



# COMUNE DI CANTAGALLO

Provincia di Prato

Aggiornamento del Quadro Conoscitivo dello studio geologico-tecnico di  
supporto al Piano Strutturale ai sensi del DPGR.n.53/R/11

Relazione tecnica

Dott. Geol. Alberto Tomei

Febbraio 2018

---

## INDICE

<b>Premessa</b>	1
1. Elenco degli elaborati	1
2. Carta geologica (Tavola 1a/b/c)	2
3. Carta geomorfologica (Tavola 2a/b/c)	6
4. Carta idrogeologica (Tavola 3a/b/c)	8
5. Carta litotecnica e dei dati di base (Tavola 4a/b/c)	10

Allegati:

Tavola 4 - Dettaglio delle indagini geognostiche  
Stralci cartografici in formato A3

## **Premessa**

Questo documento costituisce la relazione tecnica descrittiva del lavoro di aggiornamento del Quadro Conoscitivo dello studio geologico di supporto al Piano Strutturale vigente che risale al 1998, anno dell'approvazione. Tale studio fu elaborato sulla base della normativa allora vigente Del.C.R.n.94/85 integrata dalla Del.C.R.n.230/94 sul rischio idraulico; a quel tempo era in vigore la legge urbanistica regionale LR.n.5/95.

Ad oggi, a distanza di venti anni, tale studio risultava obsoleto e non più rispondente alla realtà del territorio sia per quanto riguarda i contenuti sia relativamente alle modalità di rappresentazione. Tutti gli elaborati, infatti, sono costituiti dalle sezioni cartografiche dell'IGM risalenti agli anni '70, colorate "a mano", ormai di difficile lettura e non pubblicabili sul sito web comunale per la fruizione pubblica come richiesto dalla normativa vigente (artt.55 e 56 della L.R.65/14).

L'adeguamento del quadro conoscitivo di base cioè della carta geologica, geomorfologica, idrogeologica e litotecnica alla normativa vigente è indirizzato a recuperare in gran parte la mancata ottemperanza sia ai dettami della L.R.1/2005 e collegato DPGR.n.26/R/07 sulle indagini geologiche sia alla LR.65/2014 e collegato DPGR.n.53/R/11 ad oggi vigente.

Dal 1998 ad oggi, infatti, oltre ad essere stata pubblicata la nuova cartografia geologica regionale (progetto CARG), sono cambiate le modalità di individuazione, cartografazione e verifica dello stato di attività delle frane rispetto alle quali le carte dello studio geologico vigente non sono più rappresentative; oltre al fatto che dal 1998 ad oggi tutti i fenomeni franosi che si sono verificati nel territorio di Cantagallo non sono stati riportati sulla cartografia, venendo a mancare informazioni importanti sulle condizioni di pericolosità del territorio e, conseguentemente, dati aggiornati per lo sviluppo e l'aggiornamento del Piano di Protezione Civile.

L'aggiornamento condotto in questa sede permette, infine, di disporre dei dati informatizzati per l'implementazione del SIT comunale dove, ad oggi, è consultabile soltanto il Regolamento Urbanistico.

## **1. Elenco degli elaborati**

Lo studio geologico di supporto all'aggiornamento del quadro conoscitivo del PS si articola nei seguenti elaborati che verranno descritti nei paragrafi seguenti; ciascuna carta tematica è divisa in tre quadranti (a, b e c) ed è rappresentata in scala 1:10.000:

### Carte di analisi del Quadro Conoscitivo (scala 1:10.000)

- Tavola 1 - Carta geologica
- Tavola 2 - Carta geomorfologica
- Tavola 3 - Carta idrogeologica
- Tavola 4 - Carta litotecnica e dei dati di base - Allegati stralci cartografici in scala 1:2.000 e 1:1.000 con il dettaglio delle indagini geognostiche

Come detto nella premessa, gli elementi che compongono lo studio geologico sono stati in parte prodotti originalmente in parte recuperati da altri studi tematici realizzati in varie occasioni; in particolare:

- la carta geologica è stata ripresa dal progetto CARG della Regione Toscana con alcune modifiche e correzioni;
- la carta geomorfologica è stata elaborata sulla base di uno specifico rilievo effettuato da foto aeree in vista stereoscopica e dai relativi controlli in campagna, ripetuti a seguito dei fenomeni gravitativi occorsi negli ultimi inverni, che hanno determinato anche l'aggiornamento di alcuni elementi della carta geologica;
- la carta idrogeologica è stata elaborata mediante valutazioni qualitative basate su criteri litologici;
- la carta litotecnica e dei dati di base, oltre al raggruppamento delle diverse Formazioni geologiche in chiave litotecnica, riporta l'ubicazione delle indagini geognostiche recuperate nelle relazioni geotecniche di supporto ai progetti edilizi e delle indagini condotte in occasione dell'elaborazione dello studio di Microzonazione sismica di livello 1.

Nei paragrafi che seguono si descrivono i contenuti degli elaborati cartografici aggiornati.

