

# COMUNE DI MONTALE

PROVINCIA DI PISTOIA



Legge Regionale 16/01/1995 n°5, artt.24-25

Progettista: arch. Giannino Biaggini

Collaboratori: arch. Benedetta Biaggini  
arch. Liliana Crocetti  
arch. Alessandro Mangiapane

Indagini geologiche: Mannori & Burchietti Geologi Associati  
dott. geol. Gaddo Mannori

Indagini sulle trasformazioni  
economiche e sociali: dott. Luciano Pallini

Responsabile del servizio urbanistica  
ed edilizia privata: geom. Riccardo Vivona

Garante per l'informazione: dott. Vincenzo Zuccaro

B.9. - GLI STUDI GEOLOGICI

## LA RELAZIONE GEOLOGICA

# 1

Il sindaco: Piero Razzoli

## **INDICE**

<b>1 – SCOPO DELL’INCARICO E GRUPPO DI LAVORO</b>	<b>pag. 3</b>
<b>2 – RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA</b>	<b>pag. 4</b>
<b>3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO</b>	<b>pag. 5</b>
<b>4 – RILIEVI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI</b>	<b>pag. 6</b>
<b>4.1 – Carta dell’acclività dei versanti</b>	<b>pag. 6</b>
<b>4.2 – Carta geologica con indicazioni litotecniche</b>	<b>pag. 8</b>
<b>4.3 – Carta geomorfologica</b>	<b>pag. 13</b>
<b>4.4 – Carta delle aree allagate</b>	<b>pag. 14</b>
<b>4.5 – Carta idrogeologica</b>	<b>pag. 17</b>
4.5.1 – La permeabilità	<b>pag. 18</b>
4.5.2 – Acquiferi e morfologia della superficie freatica di pianura	<b>pag. 22</b>
4.5.3 – Vulnerabilità degli acquiferi	<b>pag. 23</b>
<b>4.6 – Carta dei dati di base</b>	<b>pag. 26</b>
<b>ALLEGATO B 9.1.2.1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>pag. 28</b>

## **COMUNE DI MONTALE**

### **RELAZIONE GEOLOGICA (DCRT n° 94/85)**

---

#### **1 - SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO**

Il Comune di Montale, volendo procedere alla elaborazione del Piano Strutturale, ha promosso, ai sensi della normativa vigente, lo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio comunale e la raccolta dei dati utili per la formazione di un Sistema Informativo Territoriale. Con disciplinare d'incarico del 27/05/03, rep. 3223, l'Amministrazione Comunale affidava al Dott. Gaddo Mannori dello Studio Mannori e Burchietti Geologi Associati l'incarico per "la redazione degli studi geologico-ambientali di supporto al Piano strutturale".

Pur nella unitarietà dell'intero lavoro il dottor Gaddo Mannori ha curato in particolare il coordinamento generale, i rilievi in campagna e la raccolta dati, la dott.ssa Gabriella Burchietti ha elaborato la Carta dell'Acclività e si è occupata della restituzione cartografica e del progetto di informatizzazione; l'elaborazione delle carte di pericolosità risulta dalla discussione congiunta di tutti i dati raccolti. Ha fornito un contributo importante il tecnico dell'Ufficio comunale geom. Riccardo Vivona con cui sono state discusse tutte le fasi del lavoro.

#### **2 - RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA**

Lo studio effettuato fa riferimento alla Deliberazione Regionale n.94 del 12 febbraio 1985 ed alla L.R. n° 5 del 16 Gennaio 1995.

La Deliberazione 94/85 detta le norme attuative della L.R. 17 aprile 1984 n. 21 "per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico". Con questo strumento legislativo la Regione Toscana ha fornito una serie di indicazioni tecniche e metodologiche, che traggono origine sia da leggi nazionali, sia dalle esperienze maturate negli ambiti della ricerca scientifica e nelle conclusioni del Progetto finalizzato "Geodinamica". In particolare la normativa regionale fa diretto riferimento all'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981 n. 74 ai fini della prevenzione del rischio sismico per i comuni classificati sismici ai sensi della Legge 2.2.1974 n. 64 e successive modificazioni.

Infine, attraverso l'applicazione della citata direttiva n. 94, trovano specifiche indicazioni operative i criteri contenuti al punto H del D.M. 11.03.88 circa la fattibilità geotecnica su grandi aree.

La L.R. 5/95 e le deliberazioni e circolari applicative riconfermano la necessità di dotare gli strumenti di studi geologici mirati alla definizione dei vari gradi di pericolosità.

### **3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO**

I risultati dello studio sono stati suddivisi in due parti. La prima comprende le carte di analisi delle caratteristiche fisiche del territorio:

- Doc. B 9.1 Relazione Geologica
- Tav. B 9.2.1.1 Carta dell'acclività
- Tav. B 9.2.1.2 Carta geologica con indicazioni litotecniche
- Tav. B 9.2.1.3 Carta geomorfologica
- Tav. B 9.2.1.4 Carta delle aree allagate
- Tav. B 9.2.1.5 Carta Idrogeologica
- Tav. B 9.2.1.6 Carta dei dati di base

La seconda parte contiene i documenti relativi alle zonazioni di pericolosità derivanti da fattori geomorfologici ed idraulici.:

- Doc. C 3 Relazione sulla pericolosità geologica e idraulica
- Tav. C 3.2.1 Carta della pericolosità geologica
- Tav. C 3.2.2 Carta della pericolosità idraulica
- Tav. C 3.2.3 Carta degli ambiti B

La presente relazione si riferisce alla prima parte; i criteri di analisi e i risultati relativi alla seconda parte sono discussi nel Doc. C 3.

Le metodologie utilizzate per il rilievo, l'elaborazione e la restituzione cartografica di ogni tematismo sono illustrate nei capitoli in cui vengono descritte le singole tavole.

I rilievi sul terreno sono stati eseguiti in scala 1:10.000 e restituiti utilizzando la cartografia più aggiornata della Regione Toscana.

#### **4 - RILIEVI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI (DCRT n° 94/85)**

Le carte tematiche in forma digitale sono autosufficienti, nel senso che contengono legende che compaiono a comando. Tuttavia si è ritenuto opportuno redigere queste brevi note illustrative che hanno i seguenti scopi principali:

- elencare le fonti da cui derivano i dati presentati
- indicare le procedure adottate per i rilievi e l'elaborazione dei dati
- segnalare la completezza ed il grado di attendibilità dei dati
- facilitare l'utente nell'estrazione dei diversi tematismi

#### **4.1 – CARTA DELL'ACCLIVITÀ DEI VERSANTI (TAV. B 9.2.1.1)**

Riporta la pendenza media dei versanti distinta nelle seguenti classi:

- classe 1: pendenze comprese fra 0 e 5 %
- classe 2: pendenze comprese fra 5 e 15 %
- classe 3: pendenze comprese fra 15 % e 25 %
- classe 4: pendenze comprese fra 25 % e 35 %
- classe 5: pendenza superiore al 35 %

La scelta delle cinque classi è stata fatta nel rispetto delle indicazioni fornite dalla Deliberazione Regionale n° 94 del 12/02/85 che sottolinea l'importanza delle soglie del 15% e del 25% ai fini della valutazione della instabilità dinamica dovuta ad eventi sismici rispettivamente in condizioni di sottosaturazione e di saturazione del terreno; inoltre, abbiamo ritenuto opportuno inserire la prima classe (fra 0 e 5%) per meglio dettagliare la parte pianeggiante del territorio.

