

INDICE

1 – PREMESSA	Pag.	3
2 – PROCEDURA DI STUDIO	»	4
2.1 – Fase analitica	»	4
2.2 – Fase di valutazione	»	4
2.3 – Fase propositiva	»	5
3 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	»	6
3.1 – Posizione geografica	»	6
3.2 – Conformazione orografica ed idrologica	»	6
4 – ASPETTI CLIMATICI	»	8
4.1 – Precipitazioni	»	8
4.2 – Radiazione solare e temperatura	»	9
4.3 – Umidità e pressione atmosferica	»	10
4.4 – Evapotraspirazione	»	10
5 – CARATTERI GEOLOGICI DELLA PIANURA	»	12
5.1 – Unità Postglaciale	»	13
5.2 – Complesso del Serio	»	13
6 – CONFORMAZIONE GEOMORFOLOGICA, IDROGRAFICA E GEOPEDOLOGICA	»	15
6.1 – Elementi geomorfologici	»	15
6.2 – Elementi idrografici	»	16
6.2.1 – Roggia Brambilla	»	16
6.2.2 – Roggia Pagazzana	»	17
6.2.3 – Cavo Circone	»	17
6.2.4 – Fosso Bergamasco	»	18
6.2.5 – Roggia di Sopra	»	18
6.2.6 – Fossi	»	18
6.3 – Elementi geopedologici	»	19
7 – ASSETTO IDROGEOLOGICO E VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI	»	22
7.1 – Struttura idrogeologica del sottosuolo	»	22
7.2 – Geometria della superficie piezometrica	»	24
7.3 – Vulnerabilità degli acquiferi	»	25
7.3.1 – Elementi antropici	»	26

7.3.2 – Grado di vulnerabilità degli acquiferi	Pag. 26
8 – ELEMENTI GEOLOGICO-APPLICATIVI	» 28
9 – VALUTAZIONI DI SINTESI	» 30
9.1 – Fenomeni geomorfologici attivi e quiescenti	» 30
9.2 – Elementi di pericolosità idrogeologica e geologico-tecnica	» 30
9.3 – Vincoli ambientali	» 31
9.3.1– Area d’interesse archeologico ai sensi del D.Lgs 29-10-1990, n.490	» 31
9.3.2 – Vincolo Legge 08/08/1985, n. 431	» 32
9.3.3 – Vincolo D.P.R. 24/05/1988, n. 236	» 32
9.3.5 – Vincolo D.P.R. 10/09/1990, n. 285	» 32
9.3.5 – Vincolo di Riserva Naturale	» 33
10 – FATTIBILITA’ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	» 34
10.1 – Classe 1 (Fattibilità senza particolari limitazioni)	» 34
10.2 – Classe 2 (Fattibilità con modeste limitazioni)	» 35
10.3 – Classe 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni)	» 36
10.4 – Classe 4 (Fattibilità con gravi limitazioni)	» 36
11 – BIBLIOGRAFIA	» 37

1 - PREMESSA

La componente geologica riveste un'importanza determinante nell'ambito degli studi e delle indagini finalizzati alla pianificazione territoriale, la quale prevede la suddivisione di alcune aree in particelle omogenee con specifiche destinazioni urbanistiche. La valutazione degli elementi di connotazione del paesaggio e l'analisi dettagliata dei fenomeni naturali, che originano l'equilibrio dinamico dell'ambiente, conducono alla scelta di interventi antropici capaci di garantire la tutela del complesso sistema ambientale territoriale e di minimizzare gli effetti negativi dell'urbanizzazione nei confronti del patrimonio paesistico collettivo.

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pagazzano è stato predisposto lo studio geologico di tutto il territorio nell'intento di acquisire la conoscenza dei fattori fisici e naturali che concorrono, opportunamente analizzati ed interpretati, alla definizione dei criteri di selezione delle trasformazioni da operare, coniugando le esigenze pratiche di fruizione dell'ambiente con il rispetto delle peculiarità paesaggistiche del comparto in esame.

Le modalità d'indagine geologica e le tecniche impiegate per la realizzazione della documentazione tecnica sono riferite ai criteri ed agli indirizzi stabiliti dalla Regione Lombardia attraverso le seguenti delibere: D.G.R. 06/08/1998, n. 6/37918 e D.G.R. 15/01/1999, n. 6/40996. Tali provvedimenti sono stati adottati in relazione a quanto disposto dalla Legge Regionale 24/11/1997, n. 41, che prevede l'obbligatorietà per i Comuni di verificare la compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni di rischio geologico, idrogeologico e sismico del proprio territorio.

Nella redazione della cartografia geologica di base e di dettaglio sono state impiegate la simbologia e la nomenclatura geologica stabilite, utilizzando i colori proposti; tuttavia in alcuni casi sono state apportate piccole modifiche volte a migliorare la chiarezza dei documenti cartografici, ove la sovrapposizione di molti simboli e colori ha richiesto la variazione degli standard di riferimento per consentirne una facile lettura.

L'insieme della documentazione tecnica prodotta ha fornito un quadro esaustivo delle peculiarità geologiche che caratterizzano il territorio, favorendo mediante l'intersezione dei dati raccolti la scelta circostanziata più adeguata alla vocazione dei siti sui quali operare gli interventi di urbanizzazione.

Ad ogni buon conto si precisa che il lavoro svolto non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici ed idrogeologici, né solleva l'Amministrazione ed il privato cittadino dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico e/o ambientale.

2 – PROCEDURA DI STUDIO

L'obiettivo della creazione di un sistema di informazioni finalizzate alla pianificazione territoriale è stato raggiunto operando in tre fasi di lavoro, articolate secondo una tempistica dettata dalla progressiva e graduale comprensione delle realtà ambientali che caratterizzano l'apparato paesaggistico.

2.1 – FASE ANALITICA

In questa fase è stata effettuata una raccolta di dati integrata con i rilevamenti diretti eseguiti sul terreno; le operazioni predisposte sono state le seguenti:

- raccolta di informazioni storiche presso archivi comunali e pubblici;
- consultazione di bibliografia geologica e geologico-tecnica;
- raccolta di dati climatici presso le stazioni di misura;
- analisi di fotografie aeree con individuazione dei principali lineamenti geomorfologici;
- rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico, con acquisizione di dati di campagna.

L'elaborazione critica delle informazioni raccolte ha permesso di realizzare la cartografia di base così suddivisa:

Documento cartografico	Estensione e scala
Carta Geomorfologica con elementi idrografici e geopedologici	Su tutto il territorio in scala 1:10.000
Carta Idrogeologica e della vulnerabilità	Su tutto il territorio in scala 1:10.000
Carta Geologico-Applicativa	Sulle aree di espansione in scala 1:2.000

La Carta Idrogeologica è stata inoltre corredata anche di due sezioni idrogeologiche, che rappresentano la distribuzione delle varie litologie in profondità e la geometria della superficie piezometrica.

2.2 – FASE DI VALUTAZIONE

Le risultanze tecniche della fase analitica sono state criticamente esaminate ed opportunamente interpretate in modo da fornire un quadro sintetico dell'assetto geologico ed idrogeologico del sito indagato. Inoltre l'incrocio dei dati a disposizione e l'esame dei

vincoli ambientali presenti ha configurato lo scenario di rischio ed il profilo geologico-ambientale del territorio entro cui si inseriscono gli interventi di antropizzazione. Il documento cartografico prodotto in questa fase è rappresentato dalla **Carta di Sintesi**, redatta in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale.

2.3 – FASE PROPOSITIVA

L'operazione conclusiva dell'indagine geologica è stata svolta mediante la creazione della **Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di piano**, costruita in scala 1:2.000 sulle aree di espansione e 1:10.000 su tutto il territorio comunale. Tale documento rappresenta senz'ombra di dubbio lo strumento principe della pianificazione urbanistica, in quanto contiene la zonazione del territorio secondo classi a diverso grado di penalizzazione ai fini edificatori. Le limitazioni riportate sono state definite in relazione a tutti i fattori fisici e geologici che compongono l'ambiente naturale, delineando fasce omogenee di territorio caratterizzato dalle medesime condizioni di pericolosità e rischio idrogeologico.

La cartografia di base è stata redatta impiegando la topografia contenuta nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, mentre la cartografia tematica di dettaglio è stata predisposta sulla base del rilievo fotogrammetrico in scala 1:2.000, messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

3 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Pagazzano è situato all'estremità meridionale della pianura bergamasca a quote comprese fra 118 e 134 m s.l.m., in prossimità del confine comunale della Provincia di Cremona. E' tagliato da E ad W dalla Strada Provinciale n. 129 Treviglio-Morengo e a N dalla Strada Provinciale n. 127 per Brignano. Il centro abitato ed i nuclei agricoli circostanti, distribuiti a N della S.P. n. 129, raggruppano un numero complessivo di 1842 abitanti (dato fornito dall'anagrafe al 31-12-2000).

3.1 – POSIZIONE GEOGRAFICA

La forma del confine comunale descrive sommariamente un rettangolo debolmente allungato in direzione NE con lato maggiore pari a circa 2.8 km, lato minore di 2.5 km ed estensione areale di 5.1 km².

Il territorio comunale confina a NW con il comune di Brignano Gera d'Adda, a S con Caravaggio e ad E con Morengo. La distanza in linea d'aria dai principali centri del settore geografico in cui risulta inserito è di circa 6 km da Treviglio, 4 km da Caravaggio e 7 km da Romano di Lombardia; la distanza dal fiume Serio è di circa 4 km, mentre dal fiume Adda la distanza risulta di poco superiore a 11 km (fig. 1).