## **2. Carta Geologica (Tavola 1a/b/c)**

La natura, la distribuzione spaziale, lo spessore e le caratteristiche tecniche delle rocce e dei terreni affioranti costituiscono una documentazione di essenziale importanza per la conoscenza fisica del territorio. Questi dati fondamentali costituiscono gli elementi di base per la comprensione e la valutazione delle dinamiche idrogeomorfologiche che concorrono, da una parte al mantenimento della stabilità del territorio ed all'equilibrio delle risorse naturali, dall'altra, al riconoscimento delle condizioni di pericolosità che possono trasformarsi in situazioni di rischio per le attività antropiche.

La carta geologica che viene presentata in questo lavoro è stata costruita utilizzando i dati della nuova cartografia geologica (Progetto CARG) rappresentata alla scala 1:50.000 con i fogli n.252 "Barberino del Mugello" e 263 "Prato" ma rilevata alla scala del 10.000. I dati contenuti sono quindi aggiornati alle ultime conoscenze acquisite sulle diverse formazioni geologiche ed i relativi rapporti stratigrafici.

La realizzazione della nuova carta geologica ha comportato un lavoro impegnativo di rilievo geologico di dettaglio sul terreno congiuntamente ad una serie di campionamenti che ha permesso, mediante analisi paleontologiche e sedimentologiche, di definire le età, la composizione e gli ambienti deposizionali delle diverse unità geologiche riconosciute.

In relazione anche alla articolazione della cartografia tematica che costituisce il quadro conoscitivo del Piano Strutturale, si è scelto di riportare fedelmente tutte le nuove informazioni scaturite dal progetto CARG in uno specifico elaborato rimandando le successive interpretazioni alla carta litotecnica (Tavola 4) dove le formazioni geologiche vengono raggruppate secondo criteri di tipo litologici e strutturali, più adatti alla comprensione dei fenomeni e delle dinamiche geomorfologiche.

### **2.1 - Stratigrafia**

Di seguito si riportano le descrizioni delle formazioni affioranti suddivise in base alle unità tettoniche di appartenenza; all'interno di ciascuna unità le formazioni sono riportate in successione cronologica.

## DEPOSITI E COPERTURE OLOCENICI

### Depositi alluvionali attuali (b)

Sono costituiti dai materiali incoerenti, prevalentemente ghiaiosi e ciottolosi con lenti sabbiose e sabbioso argillose che si ritrovano nei letti di piena ordinaria dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali principali.

### Depositi alluvionali terrazzati (b<sub>n</sub>)

Anche in questo caso si tratta di materiale detritico prevalentemente grossolano (ghiaia, ciottoli, sabbia e argilla) deposto dalle piene dei corsi d'acqua che, in passato, scorrevano a quote maggiori rispetto all'attuale. Sono stati indicati con questa sigla i terrazzi alluvionali per i quali non è possibile attribuire una successione stratigrafica precisa per la scarsità degli affioramenti.

### Conoide (m)

Ciottolami eterometrici e poligenici in matrice limoso-sabbiosa con tessitura da clasto- a matrice-sostenuta, e subordinatamente ghiaie, sabbie e limi (Pleistocene Inferiore?-Olocene).

### Deposito detritico di versante (a)

Sono costituiti da materiale incoerente eterogeneo e di varie dimensioni accumulato per effetto della gravità e del ruscellamento superficiale nelle porzioni meno acclivi dei versanti oppure ai piedi delle scarpate più ripide. Materiali più fini si accumulano, talvolta, sui ripiani o sui versanti a debole pendenza per alterazione, in posto, del substrato roccioso.

### Deposito eluvio-colluviale (b<sub>s</sub>)

Depositi costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità (Pleistocene Medio finale-Olocene).

### Deposito eluvio-residuale (r)

Questi depositi costituiscono prevalentemente il prodotto della dissoluzione chimica dei terreni carbonatici che sciogliendosi subiscono un trasporto lungo il versante ed una rideposizione in zone poco acclivi lasciando sul terreno residui insolubili prevalentemente di natura argillosa (Pleistocene Medio finale-Olocene).

### Terreni di riporto e rilevati (hr)

Lungo la valle del Bisenzio si osservano importanti accumuli di materiali detritici come risultato dell'attività antropica; in particolare sono meritevoli di nota, in quanto costituiscono veri e propri ripiani terrazzati, quelli dovuti allo scavo delle gallerie ferroviarie del tracciato appenninico.

## UNITÀ TETTONICHE LIGURI

### **Unità tettonica Morello**

#### *Formazione di Monte Morello (MLL)*

E' costituita da calcareniti e calcilutiti gradate passanti al tetto a calcari marnosi e marne biancastre, in strati da medi a molto spessi, fino a banchi. Localmente vi sono areniti fini in strati da medi a spessi di colore grigio, marrone all'alterazione. Talora presenza di liste di selce nera. La potenza parziale affiorante a scala regionale di circa 600 metri. Il contatto stratigrafico inferiore con la Formazione di Sillano (SIL) quasi sempre tettonizzato. Depositi torbiditici di piana bacinale con megatorbiditi carbonatiche (Eocene Inf.-Medio).

