrato roccioso prequaternario condiziona la circolazione idrica sotterranea che si realizza solo laddove la profondità dello stesso è più cospicua e la coltre dei depositi quaternari presenta uno spessore di una certa entità.

In tutta l'area pedemontana la serie sovrastante il substrato roccioso è contraddistinta dall'unità delle argille villafranchiane, alla quale sono intercalate lenti ghiaioso-sabbiose, che possono essere sede di falde confinate, in genere con circolazione idrica limitata.

Al di sopra di questa litozona argillosa, che per le scarse caratteristiche di permeabilità costituisce normalmente il sostegno della falda più superficiale, compaiono terreni a maggiore granulometria rappresentati da litotipi conglomeratici, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi, separati da lenti argilloso-limose perlopiù discontinue.

Tra di essi è d'uso operare una suddivisione tra i litotipi prevalentemente conglomeratici ("Ceppo" Auct.) che compaiono verso la base e la soprastante serie glaciale quaternaria, identificata in ordine temporale dalle unità Mindel, Riss e Würm Auct.

I conglomerati tipo "Ceppo" formano generalmente il primo acquifero a falda libera, in quanto la sovrastante serie Mindel-Riss-Würm Auct. risulta generalmente improduttiva per le scarse caratteristiche di permeabilità, o insatura per l'elevata profondità del livello piezometrico.

La serie glaciale quaternaria sovrastante il "Ceppo" (o talora direttamente al substrato impermeabile sia esso rappresentato dal substrato roccioso o da argille villafranchiane) presenta sotto l'aspetto litologico marcate variazioni laterali e verticali nei caratteri granulometrici e di stato di fessurazione, che condizionano il flusso e l'immagazzinamento delle risorse idriche sotterranee.

Gli orizzonti più produttivi sono invece rinvenibili in settori localizzati in cui sono presenti forti accumuli ghiaioso-sabbiosi ("paleoalvei"), come a Sud di Rimoldo e Valaperta in territorio di Usmate Velate (pozzi n.1 e 2), costituiti prevalentemente dai sedimenti fluviali del Würm Auct.

Mentre i termini würmiani risultano impostati nelle valli della Roggia Nava e del T. Lavandaia, i fluviali più antichi (Riss e Mindel Auct.) occupano "paleovalli sepolte" la cui morfologia superficiale non sempre permette una chiara e precisa identificazione.

Queste strutture idrogeologiche sono particolarmente importanti poiché costituiscono zone preferenziali per la ricarica degli acquiferi ad opera delle acque di infiltrazione (fluviali e meteoriche) e consentono il trasferimento delle acque sotterranee dalle zone pedemontane a quelle di alta e media pianura.

Le strutture di paleoalveo formate dai terreni più recenti contengono una falda libera che è in comunicazione con quella contenuta nel "Ceppo" e pertanto tali unità possono essere accomunate nella definizione di "primo acquifero".

La presenza di alti strutturali del substrato roccioso o argilloso villafranchiano come precedentemente accennato, implica una situazione idrogeologica particolarmente sfavorevole; lo spessore significativo raggiunto in alcuni casi dalla coltre quaternaria non consente in ogni caso uno sfruttamento delle risorse idriche a causa della litologia dei sedimenti morenici caratterizzati da una permeabilità limitata.

L'approvvigionamento idrico dei comuni posti in quest'area risulta di conseguenza difficoltoso e viene in genere effettuato accentrando i pozzi nelle strutture locali più favorevoli (strutture di paleoalveo), nelle quali generalmente gli acquiferi sono contenuti nel "Ceppo" o all'interno dei depositi fluviali più recenti.

Migliore appare la situazione delle aree poste a Sud del territorio di Casatenovo, dove si assiste ad un ispessimento della coltre dei depositi quaternari ed alla conseguente presenza di acquiferi di maggiore potenzialità, contenuti all'interno dell'unità idrogeologica del Ceppo e negli orizzonti sabbioso-ghiaiosi delle sottostante serie argillosa.

In termini di potenzialità nel settore in esame si hanno valori di trasmissività dell'acquifero superficiale contenuto nel "Ceppo" piuttosto ridotti, in quanto lo spessore saturo risulta generalmente inferiore a 10-20 m, oppure risulta del tutto esaurito come a Correzzana e nel settore occidentale del Comune di Casatenovo. Queste caratteristiche idrogeologiche sono inoltre sfavorite dall'affioramento di terreni scarsamente permeabili (Riss e Mindel Auct.) che limitano l'infiltrazione delle acque superficiali o meteoriche.

Particolare attenzione merita la presenza di piccole falde che si rinvennero nel settore settentrionale del Comune di Casatenovo, contenute all'interno dei depositi morenici würmiani e rissiani.

Quest'ultime sono immagazzinate in sottili orizzonti a litologia prevalentemente ghiaiosa presenti in genere a profondità limitata (2÷3 m), all'interno della serie delle morene würmiane e rissiane; la loro scarsa continuità laterale e il loro modesto spessore determina limitata o nulla capacità di sfruttamento.

Tali falde, a seguito della loro posizione più superficiale e al loro isolamento sia areale che verticale nei riguardi del primo acquifero contenuto nell'unità del "Ceppo", vengono denominate con il termine di "falde sospese".

8.1 Ricostruzione della struttura idrogeologica

La ricostruzione della struttura idrogeologica dell'area in esame consente di determinare la distribuzione areale e verticale degli acquiferi presenti, la potenzialità idrica, nonché il loro grado di vulnerabilità.

A tale scopo, sulla base dei dati stratigrafici dei pozzi, sono state ricostruite 4 sezioni geologiche, la cui traccia è riportata anche nelle **Tavola 3a e 3b**, che illustrano la successione litologica che caratterizza il territorio di Casatenovo e parte dei comuni limitrofi (**Tavola 5**).

Nel settore in esame possono essere individuati i seguenti complessi acquiferi:

- **acquiferi nelle morene würmiane e rissiane** (contenenti falde sospese)
- **acquifero del "Ceppo"** (primo acquifero)
- **acquiferi nelle "Argille sotto il Ceppo"** (secondo acquifero)

A - Falde sospese delle morene würmiane e rissiane

Si rinvencono nell'estremità settentrionale del Comune di Casatenovo in corrispondenza del versante Nord della morena würmiana di Monteregio-Casatevecchio-Torriggia e nella zona compresa tra C.na Quattovalli, Villaggio Vismara, C.na Crotta e C.na Modromeno nella quale affiora la morena rissiana.

I depositi glaciali, litologicamente costituiti da materiale limoso-ghiaioso poco permeabile, sono caratterizzati in corrispondenza dei livelli più permeabili prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, dalla presenza di falde di modesto spessore e di estensione areale limitata.