3.2 – CONFORMAZIONE OROGRAFICA ED IDROLOGICA

Il territorio comunale di Pagazzano è costituito interamente da una morfologia pianeggiante, priva di soluzione di continuità e con pendenza media della superficie topografica pari a circa lo 0.5%.

Il deflusso e lo scorrimento delle acque superficiali principali avviene mediante un sistema di canali e rogge, appartenenti al comprensorio delle "rogge trevigliesi", da cui si diparte una fitta rete di fossi impiegati prevalentemente a scopo irriguo. L'elemento idrografico più importante è rappresentato dalla Roggia Brambilla, che proviene da Brignano dove si divide in due rami, uno dei quali attraversa tutto il centro abitato di Pagazzano fino a confluire nella Fontana Brancaleone in comune di Caravaggio. In aggiunta a questa roggia, parzialmente cementata ed intubata nei tratti urbani, sono presenti altri elementi idrografici seppure di rilevanza minore, quali la Roggia Pagazzana ed il Cavo Circone, i cui caratteri ambientali verranno trattati in dettaglio nel capitolo 6.

Nel complesso il territorio di Pagazzano possiede una localizzazione geografica ed una conformazione morfologica che ne consentono una classificazione come area di pianura e quindi soggetta ad una tipologia di studio geologico predefinita dalla D.G.R. 06/08/1998, n. 6/37918; i criteri determinati sono stati rigorosamente rispettati, sebbene con opportune personalizzazioni, nella composizione della presente indagine di supporto al Piano Regolatore.

4 – ASPETTI CLIMATICI

Il clima è l'insieme degli elementi meteorologici e dei loro effetti che si combinano in modo caratteristico per una certa area geografica durante il corso dell'anno, conferendo un'impronta distintiva al contesto ambientale del territorio.

L'importanza della valutazione delle tipicità climatiche di una zona deriva dal fatto che il clima è in grado di condizionare fortemente l'evoluzione morfodinamica del paesaggio naturale, provocando la formazione di innumerevoli morfologie connesse con i vari elementi meteorologici; inoltre l'analisi dello stato di funzionamento della rete idrografica oltre che delle opere di captazione e smaltimento delle acque non può prescindere dagli aspetti climatici dell'area di localizzazione degli elementi fisici naturali ed artificiali.

In sostanza è chiaro che l'analisi dettagliata del clima risulta di prioritario valore in quanto legata ad innumerevoli risvolti tecnici che consentono di effettuare interpretazioni e scelte di ordine applicativo e pianificatorio, con significative conseguenze sugli interventi puntuali di edificazione ed antropizzazione.

L'esame delle caratteristiche climatiche del territorio di Pagazzano è stato eseguito attraverso la raccolta di dati disponibili presso la stazione meteorologica di Treviglio, dove si registrano con relativa continuità le variazioni degli elementi del clima. La scelta delle stazioni di riferimento è stata dettata principalmente dalla distanza e dalla fisiografia dei centri di rilevazione, così da ottenere indicazioni il più possibile fedeli alla zona d'indagine.

4.1 – PRECIPITAZIONI

I dati pluviometrici sono stati raccolti presso la stazione di Treviglio, appartenente al Servizio Idrografico Italiano del Ministero dei Lavori Pubblici, per il periodo compreso fra il 1951 ed il 1988, integrandoli sino all'anno 2000 con i dati acquisiti dalla stazione dell'Istituto Tecnico Agrario di Stato G. Cantoni di Treviglio. Le precipitazioni intense, misurate ad intervalli regolari di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, sono riferite alla stazione pluviografica del Servizio Idrografico ed includono gli anni compresi fra il 1955 ed il 1986.

La posizione geografica delle due stazioni meteorologiche, poste alla quota di 126 m s.l.m., risulta particolarmente favorevole per rappresentare l'assetto climatico del territorio di Pagazzano, la cui distanza da Treviglio è abbondantemente inferiore a 10 km e la cui conformazione morfologica non differisce in modo significativo.

I valori medi calcolati per costruire le tabelle ed i diagrammi sono stati definiti escludendo alcuni anni negli intervalli temporali suddetti per i quali, a causa di ragioni imprecise, non sono disponibili le misurazioni.

La tabella seguente rappresenta sinteticamente i dati pluviometrici raccolti, mentre i diagrammi contenuti nella fig. 2 indicano le medie mensili ed annuali calcolate nell'intervallo temporale di misura:

Intervallo temporale (anni)	Media annuale (mm)	Giorni piovosi (-)
1951-1960	897,5	-
1951-1970	881,8	-
1951-1980	886,8	-
1951-1990	889,4	-
1951-2000	945,4	-
Precipitazione massima annuale registrata = 1482,6 mm (1994) Anni di osservazione = 49 Periodo di osservazione = 1951-2000		

L'esame dei diagrammi e della tabella sopra riportata indicano chiaramente un regime pluviometrico tipico delle aree pianeggianti, caratterizzate da precipitazioni medie annue solitamente inferiori a 1000 mm e da picchi distribuiti durante l'inizio della stagione autunnale e primaverile.

I dati pluviografici delle piogge intense, riportati nella fig. 3a, sono stati elaborati statisticamente secondo la legge di Gumbel, costruendo le curve di interpolazione contenute nella fig. 3b, da cui è stata estrapolata la curva di possibilità climatica riferita ad un periodo di ritorno pari a 100 anni indicata nella fig. 3c. L'equazione di quest'ultima curva consente di determinare in funzione di un intervallo di tempo prestabilito la precipitazione critica che si può attendere ogni 100 anni e quindi i relativi quantitativi d'acqua convogliati da corsi d'acqua, bacini di raccolta e superfici di scolo urbanizzate.

Le precipitazioni nevose nell'area di Pagazzano sono estremamente scarse e poco significative per la definizione dell'assetto climatico della zona.

4.2 – RADIAZIONE SOLARE E TEMPERATURA

Gli altri parametri che caratterizzano il clima assieme alla precipitazione sono stati raccolti presso la stazione dell'Istituto Tecnico Agrario di Stato G. Cantoni; il modesto numero e l'intermittenza delle misurazioni non consentono attendibili valutazioni statistiche, ma costituiscono semplicemente una serie di osservazioni frammentarie ed indicative di inquadramento climatico.

L'andamento dei grafici della radiazione solare e della temperatura contenuti nella fig. 4 descrivono una situazione tipica delle nostre latitudini: il picco d'intensità della radiazione solare si verifica con un certo margine di anticipo rispetto a quello della temperatura, per effetto della capacità termica del pianeta terrestre che continua ad accumulare calore anche quando l'altezza del sole inizia a diminuire.

Negli anni compresi fra il 1991 ed il 2000 la temperatura minore è stata raggiunta nel mese di dicembre e gennaio con circa 2,1°C, mentre i mesi più caldi sono risultati luglio ed agosto con temperature medie superiori a 23°C. La temperatura media annua si attesta all'incirca sui 12°C, in sostanziale accordo con i valori delle aree di media pianura.

Per quanto attiene alla radiazione solare il valore più elevato registrato nel mese di luglio è risultato pari a 299.1 cal/cm²/giorno, mentre il valore più basso corrisponde al mese di dicembre con 36.4 cal/cm²/giorno.

4.3 – UMIDITÀ E PRESSIONE ATMOSFERICA

Anche in questo caso i dati della stazione di Treviglio appaiono frammentari, ma comunque significativi per una valutazione di massima. La fig. 5 contiene la rappresentazione dell'oscillazione dell'umidità relativa e della pressione.

Come si nota i valori più bassi dell'umidità si verificano in concomitanza con la stagione primaverile, connessa ad una frequente riduzione del contenuto d'acqua nell'atmosfera. La pressione invece mostra delle variazioni più irregolari, in quanto risulta estremamente suscettibile alle perturbazioni che si possono verificare durante tutto il corso dell'anno; tuttavia si registrano valori massimi nel periodo autunnale.

I valori estremi misurati sono i seguenti:

- pressione max = 1010.8 mm (ottobre)
- pressione min = 1000.2 mm (aprile)
- umidità max = 80.0 % (novembre)
- umidità min = 62.9 % (marzo)

4.4 – EVAPOTRASPIRAZIONE

Tale parametro rappresenta la quantità d'acqua che da un lato ritorna all'atmosfera mediante l'evaporazione e dall'altro viene assorbita dalle piante mediante processi biologici. La valutazione numerica è stata eseguita attraverso la **formula di Turc**, che la lega alla temperatura ed alla precipitazione media annua. Impiegando i dati a disposizione è stata ottenuta un'evapotraspirazione pari a 566 mm; la parte rimanente di acqua rispetto al totale della precipitazione media annua si infila nel sottosuolo e/o scorre superficialmente andando ad alimentare i corsi d'acqua.

In conclusione l'analisi e l'elaborazione dei parametri climatici desunti dalle stazioni meteorologiche testimoniano che il territorio di Pagazzano è caratterizzato da un clima di tipo **temperato subcontinentale**, peculiare delle aree appartenenti alla Val Padana.

5 – CARATTERI GEOLOGICI DELLA PIANURA

Sebbene la D.G.R. 06/08/1998, n. 6/37918 non preveda la realizzazione della Carta Geologica per i territori di pianura, vengono forniti di seguito alcuni elementi descrittivi dell'assetto geologico della pianura bergamasca, ritenuto di fondamentale importanza per comprendere l'evoluzione geomorfologica e la creazione del reticolo idrografico attuale, oltre che la distribuzione e la circolazione delle acque sotterranee.