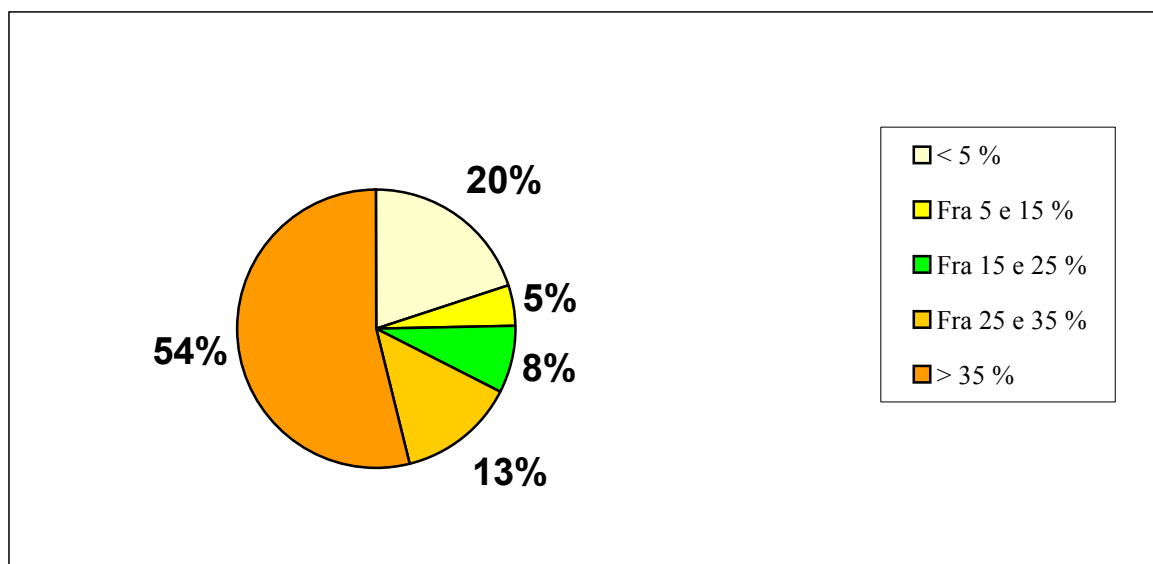
Il sistema utilizzato per l'elaborazione di questa carta parte dalla ricostruzione della altimetria attraverso una rete di triangolazione (TIN) che dà origine ad un modello tridimensionale del terreno la cui superficie è rappresentata da elementi triangolari a pendenza costante. Da questo modello è stata ricavata una griglia (GRID) le cui celle hanno il lato di m 10; ad ogni cella viene attribuita in modo automatico la pendenza

media della porzione di territorio in essa compresa. La carta così ottenuta risultava molto “frastagliata”, caratterizzata da un elevato numero di aree di dimensioni anche molto piccole (aree inferiori a qualche centinaio di metri quadrati), che rendevano la carta di difficile lettura. E’ stato perciò necessario procedere ad una “ripulitura” automatica in cui le aree con superficie non significativa sono state eliminate.

Si rileva che la distribuzione delle classi di acclività è rigorosamente controllata dalla litologia: le aree a maggior acclività corrispondono agli affioramenti della formazione dell’Acquerino, meno soggetti a fenomeni di erosione areale; le aree con acclività intermedia (da 15% a 25%) comprendono con buona approssimazione gli affioramenti della Formazione di Sillano, che per le sue caratteristiche litologiche risulta maggiormente erodibile, e tende quindi ad originare versanti poco acclivi; le aree con pendenza compresa fra 5 e 15% corrispondono alle fasce pedemontane costituite prevalentemente da terreni detritici o alluvionali di maggior pezzatura.

Il grafico di Fig. 1 che segue illustra le percentuali delle classi di acclività rappresentate della Tavola B 9.2.1.1. Circa un quarto del territorio è compreso nelle classi di acclività più bassa (fino al 15% di acclività); corrisponde alle aree di bassa e alta pianura. Oltre il 50% ricade invece nella classe a maggiore acclività. Risulta piuttosto limitata la fascia ad acclività “intermedia” in genere più facilmente utilizzabili ai fini agricoli fin dai tempi antichi. Questa fascia nella zona pistoiese costituisce un ambiente collinare di alto pregio con coltivazioni (quasi sempre viti e olivi) e sistemazioni agrarie (terrazzamenti) che hanno elevata valenza storica e paesaggistica.

Fig. 1 – Distribuzione percentuale delle classi di acclività



#### 4.2 – CARTA GEOLOGICA CON INDICAZIONI LITOTECNICHE (TAV. B 9.2.1.2)

In questa tavola le rocce ed i terreni affioranti nel territorio comunale sono stati suddivisi secondo un criterio stratigrafico tenendo comunque conto degli aspetti litologici e cronologici. I rilievi geologici precedenti risalivano al 1990 con la Carta Geologica Generale in scala 1:5.000 allegata al PRG adottato nel 1992. Si tratta di una carta rilevata con criteri adatti alle normative del tempo ma attualmente non più rispondenti alle richieste attuali. E' stato quindi necessario procedere ad un rilievo *ex-novo* in scala 1:10.000 con i criteri codificati recentemente per la redazione della Carta Geologica Regionale ed ispirati alle procedure del Servizio Geologico Nazionale per il Progetto CARG Cartografia Geologica.

Nella legenda della Carta le varie formazioni sono state classificate in tre categorie in base alle caratteristiche litotecniche (caratteristiche Scadenti, Medie, Buone); la valutazione, in questa fase, si è basata su caratteri qualitativi rimandando ai successivi studi per il Regolamento Urbanistico l'analisi di dettaglio ottenuta dai dati sulle indagini di sottosuolo in possesso dell'Amministrazione e da rilievi a scala maggiore. Come si



vede dallo schema riportato nella tavola B 9.2.1.2 sono stati classificati come francamente “scadenti” i soli Depositi di frana ed i terreni di riporto; caratteristiche intermedie fra “scadenti e “medie” sono state attribuite a: Detriti eluvio colluviali, Formazione di Sillano e le Argille a Palombini; tutte le altre formazioni rilevate hanno caratteristiche litotecniche medio-buone.

Si fornisce una breve descrizione delle singole unità litologiche distinte nella carta.

### ***Coperture detritiche e depositi alluvionali di pianura (Olocene)***

#### **Frane con indizi di evoluzione**

Accumuli gravitativi di materiale di pezzatura molto variabile con evidenze di movimenti in atto o recenti. Si tratta di fenomeni che hanno interessato solamente le coperture delle formazioni del substrato con meccanismi complessi di rotazione e di scivolamento. La composizione litologica dei corpi di frana dipende dalle formazioni su cui questi fenomeni si sviluppano per la maggior parte i materiali degli accumuli sono costituiti da depositi sabbioso-limosi delle coperture dei flysch arenacei.

#### **Frane senza indizi di evoluzione**

Accumuli gravitativi di materiale eterogeneo e granulometria molto variabile senza evidenze di movimenti in atto o recenti che hanno raggiunto un buon grado di stabilizzazione. Per quanto riguarda il tipo di fenomeno e la composizione litologica degli accumuli valgono le osservazioni già esposte al punto precedente.

#### **Terreni di riporto**

Accumuli di origine antropica rappresentati dall'area dell'ex cava Natali recentemente colmata con materiali terrosi.

#### **Depositi eluvio-colluviali**

Materiale eterogeneo a varia pezzatura derivante dall'alterazione della roccia del substrato accumulato in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento.

#### **Depositi alluvionali recenti**

Depositi alluvionali di media e bassa pianura in prevalenza costituiti da argille e limi.

#### ***Depositi di conoide e di fondovalle dei torrenti Agna e Settola (Pleistocene-Olocene)***

#### **Depositi attuali e recenti**

Ciottolami e sabbie del primo terrazzo sul fondovalle dei torrenti.

#### **Depositi antichi**

Ciottolami e sabbie del terrazzo superiore nel fondovalle del torrente Agna.