### Formazione di Sillano (SIL)

E' costituita da argilliti e siltiti fogliettate, di colore grigio scuro, nerastro, marrone, ocre o verdastro, talora rossastro, intercalate a calcari, spesso silicei, e calcari marnosi a grana fine e finissima, in strati da sottili a molto spessi, di colore nocciola, giallastri o verdini in superficie alterata, grigio chiari in superficie fresca. I livelli calcarei si presentano talora con fratturazione ad incudine. Sono frequenti anche strati gradati calcarenitici, da sottili a spessi, di colore grigio scuro e marrone all'alterazione. Questa formazione, che rappresenta il deposito di materiale terrigeno in ambiente pelagico, mostra una deformazione pervasiva alla scala dell'affioramento tale da mascherare, nella maggior parte dei casi, l'originario ordine stratigrafico, visibile solo per spessori modesti e per estensioni laterali ridotte. Lo spessore geometrico può essere stimato intorno agli 800 metri; l'età è compresa tra il Cretaceo superiore e l'Eocene inferiore.

## UNITÀ TETTONICHE TOSCANE

### **Unità tettonica Falterona**

#### Arenarie di M. Falterona – Membro arenaceo-pelitico (FAL2)

Si tratta di torbiditi arenaceo-pelitiche, con rapporto tra le due litologie nettamente a favore del primo termine, che si presentano in strati molto spessi e in banchi. Le arenarie sono grossolane e talora alla base dei banchi sono presenti brecciole costituite da calcari micritici, siltiti ed argilliti. Le peliti sono costituite da siltiti ed argilliti. Il passaggio al soprastante membro arenaceo avviene in modo graduale con l'aumento progressivo della frazione pelitica e la diminuzione dello spessore degli strati. Il massimo spessore affiorante è circa 300 metri (Chattiano?-Aquitaniiano).

#### Arenarie di M. Falterona – Membro di Lonnano (FAL4)

Siltiti, argilliti e marne prevalenti, con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i venti centimetri. Le marne sono generalmente di colore grigio chiare, molto fratturate, mentre le altre peliti sono generalmente più scure. I livelli arenacei sono invece di colore grigio-marrone (Aquitaniiano).

#### Arenarie di M. Falterona – Membro di Fosso delle Valli (FAL5)

Siltiti, marne e rare arenite a granulometria fine e finissima che diminuiscono verso l'alto. Le marne si presentano dure e scheggiose con numerose liste di selce scura; sono presenti livelli di silicizzazione diffusa e minerali argillosi di origine vulcanica (Aquitaniiano-Burdigaliano).

### **Unità tettonica Acquerino**

#### Formazione dell'Acquerino – Membro arenaceo-pelitico (AQR1)

Alternanze arenaceo-pelitiche in strati gradati da medi a molto spessi e banchi. La granulometria varia da fine a grossolana in relazione allo spessore dei livelli di arenite. La composizione delle arenite è feldspatolitica. La potenza parziale rilevata a scala regionale non mai inferiore a 500 metri; contatto inferiore netto o per breve alternanza con le Marne varicolori di Villore (MVV). Depositi torbiditici di lobo arenaceo e di frangia di lobo (Chattiano terminale-Aquitaniiano).

#### Formazione dell'Acquerino – Membro pelitico-arenaceo (AQR2)

Alternanze pelitico-arenacee in strati gradati prevalentemente da sottili a medi e, subordinatamente, spessi. La geometria degli strati è piano-parallela. Le arenite si presentano in grana fine. Il rapporto Arenaria/Pelite è a favore della seconda con tendenza ad aumentare verso il basso, insieme allo spessore degli strati. Presenza a vari livelli di selce nera in liste di pochi centimetri. La potenza massima rilevata a scala regionale è intorno ai 600 metri. Il contatto

inferiore con la Formazione dell'Acquerino (AQR1) è graduale. Depositi torbiditici di frangia di lobo e di lobo arenaceo (Aquitaniiano-Burdigaliano).

#### Marne varicolori di Villore (MVV)

Marne e marne argillose di colore variegato grigio chiaro, verdino, talora rossastro, caratterizzate da vistosa fissilità. La potenza parziale rilevata a scala regionale di circa 100 metri. Contatto inferiore non affiorante poiché la formazione è sempre troncata da superfici di sovrascorrimento. Depositi caratteristici di un mare pelagico ed emipelagico (Chattiano-Aquitaniiano).

#### **Unità tettonica M. Castel Guerrino**

##### Formazione del Torrente Carigiola – Membro a megastrati arenacei (TCG1)

Alternanze arenaceo-pelitiche caratterizzate dalla presenza di potenti strati gradati (fino a 35 metri) con base da arenitica grossolana a microconglomeratica, spesso erosiva, seguita da un potente intervallo arenitico, con gradazione spesso assente, strutture interne caotiche, scarsa cernita e con grossi inclusi pelitici. Questi strati si chiudono con un intervallo pelitico di spessore raffrontabile con la porzione arenitica e si intercalano in una successione da arenaceo-pelitica a pelitico-arenacea, con strati da molto spessi (prevalenti) a sottili (subordinati) e geometria degli strati piano-parallela. Nella parte medio-superiore del membro è talora presente selce nera, in liste e/o livelli centimetrici. Depositi torbiditici di lobo arenaceo e di frangia di lobo contenenti megatorbiditi silico-clastiche (Aquitaniiano).

