

PROVINCIA DI PISTOIA
COMUNE DI MONSUMMANO TERME



SINDACO
Rinaldo Vanni

ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Andrea Mariotti

RESPONSABILE DELL'UFFICIO URBANISTICA
Dott. Antonio Pileggi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Geom. Maria Rosa Laiatici

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE
Dott.ssa Cristina Buralli

PROGETTO URBANISTICO
RTP "Monsummano 2011"

Arch. Riccardo Luca Breschi
Capogruppo
Arch. Roberto Vezzosi
Arch. Andrea Giraldi

Cartografie
Dott. Massimo Tofanelli

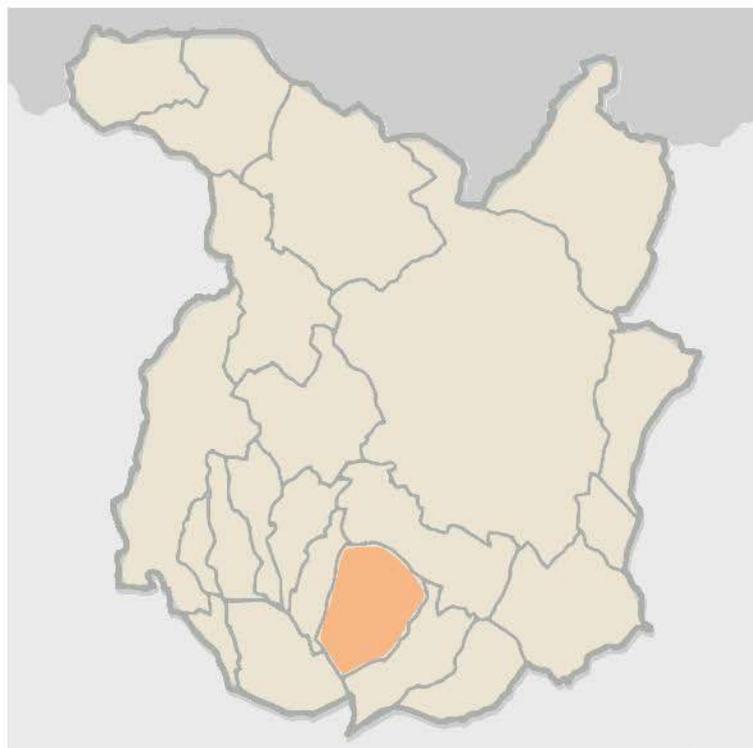
STUDI GEOLOGICI
Geol. Alberto Tomei

STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI
Consorzio di Bonifica
del Padule di Fucecchio

PIANO STRUTTURALE Variante generale

Adozione: D.C.C. n. del / /
Approvazione: D.C.C. n. del / /
Pubblicazione: B.U.R.T. n. del / /

G00 - Relazione geologica



INDICE

Premessa	1
1. Descrizione e rappresentazione del territorio di Monsummano Terme	3
1.1 - La geologia (Tavola G01)	3
1.1.1. Tettonica	7
1.2 - La geomorfologia (Tavola G02)	9
1.3 - Idrogeologia (Tavola G03)	14
1.4 - Carta litotecnica e delle indagini geognostiche (Tavola G04)	16
1.4.1. Censimento delle indagini geognostiche	17
2. Definizione della pericolosità del territorio	19
2.1 - Problematiche idrogeologiche (G05)	19
2.1.1. Vulnerabilità delle acque sotterranee	19
2.1.2. Termalismo	20
2.1.3. Captazione delle acque sotterranee	20
2.2 - Pericolosità geologica (G06)	21
2.3 - Pericolosità idraulica (G07)	22
2.3.1. Opere per la mitigazione del rischio idraulico	23
2.4 - Pericolosità sismica locale (G08)	24

Premessa

In questo documento si riporta la descrizione di quanto è stato elaborato per la definizione dello studio geologico di supporto al nuovo Piano Strutturale di Monsummano Terme che aggiorna ed andrà a sostituire tutti gli elaborati fino ad oggi vigenti approvati con la Del.C.C.n.56 del 27/06/2000.