#### **Depositi di conoide**

Ciottoli e ghiaia con livelli di sabbie e limi dei conoidi dei torrenti Agna e Settola.

#### ***Successione “Ligure”***

#### **Formazione di Sillano**

Argilliti e siltiti di colore grigio scuro con inclusi blocchi di natura calcarea di colore nocciola e rossastro, calcareo marnosa di colore verdastro e arenacea. (Cretaceo Superiore - Eocene inferiore).

#### **Argille a Palombini**

E' costituita da un'alternanza di calcisiltiti e calcilutiti grigio scure con base frequentemente calcarenitica, alternate a argilliti brune a frattura scagliosa. Lo spessore degli strati calcarei può superare anche il metro, ma in media è compreso fra 40 e 60 centimetri. (Cretaceo).

### ***Successione Toscana***

#### **Formazione dell'Acquerino (*Membro pelitico arenaceo*)**

Siltiti prevalenti con strati di arenaria e, più raramente, di marne. Lo spessore degli strati arenacei è generalmente compreso fra 10 e 25 centimetri; la granulometria varia da fine a grossolana al variare dello spessore degli strati. (Miocene inferiore).

#### **Formazione dell'Acquerino (*Membro arenaceo*)**

Arenarie grossolane in strati molto spessi e in banchi con intercalazioni sottili di siltiti ed argilliti; talora alla base dei banchi sono presenti brecciole costituite da calcari micritici, siltiti ed argilliti. (Oligocene superiore – Miocene inferiore).

In carta sono state riportate le linee di ugual profondità del tetto delle rocce del paleoinvaso lacustre (isobate) espresse quote s.l.m.; sono state elaborate utilizzando i dati di perforazioni profonde, eseguite in passato per scopi diversi.

Come si vede il substrato si approfondisce verso il centro del bacino con una pendenza piuttosto regolare di poco superiore al 5%.

La sezione geologica riportata in carta illustra la situazione strutturale e i rapporti stratigrafici fra le varie formazioni. Si osserva:

- La profondità del substrato al di sotto della pianura alluvionale è stata ricavata dalle isobate. Le rocce del substrato non sono state rappresentate in sezione perché non esistono dati attendibili sulla loro litologia e sul loro assetto strutturale.
- L'elemento strutturale di maggior importanza è costituito dalla faglia che separa

le formazioni arenacee terziarie dalla successione ligure; si tratta di un elemento di carattere regionale che dà origine a morfologie e ambienti molto diversi tra loro, evidenziati anche nella carta dell'acclività e dell'uso del suolo.

Analizzando la Carta litologica alla scala dell'intero Comune, si differenziano in modo evidente alcune zone caratterizzate da una marcata omogeneità litologica e quindi morfologica che ha dato luogo, fin da epoche remote, a differenti utilizzazioni dell'ambiente.

**Ambiente di pianura dei depositi alluvionali.** Occupa la parte meridionale del territorio del comune ed è solcato dai principali corsi d'acqua (Agnà, Settola e Bure); una complessa rete di fossi secondari invasa e smaltisce le acque basse. Si tratta di un ambiente fortemente antropizzato fin da epoche storiche, attualmente sede delle principali attività produttive del Comune e delle principali infrastrutture viarie.

**Ambiente di bassa collina della Successione “Ligure”.** Occupa i primi rilievi collinari e si spinge fino a poco più di 200 metri di quota. Questa parte di territorio è caratterizzata da morfologie dolci dovute alla facile erodibilità delle litologie argillitiche del substrato. Le caratteristiche morfologiche hanno permesso la coltivazione a vite ed olivo su terrazzamenti artificiali documentati fin da epoche remote. Attualmente questa zona rappresenta un'area con un elevato valore paesaggistico con un'agricoltura non “industrializzata” ancora in gran parte gestita a livello familiare, spesso *part-time*.

**Ambiente di alta collina delle arenarie dell'Acquerino.** Costituisce la parte alta del territorio comunale, oltre i 200 metri circa di quota fino a raggiungere il crinale dello spartiacque appenninico. L'elevata resistenza all'alterazione delle arenarie di questa formazione fanno sì che la pendenza sia quasi ovunque superiore al 35%, tanto che l'utilizzo di questi terreni per pratiche agricole è sempre stato sporadico e limitato alla selvicoltura.

#### **4.3 – CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. B 9.2.1.3)**

La Carta geomorfologica è stata elaborata con criteri nuovi rispetto alle carte che generalmente hanno corredato fino ad ora gli SU, suggeriti anche dalle prime diffuse esperienze di gestione da parte dei Comuni dei PS e relativi RU.

L'intento è stato quello di cartografare tutti quei caratteri geomorfologici che hanno diretta ricaduta sulla pericolosità, tralasciando quelle forme, che pur avendo un qualche significato di carattere teorico-scientifico, non hanno alcuna influenza sull'effettiva pericolosità e nessuna ricaduta sulla normativa, a meno di assurde complicazioni, appunto solo teoriche, che diventano incomprensibili e quindi difficilmente attuabili.

Per questo lo studio è stato svolto privilegiando il lavoro di campagna, evitando di appesantire inutilmente la carta con una quantità di segni quasi sempre ricavati, con attendibilità discutibile, solo dalla fotointerpretazione.

Naturalmente tutti i caratteri geomorfologici, anche i meno rappresentati, segnalati nella carta geomorfologica del Comune, per esempio quella presentata nel 1992 e allegata al PRG vigente, sono stati verificati direttamente in campagna; tra l'altro la stessa carta è stata ripresa senza alcuna modifica sostanziale, nelle carte geomorfologiche del PTC ed in quelle del rischio del Progetto di PAI.

Gli elementi essenziali per la zonazione di pericolosità indicati dall'art. 26 del PTC sono stati presi in considerazione. In particolare:

- Le aree soggette a frane attive e a frane quiescenti sono comprese in “Frane in evoluzione”; le “aree soggette a frane stabilizzate” sono comprese nelle “Frane senza indizi di evoluzione”; le aree potenzialmente franose per crollo sono state indicate nella carta.
- I “Fenomeni di instabilità superficiali di modeste dimensioni” sono stati indicati come “Frane di dimensioni non cartografabili”.
- Le coltri e falde detritiche di varia natura sono state indicate nella Carta

Geologica in quanto rappresentano un elemento litologico e non morfologico.

- Gli elementi antropici, compresi le discariche e gli argini di laghi artificiali e le cave sono stati indicati in carta.
- Movimenti di massa superficiali, fenomeni di soliflusso, aree con erosione accentuata e di ruscellamento diffuso non sono presenti nel territorio comunale anche perché il territorio collinare è per la maggior parte boscato ed in buone condizioni di stabilità, così come non sono state riconosciute zone con contropendenza di estensione significativa.

Gli elementi geomorfologici sono stati ricavati da fotointerpretazione utilizzando una copertura aerea presente sull'intero l'intero territorio comunale in scala 1:13.000 (~2100 metri di quota) risalente al 1975. Successivamente si è proceduto ad una verifica in campagna di tutte le forme individuate con particolare attenzione ai fenomeni che potevano maggiormente incidere sulla stabilità del territorio.

Di seguito vengono descritti in dettaglio i principali caratteri geomorfologici cartografati nella Tavola B 9.2.1.3.

#### **Frane con indizi di evoluzione**

Si tratta dei depositi di frana segnalati anche nella Carta geolitologica di Tav. B 9.2.1.2; come detto si tratta di un numero limitato di aree di piccola estensione in cui sono rilevabili indizi di movimenti gravitativi attivi o quiescenti. I movimenti sono prevalentemente traslazionali e più raramente roto-traslazionali complessi con superfici di scivolamento piuttosto superficiali, attestate in corrispondenza del limite coltre detritica/substrato roccioso.