##### Formazione del Torrente Carigiola – Membro pelitico (TCG2)

E' costituita da alternanze arenaceo-pelitiche caratterizzate in gran parte da un rapporto reciproco variabile e, soprattutto, dalla presenza di strati arenacei particolarmente spessi, "megastrati", a grana grossolana e microconglomeratica. Al tetto della formazione si rilevano prevalentemente le peliti. Gli strati arenacei hanno composizione feldspatolitica e sono molto ben cementati; le peliti si mostrano di colore grigio e molto indurite. L'analisi delle direzioni delle paleocorrenti indicano la provenienza dei flussi di torbida da w-nw. Il membro pelitico (TCG2) è costituito da siltiti marnose e marne siltose molto indurite con stratificazione molto sottile, non sempre in evidenza, talvolta marcata da sottili areniti a grana molto fine. Si tratta di depositi emipelagici e torbiditici delle ultime fasi deposizionali. Lo spessore complessivo della formazione è di circa 1.000 metri e netto è il contatto con la formazione di Stagno (STA1) stratigraficamente soprastante (Aquitaniiano-Miocene inferiore).

#### **Unità tettonica Cervarola**

##### Formazione di Stagno – Membro arenaceo-pelitico (STA1)

Questa formazione è costituita da alternanze arenaceo pelitiche, pelitico arenacee e peliti. Le areniti si presentano di colore grigio, composizione feldspatolitica e ben cementate; le peliti sono anch'esse grigie e molto indurite. Le paleocorrenti indicano provenienza dei flussi da w-nw e la potenza complessiva è di 1.200 metri. Il contatto superiore è netto con la formazione di Castiglione dei Pepoli, l'età della formazione è Aquitaniiano-Burdigaliano (Miocene inferiore).

Il membro arenaceo-pelitico (STA1) è formato da pacchi di strati gradati di spessore prevalentemente sottile, a grana fine, alternati a pacchi di strati di forte spessore caratterizzati da una grana medio- grossolana.



### **3. Carta geomorfologica (Tavola 2a/b/c)**

L'individuazione delle forme del terreno e l'attribuzione di esse ai differenti processi morfogenetici è stata effettuata mediante l'osservazione stereoscopica delle foto aeree più recenti disponibili presso l'Ufficio Cartografico della Regione Toscana. Questo tipo di analisi ha permesso di costruire una elaborato in scala 1.10.000 che riporta un notevole dettaglio delle forme morfologiche più importanti e significative per la successiva lettura della pericolosità del territorio. L'interpretazione delle forme del terreno attraverso le foto aeree è stata controllata durante i sopralluoghi sul terreno, sia per permettere una taratura delle chiavi fotointerpretative, sia per valutare direttamente le situazioni di dubbia interpretazione.

Nella connotazione geomorfologica del territorio si è anche tenuto conto della documentazione relativa sia al Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, relativamente alle aree a pericolosità da frana elevata (P.F.3) e molto elevata (P.F.4), che all'Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI). Rispetto a queste due banche dati il lavoro svolto risulta molto più preciso ed articolato tanto da poter anche essere utilizzato per proporre delle modifiche alla cartografia del P.A.I., ai sensi dell'art.32 della relativa normativa di attuazione.

La carta geomorfologica individua e riconosce le varie forme fisiche prodotte dagli agenti morfogenetici naturali (tra i quali inseriamo anche l'attività antropica) come la gravità, lo scorrimento delle acque superficiali, ecc. Questo tipo di rilievo permette di ricostruire il quadro dinamico delle modificazioni del territorio, che avvengono in maniera lenta o veloce a seconda del prevalere delle dinamiche fisiche su quelle indotte dalle attività antropiche. L'analisi presta particolare attenzione al riconoscimento delle forme attive e quiescenti; il senso di tale distinzione è evidente in quanto le prime indicano fenomeni che possono costituire condizioni di rischio reale, tali da imporre interventi di messa in sicurezza, mentre le seconde possono costituire situazioni di pericolosità potenziale o quiescente che possono degenerare in occasioni di interventi di trasformazione del suolo, quali nuovi insediamenti o variazioni dell'utilizzo del suolo.

Lo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio segue immediatamente quello geologico in quanto l'individuazione delle dinamiche attive e delle forme derivate da eventi passati è un indice della maggiore o minore stabilità e/o propensione al dissesto del terreno; la possibilità di verificarsi di determinati fenomeni è legata soprattutto alle caratteristiche litologiche dei terreni e alla pendenza dei versanti.

La legenda utilizzata per il riconoscimento e la descrizione dei fenomeni geomorfologici è stata costruita differenziando le forme dovute prevalentemente alle dinamiche sui versanti, per effetto della gravità (forme di denudazione e forme di accumulo), alle dinamiche fluviali, per effetto dello scorrimento delle acque superficiali (forme di erosione e forme di accumulo), alle forme carsiche ed alle dinamiche antropiche, per effetto dei manufatti e delle modificazioni artificiali prodotte dalle attività socio-economiche.

All'interno di queste principali categorie si è tenuto conto del diverso grado di "incidenza" delle forme rilevate che sono state distinte, quando possibile e significativo, in forme attive, quiescenti ed artificialmente stabilizzate. Il senso di tale distinzione è evidente in quanto le prime due condizioni indicano fenomeni che possono costituire situazioni di rischio reale tali da imporre interventi di messa in sicurezza, mentre le ultime devono essere tenute in considerazione in occasione della realizzazione di interventi di trasformazione del suolo con conseguente alterazione negativa dell'equilibrio idrogeologico locale.