Le indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale attuale si rifacevano alla normativa regionale (Del.C.R.n.94/85) al P.I.T. ed al P.T.C. allora vigenti, negli approfondimenti e nelle varianti successive fu fatto riferimento a quanto prescritto dalla L.R. 5/95 "Norme per il governo del territorio". Da allora lo scenario normativo di riferimento è cambiato in quanto il nuovo DPGR.n.53/R/2011 in attuazione dell'art.62 della L.R.1/05 rivede le modalità di elaborazione delle cartografie di supporto alla pianificazione territoriale fissando, in particolare, nuovi criteri per la valutazione delle problematiche idrauliche e sismiche. Mentre per le prime vengono ridefiniti i criteri per la perimetrazione delle zone a diversa pericolosità idraulica, per le seconde si introducono gli studi di Microzonazione Sismica di primo livello da realizzare secondo gli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* ("ICMS") e le specifiche tecniche di cui alla Del.G.R.n.971/2013 - *Studi di Microzonazione Sismica. Approvazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica*.

Per la corretta valutazione delle pericolosità idraulica, l'Amm.ne comunale ha inoltre conferito degli incarichi specifici per l'elaborazione di studi idrologico-idraulici finalizzati alla verifica delle condizioni di pericolosità idraulica del territorio.

Dovendo aggiornare il precedente studio geologico si è partiti dal recuperare tutta la documentazione esistente messa a disposizione dagli uffici tecnici comunali oltre a prendere in esame le normative sovraordinate e gli elaborati tematici da esse derivanti. In particolare si è preso in considerazione il PIT della Regione Toscana; il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pistoia; il progetto CARG della nuova Cartografia Geologica Regionale; il Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (DPCM 6 maggio 2005) ed il Piano Stralcio Bilancio Idrico (Del.C.I.n.214 del 21/12/2010) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Sulla base di questi dati sono state effettuate successive analisi ed elaborazioni, che sono servite per integrare ed aggiornare le conoscenze sugli aspetti geologici, strutturali, geomorfologici ed idrogeologici caratterizzanti l'intero territorio comunale. Gli elaborati cartografici che costituiscono il quadro conoscitivo, rappresentati tutti in scala 1:10.000 tranne la carta litotecnica e delle indagini realizzata a scala 1:5.000, sono riferiti ai seguenti tematismi: geologia, geomorfologia, idrogeologia, litotecnica. Al livello di progetto il territorio viene caratterizzato in funzione della pericolosità con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella successiva redazione del Regolamento Urbanistico. Attraverso le analisi e gli approfondimenti precedentemente descritti vengono caratterizzate aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate ed approfondite quelle già individuate nel Piano Territoriale di Coordinamento (PTC). Sono pertanto caratterizzate, in scala 1:10.000, le aree a pericolosità geologica, idraulica, sismica e le aree che presentano problematiche idrogeologiche.

Ciascun tematismo rappresentato nelle carte che compongono lo studio geologico è stato costruito con dati vettoriali in modo da costituire elemento di base per l'implementazione di una qualsiasi banca dati che utilizzi un sistema informativo geografico secondo gli standard della Regione Toscana. La cartografia utilizzata come base per tutti gli elaborati cartografici è stata costruita a partire dalla carta tecnica regionale utilizzando le "tavole" in scala 1:2.000, per quanto disponibili, inserendole nei fogli in scala 1:10.000 per completare la copertura di tutto il territorio.