L'area pianeggiante a cui appartiene Pagazzano veniva inserita nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 fra i depositi fluvioglaciali del Wurm, periodo compreso fra 80.000 e 10.000 anni fa, corrispondente all'ultima glaciazione del Quaternario. La distinzione con gli altri sedimenti della pianura, appartenenti al Riss ed al Mindel, avveniva prevalentemente su base morfologica e litostratigrafica, individuando settori altimetricamente più elevati, separati da orli di terrazzamento alluvionale e caratterizzati da grado di alterazione progressivamente maggiore in funzione dell'età del deposito.

Le successioni continentali mostrano frequentemente fasi di sedimentazione discontinue ed arealmente limitate, con variabilità di facies talmente elevate da rendere difficoltoso il riconoscimento di corpi originati da differenti cicli sedimentari sulla sola base litologica. Per questa ragione nella Carta Geologica della Provincia di Bergamo, recentemente presentata e pubblicata, è stata adottata una classificazione dei sedimenti quaternari che si basa sulla delimitazione ed il riconoscimento delle varie unità mediante superfici di discontinuità che identificano le cosiddette **unità allostratigrafiche**. Gli elementi litologici, pedologici e morfologici, pur non risultando prioritari nella definizione della storia e della genesi geologica dei depositi, concorrono ad individuare i limiti di discontinuità ed a meglio identificare la tipologia del sedimento quaternario.

La geologia del Quaternario del territorio comunale di Pagazzano è sostanzialmente connessa con l'azione combinata dei fiumi Adda e Serio, i quali successivamente alla fusione delle grandi masse glaciali alpine hanno prodotto una rilevante quantità di materiale detritico sabbioso-ghiaioso depositato nella conca padana. Una situazione particolare e degna di nota è rappresentata dalle aree di transizione fra bacini deposizionali diversi, dove la coalescenza fra conoidi alluvionali ha creato i presupposti morfologici per una sedimentazione di materiale limoso; si tratta di fenomeni correlabili alla presenza di aree abbandonate dai fiumi o interessate da una scarsa azione trattiva della corrente idrica, che favorisce la sedimentazione di particelle fini per spessori solitamente non rilevanti. Il quadro descritto risulta particolarmente evidente ed esteso presso Castel Rozzone, al contatto con l'Unità di Treviglio appartenente al Complesso del Brembo.

La divagazione dei fiumi e la sovrapposizione temporale fra erosione e sedimentazione ha portato alla formazione di due unità, riportate per chiarezza nella Carta Idrogeologica (tav. 2), che vengono di seguito descritte.

5.1 – UNITÀ POSTAGLACIALE

L'Unità Postglaciale comprende innumerevoli depositi di diversa tipologia ed origine, differenziati a seconda del settore altimetrico ove si trovano e dell'area di pertinenza del corso d'acqua che li ha messi in posto. La zona di Pagazzano come accennato in precedenza è localizzata a cavallo fra due importanti aste fluviali e le stesse caratteristiche litologiche e tessiturali, pur rientrando prevalentemente nel bacino del Serio, sono in parte ascrivibili anche con quelle tipiche del bacino dell'Adda.

L'area rilevata non è dotata di continui e marcati orli di terrazzamento alluvionale e ciò non ha permesso distinzioni particolari se non l'individuazione delle zone perfluviali, peraltro ben caratterizzate anche sotto l'aspetto pedologico. Nel comune di Pagazzano l'Unità Postglaciale è diffusa in corrispondenza di due lembi, uno posto a SW del centro abitato in vicinanza dell'area industriale e l'altro a SE delimitato dal lineamento territoriale che collega la Fontana Laghetto con la Cascina Malcontenta. Il primo sottosuolo di queste aree è costituito da depositi fluvioglaciali sabbioso-ghiaiosi con clasti poligenici ben arrotondati; in superficie è presente uno strato di alterazione limo-argilloso dello spessore di alcune decine di centimetri oggetto delle attività agricole. A differenza di quanto osservato in aree adiacenti gli scavi edilizi effettuati non hanno mai evidenziato la presenza di uno strato limoso superficiale riconducibile a fenomeni deposizionali di transizione.

5.2 – COMPLESSO DEL SERIO

Il Complesso del Serio raggruppa numerose unità situate dalle zone di alta valle sino alle aree pianeggianti, con caratteristiche litologiche e tessiturali ovviamente molto diverse; si sviluppa arealmente lungo il fiume Serio da Ranica fino al confine settentrionale del comune di Caravaggio. Il territorio di Pagazzano è interessato dall'affioramento della cosiddetta **Unità di Cologno**, costituita da sedimenti fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi con clasti poligenici ben arrotondati; localmente sono stati individuati modesti fenomeni di cementazione, strutture embricate e laminazioni orizzontali nei livelli sabbiosi. Il limite superiore dell'unità è rappresentato da morfologie terrazzate ben conservate a N e progressivamente obliterate verso S; il limite inferiore è marcato dal passaggio ad un suolo sepolto e localmente ai Conglomerati di Seriate.

L'Unità di Cologno include la maggior parte del territorio di Pagazzano, svolgendosi secondo una fascia che si restringe progressivamente verso SW; il limite con l'Unità Postglaciale è stato ricostruito attraverso interpretazioni stratigrafiche ed osservazioni di sezioni di scavo, in quanto non sono visibili orli di terrazzamento,

originariamente molto discontinui e di altezza ridotta, ma probabilmente anche cancellati in parte dalle pratiche agricole.

Ad ogni buon conto dal punto di vista litologico e stratigrafico le due unità descritte mostrano significative similitudini, che le fanno certamente accomunare sotto l'aspetto delle problematiche applicative e soprattutto dal punto di vista geotecnico.

6 – CONFORMAZIONE GEOMORFOLOGICA, IDROGRAFICA E GEOPEDOLOGICA

Le forme ed i processi geomorfologici che governano gli equilibri dinamici del paesaggio naturale sono stati riportati dettagliatamente nella **Carta Geomorfologica** (tav. 1) in scala 1:10.000, costruita mediante il rilevamento di campagna e la lettura delle fotografie aeree. A corredo di questa carta di base sono state inserite informazioni anche sulle proprietà pedologiche dei suoli e sono stati riportati gli elementi idrografici attraverso i quali avviene lo scorrimento delle acque superficiali.

Il territorio di Pagazzano è interamente formato da una superficie pianeggiante priva di fattori di irregolarità morfologica e, come nella maggior parte delle aree di pianura lontane dai corsi d'acqua principali, scarsamente soggetta a fenomeni di trasformazione e modellamento del terreno. La notevole diffusione di elementi idrografici e le innumerevoli unità pedologiche presenti sul territorio testimoniano un'importante azione antropica volta allo sfruttamento delle preziose risorse agricole, che la natura ha consegnato nella mani dell'uomo.

6.1 – ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

L'assenza di aree acclivi e la mancanza di variazioni di geometria della superficie topografica fanno sì che la zona di Pagazzano non sia coinvolta in particolari processi morfogenetici, responsabili delle principali trasformazioni del pianeta terrestre.

Nella Carta Geomorfologica è stata riportata un'**area moderatamente depressa**, dove il terreno mostra i segni di un intervento antropico di escavazione e riempimento con materiale inerte. L'indagine condotta attraverso una serie di interviste alla popolazione ha consentito di attribuire i primi scavi agli anni '50 ed il recupero al piano campagna, con lo scarico di materiale di varia provenienza e tipologia, completato in tempi recenti. In ogni caso allo stato attuale l'area non risulta interessata da trasformazioni antropiche attive, in quanto il ripristino della quota originaria ne consente l'utilizzo a scopo agricolo.

L'azione antropica si è sviluppata negli anni anche attraverso la realizzazione di bonifiche agricole, volte al miglioramento della qualità chimica ed agronomica del suolo ed all'ottimizzazione delle pratiche colturali dei fondi. Tuttavia i segni di tali interventi non sono visibili sul territorio, dal momento che non hanno comportato modifiche altimetriche rilevanti, limitandosi eventualmente alla creazione di nuovi fossi irrigui ed all'eliminazione di tratti non più utilizzabili.

Dal punto di vista della dinamica geomorfologica risulta invece certamente molto più significativo per le conseguenze sugli interventi edilizi il **settore di tracimazione**

storica delle rogge, riportato nella carta in relazione alle indicazioni recepite dagli abitanti del centro storico. I fenomeni di tracimazione sono stati osservati in vari periodi durante gli eventi meteorici intensi in corrispondenza della Roggia Brambilla, lungo la via Roma a N del ponte di via Brignano, dove il corso d'acqua è intubato sino all'incrocio con via Morengo. Evidentemente la presenza di un punto critico dovuto al restringimento della sezione di deflusso causa delle manifestazioni di rigurgito, che comportano l'esondazione della roggia con l'occupazione da parte dell'acqua della sede stradale. Comunque dai dati a disposizione non risulta che i suddetti fenomeni abbiano provocato erosioni sulle strutture o allagamenti cospicui delle aree residenziali. Per quanto concerne gli altri corsi d'acqua che attraversano il territorio non sono stati segnalati fenomeni riconducibili a dissesti di ordine idraulico, se non piccoli e locali crolli delle sponde di canalizzazione.

6.2 – ELEMENTI IDROGRAFICI

L'area di Pagazzano è localizzata nell'ambito del settore pianeggiante appartenente al bacino del fiume Serio, anche se geograficamente non si può escludere l'influenza esercitata, probabilmente in fasi geologiche particolari, dal fiume Adda, il cui alveo attuale risulta ad una distanza di poco superiore a 10 km.