#### *Dinamiche sui versanti*

Le fenomenologie legate all'azione della gravità risultano disseminate sul territorio secondo uno "schema" che trova stretta relazione con l'andamento delle pendenze ed i tipi litologici del substrato geologico. Infatti, i fenomeni legati all'azione della gravità, nel complesso, ovvero quelli



attivi e quelli quiescenti pur essendo osservabili estesamente nel territorio collinare e montano, risultano concentrati laddove si sommano vari fattori fisici e litologici.

Si possono prendere ad esempio le situazioni in cui si ha l'affioramento di materiali prevalentemente argillitici, dove i fenomeni gravitativi si manifestano anche in presenza di pendenze dei versanti piuttosto modeste, le situazioni di forte pendenza in concomitanza con particolari situazioni strutturali o di giacitura degli strati ed infine i versanti prospicienti il Torrente Carigiola e il Fiume Bisenzio che, oltre alle predette situazioni, risentono del continuo scalzamento al piede operato dall'erosione fluviale.

Nel territorio di Cantagallo sono presenti alcuni evidenti ed estesi fenomeni franosi in atto secondari che interessano aree urbanizzate, come ad esempio presso la località Case di Sotto immediatamente a nord dell'abitato di Migliana. Si rilevano inoltre numerosi movimenti attivi in impluvi secondari che non interessano aree urbanizzate e fenomeni di piccole dimensioni legati alla viabilità secondaria. Anche i numerosi accumuli di paleofrane e le estese coperture detritiche costituiscono localmente elementi di instabilità potenziale da ben valutare per la fattibilità di qualsiasi nuovo intervento che potrebbe alterarne l'equilibrio consolidatosi, naturalmente, nel corso del tempo.

In ogni caso, tutte le aree riconosciute come soggette a dissesto gravitativo sono state perimetrate considerando la zona di distacco (nicchia di frana), la zona di scorrimento e la zona di accumulo, visibile e/o ipotizzata, in modo tale da comprendere anche la possibile area di influenza.

#### Dinamiche fluviali dovute allo scorrimento delle acque superficiali

Le forme dovute all'erosione delle acque superficiali risultano diffuse su tutti i rilievi e talora sono più o meno estese in base alla litologia, alla pendenza ed alla presenza della copertura vegetazionale. E' ben evidente, infatti, come sui depositi detritici di versante i corsi d'acqua risultino in forte incisione e, in qualche caso, tale azione modellatrice produca uno scalzamento al piede degli stessi accumuli tale da innescare un movimento gravitativo verso il fondovalle.

L'alto potere erosivo delle acque di scorrimento superficiale permette anche lo sviluppo di profonde incisioni e forre laddove si registrano i maggiori dislivelli lungo i corsi torrentizi. Queste forme sono osservabili particolarmente lungo il torrente Carigiola e lungo gli affluenti minori del Fiume Bisenzio.

Tra le forme di accumulo i depositi fluviali, terrazzati e non, risultano sviluppati quasi esclusivamente lungo il corso del Bisenzio, per lo più in forma relitta. In alcuni casi gli affluenti laterali del Bisenzio hanno prodotto dei piccoli conoidi di deiezione ancora evidenti per la forma rilevata rispetto al fondovalle principale.

Tra gli elementi connessi alle opere umane assumono una notevole importanza le sistemazioni idraulico fluviali per la forte interazione che presentano con la dinamica fluviale stessa. Dalla distribuzione e dalla tipologia di questi manufatti appare evidente come i tratti di versante più instabili siano quelli ricoperti dagli accumuli detritici re-incisi dalle acque di scorrimento superficiale che tendono a scalzare il piede delle incisioni vallive.

#### Forme carsiche

I rilievi carbonatici della Calvana sono soggetti a diffusi fenomeni di "carsismo" che si manifestano principalmente nella zona di crinale ove la morfologia piatta di quella porzione collinare trattiene maggiormente le acque meteoriche. Le forme più macroscopiche sono costituite da doline e depositi eluvio-residuali. La dolina rappresenta una depressione del terreno originata dalla dissoluzione della roccia carbonatica da parte delle acque di precipitazione meteorica. E' inserita tra le forme carsiche superficiali anche se per potersi originare necessita di un ben sviluppato carsismo di sottosuolo. I depositi eluvio-residuali costituiscono il prodotto della dissoluzione

chimica dei terreni carbonatici che sciogliendosi subiscono un trasporto lungo il versante ed una rideposizione in zone poco acclivi lasciando sul terreno residui insolubili prevalentemente di natura argillosa.

#### Dinamiche antropiche

Le principali forme di origine antropica osservabili si collocano sul fondovalle del Bisenzio, dove la necessità di creare le infrastrutture di trasporto e di comunicazione ha prodotto numerosi rilevati, costruiti con terreno di riporto, che si configurano come veri e propri sbarramenti al naturale deflusso delle acque superficiali che scendono dai versanti collinari e che vengono incanalate ed intubate all'altezza dei margini delle aree urbanizzate. Per quanto riguarda l'attività estrattiva nel territorio comunale, questa è rappresentata da due cave che risultano attualmente dismesse poste una immediatamente a nord della località Carmignanello e l'altra in località San Quirichello, entrambe in prossimità del fondovalle del Fiume Bisenzio.