Rispetto all'acquifero normalmente captato dai pozzi presenti in zona, tali falde manifestano una soggiacenza piuttosto ridotta (2÷4 m).

L'alimentazione avviene attraverso l'infiltrazione delle acque superficiali, mentre pressoché assenti sembrano essere i collegamenti con il sottostante acquifero del "Ceppo"; le falde sospese più superficiali vengono talora drenate in corrispondenza delle valli più incise.

Lo sfruttamento di queste falde, in ragione dello scarso livello qualitativo delle acque e del limitato spessore viene effettuato da qualche vecchio pozzo per l'irrigazione di orti e giardini.

B - Acquifero del "Ceppo"

L'acquifero del "Ceppo" forma la roccia serbatoio della prima falda in buona parte del territorio Comunale di Casatenovo e in special modo nel suo settore collinare.

In esso vi è immagazzinata una falda libera nei livelli ghiaioso-sabbiosi o conglomeratici fratturati, che si rinvencono con maggiore frequenza verso la base dell'unità; l'alimentazione avviene in settori localizzati a mezzo di infiltrazioni di acque meteoriche e da perdite di subalveo dei corsi d'acqua,

Lo spessore saturo dell'acquifero è mediamente di 15-20 m, mentre la potenzialità idrica è individuata da valori di portata specifica (che esprime la portata estraibile per metro di abbassamento) piuttosto bassi e variabili tra 1.5 e 2.3 l/s·m, in relazione alla mediocre capacità di rialimentazione e alla cementazione del litotipo; tali parametri determinano la possibilità di prelevare portate di circa 5-10 l/s.

Un incremento delle caratteristiche di produttività del "Ceppo" si osserva in prossimità del territorio comunale di Monticello B.za (loc. Torriggia), dove si hanno 5 pozzi della ditta Nestlé caratterizzati da una portata specifica variabile tra 2 e 8 l/s·m.

Oltre che da questi la falda libera contenuta nel "Ceppo" è messa in produzione da pozzi n. 18 ("Vister") e n. 9 ("Ex Villa Fumagalli"), ubicati all'interno rispettivamente del perimetro industriale e della proprietà Altobelli; la portata specifica media di questi ultimi si aggira su valori di circa 10 l/s m.

Anche i pozzi posti nella parte meridionale del territorio comunale (n. 55) e al di fuori di esso sfruttano questo acquifero.

C - Acquiferi nelle "Argille sotto il Ceppo"

Su tutto il territorio di indagine la falda più superficiale, contenuta nel "Ceppo", è sostenuta da livelli impermeabili dell'unità delle "Argille sotto il Ceppo", che forma una litozona nel cui ambito prevalgono terreni limoso-argillosi.

Nella realtà il passaggio dalla litozona superiore ("Ceppo") a quella profonda non è netto, ma avviene attraverso una serie di "transizione" nella quale ai sopraddetti litotipi si intercalano lenti, talora dello spessore superiore a 10 m, formate da conglomerati, ghiaie, ghiaie in matrice limosa e sabbie; il complesso dei livelli più permeabili formano gli acquiferi nelle "Argille sotto il Ceppo" (secondo acquifero), che sono sede di falde semiconfiniate o confinate.

Nell'ambito di questa litozona gli acquiferi posti a minore profondità possono risultare talora in comunicazione con l'acquifero del Ceppo, consentendo la locale commistione tra le falde contenute in essi.

Il grado di confinamento degli acquiferi contenuti nell'unità delle "Argille sotto il Ceppo", garantisce una maggiore protezione nei confronti delle sostanze inquinanti, ma si hanno d'altra parte minori capacità di rialimentazione.

Per tale motivo la potenzialità idrica è ancor più bassa di quella del primo acquifero, in quanto le portate specifiche sono intorno al 1÷2 l/s·m.

8.2 Sezioni illustrative della struttura idrogeologica

Per fornire un quadro di maggiore dettaglio circa le caratteristiche strutturali degli acquiferi, di seguito vengono analizzate le sezioni idrogeologiche realizzate a tale scopo (**Tavola 5**).

In esse vengono riportati, oltre alla litologia del sottosuolo, i pozzi utilizzati per la loro stesura e l'ubicazione dei loro filtri (qualora nota).

8.2.1 Sezioni Nord-Sud

Sezione 1: Monticello B.za - Lesmo

La seguente sezione, posta nel settore occidentale del comune di Casatenovo, si estende per una lunghezza di circa 6.5 km a partire dalla porzione meridionale del Comune di Monticello B.za, attraverso Casatenovo, le località Verdura, Montecarmelo e Campo Fiorenzo fino al settore settentrionale dei Comuni di Camparada e Lesmo.

La quota topografica varia da un massimo di 360 m s.l.m. nel territorio settentrionale di Casatenovo, in corrispondenza della sommità della cerchia morenica würmiana di Torriggeria, fino ad un minimo di 250 m s.l.m. nell'estremità meridionale della sezione.

In considerazione della complessa struttura idrogeologica dell'area di studio è opportuno suddividere la sezione in tre settori principali: settentrionale, centrale e meridionale.

Nel settore più settentrionale, fino a C.na Crotta, la geologia di superficie è caratterizzata dalla presenza delle morene würmiane e rissiane, il cui limite di affioramento si rinviene approssimativamente nei pressi del pozzo n.33 di Casatenovo ed è evidenziato dall'"alto morfologico" visibile nei pressi della località Torriggeria.

Litologicamente tali depositi sono costituiti in prevalenza da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice limoso-argillosa; lo spessore complessivo varia da un minimo di 40 m fino ad un massimo di 70 m circa, rispettivamente nei pozzi di Casatenovo n.4 e n.33 e n.29 e 30.

All'interno degli orizzonti maggiormente permeabili di tali unità, possono essere rinvenute falde sospese, di limitata continuità areale e di scarsa potenzialità.

Al di sotto dei depositi morenici würmiani si rinviene l'acquifero del"Ceppo", costituito da conglomerati poligenici più o meno cementati e fratturati, passanti lateralmente a termini ghiaiosi e più raramente a termini arenitici e sabbiosi; tale unità costituisce l'acquifero principale dell'area in esame, nel quale è contenuta la falda libera sfruttata da tutti i pozzi del settore.

All'interno dell'unità del "Ceppo", caratterizzato in questo settore da spessori variabili da 25 a 60 m si rinvencono locali e discontinui livelli argillosi di spessore limitato (5-10 m), che suddividono parzialmente l'acquifero e che sembrano interrompersi a ridosso delle aree di sollevamento del substrato roccioso.