#### **Frane senza indizi di evoluzione**

Si tratta di morfologie originate in epoche remote da movimenti gravitativi più o meno estesi che allo stato attuale possono essere considerati sostanzialmente stabilizzati.

### **Frane di dimensioni non cartografabili**

Si tratta di dissesti localizzati che per la maggior parte hanno interessato cigli di terrazzamento antropico.

### **Aree interessate da fenomeni di crollo**

Sono state cartografate le aree con estesi affioramenti rocciosi ed elevata pendenza in cui sono possibili fenomeni di crollo. Si tratta di una zona lungo la strada provinciale Pistoia Riola, nota con il nome “I Cigni”, dove sono recentemente avvenuti crolli di massi. In Tav. B 9.2.1.3 sono state cartografate con questa definizione sia le aree di possibile distacco sia quelle di propagazione dei materiali soggetti al fenomeno di crollo.

### **Conoidi**

E' stata rilevata l'area dei conoidi dei torrenti Agna e Settola; la loro delimitazione deriva da un rilievo morfologico di dettaglio che ha permesso di individuare le aree di sedimentazione ad alta energia dei due corsi d'acqua, seppure con qualche margine di approssimazione dovuta alla pesante trasformazione del territorio urbanizzato.

### **Isobate del tetto delle rocce del paleoinvaso**

Sono state riportate anche sulla carta geomorfologica le linee di uguale profondità del tetto delle formazioni prelacustri, già indicate nella carta geologica.

### **Orli di scarpate morfologiche**

Sono stati inseriti gli orli di scarpate morfologiche più significativi, verificando quelli identificati mediante fotointerpretazione e quelli riportati nella carta geomorfologica allegata al PRG del 1992.

### **Forme di origine antropica**

A parte l'urbanizzazione e le principali infrastrutture viarie non si rilevano forme

antropiche di particolare impatto sul territorio; le uniche da segnalare sono costituite dal fronte e dal riempimento della ex cava Natali e dall'invaso artificiale a nord del capoluogo con i relativi argini in terra; si tratta anche in questi due casi di presenze non significative che hanno comportato trasformazioni di modesto rilievo.

Sono state cartografate le aree collinari e montane con terrazzamenti artificiali; il terrazzamento, oltre a rappresentare un segno storico dell'utilizzazione del suolo, costituisce, se ben conservato, un elemento di regimazione delle acque superficiali favorevole alla stabilità generale dei versanti. Il terrazzamento artificiale è molto diffuso nelle aree collinari di affioramento delle formazioni "Liguri"; sono praticamente inesistenti nelle aree montane di affioramento delle arenarie che evidentemente, per l'acclività e l'altitudine elevate, sono sempre state coperte da boschi spontanei.

La scarsa diffusione degli elementi geomorfologici che maggiormente incidono sulla stabilità dei versanti (frane, erosione diffusa, movimenti di massa etc. ) denota una bassa propensione al dissesto del territorio nel suo complesso. Le aree soggette a processi morfologicamente degenerativi sono, come è naturale che sia, più frequenti nelle zone di affioramento delle formazioni argillitiche, ma anche in corrispondenza di queste formazioni risultano poco numerose e arealmente poco estese.

#### **4.4 – CARTA DELLE AREE ALLAGATE (TAV. B 9.2.1.4)**

In questa carta è riportata la perimetrazione delle zone storicamente soggette ad inondazione così come indicata dalla Carta delle Aree Allagate redatta dall'Amministrazione Comunale ed adottata con DGC n. 201 del 19/12/01 in adempimento sensi della Norma 6 del DPCM 05/11/99; è stata utilizzata per ottenere una revisione della carta del rischio allegata al Progetto di Piano Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del F. Arno.

Nella carta è stato riportato il reticolo idrografico compresi i fossi secondari delle acque basse e l'ubicazione delle casse di espansione esistenti e in progetto.



Il reticolo delle acque alte è costituito dai seguenti corsi d'acqua:

- Torrente Bure
- Torrente Agna
- Torrente Settola
- Fosso della Badia

Le acque basse sono raccolte da un reticolo di fossi minori con direzione circa nord-sud; i collettori principali delle acque basse sono:

- Fosso dei Mulini
- Fosso di Selvavecchia
- Fosso dell'Agnaccino
- Fosso del Lischeto

I collettori delle acque basse sono affluenti di sinistra del T. Bure nel quale confluiscono tramite portelle; naturalmente questa comunicazione fra acque alte e acque basse è soggetta ad interrompersi in tempi molto brevi quando il livello nel collettore principale subisce un innalzamento a seguito di piogge di intensità anche non eccezionale. Una volta chiuse le portelle le acque si invasano nel reticolo minore accumulandosi con allagamenti diffusi nelle zone più basse del territorio.

Sono state inserite in carta anche le casse di espansione esistenti ed in progetto.

#### **4.5 – CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. B 9.2.1.5)**

Questa carta contiene:

- una zonizzazione della permeabilità dello strato più superficiale del terreno (20 - 30 metri di spessore)
- la morfologia della superficie della falda rappresentata da due serie di isofreatiche relative ad un periodo di “magra” e ad uno di “morbida”
- indicazioni di vulnerabilità degli acquiferi.

##### **4.5.1 – La permeabilità**

La permeabilità delle formazioni rocciose e dei terreni alluvionali costituisce il parametro che più di altri fornisce indicazioni immediate sulle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, e risulta determinante per la valutazione della presenza e, eventualmente, del grado di protezione di un acquifero.

Il parametro "permeabilità" è di difficile determinazione. Le misure effettuate in laboratorio su campioni di terreno e le prove in sito forniscono dati puntuali che non possono essere estrapolati ad intere formazioni rocciose che affiorano per superfici molto ampie e che hanno caratteristiche litologiche e strutturali rapidamente variabili in spazi brevi.

Non potendo quindi contare su dati provenienti da prove dirette, si è dovuto fare ricorso ad un criterio più complesso, basato sulla combinazione, nelle singole formazioni, di una serie di elementi macroscopici quali la porosità, la densità di fratturazione, la densità ed il tipo di carsismo, le caratteristiche strutturali che possono essere valutati direttamente sul terreno e/o ricavati dalla letteratura specifica relativa a zone anche diverse da quella in esame.

Per i sedimenti della pianura valutazioni importanti sulla permeabilità derivano dalla conoscenza delle modalità di formazione e riempimento del paleoinvaso lacustre. Per la distribuzione dei litotipi affioranti nel territorio studiato è stata utilizzata la Carta Geologica di Tav. B 9.2.1.2.

I criteri suddetti e le valutazioni effettuate, pur verificate alla luce di un'approfondita conoscenza del territorio, hanno permesso una zonazione di permeabilità di carattere soltanto qualitativo, con indicazione di massima delle caratteristiche idrogeologiche delle singole formazioni rocciose.

Le formazioni presenti nell'area studiata sono state classificate a seconda della loro permeabilità media, distinguendo permeabilità primaria e permeabilità secondaria. La permeabilità primaria è quella determinata dalla porosità in depositi alluvionali e detritici o comunque in tutti i tipi di sedimenti sciolti; la permeabilità secondaria è invece quella determinata da fratturazione in terreni litoidi.

Situazioni particolari e dati puntuali acquisiti durante studi specifici sul territorio,

hanno permesso in alcuni casi di derogare da questa schematizzazione, permettendo un dettaglio più raffinato.