In sintesi gli elaborati che costituiscono lo studio geologico che verranno descritti nei paragrafi successivi sono i seguenti:

- G01 - Carta geologica (scala 1:10.000)
- G01.1 - Carta delle sezioni geologiche (scala 1:5.000)
- G02 - Carta geomorfologica (scala 1:10.000)
- G03 - Carta idrogeologica (scala 1:10.000)
- G04nord - Carta litotecnica e delle indagini geognostiche (scala 1:5.000)
- G04sud - Carta litotecnica e delle indagini geognostiche (scala 1:5.000)
- G05 - Carta delle problematiche idrogeologiche (scala 1:10.000)
- G06 - Carta della pericolosità geologica (scala 1:10.000)
- G07 - Carta della pericolosità idraulica (scala 1:10.000)
- G08 - Carta della pericolosità sismica (scala 1:10.000)

Per quanto riguarda lo studio di microzonazione sismica che è allegato a questa relazione si sono prodotti i seguenti elaborati:

- G09 - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (scala 1:10.000)
 - G09.1 - Carta delle sezioni geologico-tecniche (scala 1:5.000)
 - G10nord - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle frequenze fondamentali dei depositi (scala 1:5.000)
 - G10sud - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle frequenze fondamentali dei depositi (scala 1:5.000)
- Relazione tecnica

1. Descrizione e rappresentazione del territorio di Monsummano Terme

Qui di seguito vengono illustrate le varie carte tematiche che compongono il quadro conoscitivo in relazione anche alle “ricadute” che ciascuna di esse produce sulla determinazione della pericolosità del territorio.

La carta geologica (G01) e la carta litotecnica (G04) rappresentano la costituzione fisica, l’“ossatura” immutabile del territorio con la quale dovremo sempre confrontarci per qualsiasi tipo di intervento.

La carta geomorfologica (G02) e la carta idrogeologica (G03) rappresentano la fotografia “istantanea” che ritrae lo stato attuale del territorio in relazione alle dinamiche fisiche che attualmente lo regolano, alla tipologia dei dissesti, alla loro ricorrenza e spazialità. Tali elaborati ci danno la possibilità di rappresentare ed evidenziare le dinamiche naturali del territorio e di distinguere, in una certa misura, i fenomeni propri da quelli indotti o potenzialmente innescabili da pratiche antropiche spesso non corrette.

1.1 - La geologia (Tavola G01)

La descrizione e l’interpretazione dei corpi rocciosi che rappresentano di volta in volta il substrato di fondazione, il “grande serbatoio” delle acque sotterranee, la stabilità dei versanti collinari costituisce il punto di partenza necessario per giungere ad una corretta interpretazione dei fenomeni naturali rispetto ai quali pianificare e gestire le attività antropiche sul territorio.

Da sempre l’analisi dei corpi rocciosi è stata finalizzata alla individuazione dei caratteri fisici e chimici delle formazioni rocciose affioranti ed alla comprensione dei meccanismi di deposizione e di trasporto che, a grande scala, hanno contribuito alla “costruzione” della morfologia dei luoghi. Gli stessi caratteri ci permettono anche la comprensione della circolazione delle acque di falda, il riconoscimento delle aree di maggior vulnerabilità degli acquiferi oltre alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche di base del substrato.

Come base di partenza per lo studio geologico del territorio comunale ci si è avvalsi dell’ultimo aggiornamento della Cartografia Geologica Regionale (CARG), in scala 1:10.000, approfondendo poi il dettaglio, per la zona del Colle di Monsummano, con i dati della “Carta geologica del Colle di Monsummano Alto” redatta, per conto della Provincia di Pistoia, dal Prof. Milvio Fazzuoli del Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Firenze.

L’articolazione della legenda della carta geologica prevede dunque il riconoscimento dei depositi superficiali sciolti e del substrato lapideo, la natura dei quali ha immediato riflesso sulla resistenza all’erosione e sulla capacità di lasciar penetrare e immagazzinare l’acqua nel sottosuolo, mentre la loro distribuzione areale governa la stabilità dei versanti collinari e le caratteristiche geotecniche del substrato di pianura.

L’individuazione di tutte le aree ove si riscontra una copertura pedologica discontinua impone, invece, una particolare attenzione sugli effetti dell’erosione delle acque superficiali e sul controllo e il mantenimento della stabilità dei versanti collinari e sulla regolazione degli afflussi in pianura.