La base del Ceppo ricopre in alcuni casi direttamente il substrato roccioso (pozzi n.4, 33, 26 di Casatenovo), mentre in altri si ha una interposizione di orizzonti argillosi aventi spessore di 5-10 m.

Il sottostante substrato, raggiunto unicamente all'interno della sezione dai pozzi n. 26, 29 e 33, si immerge bruscamente verso Sud, mentre verso Nord in prossimità del settore nel quale sono stati realizzati i pozzi di Torriggeria (pozzi Nestlé), si ha un avvallamento che determina l'incremento dello spessore saturo di acquifero e della sua potenzialità.

Il settore centrale, definito dall'area approssimativamente compresa tra la località C.na Crotta e il pozzo n.8 di Casatenovo, è caratterizzata geologicamente, da Nord a Sud, dai depositi delle morene rissiane e mindeliane; il limite tra le due unità passa indicativamente poco a Sud del pozzo n.11 di Casatenovo, nei pressi della località Verdura.

E' evidente un progressivo assottigliamento in direzione Sud dei depositi morenici, che passano da spessori massimi di circa 60 m in corrispondenza dei pozzi n. 29 e 30 di Casatenovo, fino a 20 m riscontrabili nei rimanenti pozzi (n.11-8 Casatenovo).

L'unità del "Ceppo", sottostante i depositi morenici, è caratterizzata da uno spessore complessivo variabile da 40 a 60 m, all'interno del quale si rinvencono sottili e limitate lenti ghiaiose localmente captate dai pozzi (n.11 Casatenovo).

La base dell'unità idrogeologica del "Ceppo" è rappresentata da un orizzonte argilloso posto a profondità di 65 m (pozzo n. 8 Casatenovo); al di sotto di tale livello impermeabile compare dapprima un'alternanza di litotipi più o meno permeabili e in seguito (a 80 m dal p.c.) uno strato sabbioso-limoso caratterizzato dalla presenza di fossili d'origine marina.

Nel settore meridionale della sezione affiorano depositi morenici e fluviali del Mindel, litologicamente analoghi a quelli visti in precedenza, con spessore medio di 20 m.

Anche in questo caso sottostante a quest'ultimi si rinviene, per uno spessore medio complessivo di 40 m, l'unità del "Ceppo".

L'acquifero sopramenzionato appare interessato, parimenti al tratto centrale, da livelli argilloso-limosi, posti a profondità variabile da 35 a 40 m, che a differenza del settore centrale isolano soltanto parzialmente l'acquifero in ragione della loro limitata continuità areale.

La base dell'acquifero del "Ceppo" è rappresentata, da un orizzonte argilloso dello spessore di 10-15 m, al disotto del quale compaiono terreni a litologia prevalentemente sabbioso-limoso con alternanze di orizzonti ghiaiosi e fossili marini.

Nel pozzo n.2 di Camparada si rinvencono, al di sotto di un livello argilloso di 10 m circa, due falde confinate del secondo acquifero contenuto nelle "Argille sotto il Ceppo", poste rispettivamente a 85 e 95 m dal p.c. contenute in terreni conglomeratici e ghiaiosi.

Sezione n.2: Missaglia - Usmate Velate

La sezione in oggetto si colloca nel settore orientale dell'area di studio ed in particolare nella porzione occidentale del comune di Missaglia (località Campù ed Ossola), in quello sudorientale di Casatenovo (località Bergamina e Rimoldo) e nel territorio settentrionale del comune di Usmate Velate.

Il profilo della sezione presenta una morfologia alquanto varia ed irregolare in quanto attraversa terreni di età differente, variamente erosi ad opera dei corsi d'acqua; l'altimetria manifesta valori massimi e minimi rispettivamente di 292 (località Campù) e 240 m s.l.m. (Usmate Velate).

In ragione di tutto ciò risulta opportuno, come nel caso della sezione precedente, suddividere l'area indagata in tre settori (settentrionale, centrale e meridionale).

Nel settore settentrionale, esteso fino al T. Lavandaia, affiorano sia depositi fluviali mindeliani a litologia prevalentemente limoso-argillosa, sia ghiaie e sabbie appartenenti ai depositi fluviali würmiani, nella zona posta immediatamente a Nord del pozzo n. 11 di Missaglia.

Immediatamente sottostante si riscontra l'acquifero principale (primo acquifero), costituito dalla serie dei conglomerati e delle ghiaie appartenenti all'unità del "Ceppo"; gli spessori, a seguito di processi erosivi, variano da 10 m (nei pressi T. Lavandaia) a circa 40 m (pozzo n.11 Missaglia).

La base dell'acquifero contenuto nell'unità del "Ceppo" è rappresentata da un substrato a litologia argillosa avente sviluppo continuo e andamento regolare, posto a circa 40 m dal p.c. (pozzi n.11 e n.6 Missaglia), il cui spessore varia, procedendo da Nord a Sud, da pochi metri, in corrispondenza dell'alto morfologico del substrato roccioso (pozzo n.11 Missaglia), fino ad un valore non definibile, in ragione della limitata profondità raggiunta dal pozzo n. 6 di Missaglia.

All'interno di tale successione prevalentemente argillosa si rinvengono sottili orizzonti ghiaiosi e conglomeratici di scarsa potenzialità.

Il substrato roccioso è raggiunto unicamente dal pozzo n.11 di Missaglia ad una profondità di circa 45 m dal p.c..

Il tratto centrale della sezione, compreso indicativamente tra il T. Lavandaia e la località Valaperta, è caratterizzato, fino al pozzo n. 5 (la Bergamina), dall'affioramento di terreni fluviali würmiani depositatisi lungo la valle del T. Lavandaia, mentre più a Sud compaiono i terreni a litologia limoso-argillosa del Mindel.

Al disotto dei depositi affioranti, che presentano uno spessore variabile da 10 a 20 m, si rinviene l'unità conglomeratica del "Ceppo", caratterizzata da uno spessore medio inferiore rispetto a quanto visto nel tratto settentrionale (10-15 m); per queste ragioni l'acquifero contenuto nell'unità conglomeratica (primo acquifero) risulta scarsamente produttivo e talora del tutto esaurito.

Il sottostante secondo acquifero è rappresentato da una spessa successione argillosa (oltre 90 m) contenente, come già visto per il settore settentrionale, sottili livelli ghiaiosi talora captate dai pozzi (pozzo n.5 la Bergamina).

All'interno di tale successione si rinvengono fossili a partire da circa 30 m di profondità (pozzo n.5 la Bergamina), a testimonianza di un'ambiente di deposizione marino.