A scala regionale la situazione idrogeologica dell'intera pianura fra Pistoia e Firenze deriva direttamente dai processi geologici che hanno dato origine alla pianura alluvionale, formatasi, come noto, per il riempimento della depressione palustre che occupava all'inizio dell'era quaternaria l'intera zona compresa fra l'Appennino e la dorsale del Montalbano. L'antico invaso palustre si è colmato per l'apporto solido dei torrenti provenienti essenzialmente dal versante settentrionale della depressione, dove il rapido sollevamento della catena appenninica ha favorito una attività erosiva ancora oggi molto intensa. Ai margini settentrionali della pianura, in corrispondenza dello sbocco dei torrenti principali, si sono così depositati grandi quantità di sedimenti grossolani che hanno formato i conoidi dei torrenti Ombrone, Agna e Bisenzio che costituiscono la caratteristica idrogeologica principale dell'intera pianura. Nella fascia centrale e meridionale della pianura, fossi e torrenti ormai con energia ridotta, e quindi con apporto solido minore, hanno depositato sedimenti a granulometria fine, costituiti in prevalenza da sabbie fini, limi e argille più o meno limose, a permeabilità sempre più bassa via via che si procede verso la bassa pianura in direzione sud e sud-est.

E' riportata di seguito l'assegnazione alle varie classi di permeabilità delle singole formazioni geologiche distinte nella Carta Geologica di Tav. B 9.2.1.2.

#### **Rocce a permeabilità molto scarsa**

PERMEABILITÀ PRIMARIA

PERMEABILITÀ SECONDARIA

Classe I

- Formazione di Sillano
- Argille a Palombini

#### **Rocce a permeabilità scarsa**

PERMEABILITÀ PRIMARIA

PERMEABILITÀ SECONDARIA

Classe 2

Classe II

- Depositi alluvionali recenti

- Membro pelitico arenaceo della Formazione

dell'Acquerino

**Rocce a permeabilità medio alta**

PERMEABILITÀ PRIMARIA

Classe 3

- Depositi di frana
- Terreni di riporto
- Depositi fluviali recenti
- Depositi fluviali antichi
- Depositi eluvio colluviali

PERMEABILITÀ SECONDARIA

Classe III

- Membro arenaceo della Fm dell'Acquerino

**Rocce a permeabilità alta e molto alta**

PERMEABILITÀ PRIMARIA

Classe 4

- Depositi di conoide

PERMEABILITÀ SECONDARIA

Classe IV

Come si vede dall'analisi della Carta il territorio di pianura è caratterizzato da permeabilità alta nelle aree del conoide dei torrenti Agna e Settola e da permeabilità scarsa nel resto del territorio pianeggiante.

Nella maggior parte del territorio collinare affiorano formazioni rocciose caratterizzate da permeabilità secondaria per fratturazione. Definire con sufficiente attendibilità il grado di permeabilità secondaria di un'area costituisce un problema di notevole complessità in quanto occorre acquisire una serie di parametri (composizione litologica, densità di fratturazione, presenza di grandi dislocazioni tettoniche e loro andamento in profondità) di non facile valutazione con le sole osservazioni di superficie e spesso variabili in spazi molto brevi. L'inserimento delle singole formazioni rocciose nelle varie classi di permeabilità si è basato sulla conoscenza dettagliata della composizione litologica, delle caratteristiche strutturali dell'intero territorio provinciale e sull'esame della densità e della portata delle sorgenti.

In sintesi, dall'analisi della parte collinare della carta di permeabilità si osserva:

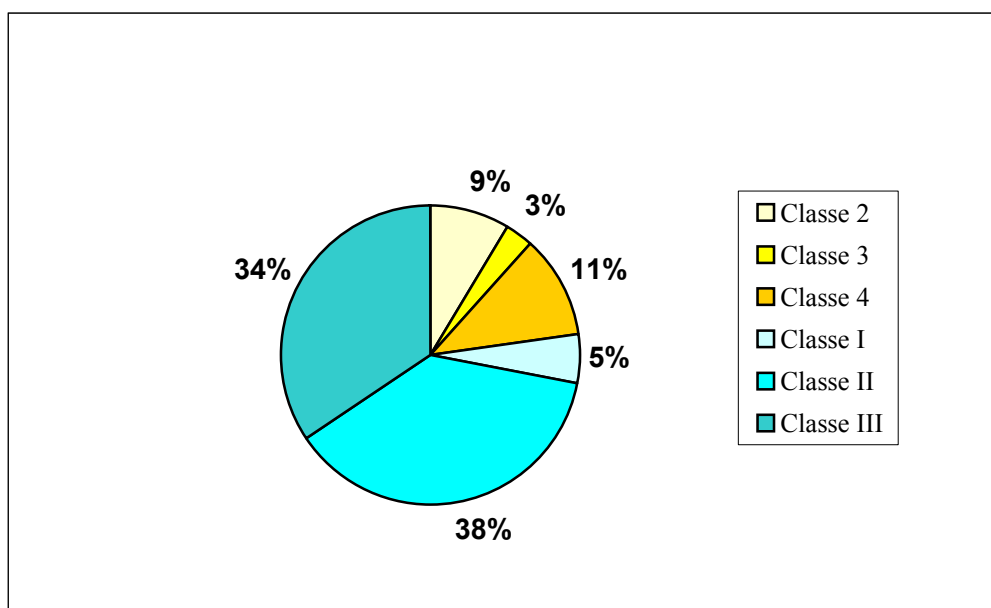
- le aree a permeabilità primaria sono rappresentate dai limitati affioramenti di depositi fluviali di fondo valle e da quelli detritici di versante.
- Non sono presenti aree affioramenti rocciosi con permeabilità molto alta per

fratturazione (Classe IV).

- La classe di permeabilità medio-alta per fratturazione (Classe III) è riferita quasi esclusivamente al Membro arenaceo della Formazione dell'Acquerino.
- Nella restante porzione di territorio collinare affiorano estesamente formazioni con rilevanti frazioni di siltiti a cui sono state assegnate le classe di permeabilità per fratturazione molto scarsa e scarsa (Classe I e II).

La distribuzione delle classi di permeabilità primaria e secondaria sono riportate nel grafico di Fig. 2.

Fig. 2 – Distribuzione percentuale delle classi di permeabilità



#### 4.5.2 – Acquiferi e morfologia della superficie freatica di pianura

La pianura di Montale costituisce una porzione della fascia settentrionale della più ampia pianura del Medio Valdarno risultato dell'evoluzione del bacino fluviolacustre formatosi nel Pleistocene inferiore. La depressione è stata riempita, man mano che si approfondiva, da sedimenti che raggiungono lo spessore massimo di 600 metri nell'area

di Campi Bisenzio. Nel territorio di Montale, il substrato roccioso prelacustre si trova ad una profondità massima di 200 metri dal piano di campagna al confine sud del Comune (vedi Tav. B 9.2.1.3).

Nella zona di Montale, data la presenza degli sbocchi in pianura dei torrenti Agna e Settola, gli acquiferi sono costituiti dai corpi di ghiaie e sabbie presenti nelle aree di conoide cartografate nella Carta Geomorfologica di Tav. B 9.2.1.3. Si tratta di acquiferi piuttosto estesi arealmente ma con spessori generalmente modesti; questo fa sì che in queste porzioni di territorio la risorsa idrica del sottosuolo sia generalmente diffusa anche se non particolarmente abbondante.

La superficie della falda rappresentata nella carta delle isofreatiche è stata ripresa dallo studio Gabbani *et Alii.* (2003)<sup>1</sup> che hanno condotto uno studio idrogeologico nell'area di pianura dei Comuni di Montale, Montemurlo e Agliana.