Nel complesso è stato raggiunto un livello di conoscenza sufficientemente dettagliato che interessa una serie di problematiche che spaziano dalla genesi e dall’evoluzione geologica dei terreni alla loro caratterizzazione geotecnica e idrogeologica.

Per la redazione di questa carta si è scelto di evidenziare maggiormente le caratteristiche genetiche e fisiche separando le Formazioni geologiche affioranti secondo il tipo litologico prevalente. La legenda si articola in due gruppi principali: i depositi superficiali suddivisi in depositi alluvionali e di accumulo ed il substrato lapideo suddiviso in Unità tettoniche Liguri e Toscane che a loro volta si articolano nelle diverse Formazioni. In cartografia si riportano, inoltre, le misure di strato relative ad ogni affioramento roccioso rilevabile, le principali faglie e fratture tettoniche oltre alle tracce lungo le quali sono state realizzate due sezioni geologiche più significative che mostrano i rapporti stratigrafici tra le principali formazioni geologiche (Tavola G01.1).

DEPOSITI ALLUVIONALI QUATERNARI

Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

Si tratta di un'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali, talora con stratificazione incrociata, costituenti i sedimenti più recenti dei corsi d'acqua della Valdinievole. Interessano buona parte dell'area nord ovest del Comune sino alla perimetrazione "arbitraria", in quanto di difficile delimitazione, della zona limitrofa al Padule di Fucecchio con profondità del substrato di decine di metri.

Depositi alluvionali terrazzati (bna)

Si tratta di depositi alluvionali costituiti da ciottoli, sabbie e sabbie argillose, dovuti ad una successione alterna di erosione e sedimentazione ad opera dei corsi d'acqua principali. Si trovano lungo le rispettive ed ai margini dei rilievi, in posizione elevata rispetto al letto attuale dei corsi d'acqua che gli hanno generati.

Depositi di colmata (ea)

Sono costituiti ghiaie, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica di origine alluvionale. Questi depositi sono caratterizzati da uno spessore ridotto di pochi metri e si estendono lungo tutto il margine sud-est del territorio comunale nella zona limitrofa al Padule di Fucecchio

Depositi palustri (e3a)

Si tratta di depositi alluvionali costituiti da limi, argille e torbe in quantità variabile; si ritrovano in corrispondenza del margine più meridionale del territorio comunale.

Conoide alluvionale

Si tratta di una struttura morfologica derivante dall'accumulo di sedimenti fluviali dove quelli più grossolani (ghiaie e sabbie) si ritrovano nella zona apicale, quindi verso i rilievi collinari, mentre quelli più fini (argille e limi) si ritrovano ai margini ed a maggiore distanza dallo sbocco dei corsi d'acqua nella pianura alluvionale. Le **uniche** conoidi **principali** rilevabili **comunque come forme relitte** si rinvengono a sud di Castel Vecchio e allo sbocco dei rami secondari della Forra Bronzuoli. **In tutti e due i casi si tratta di forme non attive tali da non costituire un elemento significativo ai fini della determinazione della pericolosità geologica.**

DEPOSITI DI ACCUMULO QUATERNARI

Depositi eluviali (b6b)

Questi depositi sono costituiti da materiali a granulometria fine, tipo limi e sabbie, con rari frammenti litoidi grossolani. Si originano prevalentemente dall'alterazione e dalla dissoluzione chimica delle formazioni litoidi e una rideposizione in zone poco acclivi.

Detrito di versante (aa)

Sono costituiti da frammenti litici eterometrici, frequentemente monogenici, con matrice sabbiosa o sabbioso-limosa accumulati 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. In qualche caso tutte queste tipologie di accumuli possono presentare indizi di evoluzione gravitativa attuale o relitta rappresentati nella carta geomorfologica (Tavola G02).

Detrito di cava (h3)

E' costituito da accumuli di materiali più o meno eterogenei ed eterometrici prodotti dall'attività estrattiva svolta, in tempi storici, nelle cave del Colle di Monsummano.