Il rimanente settore meridionale dalla sezione è costituito in prevalenza dai termini fluviali mindeliani, se si eccettua la zona posta a Sud del T. Molgorana dove affiorano litologie ghiaiose e sabbiose appartenenti ai depositi fluviali di età würmiana.

Quest'ultimi sono delimitati inferiormente da un sottile orizzonte (10-15 m) a litologia prevalentemente ghiaioso-sabbiosa appartenente alla porzione sommitale dell'unità del "Ceppo", captato unicamente dal pozzo n.2 di Casatenovo, posto in territorio comunale di Usmate Velate.

Ben più interessante ai fini dell'utilizzazione a scopo potabile risulta il paleoalveo conglomeratico (dello spessore di circa 40 m) rinvenuto a partire da 55 m di profondità dai pozzi n. 1 e 2 di Usmate Velate.

All'interno di tale orizzonte oltre che a locali lenticelle ghiaiose, possono essere riscontrate alcune litozone impermeabili che permettono, seppur parzialmente, una suddivisione dell'acquifero in più livelli.

La base di tale acquifero, presumibilmente posta a circa 90 m di profondità dal p.c., è rappresentata da una successione argillosa di notevole spessore, come risulta dalla stratigrafia del pozzo n.2 di Casatenovo (Usmate Velate).

8.2.2 Sezioni Est-Ovest

Le sezioni di seguito descritte presentano un'orientazione Ovest-Est che permette di seguire lo sviluppo laterale delle unità idrogeologiche presenti nei settori settentrionali e meridionali dell'area in esame.

Sezione A: Besana B.za - Missaglia

Questa sezione si estende nel settore settentrionale del comune di Casatenovo e nella parte nord occidentale e nord orientale dei comuni di Besana B.za e Missaglia.

L'altimetria varia da un massimo di 377 m s.l.m., in corrispondenza della località Monteregio in comune di Casatenovo, fino ad un minimo di 284 m s.l.m. nell'estremità orientale della sezione, nei pressi della località Campù (Missaglia).

Nel settore occidentale, compreso tra i pozzi n.8 di Besana B.za e n.42 di Casatenovo, le unità affioranti sono rappresentate dalle morene del Würm e del Riss che presentano uno spessore variabile da poco più di 20 m in prossimità delle aree più depresse fino a quasi 60 m in corrispondenza del pozzo n. 14 di Casatenovo; nel versante Nord della morena würmiana in corrispondenza degli orizzonti più grossolani si riscontrano locali e limitate falde sospese.

Immediatamente al disotto si riscontra l'acquifero principale costituito da una spessa successione (30-40 m) di conglomerati e di ghiaie appartenenti all'unità del "Ceppo", che sebbene interessato da numerose opere di captazione non offre attualmente grosse opportunità di sfruttamento, a causa dell'elevato grado di cementazione e delle modeste condizioni di alimentazione e di ricarica che le contraddistinguono; all'interno di tale unità possono essere riscontrati sottili livelli argillosi impermeabili di modesta continuità laterale.

La base dell'acquifero tradizionale, rappresentato dal substrato roccioso è riscontrabile in questo settore a 80 e 85 m di profondità rispettivamente nel pozzo n.1 e n.42 di Casatenovo.

Il tratto centrale, che interessa il territorio settentrionale del comune di Casatenovo compreso tra il pozzo n.42 e la Roggia Nava, è caratterizzato da termini morenici del Riss, ad eccezione dei depositi delle alluvioni würmiane presenti sul fondovalle della stessa roggia.

Al disotto di tali litotipi, che presentano uno spessore variabile da 15 m (pozzo n.37) a 50 m (pozzo n.29), si rinviene l'unità idrogeologica del "Ceppo" litologicamente costituita, a differenza di quanto visto per il tratto di sezione precedentemente descritto, da una netta prevalenza di terreni ghiaiosi.

La base di questa litozona è rappresentata dal substrato roccioso, riscontrabile a 85 m e 60 m rispettivamente nel pozzo n.42 e n.37 o in settori localizzati, da un livello argilloso di spessore variabile da qualche metro (pozzo n.29) a circa 20 m (pozzo n.25); tale successione può essere ricondotta alla serie delle "Argille sotto il Ceppo".

Il tratto orientale, definito dall'area posta tra la Roggia Nava e Il Torrente Lavandaia, è caratterizzato dalla presenza di depositi morenici rissiani e mindeliani, aventi uno spessore medio compreso tra 10 e 25 m circa; il limite tra le due unità individuate è posto indicativamente circa 200 m ad Ovest del T. Lavandaia.

Immediatamente sottostante a quest'ultimi si rinviene, per uno spessore medio complessivo di 40 m, la serie conglomeratica del "Ceppo" costituito sempre da una prevalenza di termini conglomeratici e ghiaiosi; le

opere di captazione ivi presenti (pozzi n.14-15 Missaglia) sono collocati in corrispondenza degli orizzonti a litologia ghiaiosa.

La base dell'acquifero è rappresentata dall'orizzonte argilloso appartenente all'unità delle "Argille sotto il Ceppo", a cui segue inferiormente il substrato roccioso, raggiunto dal pozzo n. 11 di Missaglia a circa 45 m dal p.c..

Lungo l'intera sezione lo spessore saturo di acquifero subisce variazioni legate sia all'ondulazione del substrato roccioso sia alle differenti condizioni di emungimento delle acque sotterranee.

Sezione B: Correzzana - Lomagna

La sezione in oggetto posta a Sud di quella precedentemente descritta, attraversa il settore meridionale di Casatenovo, estendendosi tra i comuni di Correzzana, Usmate Velate e Lomagna., per una lunghezza complessiva di circa 5.5 km.

Nel settore occidentale affiorano terreni morenici mindeliani a litologia prevalentemente argillosa e limosa contenenti al loro interno locali orizzonti ghiaiosi; lo spessore risulta variabile da un minimo di 10 m (pozzo n.2 Correzzana) ad un massimo di 40 m (pozzo n.14 Usmate Velate).

Questi depositi sono delimitati inferiormente da un orizzonte (25-30 m) di ghiaie e di sabbie appartenenti all'acquifero del "Ceppo", sfruttato per scopi idropotabili unicamente dai pozzi n.2 di Camparada e n.6 di Usmate Velate.

Alla base di tale unità è rinvenibile una successione prevalentemente argillosa riscontrabile a 40, 50 e 70 m rispettivamente nei pozzi n.2 di Correzzana, n.5 di Camparada e n.14 di Usmate Velate.

La porzione basale di tale unità argillosa, costituisce il limite tra la successione sedimentaria di origine continentale e quella marina, come testimoniato dalla presenza di fossili marini.