A sfavore della stabilità generale dei versanti si rilevano anche altre attività come il pascolo ed il fuoristrada che provocando il degrado e la rapida distruzione della cotica erbosa innescano l'azione erosiva delle acque superficiali. Questi fenomeni sono facilmente osservabili nelle zone di crinale della Calvana dove è in atto un processo di rinaturalizzazione spontanea da favorire e tutelare. Tra i manufatti antropici rilevati sul territorio risulta anche una discarica, attualmente non più in uso, posta a nord dell'abitato di Migliana, lungo il Rio Canvella.

#### **4. Carta idrogeologica (Tavola 3a/b/c)**

L'idrogeologia studia il "ciclo" delle acque naturali, ed in particolare quelle di sottosuolo, in rapporto alle strutture geologiche. Riguarda quindi le caratteristiche fisiche delle rocce (porosità, fratturazione, permeabilità) nei confronti della provenienza e circolazione delle acque sia in condizioni naturali che per effetto del pompaggio nei pozzi.

Le principali proprietà di una roccia e di un terreno nei confronti dell'acqua sono la porosità e la permeabilità. La porosità di una roccia o terreno è il rapporto fra il volume dei vuoti e quello totale; tanto maggiore è la porosità, tanto maggiore sarà il volume di acqua immagazzinabile. La permeabilità di un corpo roccioso è la sua "conducibilità idraulica", cioè la relativa disponibilità a lasciarsi attraversare dall'acqua. Non esiste una proporzionalità diretta fra queste due proprietà, in quanto la permeabilità dipende soprattutto dalle dimensioni degli spazi porosi e dalla comunicazione fra questi. Si possono avere due tipi di porosità, quella primaria, che deriva dalle caratteristiche genetiche e si forma insieme alla roccia stessa, e quella secondaria, che deriva invece dalla successiva fratturazione delle rocce a comportamento rigido, per effetto degli sforzi tettonici.

Osservando la struttura generale della rete dei corsi d'acqua si possono riconoscere due diverse forme di reticolo idrografico, quella della porzione di territorio posta prevalentemente in destra idrografica del Fiume Bisenzio e quella relativa ai Monti della Calvana, in corrispondenza del confine più orientale del territorio comunale. Nel primo caso si riconosce un reticolo di forma generalmente dendritica che si instaura, generalmente, in presenza di rocce arenaceo pelitiche che offrono caratteristiche di erodibilità costanti e favoriscono lo sviluppo casuale delle direzioni di scorrimento della rete idrografica. Nel secondo caso, invece, il reticolo idrografico risulta molto meno sviluppato, data la presenza di forme di dissoluzione delle rocce calcaree, sia superficiali che sotterranee, che in questa zona assumono frequenza ed ampiezza tali che si può definire la zona come carsica. La conseguenza forse più importante di questo fenomeno è quella di rendere una roccia caratterizzata da un elevato coefficiente d'infiltrazione. Nella maggior parte delle aree carsiche l'infiltrazione supera il 50% del totale delle precipitazioni, e in certe situazioni essa può arrivare sino al 90%; in pratica viene assorbita tutta l'acqua di precipitazione che non viene

restituita immediatamente nell'atmosfera per evapotraspirazione o assorbita dalla vegetazione. Tutto questo fa sì che, in un'area carsica, il ruscellamento superficiale sia sempre molto esiguo e vista la natura delle rocce interessate, caratterizzato da uno scarso trasporto solido. Per questa ragione le aree carsiche sono caratterizzate da una morfologia superficiale del tutto particolare, in cui è spesso assente o poco sviluppata una rete di drenaggio superficiale e dove, viceversa, sono presenti delle "conche endoreiche", a tutte le scale, che raccolgono le acque di micro-bacini e le convogliano verso punti di infiltrazione concentrata.

In ogni caso la rete dei corsi d'acqua, così come evidenziata in cartografia, oltre alla funzione del drenaggio delle acque meteoriche svolge un'importante funzione ambientale in quanto costituisce la rete principale lungo la quale si instaurano le connessioni ecobiologiche tra i diversi ambienti. Ciascun corso d'acqua permette, infatti, il mantenimento e lo sviluppo dell'attività biologica assicurando, allo stesso tempo, la salvaguardia ed il rafforzamento della biodiversità mettendo in comunicazione gli ambienti montani con quelli collinari e di fondovalle.

Nella carta idrogeologica si riporta, quindi, il reticolo idrografico principale (come identificato nella L.R.n.79/2012 – aggiornamento Dicembre 2017), gli specchi d'acqua (che sono tutti artificiali), gli spartiacque principali (che delimitano il bacino del Bisenzio) e quelli secondari che si ramificano dai primi.

Per quanto riguarda le acque sotterranee la zonazione della permeabilità è stata elaborata con il criterio della associazione per complessi e situazioni idrogeologiche. Questo metodo si basa sulla valutazione qualitativa, riferita a ciascun litotipo ed associazioni litologiche, che tiene conto della permeabilità dell'acquifero e della sua tipologia. Il substrato roccioso è stato suddiviso, in prima battuta, in due grandi gruppi: le formazioni lapidee ed i depositi superficiali.