Il sistema idrografico superficiale del territorio (fig. 6) è articolato in corsi d'acqua naturali ed artificiali, sostanzialmente strutturati per sopperire al fabbisogno idrico delle attività agricole. L'acqua che defluisce proviene principalmente da derivazioni di aste fluviali, ma talora anche da fontanili o pozzi impiegati a scopo irriguo.

La suddivisione operata nella Carta Geomorfologica ha perseguito la finalità di individuare gli elementi idrografici più significativi e ricchi di acqua, differenziati da quelli di carattere locale, per i quali si registrano scarse ed intermittenti portate idriche. Ad esempio le rogge cartografate al momento del rilevamento di campagna possedevano una discreta portata d'acqua, mentre i fossi sono risultati quasi tutti asciutti. Ovviamente i deflussi idrici dipendono dal periodo climatico e quindi dalla richiesta di irrigazione dei campi; in ogni caso anche i fossi di maggiori dimensioni non raggiungono sezioni idrauliche confrontabili con quelle delle rogge o dei canali. In alcune zone sono stati rilevati tratti di rogge o fossi oblitterati, il cui percorso è stato interrotto e/o modificato per garantire una distribuzione dell'acqua più omogenea ed efficace laddove maggiori risultano le richieste ed il fabbisogno idrico.

I principali corsi d'acqua che attraversano il territorio di Pagazzano sono i seguenti.

6.2.1 – Roggia Brambilla

Si tratta senz'ombra di dubbio dell'elemento idrografico più importante, sia per estensione lineare che per sezione idraulica e portate di deflusso. Le acque di questa roggia, detta anche "Viscontina", passano a N di Castel Rozzone, deviano verso Brignano

Gera d'Adda ed ivi in prossimità del cimitero si dividono in due rami: uno procede verso S costeggiando la vecchia strada fra Brignano e Vidalengo, l'altro con andamento più tortuoso devia verso E raggiungendo Pagazzano, attraversa il centro abitato lungo la via Roma e sul confine meridionale del territorio comunale piega verso W immettendosi nella Fontana Brancaleone. In corrispondenza dell'area urbanizzata le sponde della roggia sono state consolidate mediante opere murarie in calcestruzzo, che consentono di evitare erosioni e franamenti in grado di compromettere la stabilità dei percorsi viari adiacenti. Il tratto compreso fra la via Brignano e la via Morengo è stato da tempo intubato, mentre a S la roggia assume una connotazione simile ad un fosso, costeggiando la strada che si dirige verso la Cascina di proprietà Merigo.

Dalla Roggia Brambilla si diramano numerosi fossi e rogge secondarie che forniscono l'irrigazione ai campi coltivati, ma l'elemento idrografico più importante è la roggia che scorre a S del nuovo campo sportivo, aggira l'insediamento zootecnico di proprietà Arrigoni e raggiunge a S la Fontana del Roccolo in comune di Caravaggio. Questa roggia possiede una discreta portata ed un'estesa sezione idraulica, rinforzata in molti punti con sponde in calcestruzzo; in prossimità della sopra citata fontana alimenta la Roggia Mulina che si sviluppa verso S in direzione dell'abitato di Masano.

6.2.2 – Roggia Pagazzana

Sotto l'aspetto ambientale rappresenta uno dei corsi d'acqua più significativi, in quanto assieme alla Roggia Frera è soggetta a vincolo ambientale ai sensi della Legge 431/85; va precisato che la Roggia Frera scorre ad E del confine comunale in comune di Cologno al Serio, ma la fascia di tutela di 150 m interessa comunque Pagazzano. Allo stato attuale la Roggia Pagazzana non trasporta grandi quantità d'acqua e addirittura risulta spandere in corrispondenza del confine settentrionale del territorio, dove il tratto che devia a SE verso la Cascina Bosco è stato eliminato. Pertanto questo elemento idrografico, che un tempo prelevava acqua dal Fosso Bergamasco presso la frazione Liteggio e la distribuiva alle coltivazioni sino alla Strada Provinciale n. 129, non costituisce fattore di rilievo dal punto di vista idrologico, anche perché l'antico percorso è stato trasformato in un fosso irriguo di modesta importanza.

6.2.3 – Cavo Circone

Questo corso d'acqua, caratterizzato da una discreta portata d'acqua si dirama dalla Roggia Brambilla in corrispondenza della Strada Provinciale n. 127 e scorre verso S lungo il confine comunale con Brignano; all'incrocio con la Strada Provinciale n. 129 devia verso E scendendo successivamente in territorio di Pagazzano verso S e confluendo nella Roggia di Sopra al confine con Carvaggio. Le sponde del cavo sono totalmente in terra e per tale ragione localmente sono presenti piccoli dissesti gravitativi innescati dai fenomeni erosivi della corrente idrica. Lungo il percorso sono dislocate innumerevoli specie arboree ed arbustive che costeggiano le sponde del cavo, conferendo una caratteristica connotazione

ambientale a questo elemento idrografico. In ogni caso il Cavo Circone svolge una funzione estremamente importante dal punto di vista irriguo, poiché garantisce l'afflusso di acqua verso il settore occidentale del comune di Pagazzano, dove non vi sono corsi d'acqua di particolare rilevanza.

6.2.4 – Fosso Bergamasco

Rappresentava nel passato una linea di confine civile e politico, ampliata nel corso del XIII e XIV secolo, che separava la Gera d'Adda dal Quadra di Mezzo e dal Quadra di Calcinate. Per l'importanza geografica che rivestivano queste aree il Fosso Bergamasco ha costituito per molto tempo la zona di confine variamente contesa fra il Ducato di Milano e la Repubblica di Venezia. In tempi recenti il valore di questo elemento idrografico si è ridotto progressivamente al punto che attualmente a partire dalla Fontana Laghetto e dirigendosi verso S il fosso, che percorre tutto il confine orientale di Pagazzano, risulta dal punto di vista morfologico quasi interamente obliterato e ricostruibile solo attraverso il passaggio fra proprietà differenti. Pertanto, nonostante l'estensione lineare e l'area della sezione nel tratto settentrionale, in comune di Pagazzano non esercita alcuna funzione di distribuzione delle acque superficiali.

6.2.5 – Roggia di Sopra

Pur trovandosi all'estremità sud-occidentale del confine comunale la Roggia di Sopra deve essere considerata un elemento idrografico ascrivibile, anche se solo nel tratto iniziale, al territorio di Pagazzano. Il settore cartografato è situato in prossimità della Cascina Gavazzolo Sopra, nella zona di confluenza del Cavo Circone. La roggia si dirige poi verso SW attraversando il territorio comunale di Caravaggio. Dal punto di vista idraulico si tratta di un corso d'acqua di significativa importanza, in quanto assicura il deflusso di una portata rilevante e permette in pianura lo sviluppo di numerose derivazioni per la pratica irrigua delle colture.

6.2.6 – Fossi

Nella Carta Geomorfologica sono stati riportati tutti i fossi irrigui, distinguendoli in ordine d'importanza e separando quelli in terra da quelli in calcestruzzo; inoltre sono stati segnalati anche i fossi contenuti nella base topografica e obliterati dalle opere di bonifica agricola. Ovviamente si tratta sempre di elementi idrografici di modesta sezione idraulica e ridotta estensione lineare, poiché nella maggior parte dei casi sono stati creati appositamente dagli imprenditori e dai consorzi agricoli per servire le varie proprietà. Eccezione a tale origine è rappresentata dal fosso che borda il perimetro del castello medievale, risalente secondo alcune testimonianze all'epoca delle invasioni barbariche (VI secolo d.c.), ma più probabilmente rimaneggiato e ricostruito come appare tuttora tra il 1450 ed il 1475 ad opera dei Visconti di Brignano.

Tra i fossi obliterati emerge su tutti il caso del Fosso dei Morti posto a SW del centro abitato e del già citato Fosso Bergamasco, i cui toponimi compaiono ancora sia sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 che sulla carta in scala 1:25.000 dell'I.G.M..

6.3 – ELEMENTI GEOPEDOLOGICI

La pedologia è la scienza che studia i suoli dal punto di vista fisico-chimico, determinando differenze tipologiche che trovano particolare riscontro sugli aspetti di utilizzo produttivo delle aree agricole. Per un territorio come quello di Pagazzano, dove le zone coltivate interessano la maggior parte della superficie topografica, l'analisi dei caratteri pedologici dei suoli assume particolare importanza nell'ambito della pianificazione urbanistica, consentendo di operare scelte volte alla tutela del ricco panorama produttivo a vocazione agricola e zootecnica.

Al fine di fornire indicazioni specifiche circa la natura, la distribuzione areale e la potenzialità agronomica dei suoli naturali sono state riportate nella Carta Geomorfologica alcune unità pedologiche, recepite dai volumi della "Collana Ersal, Progetto Carta Pedologica". Di seguito si descrivono in forma sintetica le unità pedologiche riconosciute sul territorio comunale, rimandando alla suddetta collana per maggiori dettagli tecnici.