La suddetta successione sabbioso-argillosa, che forma il secondo acquifero contenuto nelle "Argille sotto il Ceppo", presenta uno spessore cospicuo ed è caratterizzata da una discreta percentuale di depositi sabbioso-ghiaiosi di discreta potenzialità.

Il settore centro-orientale della, compreso indicativamente tra il pozzo n.6 di Usmate e l'estremità orientale della sezione, è caratterizzato dalla presenza dei depositi fluviali mindeliani, ad esclusione della zona attigua al T. Molgoretta dove questi vengono sostituiti da terreni appartenenti al fluviale Würm.

Al disotto di tali termini, si rinviene l'unità del "Ceppo" con spessori variabili da 10 (pozzo n.1 Casatenovo) a 30 m (pozzo n.6 Lomagna).

La base del suddetto acquifero è rappresentata da discontinui livelli argillosi dello spessore di circa 10 m posti a 30 m (pozzo n.1 Casatenovo) e 40 m (pozzo n.6 Lomagna), che isolano soltanto parzialmente l'acquifero in questione.

A partire da 40 e 50 m dal p.c., nel pozzo n. 1 di Casatenovo compare una struttura di paleoalveo (già citata in sezione n.1) conglomeratica entro una successione delle "Argille sotto il Ceppo"; il notevole spessore che caratterizza tale acquifero (60 m), la discreta permeabilità dei termini contenuti e la buona

intercomunicazione esistente con le unità soprastanti, garantiscono un'ottima produttività, come testimoniato dai quantitativi prelevati dai pozzi di Casatenovo n.1 e n.2 (circa 45 l/s).

8.3 Andamento del flusso idrico sotterraneo

L'andamento della superficie piezometrica nell'area di studio è stato ricostruito sulla base dei rilievi effettuati entro una rete di circa 20 punti di misura costituita dai pozzi pubblici e privati presenti sul territorio comunale di Casatenovo (alcuni dei quali non più disponibili per le misure) e nei comuni limitrofi (befana Brianza, Monticello, Correzzana, Triuggio e Usmate Velate); i valori così desunti sono stati successivamente utilizzati per la ricostruzione della piezometria rappresentata in **Tavola 6**.

Tale operazione risulta in alcuni casi difficoltosa in ragione della scarsa e disomogenea distribuzione dei punti di misura, conseguente ad una situazione idrogeologica generalmente sfavorevole allo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee.

L'assetto generale della piezometria presenta un deflusso idrico sotterraneo orientato prevalentemente in senso Nord-Sud con valori massimi di circa 310 m s.l.m., nel settore settentrionale di Casatenovo e minimi di circa 190 m s.l.m. nei pressi del Comune di Camparada.

Nella redazione di questa cartografia si è provveduto inoltre alla delimitazione delle zone caratterizzate dalla presenza di falde sospese, trascurando tuttavia la ricostruzione della relativa superficie piezometrica, a seguito della mancanza di una rete di misura adeguata; in base ai dati direttamente rilevati e alle testimonianze storiche raccolte, si può verosimilmente affermare che il livello piezometrico delle falde in questione è riscontrabile ad una profondità variabile da 2 m (2.28 C.na Quattrovalli) a circa 10 m (8.12 m C.na Giovanna).

Nella **Tabella 8.1** (fondo testo) vengono riportati, oltre le notizie principali circa l'ubicazione e la profondità dei pozzi, i valori del piano di riferimento e della superficie piezometrica (in m s.l.m.) ed i valori di soggiacenza registrati durante la campagna di misura.

Nel complesso la morfologia della superficie piezometrica descrive un andamento di tipo radiale divergente, in quanto le linee di flusso assumono direzione Sud-SudOvest, Nord-Sud e Sud-SudEst rispettivamente nel settore occidentale centrale e orientale del territorio comunale di Casatenovo.

L'a pendenza della superficie piezometrica (gradiente idraulico), salvo locali anomalie, tende a diminuire verso Sud in quanto, da valori estremamente elevati di circa 3-4% osservabili nel settore settentrionale del Comune, si passa a valori nell'ordine di 2.7%,1.3% rispettivamente nella zona centrale e meridionale dell'area di studio.

Per quanto concerne la soggiacenza della falda, si registrano forti variazioni in relazione alle caratteristiche morfologiche del territorio, con livelli piezometrici rinvenibili a profondità comprese tra 65-75 m sui rilievi collinari settentrionali e di circa 3÷5 nel fondovalle della Roggia Nava in località Valaperta.

A scala locale e per quanto riguarda l'intero settore esaminato, si evidenziano ulteriori anomalie piezometriche determinate dall'andamento del substrato impermeabile che sostiene la prima falda e dalle principali strutture idrogeologiche descritte nel precedente paragrafo.

Le principali strutture piezometriche individuabili nell'area sono le seguenti.

Asse drenante occidentale

Questa struttura è evidenziata dalla marcata inflessione verso Nord delle isopiezometriche, riscontrabile nella zona compresa tra le località Giovenigo e Campofioreno.

Tale situazione è legata alla presenza di un paleoalveo nell'acquifero del Ceppo che incide le sottostanti argille villafranchiane.

Spartiacque Casatevecchio-Galgiana-Rogoredo

E' una delle principali strutture piezometriche presenti nel settore in quanto si estende dai rilievi morenici più settentrionali sino ai Comuni di Usmate Velate.

La sua formazione è connessa alla presenza di un "alto strutturale" del substrato roccioso, che determina un andamento fortemente divergente del flusso idrico sotterraneo; in tal modo si ha una alimentazione dell'acquifero in direzione radiale.

Spartiacque Guazzafame-Correzzana

Si ubica poco ad Ovest della struttura precedente ed è legato all'innalzamento del substrato della prima falda.

In corrispondenza della Valle del Pegorino, l'incisione valliva provoca il drenaggio delle acque della prima falda che danno origine ad una sorgente posta a quota 237 m s.l.m. sino a pochi anni or sono captata ad uso industriale.

Asse drenante di Torriggia

Posto immediatamente a Nord-Est della precedente struttura, è legato alla presenza di un avvallamento del substrato roccioso che determina anche un inspessimento dell'acquifero del "Ceppo".

Vi è tuttavia da rilevare che la struttura in oggetto ha anche motivazioni di natura antropica nella fattispecie legati al prelievo da pozzi; in quest'area risultano infatti attivi 5 pozzi della Ditta Nestlé più un pozzo di proprietà del Comune di Monticello.

Il prelievo determina un abbassamento locale del livello piezometrico e una forte riduzione del gradiente verso Sud-Est che si estende sino ad Ossola (Comune di Missaglia).