Travertini e calcari continentali (f1a)

Si tratta di calcari di colore bianco giallastro in grossi banchi di origine idrotermale, spesso con struttura vacuolare. Affiorano nella zona nord ovest e sono in parte ricoperti da una coltre di detrito e da depositi alluvionali terrazzati.

UNITA' TETTONICHE LIGURI

Unità tettonica Ottone

Flysch di Ottone (OTO)

Sono costituiti da torbiditi calcareo-marnose di colore generalmente grigio o biancastro con interstrati sottili di argilliti calcaree e marne argillose, a cui si intercalano successioni argillitico-calcaree con clasti e blocchi di calcilutiti silicee in strati da medi a spessi, paraconglomerati matrice sostenuti, con clasti da sub arrotondati ad arrotondati di calcilutiti silicee e pacchi di calcari marnosi (*Argilliti di Monte Veri, OTO1*)

Unità tettonica Morello

Formazione di M. Morello (MLL)

Si tratta di una formazione torbiditica, costituita da prevalenti calcari e calcari marnosi in strati da medi a spessi (talvolta a base calcarenitica) a cui si intercalano strati da sottili a molto sottili di marne, argilliti calcaree ed argilliti. Tale formazione è inoltre caratterizzata dalla presenza di rare intercalazioni di calcareniti ed arenarie calcaree che diminuiscono di spessore salendo nella sequenza. Lo spessore massimo si aggira sui 700-800 metri e l'età della formazione è compresa tra l'Eocene inferiore - Eocene medio/superiore.

Formazione di Sillano (SIL)

Si tratta di una formazione a dominante pelitica costituita da argilliti e siltiti, in genere fissili, di colore prevalentemente grigio scuro o nerastro (ma anche marrone, nocciola, ocra e verdastro) cui si intercalano strati di altra litologia. Tra questi litotipi predominano calcari e calcari marnosi a grana fine di colore grigio nocciola o giallastri, spesso silicei ed in genere fittamente interessati da vene e fratture. Subordinatamente si osservano calcareniti grigio scure con areniti e siltiti. 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

Falda Toscana

Macigno (MAC)

Arenarie quarzoso feldspatiche di origine torbiditica, in banchi gradati di spessore variabile, intercalate a sottili interstrati di argilliti e siltiti. Gli strati arenacei possono raggiungere anche spessori di 10 metri ed alla loro base si rinvengono spesso impronte di corrente e di origine organica. Verso la sommità della formazione si rinvengono olistostromi di materiali argilloscistosi (MACa), facenti parte dei complessi alloctoni tosco-emiliani e livelli di marne assimilabili alle marne di S.Polo di altre zone dell'Appennino Toscano. Relativamente all'area considerata i materiali in giacitura olistostromica si rinvengono a nord-est di Montevettolini in prossimità del contatto con il Flysch di Ottone. La formazione del Macigno, che va ad occupare la zona più elevata a nord est della porzione del Comune di Monsummano, è a contatto tettonico per faglia inversa con la sottostante Scaglia Toscana e per sovrascorrimento con la Formazione di Sillano. L'ambiente di sedimentazione del Macigno è tipico di un bacino di acque profonde con asse orientato in direzione nord-ovest sud-est; il materiale a componente quarzoso feldspatica delle arenarie proveniva probabilmente dalla zona alpina e derivava dalla rapida erosione di gneiss e graniti; gli olistostromi provenivano da ovest per scivolamento nel bacino di materiali liguri coinvolti nel corrugamento appenninico. L'età è compresa tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore. La potenza della formazione sul Montalbano, raggiunge i 2.000 metri.