Unita A

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo o prato
- ✓ profondità del suolo = moderata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = elevata
- ✓ chimismo del suolo = neutro
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita B

- ✓ uso del suolo = seminativo o prato irriguo
- ✓ profondità del suolo = moderata
- ✓ drenaggio del suolo = buono o mediocre
- ✓ permeabilità del suolo = moderatamente bassa
- ✓ chimismo del suolo = neutro
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita C

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo o prato
- ✓ profondità del suolo = moderata
- ✓ drenaggio del suolo = buono o mediocre
- ✓ permeabilità del suolo = moderatamente bassa

- ✓ chimismo del suolo = neutro
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita D

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = moderata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = moderata
- ✓ chimismo del suolo = alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita E

- ✓ uso del suolo = seminativo e prato irriguo
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = moderatamente elevata
- ✓ chimismo del suolo = subalcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita F

- ✓ uso del suolo = seminativo o prato
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = scarso
- ✓ permeabilità del suolo = moderata
- ✓ chimismo del suolo = alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita G

- ✓ uso del suolo = seminativo o prato
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = scarso
- ✓ permeabilità del suolo = moderatamente elevata
- ✓ chimismo del suolo = subalcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita H

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo o prato
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = scarso
- ✓ permeabilità del suolo = scarsa
- ✓ chimismo del suolo = subalcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita I

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = moderatamente bassa
- ✓ chimismo del suolo = subalcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita L

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = moderata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = moderata
- ✓ chimismo del suolo = neutro
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura

Unita M

aree prive di suolo comprendenti gli insediamenti urbani ed industriali, i nuclei rurali, le infrastrutture e le zone verdi artificiali.

La maggior parte dei suoli di Pagazzano comprende **terreni adatti all'uso agricolo**, con limitazioni controllabili dovute alla necessità di operare modesti interventi di conservazione. Localmente sono presenti aree che pur possedendo buone qualità sotto l'aspetto agronomico richiedono precise ed accurate pratiche di conservazione, volte a superare le limitazioni che riducono la scelta delle colture.

7 – ASSETTO IDROGEOLOGICO E VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Gli elementi idrogeologici e della vulnerabilità degli acquiferi sono stati riportati nella **Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità** (tav. 2). Le valutazioni effettuate in questo contesto hanno consentito di completare il quadro delle conoscenze di base alla scala 1:10.000 e di acquisire le informazioni necessarie per pianificare le scelte urbanistiche in rapporto al complesso sistema di distribuzione e deflusso delle acque sotterranee.

7.1 – STRUTTURA IDROGEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Le informazioni che hanno permesso di ricostruire la geometria delle unità litostratigrafiche che costituiscono il sottosuolo e la distribuzione delle acque sotterranee sono state desunte dall'esame dei dati a disposizione presso i **pozzi per acqua** presenti sul territorio. E' stato quindi svolto un censimento della documentazione esistente presso i principali enti pubblici e privati che, per ragioni di attività e competenze, si occupano della gestione e dello sfruttamento delle acque sotterranee. I dati bibliografici pubblici sono stati reperiti presso gli archivi dell'Ufficio Tecnico Comunale e del Genio Civile di Bergamo, mentre alcuni documenti privati sono stati gentilmente concessi dalla Ditta Arrigoni Battista S.p.A. e dal sig. Merigo Gianandrea.

L'esame delle stratigrafie disponibili associate ai due pozzi pubblici, ubicati presso le scuole elementari ed il nuovo campo sportivo, ed ai numerosi pozzi privati, tutte riportate in allegato, ha permesso di verificare la composizione granulometrica del terreno e di individuare tipologie stratigrafiche che si ripetono da zona a zona in profondità. Le due **sezioni idrogeologiche** contenute nella tav. 3 descrivono la geometria delle unità litostratigrafiche riconosciute, modellate per correlazione fra pozzi adiacenti, così da costruire un quadro sintetico ma attendibile dell'assetto idrogeologico del territorio. Le unità che compongono il sottosuolo dell'area di Pagazzano, raggruppate in litozone sono le seguenti:

1) **litozona ghiaioso-sabbiosa**

si sviluppa in continuità spaziale nel primo sottosuolo sino alla profondità di circa 40 m ed ospita la falda freatica oggetto dell'emungimento dei pozzi ad uso irriguo e zootecnico; è formata prevalentemente da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi con scarsi contenuti in materiale limoso; in profondità si riconoscono strati lentiformi spesso interrotti da sfrangiamenti laterali, che si frappongono nella litozona argillosa; la stratigrafia del pozzo comunale indica che fra 93 e 110 m è presente un potente livello sabbioso-ghiaioso con abbondante

frazione fine limosa, posto al di sotto del livello argilloso e sede di una ricca falda in pressione;

2) **litozona argillosa**

rappresenta il livello impermeabile responsabile della formazione della falda libera ed è costituito da terreni argillosi e limosi presenti con continuità a partire da circa 40 m di profondità; in effetti però la stratigrafia di alcuni pozzi irrigui segnala la presenza di unità argillose a profondità compresa fra 16 e 21 m, la cui continuità geometrica è tuttavia da ritenere estremamente modesta.

I rapporti spaziali fra le litozone descritte sono spesso molto complicati e non sempre è possibile individuare un assetto geometrico schematico; infatti i vari litotipi sono organizzati in corpi lentiformi dotati di frequenti passaggi laterali mediante interdigitazione. Purtroppo l'unico pozzo profondo in territorio di Pagazzano è quello dell'acquedotto, mentre i pozzi irrigui non superano i 40 m di profondità; quindi anche attraverso l'ausilio delle sezioni idrogeologiche non è possibile verificare oltre un certo limite la continuità e lo sviluppo delle litozone se non nell'immediato sottosuolo.

I pozzi censiti sono stati ubicati nella Carta Idrogeologica e numerati per la rispettiva identificazione con la stratigrafia allegata; inoltre è stato riportato anche il Pozzo Fontana, che attualmente risulta dimesso, ed alcuni pozzi ad uso irriguo situati nelle vicinanze del confine comunale. Nella tabella seguente sono elencate tutte le fonti idriche sotterranee censite in comune di Pagazzano:

Nome	N.	Proprietà	Uso	Stratigrafia
Pozzo scuole elementari	1a	Comune	Idropotabile	Disponibile
Pozzo campo sportivo	1b	Comune	Idropotabile	Disponibile
Pozzo Canticuccio	2	Agergest S.p.A.	Irriguo	Disponibile
Pozzo Laghetto	3	Agergest S.p.A.	Irriguo	Disponibile
Pozzo S. Orosio	4	Agergest S.p.A.	Irriguo	Disponibile
Pozzo Casalina	5a	Az. Agr. Casalina	Zootecnico	Disponibile
Pozzo Casalina	5b	Az. Agr. Casalina	Zootecnico	Disponibile
Pozzo Casalina	5c	Az. Agr. Casalina	Domestico	Disponibile
Pozzo Arrigoni	6	Arrigoni Battista S.p.A.	Irriguo	Disponibile
Pozzo Arrigoni	7	Arrigoni Battista S.p.A.	Zootecnico	Disponibile
Pozzo Merigo	8	Az. Agr. Merigo	Domestico	Disponibile
Pozzo Fontane	9	-	Dismesso	Indisponibile

Il territorio di Pagazzano è interessato anche da numerosi **fontanili**, che rappresentano l'emergenza in superficie della falda freatica. In realtà l'unico fontanile attivo è quello situato in prossimità della Cascina Bianchi, che produce acqua per una roggia affluente della Roggia Mulina. Vi è inoltre la Fontana Brancaleone, elemento

ambientale di particolare pregio naturalistico, che seppure si trovi sul confine risulta localizzata comunque in comune di Caravaggio. All'estremità settentrionale del comune, presso la Cascina Scopellina, ed in vicinanza del castello sono stati rinvenuti due fontanili asciutti, il primo dei quali ha probabilmente alimentato in passato la Roggia Brambilla, con cui era collegato da un fosso di ampie dimensioni ancora esistente. La tabella seguente contiene in sintesi le caratteristiche dei fontanili censiti in comune di Pagazzano:

Caratteristiche	A	B	C	D
Nome	Il Fontanile	Fontana Laghetto	Fontana via Liteggio	-
Stato	attivo	estinto	estinto	estinto
Forma	goccia	subcircolare	goccia	assente
Conservazione	cattiva	cattiva	cattiva	-

Per completare le informazioni sulla natura e le proprietà idrogeologiche del sottosuolo, è stato attribuito alle unità quaternarie un **grado di permeabilità elevato**, compatibile con la granulometria ghiaioso-sabbiosa riscontrabile per alcune decine di metri sotto il terreno agricolo di alterazione superficiale.

7.2 – GEOMETRIA DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

La stratigrafia dei pozzi comprende in alcuni casi anche la misura del livello piezometrico alla fine della perforazione; tuttavia trattandosi di opere realizzate in tempi diversi la correlazione fra le rilevazioni effettuate può risultare poco precisa. Per tale motivo è stata realizzata in data 20-02-2001 una campagna di misure dei livelli piezometrici dei pozzi irrigui, che non essendo in funzione hanno consentito di acquisire con certezza la profondità del tetto della falda libera. I risultati delle misure sono illustrati nella tabella seguente (non sono stati misurati i pozzi comunali in quanto prelevano acqua proveniente da un acquifero in pressione):

Pozzo	Livello statico (m)
Pozzo Arrigoni (n. 7)	3.88
Pozzo S. Orosio (n. 4)	5.55
Pozzo Canticuccio (n. 2)	6.69
Pozzo Gabbanelle (Brignano)	5.48
Pozzo F. Laghetto (Morengo)	3.85
Pozzo Laghetto (n. 3)	3.75
Pozzo Arrigoni (n. 6)	3.99
Pozzo Masano (Caravaggio)	3.61

Attraverso la predisposizione di triangolazioni fra i pozzi misurati è stata ricostruita la superficie piezometrica, costituita da un insieme di punti che descrive la profondità dal piano campagna della falda freatica.