Asse drenante di Valaperta

Questa struttura convergente, nella quale sono ubicati i pozzi comunali di Casatenovo è legata alla presenza di un paleoalveo conglomeratico all'interno della serie argillosa sottostante il Ceppo.

Il forte inspessimento dei litotipi conglomeratici raggiunge in questo settore 70 m circa; come per il caso precedente anche in questo settore si risente dell'effetto dei prelievi dei pozzi.

8.4 Oscillazioni del livello piezometrico

L'analisi delle variazioni annuali e pluriennali della profondità del livello piezometrico, consente di determinare, qualora confrontata con i fattori di afflusso e deflusso delle falde, gli elementi predominanti nel bilancio idrico degli acquiferi.

Nel settore esaminato tra i fattori di ricarica, oltre agli afflussi da monte della falda predominano quelli meteorici mentre i fattori di uscita sono ascrivibili essenzialmente ai prelievi dei pozzi.

Con lo scopo di avere una visione areale delle variazioni del livello piezometrico, si è provveduto all'analisi delle serie storiche di dati esistenti relativi alle oscillazioni mensili nel pozzo n. 1 del Comune di Casatenovo posto in Comune di Usmate-Velate (**Figura 8.1**) e a quelle del pozzo n. 1 di Correzzana (**Figura 8.2**).

L'andamento del livello piezometrico registrato nel pozzo n. 1 di Casatenovo, relativo al periodo 1975-1998, (**Figura 8.1**) è caratterizzato da una generale tendenza all'innalzamento fino alla fine degli anni ottanta e poi da un progressivo abbassamento.

In particolare alla fine degli anni ottanta si è registrato un innalzamento fino ad oltre 12 m in conseguenza di una forte piovosità che ha caratterizzato quel periodo e tale fenomeno è stato risentito anche a scala regionale.

Successivamente si è avuto un notevole abbassamento, di oltre 30 m, con una breve ripresa alla metà degli anni ottanta (circa 10 m) in corrispondenza di un periodo di forte ricarica della falda, a cui è seguito un nuovo abbassamento in relazione alla siccità della fine degli anni novanta.

Si è poi verificata una leggera ripresa dell'innalzamento (7-8 m) nella seconda parte degli anni novanta.

Putroppo la serie storica dei dati non è più disponibile dopo il 1998 in quanto i dati venivano misurati dal CAP Milano.

L'andamento del livello piezometrico nel pozzo n.1 di Correzzana (**Figura 8.2**), che copre il periodo 1980-2002, manifesta variazioni annuali caratterizzati da una fase di minimi nella stagione invernale e da un periodo di recupero durante la stagione primaverile; in termini di escursione massima annua si registrano valori massimi di 5 m (1993) e minimi di 0.75 m (1991).

A scala pluriennale si sono avute sporadiche variazioni nel corso degli ultimi 15 anni, evidenziate da un notevole abbassamento dei livelli di falda (circa 4.5 m) avvenuto nel periodo 1990-1993 e dal successivo recupero (circa 3 m), che ha caratterizzato l'intervallo 1994-1996.

Il diverso comportamento piezometrico tra i due pozzi sopra analizzati è ascrivibile alla diversa struttura idrogeologica degli acquiferi captati; forti variazioni stagionali, riscontrabili in corrispondenza del pozzo n. 1 di Correzzana si registrano normalmente in corrispondenza di acquiferi di limitata estensione areale e strettamente dipendenti con i fattori di ricarica superficiale, mentre variazioni cicliche a cadenza pluriennale (pozzo n. 1 di Casatenovo) sono tipiche di acquiferi con discreta estensione e buona ricarica.

8.5 Qualità delle acque sotterranee

Il livello qualitativo delle acque sollevate dai pozzi presenti nell'area di studio è stato valutato grazie alle analisi chimiche compiute sui pozzi comunali n.1 e n.2, posti in Usmate, nel periodo di tempo compreso tra il 1991 e il Febbraio 2001 (**Allegato 2**) e alle analisi effettuate sui pozzi di proprietà della Nestlé S.p.A., relativamente al periodo 1996-1997.

Il rapporto tra le analisi sopra menzionate, benché riferite a due intervalli di temporali differenti, permettono di valutare le caratteristiche idrochimiche e microbiologiche delle acque sotterranee nel settore meridionale e settentrionale del Comune di Casatenovo.

Per le acque prelevate dai pozzi pubblici sono state considerate in questa sede solo le analisi di controllo eseguite dagli Enti pubblici.

Le acque dei pozzi comunali hanno riscontrato un pH medio pari a 7.5, una conducibilità elettrica media di circa 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e una durezza di circa 25-26 °F, mentre gli stessi parametri chimici nei pozzi di proprietà Nestlé hanno mostrato rispettivamente valori medi di 7.5, 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 30 °F.

Per quanto riguarda cloruri e i solfati, si registrano valori medi rispettivamente di 9-10 mg/l e 24-25 mg/l nei pozzi comunali e di 8-9 mg/l e 25 mg/l nei pozzi Nestlé.

Le sostanze connesse ad attività antropiche quali i nitrati (determinati da spandimento di liquami o fertilizzanti e da scarichi fognari) si attestano su valori medi di 37-40 e 25 mg/l rispettivamente nei pozzi comunali e Nestlé.

Al di là dei valori medi, di significato statistico, dal punto di vista chimico l'attenzione deve essere riservata al problema della presenza dei nitrati..

Come dimostrano infatti i grafici riportati in **Figura 8.3**, si è assistito ad un incremento delle concentrazioni che sono passate da poco più di 20 a oltre 45 mg/l.

Con riferimento a questi composti, il cui valore di concentrazione massima ammissibile nelle acque potabili è di 50 mg/l, si notano alcuni elementi:

- l'incremento rapido delle concentrazioni nel periodo 1991-1994;
- il valore massimo raggiunto che si avvicina a 45 e 50 mg/l rispettivamente per il pozzo n.1 e n.2 nella primavera del 1994;
- la tendenza ad una maggiore stazionarietà dei valori nel periodo 1994-2001.

Attualmente i valori si attestano intorno ai 35-40 mg/l e ciò consente di meglio gestire la situazione, rispetto ad esempio ad altri comuni lombardi, anche se non deve cadere l'attenzione al problema.

Considerato quanto registrato nelle determinazioni analitiche, appare necessario intervenire con opportune misure di prevenzione, regolamentando l'uso del suolo e le attività che possano comportare un obiettivo pericolo per l'approvvigionamento idrico e controllando l'attuazione sul territorio delle misure intraprese.