Si rilevano i seguenti elementi principali relativi all'area del Comune di Montale:

- Il flusso delle acque sotterranee segue a grandi linee quello dell'idrografia superficiale, con direzione dai rilievi circostanti la pianura verso il centro e quindi verso sud.
- Le principali aree di alimentazione della falda sono costituite dalle aste fluviali dei torrenti Agna e Settola. In particolare il torrente Agna drena le acque di falda nella parte dell'alta pianura, grosso modo fino all'altezza della vecchia Provinciale, a valle della quale alimenta gli acquiferi di pianura.
- Il confronto fra l'andamento delle isofreatiche in periodo di "magra" (ottobre 1997) ed in periodo di "morbida" (maggio 1998), rivela che la situazione rimane sostanzialmente stabile nel corso dell'anno con poche differenze fra i due periodi.
- Il gradiente idraulico rimane su valori piuttosto bassi in tutto il territorio di pianura con un massimo di 1% nella parte di alta pianura ed un minimo di 0.3%. Probabilmente questa diminuzione di gradiente verso sud dipende dalla diminuzione

---

<sup>1</sup> Gabbani G., Pranzini G., Vagaggini R. - *Qualità delle acque sotterranee del Comune di Montale (Prato) in relazione alla vulnerabilità dell'acquifero e alle fonti potenziali di inquinamento.* (2003). Atti I Convegno Nazionali AIGA 2003, Chieti, 449-462.

di permeabilità che si ha allontanandosi dalle aree di conoide verso gli acquiferi più poveri della bassa pianura.

Gli acquiferi delle zone collinari sono contenuti nelle formazioni rocciose che in pianura costituiscono il substrato dei complessi alluvionali recenti. Hanno per questo caratteristiche molto diverse dagli acquiferi di pianura contenuti nei sedimenti alluvionali.

Questo tipo di acquifero è caratterizzato da permeabilità secondaria per fratturazione: l'acqua, cioè, circola nelle cavità e/o nelle fratture delle rocce e un intervallo può essere più o meno "acquifero" a seconda della densità di cavità, di faglie e di fratture presenti.

L'individuazione di acquiferi di questo genere è molto difficile e comporta conoscenze dettagliate della struttura geologica della zona e degli sforzi tettonici cui le formazioni rocciose sono state soggette nella loro storia geologica e richiede criteri di analisi sofisticati.

#### **4.5.3 – Vulnerabilità degli acquiferi**

La zonazione di permeabilità permette una valutazione qualitativa della vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee. La legenda relativa alla vulnerabilità è divisa in due parti: una per le aree di affioramento dei sedimenti a permeabilità primaria ed una per quelle a permeabilità secondaria.

Negli acquiferi a permeabilità primaria sono state distinte le seguenti classi di vulnerabilità:

**A - Vulnerabilità alta:** il terreno sovrastante il primo acquifero ha uno spessore ridotto ed una permeabilità relativamente alta, per cui offre scarsa protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo d'infiltrazione è

inferiore ad un mese, per cui solo gli inquinanti più rapidamente degradabili possono essere adsorbiti e neutralizzati dal terreno non saturo.

**B - Vulnerabilità medio-alta:** lo spessore e la permeabilità del terreno sovrastante il primo acquifero di sottosuolo comportano tempi di arrivo di un eventuale inquinante sparso in superficie compreso fra un mese ed un anno. Questo tempo è sufficiente alla degradazione degli inquinanti biologici, ma non garantisce la neutralizzazione dei più comuni inquinanti chimici.

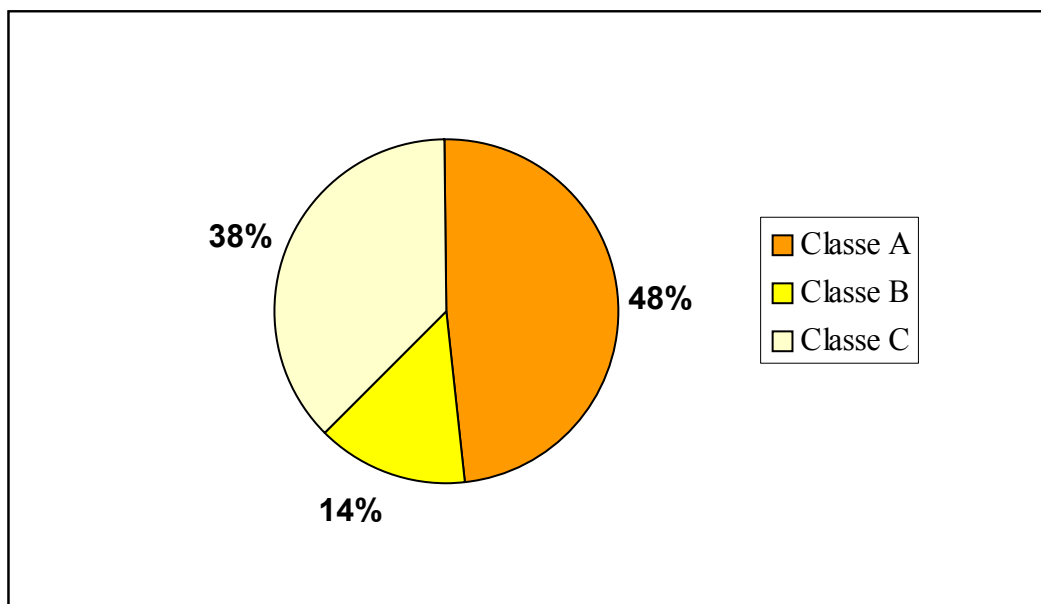
**C - Vulnerabilità medio-bassa:** il primo acquifero sotterraneo di interesse pratico è relativamente protetto dal terreno sovrastante. Il tempo di arrivo è superiore ad un anno, quindi solo gli inquinanti meno degradabili possono raggiungere la falda per infiltrazione dalla superficie.

Le categorie “Vulnerabilità molto alta” e “Vulnerabilità bassa” non sono presenti nel territorio comunale. La vulnerabilità molto alta si rileva in situazioni in cui non esiste copertura impermeabile o semi permeabile in grado di offrire una sia pur minima protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo di infiltrazione è inferiore ad una settimana, per cui anche inquinanti rapidamente degradabili possono raggiungere la falda.

La vulnerabilità bassa si riferisce a situazioni in cui l’acquifero è protetto da spessori consistenti di terreni a permeabilità praticamente nulla.

Fig. 3 - Distribuzione delle classi di vulnerabilità per le aree a permeabilità primaria.





Per le acquiferi a permeabilità secondaria sono state distinte le aree a:

**Vulnerabilità medio alta:** le formazioni geologiche che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da arenarie, hanno una permeabilità media per fratture. Un inquinamento consistente può raggiungere la rete idrica sotterranea ed inquinare le sorgenti alimentate.

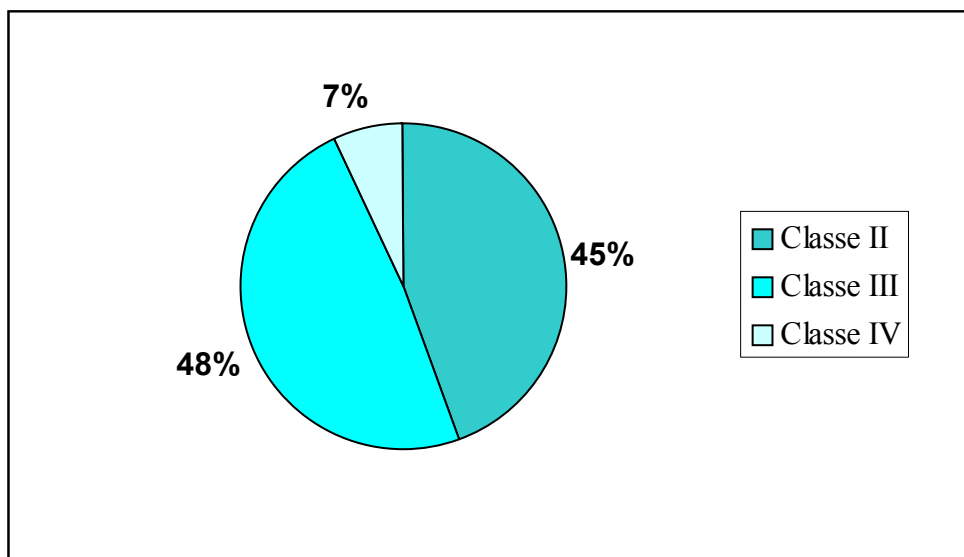
**Vulnerabilità medio bassa:** la permeabilità medio-bassa delle formazioni geologiche affioranti rende basso il rischio che un inquinante disperso in superficie raggiunga le sorgenti di bassa portata alimentate dalla modesta rete idrica.