Scaglia Toscana (STO)

Questa formazione affiora, principalmente, nella parte ovest e nella parte est sud-est del territorio comunale. Si tratta di marne e argilliti di colore rosso vinato, talvolta grigio verdastro; la parte più marnosa si presenta compatta, con fratture scagliose; le argilliti sono prevalentemente rosse a sfaldatura aciculare. In questa zona la formazione non supera i 100 metri di potenza. L'ambiente di formazione della Scaglia Toscana è tipico di un bacino marino profondo. Gli affioramenti localizzati nella zona ovest, presentano facies marnose e sono in continuità stratigrafica con le sottostanti formazioni calcaree mesozoiche e con la soprastante placca di arenaria Macigno di Case le Corti. Il contatto con la soprastante Formazione di Sillano è di origine tettonica marcato da brecce di frizione. Gli affioramenti della zona est presentano prevalentemente facies argillitica e scagliosa; il contatto con il sovrastante Macigno non è stratigrafico ma per faglia inversa. L'età è compresa tra l'Aptiano inferiore e l'Oligocene superiore.

Scaglia Toscana, Membro delle Calcareniti di Monte Grossi (STO3)

Si tratta di calcareniti e calciruditi grigio-scure con noduli e liste di selce scura in strati e banchi; alla base sono presenti banchi di brecce a matrice calcarenitica e clasti silicei e calcarei. L'età è compresa tra il Cretaceo inferiore ed il Paleocene.

Maiolica (MAI)

E' costituita da calcilutiti e calcilutiti silicee bianche o grigie in strati da sottili a medi, a cui si intercalano strati medi di calcareniti grigio-scure e, nella porzione sommitale della formazione, rari e sottili livelli di argilliti calcaree o argilliti siltose grigie, grigio-verdi o rosse; è caratteristica la presenza di noduli e liste di selce grigio-chiaro o avana. L'età è compresa tra il Titoniano superiore e l'Aptiano inferiore.

Diaspri (DSD)

Sono costituiti da radiolariti e selci rosse, verdi o grigie, in strati sottili intensamente fratturati, con intercalazioni di argilliti e marne silicee progressivamente più frequenti nella porzione superiore della formazione. Nel territorio comunale, nella parte alta della formazione è presente, in modo discontinuo, una breccia ad elementi silicei. L'età è compresa tra il Bajociano superiore/Batoniano inferiore e il Titoniano superiore.

Calcarea Selcifero della Val di Lima (SVL)

Si tratta di calcari grigio scuri con liste di selce nera, sono presenti interstrati argillosi e marnosi giallastri. Gli strati calcarei sono spessi dai 5 ai 20 cm., le liste di selce fino a 20 cm. La potenza della formazione è di 2-12 metri ed il passaggio con le formazioni soprastanti e sottostanti appare netto. L'età è compresa tra Bajociano superiore/Batoniano inferiore - Titoniano superiore.

Marne a Posidonia (POD)

Si tratta di marne e marne calcaree grigie o grigio-verdi, a cui si intercalano calcilutiti marnose o silicee, calcareniti fini silicee, grigio o grigio-verdi, a volte gradate, con rare liste e noduli di selce, argilliti marnose o silicee e radiolariti; nella porzione inferiore è presente un livello di peliti grigio-scure o nere, mentre al tetto può essere presente una litofacies calcareo-diasprina, costituita da marne, argilliti silicee e radiolariti grigio-verdi o rosso vinaccia (Marne diasprine Auctt.). L'età è compresa tra il Pliensbachiano superiore/Toarciano inferiore - Bajociano superiore/Batoniano inferiore.

Calcarea Selcifero di Limano (LIM)

Calcilutiti silicee e calcareniti fini, talvolta gradate, grigie o grigio-chiare, in strati sottili e medi con noduli e liste di selce grigio chiaro, a volte abbondanti, a cui si intercalano sottili livelli di marne calcaree e argillose siltose grigie e rari livelli di calciruditi e brecce calcaree. L'età è riferibile al Pliensbachiano superiore – Pliensbachiano superiore/Toarciano inferiore.

Rosso Ammonitico (RSA)

Si tratta di calcilutiti stratificate o nodulari da rosso-rosate a grigio-chiare, a luoghi con noduli di selce. Si intercalano rari e sottili livelli di marne o argilliti calcaree rosse o verdi, più frequenti nella

porzione superiore della formazione, i frammenti di ammoniti sono rari. L'età è riferibile al Sinemuriano s.s./Pliensbachiano inferiore - Pliensbachiano superiore.