Stante le modalità di formazione e di propagazione di questi composti inquinanti, un eventuale superamento della concentrazione massima ammissibile comporterebbe tempi di recupero elevati (una volta eliminata la causa) e quindi la necessità di incrementare l'approvvigionamento da altre fonti (Acquedotto Brianteo) per

lungo periodo, in quanto il trattamento dei nitrati appare attualmente ancora in fase sperimentale e di notevole costo.

La concentrazione dei composti di origine naturale quali ferro, ammoniaca e manganese risultano irrilevanti in entrambi i settori analizzati, salvo un isolato fenomeno di contaminazione da Ferro, riscontrato nell'Ottobre 1994 in corrispondenza del pozzo comunale n. 1 (430 µg/l).

Ad esclusione di quest'ultimo caso, tutti i parametri chimici sopra esposti risultano inferiori rispetto alle concentrazioni massime ammissibili (CMA) previste dall'attuale normativa di riferimento (D.P.R. 236/88) che verrà sostituita dal D.Lgs. n.31 del 2 febbraio 2001.

Sulla base delle considerazioni sopra illustrate, dal punto di vista ambientale le acque sotterranee potrebbero essere classificate nello stato chimico di classe 3 ("impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione") del D.Lgs. 152/99 e modificazioni; tuttavia una classificazione ufficiale in merito dovrà essere effettuata prossimamente dalla Regione Lombardia.

Una particolare attenzione va riservata alla presenza di Cromo esavalente che, seppure in concentrazioni di solo qualche µg/l nel 2000, deve essere attentamente controllata data la pericolosità di questo elemento; inoltre concentrazioni maggiori potrebbero anche determinare la classificazione delle acque all'interno della classe 4 del D.Lgs. 152/99 e modificazioni.

Altre forme di contaminazione individuate nelle acque emunte dai pozzi della zona in esame (pozzi comunali e pozzi Nestlé) sono di tipo batteriologico; in particolare per quanto riguarda gli accertamenti relativi ai pozzi comunali sono state riscontrate sporadiche e isolate presenze di coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi.

Va comunque rilevato che, dato il tempo di sopravvivenza dei microrganismi nel sottosuolo che è generalmente di qualche mese, la sorgente di contaminazione delle acque sotterranee si trova nelle vicinanze delle captazioni nel caso la loro presenza si rilevi nei pozzi.

In caso di presenza di contaminazione nelle acque distribuite all'utenza possono essersi manifestati anche problemi igienico-sanitari in corrispondenza di serbatoi o tubazioni di adduzione delle acque (perdite ed infiltrazioni).

In conclusione la qualità delle acque prelevate dai pozzi ubicati nella zona di interesse risulta attualmente buona, salvo sporadici fenomeni di contaminazione batteriologica che hanno origine locale, visto il ridotto tempo di sopravvivenza dei microrganismi nel sottosuolo.

Maggiore attenzione deve essere riservata ai nitrati che sono comunque al di sotto della concentrazione massima ammissibile per le acque destinate al consumo umano.

In ragione di ciò si ritiene necessaria l'attuazione degli interventi di protezione per le opere di captazione previsti dalle norme vigenti (D.Lgs 152/99 e modificazioni, D.M. 26/3/91, Delibera della Giunta Regionale n.22502 del 13/5/92).

Si ricorda peraltro che le acque ad uso idropotabile (pozzi comunali) e quelle utilizzate per i cicli produttivi alimentari (Nestlé), sono trattate, prima della loro distribuzione, con opportuni procedimenti di clorazione.

Uno dei pozzi di Usmate-Velate appartenenti al Comune di Casatenovo è stato inserito nella rete di monitoraggio regionale dei corpi idrici sotterranei; ciò consentirà la possibilità di un migliore controllo delle

acque dal punto di vista ambientale e determinerà una migliore garanzia circa le sue caratteristiche di potabilità.

Si rileva infine che le operazioni di monitoraggio porteranno alla classificazione dei corpi idrici secondo la metodologia prevista dal D.Lgs. 152/99 e modificazioni, determinando di conseguenza le azioni da realizzare all'interno del Piano di Tutela delle acque che verrà elaborato dalla Regione Lombardia.

9. PERMEABILITA' DELLE UNITA' AFFIORANTI

Per una caratterizzazione idrogeologica dei terreni affioranti è necessario classificare distintamente i materiali incoerenti da quelli coerenti; nel primo caso infatti la permeabilità è dovuta alla presenza di sistemi di canalicoli e di vuoti intergranulari di origine singenetica (permeabilità primaria), nel secondo caso essa è dovuta principalmente a fenomeni di dissoluzione chimica quali il carsismo (tipico delle rocce carbonatiche) oppure alla presenza di reticoli di fessure e fratture che si instaurano durante o dopo la messa in posto delle unità rocciose (permeabilità secondaria).

Al fine di definire le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti nell'area di studio e quindi di individuare indicativamente il loro grado di vulnerabilità all'inquinamento del territorio, si è provveduto alla suddivisione delle unità geologiche in classi di permeabilità (**Tavola 6**).

L'appartenenza ad una o all'altra classe è stata definita considerando non soltanto la composizione litologica delle unità, ma anche le caratteristiche fisico-chimiche dei terreni quali il grado d'alterazione, la granulometria e la tessitura.

Vengono di seguito elencate le unità affioranti nel bacino in studio con la rispettiva classe di appartenenza, in riferimento al comportamento medio generale (**Tabella 9.1**).

Permeabilità alta	Fluviale Würm
Permeabilità media	Fluviale Riss Auct.
	Morenico Würm Auct.
	Ceppo
Permeabilità bassa	Morenico Riss Auct.
	Morenico Mindel Auct.
	Fluviale Mindel Auct.
Permeabilità molto bassa	Argille lacustri Auct.

Tabella 9.1

Da una prima analisi della carta emerge che il territorio oggetto di studio è caratterizzato in linea generale da valori di permeabilità medio bassi.

La zona settentrionale (Monteregio, Casatevecchio e Torriggia) è contraddistinta infatti da depositi morenici würmiani che, benché costituiti in prevalenza da materiale limoso-argilloso, permettono in corrispondenza dei livelli più grossolani (ghiaie e sabbie), l'infiltrazione delle acque meteoriche.

L'area interessata da condizioni di permeabilità media si estende a Nord di Casatenovo e va ad interessare i comuni di Besana B.za e Monticello B.za formando una fascia ad orientazione NordEst-SudOvest della larghezza complessiva di circa 1.5-2 km.

Tale fascia in corrispondenza delle incisioni fluviali è contraddistinta da unità aventi una permeabilità "alta", appartenenti ai terreni del fluviale Würm Auct.; questa caratteristica dipende direttamente dalla litologia prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa di questi depositi.