La distribuzione delle curve isopiezometriche, per alcuni tratti interpretate secondo l'andamento generale, evidenzia la seguente situazione idrogeologica:

- a) in prossimità del centro abitato passa un asse di drenaggio delle acque sotterranee con direzione N-S, reso evidente dalla curvatura delle isopiezometriche; pertanto verso tale settore confluiscono tutte le acque sotterranee della zona; il suddetto asse forma una piega verso E proprio nelle vicinanze del centro di Pagazzano;
- b) il movimento delle acque sotterranee avviene secondo la direzione NE-SW ad E dell'asse di drenaggio, mentre ad W assume direzione NW-SE, con gradiente idraulico medio pari a 0.3%;
- c) la profondità della superficie piezometrica non supera mai i 7.0 m e non si riduce oltre i 3.5 m ; i valori minori di soggiacenza della falda sono stati riscontrati nel settore meridionale del territorio, dove vi sono addirittura emergenze in superficie dell'acqua sotterranea in prossimità di fontanili tuttora attivi.

Ovviamente le considerazioni esposte si riferiscono al periodo attuale, ma si deve rammentare che la falda libera, ricaricata abbondantemente dall'acqua di irrigazione dei campi coltivati può subire variazioni di livello anche significative, presumibilmente durante il periodo estivo, quanto il fabbisogno idrico delle colture aumenta.

7.3 – VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità di un corpo acquifero rappresenta la suscettibilità dello stesso ad essere interessato da fenomeni di introduzione, propagazione e persistenza di mezzi inquinanti provenienti dalla superficie topografica o da pozzi adiacenti. I fattori che ne condizionano lo sviluppo sono sostanzialmente tre:

- ◆ profondità del livello piezometrico e tipologia della falda idrica
- ◆ caratteristiche litologiche del terreno insaturo
- ◆ spessore del terreno insaturo.

La definizione della vulnerabilità degli acquiferi posti nel sottosuolo del territorio di Pagazzano è stata eseguita valutando tutti gli elementi che concorrono a stabilirla e che possono in qualche modo contribuire a modificare le condizioni di rischio idrogeologico. Pertanto nella Carta Idrogeologica sono stati inseriti in aggiunta alle classi di vulnerabilità

anche gli elementi antropici, in quanto rappresentano fattori potenziali di inquinamento così come riduttori delle fonti di contaminazione delle acque sotterranee.

7.3.1 – Elementi antropici

Gli elementi antropici contenuti nella carta riguardano la localizzazione della **rete acquedottistica e fognaria** principali; sono stati inoltre cartografati il serbatoio di accumulo idrico impiegato per la pressurizzazione e la distribuzione dell'acqua nelle tubazioni e l'ubicazione degli scarichi fognari nelle acque superficiali.

Le aree antropizzate sprovviste della fognatura sono state segnalate quali centri di pericolo per inquinamento derivante da **scarico nel suolo**; in ogni caso l'area situata attorno ai due pozzi comunali risulta interamente servita dal sistema fognario. In ogni caso l'inquinamento attualmente prodotto dalle residenze prive della fognatura risulta di modesta entità ed estensione, sia per il suolo che per la falda freatica. La **piattaforma ecologica** e la **discarica di inerti** riportate nella carta costituiscono due elementi rispettivamente di prevenzione dell'inquinamento e di potenziale rischio di contaminazione. Allo stesso modo la suddivisione delle varie tipologie d'uso del suolo, distinguendo le aree urbanizzate da quelle interessate da attività agricola, industriale o zootecnica, consente di individuare comparti territoriali ove si possono creare differenti modalità di inquinamento ed effetti negativi sulla qualità delle acque sotterranee.

7.3.2 – Grado di vulnerabilità degli acquiferi

Le analisi chimiche allegate contengono indicazioni interessanti per quanto attiene il chimismo delle acque destinate al consumo umano; come si nota la concentrazione dei vari elementi e sostanze esaminati ne fanno dedurre la potabilità e la possibilità di immissione nell'acquedotto. La buona qualità dell'acqua è dovuta alla localizzazione profonda dei punti di prelievo dei pozzi comunali; tuttavia si prevede, pur non disponendo di analisi certificate, che la falda freatica risulti fortemente inquinata, sia a causa dell'attività agricola che di quella zootecnica.

La determinazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi è stata eseguita attraverso il **metodo "Drastic"**, sistema numerico di valutazione che attribuisce un peso ai seguenti parametri idrogeologici ed ambientali:

- distanza tra la superficie del suolo e quella della falda
- ricarica dell'acquifero
- suolo che costituisce la copertura superficiale
- topografia dell'area
- impatto della zona non satura
- conducibilità idraulica.

Componendo l'effetto ed il peso dei vari fattori esaminati è stato ottenuto per tutto il territorio un **grado di vulnerabilità elevato**, motivato principalmente dalla ridotta soggiacenza della falda libera e dalla presenza di un terreno insaturo di natura ghiaioso-sabbiosa dotato di permeabilità elevata. D'altro canto il potere di autodepurazione insito in un terreno è direttamente proporzionale allo spessore di materiale attraversato ed indirettamente proporzionale alla granulometria dello stesso; la mancanza di livelli impermeabili al di sopra della superficie piezometrica crea una situazione di forte rischio ambientale, per cui un eventuale contaminazione del suolo produrrebbe un pressoché immediato deterioramento della qualità dell'acqua sotterranea appartenente alla falda libera.

8 – ELEMENTI GEOLOGICO-APPLICATIVI

La fase analitica dell'indagine geologica è stata completata redigendo la **Carta Geologico-Applicativa** (tav. 4) in scala 1:2.000, riferita ad un intorno significativo delle aree di espansione residenziale ed industriale. La prerogativa di questo documento è quella di fornire indicazioni tecniche concernenti le proprietà meccaniche del terreno costituente il sottosuolo, così da determinare i limiti ed i rischi degli interventi edilizi in progetto.

La caratterizzazione geotecnica del terreno è stata eseguita sulla base delle informazioni raccolte dalle indagini geognostiche effettate in passato, dalle stratigrafie dei pozzi trivellati e dall'osservazione di scavi edilizi aperti. Chiaramente per le finalità del presente studio non è stata approfondita la determinazione dei parametri geotecnici, per i quali sono stati indicati degli intervalli di valori.

Le prove penetrometriche allegate segnalano che il sottosuolo interessato dalla distribuzione delle tensioni indotte dalle strutture edilizie, pur essendo formato da terreni a granulometria omogenea ghiaioso-sabbiosa, è costituito da due strati dotati di differenti proprietà meccaniche. Di seguito si descrivono le caratteristiche geotecniche dei due strati:

I strato

- profondità = 0.0-7.0 m
- grado addensamento = basso
- compressibilità = medio-alta
- peso di volume naturale = 1.7-1.8 t/m³
- angolo di attrito = 22°-25°
- coesione intercetta = 0.0 t/m²

II strato

- profondità = 7.0-11.0 m
- grado addensamento = da medio a elevato
- compressibilità = bassa
- peso di volume naturale = 1.7-1.8 t/m³
- angolo di attrito = 28°-35°
- coesione intercetta = 0.0 t/m²

Lo scavo aperto per la costruzione di un edificio residenziale lungo una nuova via trasversale di via Don Casali, la cui ubicazione è riportata nella tav. 4, ha confermato la natura ghiaioso-sabbiosa del terreno e lo stato di addensamento ridotto. La copertura superficiale è costituita da uno strato di spessore massimo pari ad 1 m di terreno limo-argilloso di natura residuale, derivante dall'alterazione chimico-fisica in loco, dotato di

qualità geotecnica molto scadente e caratterizzato da una composizione chimica favorevole solo per l'impiego agricolo.

Nella Carta Geologico-Applicativa sono stati riportati i dati riferiti al primo strato, in quanto qualsiasi scavo o costruzione coinvolgono prevalentemente questa porzione del sottosuolo; inoltre le tensioni indotte da fondazioni continue su trave rovescia o isolate su plinto è probabile che raggiungano solo marginalmente il secondo strato, incontrando evidentemente rilevanti problematiche di portanza e cedimento.

Complessivamente si può affermare che il terreno esaminato possiede una **qualità geotecnica scadente**, motivata dalla presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi sciolti per spessori rilevanti; tuttavia non si possono escludere variazioni di proprietà meccaniche da zona a zona, ma la verifica puntuale dovrà essere eseguita di volta in volta in funzione della tipologia e dell'estensione dell'intervento costruttivo.

9 – VALUTAZIONI DI SINTESI

Le risultanze dei dati raccolti nella fase analitica sono state interpretate criticamente nella fase di valutazione, costruendo la **Carta di Sintesi** (tav. 5) in scala 1:10.000, che fornisce un quadro complessivo dello stato del territorio. Per la natura ed i contenuti di tale documento esso rappresenta un mezzo diretto di pianificazione, poiché mette in relazione i fattori geologici e fisici del paesaggio con gli elementi di rischio idrogeologico e con i vincoli ambientali. L'esame completo della carta evidenzia in modo chiaro i settori del territorio interessati da maggiori problematiche di ordine geologico-tecnico e/o vincolistico, imponendo inevitabilmente le scelte più conformi al rispetto ed alla tutela del patrimonio naturalistico del sito.