Nel caso dei terreni lapidei la circolazione delle acque sotterranee avviene prevalentemente tramite le fratture, in parte di origine tettonica e in parte dovuta alla rigidità del materiale. Il diverso grado di permeabilità dipende, oltre che dalla porosità del mezzo, dalla densità della fratturazione e dalla maggiore o minore presenza di litotipi impermeabili quali le argilliti. Per i depositi superficiali si è operata, invece, una distinzione basandosi sulle presunte dimensioni dei clasti che costituiscono gli accumuli detritici e quelli alluvionali.

In tutti e due i casi sono state distinte quattro classi di permeabilità:

- Permeabilità alta
- Permeabilità medio-alta
- Permeabilità medio-bassa
- Permeabilità bassa

#### Permeabilità alta

In questa classe sono stati inseriti i depositi alluvionali attuali dei corsi d'acqua principali, caratterizzati da una tessitura particolarmente grossolana e generalmente privi di matrice fine, per cui la porosità primaria rimane, generalmente, molto elevata. In questa classe rientrano anche le associazioni lapidee appartenenti alla Formazione di Monte Morello interessate dai fenomeni di carsismo.

#### Permeabilità medio-alta

In questa classe sono comprese le aree interessate da associazioni lapidee a componente prevalentemente arenacea e le aree interessate da accumuli detritici di versante, da depositi di frana, da depositi alluvionali terrazzati e depositi di conoide alluvionale. La permeabilità di questi terreni è sia di tipo primario che secondario; nel primo caso è attribuibile ai depositi ed agli accumuli detritici a grana medio-grossolana, nel secondo, alla fratturazione degli strati lapidei a comportamento rigido e fragile.

### Permeabilità medio-bassa

Comprende le aree interessate da associazioni lapidee a componente prevalentemente arenaceo pelitica e più francamente pelitica ovvero marnosa, argillitica e siltitica con strutture stratificate; nonché da associazioni argillitiche e calcaree tettonizzate a struttura caotica. La permeabilità associata a questa classe rimane legata ad uno stato fessurato pervasivo sia originario, dovuto alla stratificazione, sia tardivo, causato dagli spostamenti di origine tettonica. In ogni caso questo stato fessurativo non essendo né continuo né particolarmente sviluppato all'interno dell'ammasso roccioso, non permette una vera circolazione delle acque di infiltrazione. Per quanto concerne i terreni sciolti appartengono a questa classe i depositi eluvio-colluviali caratterizzati da elementi detritici di varia dimensione e dalla presenza di una matrice generalmente fine che, nel complesso, prevale sugli elementi clastici.

### Permeabilità bassa

In questa classe sono raggruppati i tipi litologici marcatamente argillitici e i depositi eluvio-residuali la cui particolare natura strutturale e tessiturale preclude pressoché completamente sia la circolazione idrica sotterranea, sia la percolazione e l'infiltrazione delle acque superficiali. In questa classe sono inoltre inseriti i terreni di riporto e i rilevati.

Le caratteristiche di permeabilità del substrato "guidano" anche la distribuzione delle emergenze sorgive che testimoniano la ricchezza delle falde sotterranee presenti nel territorio di Cantagallo. E' possibile notare, infatti, come la gran parte dei punti di approvvigionamento idrico dell'acquedotto, costituiti da pozzi, sorgenti e opere di presa superficiali (la cui ubicazione è aggiornata al Febbraio 2018), siano disposti lungo la rete continua delle linee di frattura tipiche delle formazioni lapidee e nelle zone di contatto tra litologie a diverso grado di permeabilità che determinano la risalita in superficie delle acque laddove uno strato impermeabile presente in profondità costituisce sbarramento alla circolazione delle acque sotterranee.

## **5. Carta litotecnica e dei dati di base (Tavola 4a/b/c)**

In questo elaborato si predispongono tutti gli elementi relativi al substrato litologico ed alle condizioni geomorfologiche che caratterizzano situazioni da mettere in risalto per una successiva interpretazione in chiave di pericolosità geologica del territorio. Come già indicato in precedenza la finalità di uno studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica è quella di individuare la pericolosità fisica del territorio interpretando, appunto, l'assetto strutturale e le dinamiche idrogeomorfologiche in atto i cui effetti, in modo singolo o combinato tra di loro, possono mettere in crisi la stabilità e la sicurezza dei luoghi.

Nella carta litotecnica si riportano, in differenti raggruppamenti, le diverse formazioni geologiche che sono accomunabili per il relativo "comportamento geotecnico" rispetto ai principali fattori modificatori della stabilità (gravità, erodibilità, permeabilità ecc.). E' evidente, infatti, come le rocce stratificate arenacee e calcaree offrano, in prima battuta, un substrato più stabile rispetto alle rocce a prevalente composizione argillitica, più soggette a franosità in quanto più "sensibili" alle variazioni di pendenza ed agli effetti dell'erosione delle acque di scorrimento superficiale. Così come i terreni sciolti, sia pur differenziati in accumuli clastici di varia granulometria, possono produrre problematiche differenti nel caso si tratti di una frana quiescente o di alluvioni del fondovalle. La legenda di questo elaborato è articolata in quattro principali suddivisioni che riguardano i terreni lapidei e in tre suddivisioni relative ai terreni sciolti, operate in entrambi i casi, sulla base delle caratteristiche genetiche, dei meccanismi di deposizione e delle diverse percentuali dei vari litotipi componenti le formazioni geologiche.