La distribuzione di queste unità all'interno dell'area risulta limitata in corrispondenza delle valli della Roggia Nava e del Torrente Lavandaia e lungo la valle orientata in senso EstSudEst-OvestSudOvest posta nel territorio comunale di Besana B.za, tra il centro abitato e la frazione di Montesiro.

Nel rimanente territorio di Casatenovo valori "medi" di permeabilità si riscontrano lungo la Valle Pegorino e lungo i suoi affluenti orientali posti nel territorio Nord-Ovest di Casatenovo.

Queste condizioni di permeabilità sono determinate dall'affioramento dell'unità conglomeratica del Ceppo Auct., che in corrispondenza degli orizzonti a minor cementazione, garantiscono un buona circolazione d'acqua.

E' bene sottolineare tuttavia, che nel corso dei rilievi effettuati direttamente lungo le valli dei suddetti corsi d'acqua, l'affioramento dell'unità del Ceppo risulta sensibilmente minore rispetto a quanto riportato dalla carta geologica e limitato in corrispondenza dei versanti dei torrenti più incisi e in prossimità della loro confluenza con il T. Pegorino.

Il restante territorio del comune di Casatenovo è caratterizzato dalla presenza di terreni aventi caratteristiche di permeabilità basse, dovute alla presenza di depositi morenici rissiani e mindeliani e dai depositi fluviali del Mindel Auct..

Dal punto di vista litologico tali depositi sono costituiti prevalentemente da terreni limoso-argillosi, all'interno dei quali compaiono ciottoli e ghiaie di norma interessati da fenomeni di alterazione e caratterizzati da una copertura di materiale loessico di vario spessore; quest'ultimo interessa sistematicamente i depositi mindeliani ed in parte quelli di età rissiana.

Benché esistano differenze di carattere litologico e di grado d'alterazione fra i terreni rissiani e mindeliani, questi solo in minima parte determinano sensibili differenze di permeabilità; per un miglior dettaglio va tuttavia evidenziato che i termini di età mindeliana risultano un po' meno permeabili rispetto ai quelli rissiani.

Valori di permeabilità inferiori, classificati come molto bassi, si rinvergono al di fuori dell'area di studio e più precisamente a Nord-Ovest del Comune Besana B.za, dove affiorano le "Argille lacustri", deposte in bacini intramorenici.

10. PARAMETRI IDROGEOLOGICI DEGLI ACQUIFERI

La potenzialità idrica di un acquifero, espressa attraverso il valore di portata specifica del pozzo, è funzione dei parametri idrogeologici conducibilità idrica k (m/s) e trasmissività T (m^2/s) della roccia serbatoio; quest'ultimo parametro è dato dal prodotto tra la conducibilità idrica e lo spessore dell'acquifero.

La valutazione dei parametri idrogeologici è stata condotta mediante l'esecuzione di prove di pompaggio sui pozzi n.1 di Casatenovo (in territorio comunale di Usmate Velate) e su quelli di proprietà della Nestlé S.p.A., n.18 ("Vister") e n.11, 12, 13 e 15 (campo pozzi "Torriggeria"), utilizzando metodologie fondate sulla conoscenza dei valori di portata specifica delle opere di captazione.

I test di pompaggio consistono nel misurare l'abbassamento o la risalita del livello piezometrico in un pozzo sottoposto ad una sollecitazione provocata da un emungimento protratto per un determinato periodo.

Diagrammando le variazioni misurate rispetto al tempo trascorso dall'inizio della prova, si ottengono curve di abbassamento o di risalita dalle quali è possibile determinare, attraverso differenti metodologie di calcolo, al valore di trasmissività dell'acquifero.

Nelle **Figure 10.1÷10.4** vengono mostrati i grafici relativi alle prove di risalita effettuate nei pozzi in questione.

Dalla conoscenza dei valori di portata specifica Q_s ($l/s\cdot m$) e di altre caratteristiche della falda, è possibile, attraverso il metodo di M. Cassan (1980), ottenere i parametri trasmissività e conducibilità idrica.

Per l'applicazione di questo metodo si utilizzano le seguenti relazioni, valide rispettivamente per falda libera e confinata:

$$\sigma = \frac{H^2 - h^2}{2 H i r} \quad \theta = \frac{\pi (H^2 - h^2)}{Q H} T \quad \text{(falda libera)}$$

$$\sigma = \frac{s}{i r} \quad \theta = \frac{2 \pi s}{Q} T \quad \text{(falda confinata)}$$

dove H e h (m) rappresentano rispettivamente lo spessore dell'acquifero in fase statica e dinamica, i è il gradiente idraulico della falda, r (m) il raggio del pozzo, Q (m^3/s) la portata di emungimento e s (m) l'abbassamento.

Ricavando il valore di σ ed inserendolo nella funzione standard, si ottiene θ e successivamente la trasmissività.

Da quest'ultimo parametro si può infine ricavare la conducibilità idrica mediante la formula:

$$k = T/l$$

dove l rappresenta in questo caso la lunghezza dei filtri (m).

Dall'applicazione di questa metodologia si ottengono i valori dei parametri trasmissività e conducibilità idrica riportati di seguito (**Tabella 10.1**):

n. pozzo	T (m²/s)	k (m/s)
1 (comunale)	0.0097	0.00031
11 (Torriggia)	0.0035	0.00025
12 (Torriggia)	0.0008	0.000057
13 (Torriggia)	0.0049	0.00035
15 (Torriggia)	0.0039	0.00028
18 (Vister)	0.0076	0.00054

Tabella 10.1

I parametri ricavati con il metodo di Cassan possono talora non essere rappresentativi rispetto a quelli reali, poiché il procedimento di calcolo è influenzato dalle caratteristiche tipologiche dell'opera di captazione, che incidono sull'efficienza della stessa.

In altre parole, essendo il valore dell'abbassamento misurato, comprensivo della perdita di carico che si ha all'interno della captazione, si determina una sottostima dei parametri idrogeologici calcolati.

In base a ciò, i diversi valori di trasmissività dei pozzi di proprietà della Nestlé S.p.A. dipendono dal differente grado di efficienza idraulica delle opere di captazione; escludendo tali influenze si può verosimilmente stimare un valore di trasmissività dell'acquifero di circa 0.0035 m²/s.

L'acquifero captato dal pozzo comunale n.1 di Casatenovo, in accordo con quanto analizzato nei capitoli precedenti è caratterizzato da una migliore possibilità di sfruttamento rispetto a quella vista per i pozzi Nestlé, testimoniata da un valore di trasmissività di circa 0.0075 m²/s.

... omissis...