Di seguito si descrivono tutti gli elementi riportati nella carta.

9.1 – FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI E QUIESCENTI

I fenomeni geomorfologici riportati nella carta sono riferiti ai processi attivi e quiescenti che svolgono o possono svolgere attualmente un'azione di trasformazione che contribuisce all'evoluzione dinamica del sistema territoriale. Come già detto, trattandosi di una zona di pianura lontana da corsi d'acqua naturali, non sono presenti intensi ed estesi fenomeni morfogenetici. Le manifestazioni riscontrate si riferiscono alla corrente idrica lungo la Roggia Brambilla, dove i settori di **crisi idraulica**, localizzati in prossimità delle strozzature della sezione di deflusso e dei tratti intubati, possono causare in condizioni di precipitazioni meteoriche eccezionali esondazioni ed allagamenti, con interessamento di gran parte del centro abitato attorno a via Roma.

Il rischio di esondazione di corsi d'acqua principali risulta praticamente nullo, in quanto sia il fiume Adda che il fiume Serio si trovano ad una distanza elevata e comunque tale da non interferire con il territorio di Pagazzano. A conferma di ciò è stato illustrato nella fig. 7 uno stralcio della carta allegata al PAI (Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico), dove si nota che la fascia di esondazione perimetrale all'alveo del fiume Serio arriva a lambire l'estremità orientale del comune di Morengo.

9.2 – ELEMENTI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Per configurare il quadro completo della condizione di degrado geologico del territorio sono stati cartografati gli elementi di pericolosità che risultano connessi alla qualità meccanica dei terreni ed alle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo.

Conformemente a quanto affermato nel capitolo 8 il terreno su cui sorge il comune di Pagazzano è costituito da materiale dotato di proprietà meccaniche scarse, soprattutto nell'immediato sottosuolo entro i primi 7.0 m di profondità. Tuttavia le limitazioni imposte da tale assetto geotecnico non rappresentano potenziali elementi di rischio elevato, specialmente quando i carichi trasmessi dalle fondazioni delle strutture edilizie non raggiungono valori rilevanti. Nella Carta di Sintesi sono state invece segnalate puntualmente due aree per le quali si prevede che il terreno possa avere **caratteristiche geotecniche pessime**, dovute sia alla natura del materiale presente che alle modalità di messa in posto dello stesso. Si tratta di due **discariche**, una situata in prossimità del cimitero e l'altra localizzata sul prolungamento a N della via Toscanini, riempite con prodotti di provenienza incerta, ricavate in corrispondenza di antichi scavi eseguiti negli anni '50. Ovviamente il riporto incontrollato del materiale e la mancanza di un adeguato costipamento in fase di stesura fanno ritenere assolutamente rischioso operare interventi su tali aree, se non successivamente ad indagini geognostiche dettagliate.

L'insieme dei fattori che delineano la pericolosità idrogeologica del territorio è completato dalla localizzazione, dalla distribuzione e dal movimento delle acque sotterranee. Il **grado di vulnerabilità elevato**, determinato attraverso l'analisi numerica descritta nel capitolo 7, crea i presupposti per temere su tutto il territorio una serie di rischi di ordine idrogeologico, connessi con le conseguenze negative che alcuni interventi antropici irrazionali possono avere sulla qualità delle acque di falda. Evidentemente la tipologia delle operazioni costruttive, delle espansioni edilizie e delle pratiche agricolo-zootecniche pone una condizione di rischio reale variabile, in funzione della presenza di potenziali fonti di inquinamento delle acque sotterranee.

9.3 – VINCOLI AMBIENTALI

I vincoli ambientali rappresentano nella gestione delle trasformazioni territoriali dei punti di riferimento con i quali i cittadini si devono confrontare per garantire la compatibilità fra l'intervento previsto ed il rispetto delle peculiarità paesaggistiche dell'area. La tipologia e la localizzazione dei vincoli è stata definita attraverso l'esame degli elementi fisico-naturali e delle strutture antropiche esistenti sul territorio di Pagazzano, ricercando negli archivi della Regione Lombardia e dell'Ufficio Tecnico Comunale le informazioni necessarie per la corretta delimitazione delle aree tutelate.

I vincoli inseriti nella Carta di Sintesi sono i seguenti.

9.3.1 – Area d'interesse archeologico ai sensi del D.Lgs 29-10-1990, n.490

Nel territorio di Pagazzano non vi sono attualmente aree soggette a vincolo archeologico. Tuttavia nel 1952, durante gli scavi per la costruzione dell'abitazione di proprietà dei Sigg. Moriggi, è stata rinvenuta una tomba ascrivibile al periodo tardo-

gallico, che ha condotto a ritenere l'area circostante il fabbricato situato in via Papa Giovanni XXIII di interesse dal punto di vista archeologico. Ciò significa che interventi edilizi che prevedano la realizzazione di scavi dovranno essere segnalati all'ufficio del Soprintendente Archeologico del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

9.3.2 – Vincolo Legge 08-08-1985, n. 431

Si tratta della cosiddetta Legge Galasso, che ha istituito mediante l'art. 1 l'ampiezza della fascia di rispetto riferita ad alcuni ambiti territoriali fra i quali i corsi d'acqua, i laghi ed i boschi. La D.G.R. 25/07/1986, n. 4/12028, che individua i corsi d'acqua pubblici per i quali si applica il vincolo ambientale, stabilisce che in territorio di Pagazzano sono presenti due elementi idrografici vincolati: la Roggia Pagazzana e la Roggia Frera, quest'ultima situata interamente in territorio di Cologno al Serio, ma con fascia di tutela sviluppata anche su Pagazzano. Pertanto l'area soggetta al vincolo ambientale riguarda una modesta porzione di territorio, situata all'estremità nord-orientale, nella quale la distanza dal corso d'acqua deve essere superiore a 150 m; gli interventi all'interno di tale fascia dovranno essere esaminati da esperti ambientali per il rilascio dell'autorizzazione paesistica, delegata ai comuni dalla Regione Lombardia mediante la Legge Regionale 09-06-1997, n. 18.

9.3.3 – Vincolo D.P.R. 24-05-1988, n. 236

Il decreto prevede nell'art. 6 per le opere di captazione dell'acqua destinata al consumo umano la delimitazione mediante criterio geometrico di una fascia di rispetto di forma circolare con raggio pari a 200 m e centro nella captazione. Considerato che i due pozzi comunali sono situati a modesta distanza i cerchi che definiscono la fascia di rispetto sono coalescenti ed inglobano parte del centro urbano a NE della Piazza Marconi.

Nell'ambito della zona di rispetto sono vietate alcune attività fra le quali:

- l'apertura di nuove discariche
- la dispersione nel sottosuolo di liquidi contaminanti
- l'accumulo di concimi organici, pesticidi e fertilizzanti
- lo stoccaggio di rifiuti, reflui, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
- centri di raccolta o rottamazione di autoveicoli
- le fognature ed i pozzi perdenti
- il pascolo e lo stazzo di bestiame.

All'interno della zona di rispetto è individuata anche la zona di tutela assoluta, formata da un cerchio di raggio pari a 10 m, dove possono essere ospitate solo le opere di presa delimitate da una recinzione.

9.3.4 – Vincolo D.P.R. 10/09/1990, n. 285

Si riferisce all'istituzione nell'art. 57 della fascia di rispetto cimiteriale che per i comuni con un numero di abitanti inferiore a 10.000 è pari a 50 m. Nell'ambito del

territorio esaminato è presente un'unica area cimiteriale di modesta estensione; pertanto l'area complessiva individuata mantenendo le distanze richieste è pari a circa 36.000 m².

9.3.5 – Vincolo di riserva naturale

Nonostante non siano individuate precipuamente in territorio di Pagazzano riserve naturali, in ragione dell'importanza e della vicinanza al confine comunale è stata delimitata la Riserva Naturale Fontanile Brancaleone, situata nel comune di Caravaggio. L'istituzione della riserva è avvenuta mediante Delibera del Consiglio Regionale del 05-02-1985, n. III/1894 e prevede la conservazione delle peculiarità naturalistiche dell'area, la tutela della fauna invertebrata ed il controllo della fruizione didattica del territorio.

A completamento della documentazione di sintesi sono state indicate alcune **aree di interesse scientifico-naturalistico**, per le quali le caratteristiche idrogeologiche ed ambientali rendono il sito particolarmente favorevole all'utilizzo a fini scientifici. Si tratta, oltre che della citata Fontana Brancaleone, del fontanile attivo situato presso la Cascina Bianchi; per queste aree si consiglia di esercitare un'azione di protezione da eventuali insediamenti antropici, a garanzia del rispetto e della conservazione del patrimonio naturalistico del territorio.

10 – FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

L'insieme dei dati analizzati nella prima fase dell'indagine ed interpretati nella seconda fase sono stati impiegati, eseguendo un'azione di intreccio critico, per la costruzione della **Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano** (tav. 6a e 6b). Si tratta del documento finale della pianificazione geologica, che contiene la zonazione del territorio secondo fasce omogenee per le quali sono individuate specifiche limitazioni agli interventi edilizi; la delimitazione delle varie aree è stata effettuata sulla base delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei siti indagati.

Dunque quest'ultima carta risulta molto pregnante nella formulazione delle scelte di pianificazione urbanistica in quanto, non solo definisce le zone connesse con diverso grado di pericolosità, ma stabilisce anche le norme da rispettare per la predisposizione degli approfondimenti geologici, idraulici e geotecnici.