**Vulnerabilità bassa:** in queste zone le formazioni geologiche, composte prevalentemente da argilliti, hanno permeabilità molto scarsa e quindi non contengono falde idriche di qualche interesse e non consentono l'infiltrazione di sostanze contaminanti agli acquiferi eventualmente sottostanti. Tuttavia un inquinante sparso in superficie può essere trasportato facilmente, dalle acque di ruscellamento superficiale, agli eventuali acquiferi delle aree confinanti topograficamente più basse.

Le categorie “Vulnerabilità molto alta” e “Vulnerabilità alta” non sono presenti nel territorio comunale. Si rilevano in affioramenti calcarei con vario grado di carsismo

che non si rilevano nel territorio di Montale.

Fig. 4 - Distribuzione delle classi di vulnerabilità per le aree a permeabilità secondaria



#### 4.6 – CARTA DEI DATI DI BASE (TAV. B 9.2.1.6)

In questa tavola sono stati ubicati gli studi geologici effettuati nel territorio comunale ed allegati alle pratiche edilizie;

Complessivamente sono stati cartografati n. 136 punti di indagine di cui:

- n. 1 indagine geofisica
- n. 31 prove penetrometriche dinamiche
- n. 57 prove penetrometriche statiche
- n. 28 saggi con escavatore
- n. 6 sondaggi
- n. 13 relazione geologica senza prove *in situ*.

Questa carta, oltre a soddisfare la normativa che richiede espressamente una “Carta dei sondaggi e dati di base” (DCRT 94/85 punto 3.5.7) è stata utile per la messa a punto delle metodologie per la creazione di una banca dati geologici informatizzata estesa a tutte le indagini geologiche allegata alle pratiche edilizie in possesso

dell'Amministrazione; il censimento di tutte le relazioni geologiche potrà essere effettuato in fase di Regolamento Urbanistico in modo da costituire l'elemento di base per le zonazioni litotecniche di dettaglio che interesseranno le aree di espansione.

Ciascun punto di prospezione è stato caratterizzato sulla base di n. 13 campi:

Numero di pratica	
Anno pratica	
Tipo prova	
Profondità raggiunta	
Litologia prevalente fra 0 e 4 metri (LITO 0-4)	(argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)
Litologia prevalente fra 4 e 8 metri (LITO 4-8)	(argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)
Litologia prevalente fra 8 e 12 metri (LITO 8-12)	(argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)
Litologia prevalente fra 12 e 16 metri (LITO 12-16)	(argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)
Caratteristiche litotecniche medie fra 0 e 4 metri (GEOT 0-4)	(scadenti, medie, buone)
Caratteristiche litotecniche medie fra 4 e 8 metri (GEOT 4-8)	(scadenti, medie, buone)
Caratteristiche litotecniche medie fra 8 e 12 metri (GEOT 8-12)	(scadenti, medie, buone)
Caratteristiche litotecniche medie fra 12 e 16 metri (GEOT 12-16)	(scadenti, medie, buone)
Profondità del substrato (PROF_SUBS)	(metri dal P.C.)

Il campo "Caratteristiche litotecniche medie" è stato riempito tenendo conto delle resistenze penetrometriche statiche medie entro quel dato livello secondo il seguente criterio:

Resistenze penetrometriche medie comprese fra 0 e 8 kg/cmq	caratteristiche scadenti
Resistenze penetrometriche medie comprese fra 8 e 20 kg/cmq	caratteristiche medie
Resistenze penetrometriche medie maggiori di 20 kg/cmq	caratteristiche buone

Questa classificazione, unita alle applicazioni tipiche dei programmi GIS, permette di effettuare con semplicità analisi territoriali e zonazioni litotecniche livello per livello.

I dati relativi a ciascun punto di indagine sono riportati nell'allegato B 9121 in calce alla presente relazione.

## ALLEGATO B 9.1.2.1

Indagini geognostiche della carta dei dati di base: caratteristiche geologiche e geotecniche (vedi paragrafo 4.6)

Piano Strutturale del Comune di Montale – Relazione Geologica

ANNO	N_PRATICA	TIPO_PROVA	PROF.	LITO 0-4	LITO 4-8	LITO 8-12	LITO 12-16	GEOT 0-4	GEPT 4-8	GEOT 8-12	GEOT 12-16	PROF__SUBS
2003	35	Prova penetrometrica statica	4.00	Argilla				medio				
2003	35	Prova penetrometrica statica	5.00	Argilla	Ghiaia			medio	buono			
2003	35	Prova penetrometrica statica	4.60	Argilla	Ghiaia			medio	buono			
2003	35	Prova penetrometrica dinamica	2.20	Argilla								
2003	35	Prova penetrometrica statica	3.40	Argilla				medio				
2003	35	Prova penetrometrica statica	5.60	Argilla	Ghiaia			medio	buono			
2003	33	Relazione senza indagini	0.00	Substrato								0.80
2003	33	Prova penetrometrica statica	10.00	Argilla	Limo	Argilla		medio	buono	buono		
2003	32	Prova penetrometrica statica	10.00	Limo	Argilla	Argilla		buono	buono	buono		
2003	30	Prova penetrometrica dinamica	3.40									
2003	29	Prova penetrometrica statica	3.80	Sabbia				medio				
2003	29	Prova penetrometrica dinamica	7.00	Sabbia	Argilla							
2003	27	Relazione senza indagini (DL	0.00									
2003	21	Indagine geofisica	0.00									
2003	10	Relazione senza indagini	0.00									
2003	9	Prova penetrometrica statica	8.00	Sabbia	Sabbia			buono	buono			
2003	9	Prova penetrometrica statica	4.80	Limo	Limo			buono	buono			
2003	6	Relazione senza indagini	0.00									
2002	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica dinamica	2.20	Ghiaia								
2002	79	Saggio con escavatore	3.50	Substrato								1.10
2002	79	Saggio con escavatore	3.50	Substrato								1.40
2002	79	Saggio con escavatore	3.50	Substrato								1.60
2002	48	Prova penetrometrica statica	7.60	Sabbia	Limo			medio	buono			
2002	48	Prova penetrometrica statica	6.80	Sabbia	Limo			medio	buono			
2002	37	Saggio con escavatore	2.00	Limo								
2002	37	Saggio con escavatore	2.00	Limo								
2002	37	Prova penetrometrica statica	3.20	Limo				medio				
2002	35	Prova penetrometrica statica	10.40	Argilla	Argilla	Argilla		medio	buono	buono		
2002	35	Prova penetrometrica statica	9.40	Argilla	Argilla	Sabbia		medio	buono	buono		
2002	35	Prova penetrometrica statica	9.80	Argilla	Argilla	Limo		buono	buono	buono		