### Terreni sciolti

#### **Depositi alluvionali recenti e terrazzati costituiti da ghiaie argillose, sabbie argillose, argille da poco a moderatamente addensate/compatte**

Si tratta di depositi costituiti da ciottoli e ghiaie con una matrice prevalentemente sabbiosa e argillosa; sono terreni discontinui che occupano quasi esclusivamente i fondovalle del Bisenzio e dei suoi affluenti principali. Dal punto di vista geotecnico sono terreni che presentano le migliori caratteristiche meccaniche in quanto caratterizzati da elevata capacità portante e da bassa compressibilità anche se da valutare attentamente è il relativo grado di compattezza

#### **Depositi detritici di versante costituiti da elementi litoidi, miscela di ghiaia, sabbia e argille moderatamente addensati**

Sono costituiti dai depositi gravitativi, generati per lo più da accumuli di materiale al piede di scarpate rocciose o da fenomeni di crollo lungo i versanti. Dal punto di vista geotecnico sono terreni che presentano caratteristiche meccaniche intermedie in quanto caratterizzati da elevata eterogeneità del grado di consistenza/addensamento.

#### **Terreni contenenti resti di attività antropica, terreni di riporto, rilevati da mediamente addensati a compatti**

Sono rappresentati da accumuli di materiali detritici come risultato dell'attività antropica; in particolar modo quelli dovuti allo scavo delle gallerie ferroviarie del tracciato appenninico.

### Terreni lapidei

#### **Rocce competenti a prevalente componente calcareo-marnosa**

Si tratta delle litologie calcareo-marnose appartenenti alla Formazione di Monte Morello che si presentano in strati anche di alcuni metri di spessore generalmente poco fratturati e possiedono buone caratteristiche geomeccaniche.

#### **Rocce stratificate a prevalente componente arenaceo-pelitica mediamente competenti**

Si tratta di arenarie prevalenti a granulometria varia, da fine a grossolana, alternate a peliti, costituite da siltiti e argilliti di origine torbidityca. Le arenarie sono state utilizzate diffusamente nel passato come materiale da costruzione sia per le discrete qualità di resistenza meccanica, sia per relativa facilità con la quale possono essere lavorate in blocchi e lastre. Per contro le arenarie presentano una scarsa resistenza agli agenti atmosferici ed in particolare ai cicli di gelo e disgelo, alterandosi e degradandosi mediante processi di desquamazione.

#### **Rocce stratificate a componente mista da poco a mediamente competente, alterate/fratturate**

Questa unità litotecnica è rappresentata dalla Formazione del Sillano, dalle Marne varicolori di Villore, dalle Arenarie del Monte Falterona (Membro di Lonnano e Membro di Fosso delle Valli). Come precedentemente descritto, queste formazioni sono costituite da un insieme di litologie molto eterogeneo spesso interessato da importanti sistemi di fratturazione che conferiscono a questa unità caratteristiche geomeccaniche mediocri da valutare localmente.

#### **Rocce stratificate a prevalente componente pelitico-arenacea da fratturate/alterate a mediamente competenti**

Sono costituite da un'alternanza di siltiti marnose, marne siltose molto indurite e areniti a grana fine con stratificazione molto sottile, non sempre in evidenza, talvolta marcata da sottili areniti a grana molto fine. Queste litologie presentano una generale propensione al dissesto per cui risulta importante la valutazione di quelle aree dove affiorano in condizioni topografiche/morfologiche sfavorevoli quali quelle caratterizzate da forte pendenza.

A completamento di questo elaborato cartografico sono state riportate le ubicazioni delle indagini geognostiche realizzate sul territorio comunale nel corso del tempo da quando la normativa nazionale in materia di costruzioni edilizie ha reso obbligatorio lo studio geotecnico del substrato di fondazione. I dati sulle indagini geognostiche del sottosuolo, che sulla cartografia al 10.000 sono riportati indistintamente come generici punti di indagine, sono stati dettagliati negli stralci cartografici in formato A3, in scala 1:2.000 e 1:1.000, per una migliore possibilità di lettura dell'informazione.

In particolare ciascun punto di indagine è indicato con un simbolo univoco che ne specifica la tipologia cui è associato un numero che permette l'individuazione del relativo "report" contenuto in un archivio in formato .pdf che contiene tutte le scansioni del materiale cartaceo rinvenuto.

I dati geognostici si riferiscono all'archivio del Piano Strutturale che è stato costruito con le scansioni dei "report" delle indagini geognostiche recuperate fino all'anno 2009 (Indagini\_geognostiche\_archivio\_PS.pdf) sia alla nuova acquisizione dei punti di indagine effettuata nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1 (Indagini\_studio\_MS1).

Prato, 20 febbraio 2018

Dott.Geol.Alberto Tomei