L'esame dettagliato in fase progettuale delle problematiche segnalate consentirà agli utenti di realizzare gli interventi di urbanizzazione secondo criteri volti alla tutela del patrimonio paesaggistico ed alla garanzia della funzionalità nel tempo dei manufatti.

La Carta della Fattibilità è stata compilata alla scala 1:10.000 su tutto il territorio ed alla scala 1:2.000 su un'area significativa comprendente le zone di espansione, secondo le indicazioni dettate dalla D.G.R. 15-01-1999, n. 6/40996.

Di seguito si descrivono in dettaglio le caratteristiche delle quattro classi, facendo ovviamente riferimento alla condizione ambientale di Pagazzano ed alle ragioni che hanno ispirato l'attribuzione alle varie aree della rispettiva classe di appartenenza.

10.1 – CLASSE 1 (Fattibilità senza particolari limitazioni)

In questa classe sono comprese le aree per le quali non sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in atto e condizioni geologiche tali da limitare l'urbanizzazione e la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle territoriali.

L'area di Pagazzano, per la sua conformazione geologica e per l'assetto idrogeologico che la caratterizza, è sprovvista di zone in classe 1; tale scelta risiede nella necessità di valutare sempre e comunque in ambito costruttivo l'influenza esercitata dalla qualità meccanica dei terreni di fondazione e le possibili conseguenze negative sulle caratteristiche delle acque sotterranee.

10.2 – CLASSE 2 (Fattibilità con modeste limitazioni)

Le aree comprese in questa classe sono caratterizzate da condizioni geologiche generali che comportano modeste limitazioni nei confronti della modifica della destinazione d'uso dei terreni. Gli elementi connessi con il potenziale dissesto sono stati riconosciuti a livello puntuale con estensione ed intensità ridotte.

La quasi totalità del territorio risulta compresa nella classe 2, per la quale nella fattispecie le limitazioni sono riferite alla qualità geotecnica dei terreni ed all'assetto geometrico delle acque sotterranee. In sostanza le problematiche geologiche connesse ad interventi costruttivi sono da attribuire al ridotto stato di addensamento dei materiali ghiaioso-sabbiosi che compongono l'immediato sottosuolo ed all'elevata vulnerabilità degli acquiferi.

Pertanto, laddove siano previsti interventi di urbanizzazione e trasformazione territoriale, si delineano le seguenti due tipologie di approfondimento e studio geologico:

1) **interventi privi di rischio di inquinamento delle acque sotterranee**

in questo caso la realizzazione di edifici residenziali, fabbricati industriali e manufatti aventi un rilevante impatto sul terreno deve essere preceduta da un'indagine geotecnica finalizzata all'acquisizione, mediante prove in sito e/o di laboratorio, dei parametri meccanici che caratterizzano il terreno ed alla valutazione della capacità portante e dei cedimenti; la relazione geotecnica di corredo all'indagine geognostica dovrà contenere in dettaglio la descrizione delle elaborazioni effettuate e l'indicazione delle tecniche costruttive più idonee a garantire la stabilità strutturale dei manufatti;

2) **interventi connessi al rischio di inquinamento delle acque sotterranee**

la tipologia della problematica diviene in questa situazione di ordine idrogeologico, pertanto richiede uno studio dettagliato sulle proprietà, la geometria ed il chimismo delle acque sotterranee, al fine di determinare le eventuali soluzioni tecniche da impiegare per ridurre al minimo la possibilità di creare dispersioni nel sottosuolo di liquidi contaminanti, provocando l'inquinamento delle acque sotterranee; tali verifiche sono ulteriormente indispensabili per le aree comprese nella fascia di rispetto dei pozzi pubblici, dove, sebbene venga captata una falda artesianica profonda, la protezione degli acquiferi diviene estremamente importante.

Per gli interventi che comportano contemporaneamente problematiche geotecniche ed idrogeologiche si potrà redarre un unico documento, contenente le risultanze dello studio completo eseguito secondo le norme suddette. In tutti i casi sarà obbligatoria la predisposizione fra i documenti di progetto di una relazione, firmata da tecnico abilitato, che confermi le scelte progettuali e fornisca garanzie di stabilità delle strutture e/o escluda possibilità di fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee.

10.3 – CLASSE 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni)

La classe comprende le aree interessate da una condizione di pericolosità idrogeologica elevata, che impone consistenti limitazioni nella destinazione d'uso dei terreni. I processi, i fenomeni e gli elementi di rischio sono stati osservati sul terreno in corrispondenza di localizzati settori territoriali con caratteri di intensità decisamente elevata.

In questa classe sono state inserite le aree in corrispondenza delle quali è stata segnalata la presenza di discariche, riempite con materiale di provenienza incerta. L'indagine geognostica, associata a qualsiasi eventuale intervento, dovrà in tal caso prevedere, oltre all'esecuzione di prove che misurino la resistenza del terreno, anche la realizzazione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo, che consentano di riconoscere la stratigrafia del sottosuolo e di identificare la natura del riempimento.

Come per le aree in classe 2 dovrà essere redatta un'apposita relazione a firma di tecnico abilitato che illustri le indagini effettuate e fornisca soluzioni costruttive che permettano l'intervento in una zona fortemente penalizzata, stabilendo eventuali opere di bonifica e/o sistemazione.

10.4 – CLASSE 4 (Fattibilità con gravi limitazioni)

In questa classe sono inserite le aree per le quali lo studio geologico di supporto al Piano Regolatore ha individuato gravi limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio. In sostanza il grado di pericolosità è tale da escludere qualsiasi nuova edificazione che non sia volta alla sistemazione ed al consolidamento per la messa in sicurezza della zona.

Il territorio di Pagazzano non è interessato da aree in classe 4, in quanto la tipologia delle penalizzazioni di ordine geologico non assumono in alcun caso intensità e rilevanza tali da giustificare l'impossibilità di realizzare qualsiasi tipo d'intervento.

Le norme tecniche relative agli studi di approfondimento geognostico e geotecnico non si applicano alle aree residenziali di completamento già riconosciute nel Piano Regolatore vigente. Nel caso invece delle lottizzazioni industriali e residenziali, definite quali nuove espansioni, sarà possibile redarre un unico studio esteso a tutto il comparto, valevole per gli edifici in esso inseriti.

Infine si segnala che la zonazione del territorio con la suddivisione in classi di fattibilità stabilisce una serie di norme tecniche che si sommano comunque a quelle di tutela ambientale previste dai vari vincoli, che di volta in volta potranno imporre soluzioni e studi aggiuntivi rispetto a quanto esposto in tale sede, secondo le intenzioni degli enti gestori dei vincoli.

11 - BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (1970): *Carta Geologica d'Italia – Foglio Treviglio*. Servizio Geologico Nazionale, Roma.
- AGRITER (1998): *Domanda di escavazione di un pozzo ad uso domestico ed antincendio*. Azienda Agricola Eredi Merigo Rosolo
- BENINI G. (1990): *Sistemazioni idraulico-forestali*. Utet.
- BERETTA G.P. (1992): *Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee*. Pitagora Editrice Bologna
- CNR-GNDICI (1988): *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Pubblicazione n. 75, Ed. Geograph.
- CASTIGLIONI G.B. (1989): *Geomorfologia*. Utet.
- CELICO P. (1986): *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore.
- CIVITENGA M. (2000): *Studio geologico-applicativo di un'area in variante al P.R.G. del Comune di Pagazzano*. Arrigoni Battista S.p.A..
- COMMISSIONE PER LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DEL CNR (1992): *Proposta di segni convenzionali*. CNR Roma.
- COMUNE DI PAGAZZANO (2000): *Pagazzano un castello da riscoprire*.
- GEOTEST (1977): *Note idrogeologiche relative ad un pozzo pubblico trivellato in Comune di Pagazzano*. Comune di Pagazzano.
- GRANATA E. (1986): *Relazione geologico-tecnica per l'ampliamento del cimitero comunale*. Comune di Pagazzano.
- LANCELOTTA R. (1987): *Geotecnica*. Zanichelli.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO: *Annali Idrologici*. Ufficio Idrografico del Po, parte 1° e 2°.

ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI (1988): *Zonazione geologica per la pianificazione territoriale*. Quaderni di geologia applicata, n. 1

ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI (1987): *Geologia e pianificazione*. Consiglio Consultivo Regionale della Lombardia, Milano.

PANIZZA M. (1975): *Ricerche di geomorfologia applicata alla pianificazione territoriale*. Memorie della Società Geologica Italiana, vol. XIV, Bari.

PROVINCIA DI BERGAMO – DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA DELL'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO (2000): *Carta Geologica della Provincia di Bergamo*. Servizio Territorio della Provincia di Bergamo.

SCESI L., PAPINI M. (1995): *Il rilevamento geologico-tecnico*. Città Studi Edizioni.

REGIONE LOMBARDIA, ERSAL (1996): *Progetto carta pedologica – I suoli del trevigliese*.

STABILINI C. (2000): *Indagine geotecnica sul terreno di fondazione del nuovo capannone industriale sito in Comune di Pagazzano*. Arrigoni Battista S.p.A..

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO, CNR, PROVINCIA DI BERGAMO (2000): *Carta idrogeologica e dei principali elementi di impatto ambientale della fascia dei fontanili compresa tra i fiumi Adda e Oglio*.

ALLEGATO 1
Stratigrafie dei pozzi per acqua

ALLEGATO 2
Analisi chimiche dell'acqua dei pozzi comunali

ALLEGATO 3
Indagini geognostiche – Prove penetrometriche

ALLEGATO 4
Documentazione fotografica