Piano Strutturale del Comune di Montale – Relazione Geologica

2002	35	Prova penetrometrica statica	9.80	Argilla	Argilla	Limo		medio	buono	buono		
2002	32	Prova penetrometrica statica	2.80	Argilla				buono				
2002	31	Prova penetrometrica dinamica	6.60	Sabbia	Argilla							
2002	31	Prova penetrometrica statica	2.80	Argilla				buono				
2002	29	Prova penetrometrica dinamica	0.60									0.60
2002	28	Prova penetrometrica statica	6.00	Argilla	Argilla			medio	buono			
2002	26	Prova penetrometrica statica	7.20	Argilla	Sabbia			medio	buono			
2002	26	Prova penetrometrica statica	6.00	Argilla	Sabbia			scadente	buono			
2002	26	Prova penetrometrica statica	6.60	Argilla	Sabbia			medio	buono			
2002	24	Prova penetrometrica statica	10.60	Limo	Argilla			medio	buono			
2002	24	Prova penetrometrica statica	11.40	Limo	Argilla			medio	buono			
2002	8	Prova penetrometrica dinamica	3.00	Substrato								3.00
2002	8	Prova penetrometrica dinamica	3.30	Substrato								3.3
2002	8	Prova penetrometrica dinamica	3.30	Substrato								3.30
2002	4	Prova penetrometrica statica	7.00	Limo	Sabbia			medio				
2001	42	Prova penetrometrica statica	2.80	Sabbia				buono				
2001	40	Prova penetrometrica statica	6.00	Argilla	Limo			buono	buono			
2001	38	Prova penetrometrica statica	3.00	Argilla				buono				
2001	38	Prova penetrometrica statica	1.40	Argilla				buono				
2001	38	Prova penetrometrica dinamica	4.20	Argilla								
2001	27	Relazione senza indagini	0.00									
2001	17	Prova penetrometrica statica	8.00	Limo	Limo			medio	medie			
2001	13	Relazione senza indagini	0.00									
2001	11	Prova penetrometrica statica	8.20	Argilla	Argilla			buono	buono			
2001	11	Prova penetrometrica statica	8.20	Argilla	Argilla			buono	buono			
2001	8	Prova penetrometrica dinamica	2.80	Substrato								2.8
2001	8	Prova penetrometrica dinamica	2.20	Substrato								2.20
2001	6	Relazione senza indagini	0.00									
2001	2	Prova penetrometrica statica	3.80	Argilla				buono				
2001	2	Prova penetrometrica statica	3.40	Argilla				buono				
2000	42	Prova penetrometrica statica	8.40	Argilla	Argilla			medio	buono			
2000	42	Prova penetrometrica statica	6.80	Argilla	Argilla			medio	buono			

Piano Strutturale del Comune di Montale – Relazione Geologica

2000	34	Prova penetrometrica dinamica	4.80	Sabbia	Substrato							
2000	34	Prova penetrometrica dinamica	2.00	Substrato								2
2000	31	Prova penetrometrica statica	6.40	Argilla	Argilla			buono	buono			
2000	22	Saggio con escavatore	1.20	Substrato								1
2000	22	Saggio con escavatore	1.50	Substrato								1.50
2000	22	Saggio con escavatore	1.20	Substrato								1
2000	22	Saggio con escavatore	1.50	Substrato								1.50
2000	22	Prova penetrometrica dinamica	1.20	Substrato								1
2000	22	Prova penetrometrica dinamica	1.60	Substrato								1.4
2000	22	Prova penetrometrica dinamica	1.20	Substrato								1.2
2000	20	Prova penetrometrica dinamica	5.00	Ghiaia	Ghiaia							
2000	16	Relazione senza indagini (DL	0.00									
2000	11	Relazione senza indagini	0.00									
2000	10	Prova penetrometrica dinamica	0.60	Substrato								0.6
2000	10	Prova penetrometrica dinamica	1.20	Substrato								1.2
2000	9	Prova penetrometrica dinamica	6.20	Ghiaia	Ghiaia							
1999	56	Prova penetrometrica statica	5.80	Argilla	Ghiaia			scadente	buono			
1999	52	Relazione senza indagini	0.00									
1999	51	Relazione senza indagini	0.00									
1999	47	Prova penetrometrica statica	4.40	Argilla				buono				
1998	43	Prova penetrometrica statica	10.80	Limo	Limo	Limo		scadente	scadente	scadente		
1998	11	Prova penetrometrica dinamica	4.20	Limo								
1998	11	Prova penetrometrica dinamica	4.00	Limo								
1998	11	Prova penetrometrica dinamica	4.60	Limo								
1998	5	Prova penetrometrica statica	9.80	Argilla	Argilla	Argilla		buono	buono	buono		
1998	1	Relazione senza indagini	0.00									
1997	Frana "La Vigna"	Relazione senza indagini (DL	0.00									
1997	47	Prova penetrometrica statica	9.60	Limo	Argilla	Argilla		buono	buono	buono		
1996	50	Prova penetrometrica dinamica	6.40	Sabbia	Sabbia							
1996	49	Prova penetrometrica statica	9.40	Sabbia	Argilla	Argilla		buono	buono	buono		
1995	PIP Via	Prova penetrometrica statica	6.20	Limo	Limo			medio	buono			

Piano Strutturale del Comune di Montale – Relazione Geologica

	Garibaldi											
1995	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica statica	8.00	Sabbia	Ghiaia			scadente	buono			
1995	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica statica	8.20	Limo	Ghiaia			medio	buono			
1995	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica statica	9.00	Limo	Ghiaia	Ghiaia		medio	buono	buono		
1995	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica statica	8.40	Limo	Ghiaia			medio	buono			
1995	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica statica	9.00	Sabbia	Ghiaia	Ghiaia		medio	buono	buono		
1995	PIP Via Garibaldi	Prova penetrometrica statica	9.00	Limo	Ghiaia	Ghiaia		medio	buono	buono		
1995	59	Saggio con escavatore	1.80	Ghiaia								
1995	16	Sondaggio	17.00	Ghiaia	Sabbia	Argilla	Substrato					
1995	4	Prova penetrometrica dinamica	5.60	Limo	Ghiaia							
1995	4	Prova penetrometrica dinamica	4.00	Limo								
1994	72	Prova penetrometrica statica	14.00	Limo	Limo	Sabbia	Limo	scadente	buono	buono	buono	
1994	72	Prova penetrometrica statica	12.40	Limo	Limo	Sabbia		scadente	buono	buono		
1994	72	Sondaggio	8.50	Sabbia	Limo							
1994	55	Prova penetrometrica statica	4.00	Substrato				buono				0.40
1994	51	Saggio con escavatore	0.00	Substrato				buono				0.40
1994	48	Prova penetrometrica statica	3.80	Argilla				buono				
1994	33	Prova penetrometrica statica	10.60	Limo	Limo	Limo		medio	buono	buono		
1994	33	Prova penetrometrica statica	9.60	Limo	Limo	Limo		medio	buono	buono		
1994	32	Sondaggio	26.00	Sabbia	Sabbia	Sabbia	Sabbia					
1994	32	Sondaggio	20.50	Sabbia	Argilla	Limo	Limo					
1994	32	Sondaggio	15.50	Limo	Argilla	Limo	Sabbia					
1994	32	Sondaggio	16.00	Sabbia	Argilla	Limo	Sabbia					
1992	Lott.Ex Casagrande	Prova penetrometrica dinamica	3.00	Ghiaia								
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia								
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	3.00	Ghiaia								



Piano Strutturale del Comune di Montale – Relazione Geologica

1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.80	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Prova penetrometrica dinamica	2.80	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Prova penetrometrica dinamica	3.40	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Prova penetrometrica dinamica	3.60	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	1.80	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	1.80	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	1.60	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	1.50	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.00	Ghiaia									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	3.20	Limo									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	2.50	Limo									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	3.00	Limo									
1992	Lott.Ex Casagrande	Saggio con escavatore	1.60	Ghiaia									