Calcari ad Angulati (ANL)

Sono costituiti da calcilutiti e calcilutiti marnose grigie o grigio scure in strati medi a cui si intercalano strati sottili di marne ed argilliti siltose. Nella porzione inferiore sono talvolta presenti calcari grigio-scuro con liste di selce (Calcari listati auctt.); al passaggio con la formazione sovrastante, le peliti si riducono di spessore e frequenza ed i calcari divengono grigio chiaro o rosati. L'età è riferibile al Hettangiano superiore/Sinemuriano s.s. - Pliensbachiano inferiore.

Calcare Massiccio (MAS)

Si tratta di calcari a grana fine di colore dal grigio chiaro al grigio scuro; la stratificazione è in genere assente, solo lievemente accennata nella parte alta dove sono presenti livelli di brecce e dolomie laminate e noduli di selce. La base del Calcare Massiccio non è visibile; il passaggio al soprastante Calcare Selcifero di Grotta Giusti appare netto ed è seguito dalla comparsa di calcari scuri stratificati alternati a livelli marnosi. L'ambiente di sedimentazione presenta caratteristiche sedimentologiche di piattaforma carbonatica, in ambiente di acque calme. La potenza della formazione è stimata in circa 150 metri. L'età è riferibile al Hettangiano - Hettangiano superiore/Sinemuriano s.s..

1.1.1. Tettonica

All'interno del territorio comunale di Monsummano Terme è possibile individuare tre zone con caratteristiche geolitologiche e strutturali significativamente diverse:

- la zona nord, caratterizzata principalmente dall'affioramento dei terreni sedimentari mesozoici (dal Lias Inferiore al Cretaceo Superiore), facenti parte della Serie Toscana, in corrispondenza della struttura tettonica positiva del Colle di Monsummano.
- la zona nord-est, caratterizzata dall'affioramento di formazioni argilloscistose e calcaree Eoceniche di provenienza ligure.
- La zona sud/sud-ovest, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti ed antichi.

Assetto strutturale della zona nord (Colle di Monsummano)

Quest'area è situata all'incrocio di due grandi allineamenti tettonici di importanza regionale:

- a) il primo, rappresentato dai rilievi del Monte Orsaro, Val di Lima, Monti del Chianti, Monte Cetona, è costituito da una serie di pieghe coricate, sovrascorrimenti e faglie inverse; questa struttura complessa è stata interpretata come il fronte delle unità mesozoiche e terziarie avanscorse verso est durante la fase tettonica situata fra l'Oligocene e il Miocene;
- b) il secondo consiste nel tratto meridionale della linea Livorno-Sillaro, attiva nel Terziario come faglia trascorrente che ha dislocato il fronte di avanzamento dei terreni mesozoici.

La struttura del Colle di Monsummano è costituita da un'anticlinale con l'asse allungato in direzione NO-SE nella parte settentrionale e N-S in quella meridionale, ove la piega subisce un rovesciamento verso est. Nella parte nord gli strati rocciosi immergono di circa 30° in direzione NO; alla sommità del Colle gli strati sono suborizzontali; verso SE piegano fino ad un'inclinazione di 70°. In corrispondenza del Rio della Grotta, ad est della Grotta Giusti, le formazioni comprese fra il Rosso Ammonitico e la Scaglia Toscana, si piegano fino a rovesciarsi con immersione a SO. Sul fianco orientale del Colle, presso la cava abbandonata a quota 195 metri, gli strati dei Diaspri, della Maiolica e della Scaglia si verticalizzano e si rovesciano. Il fianco SO del Colle è interessato da un fitto sistema di faglie normali, inclinate a SO, che nella porzione più meridionale assumono l'andamento regionale NO-SE. Queste dislocazioni portano in affioramento un notevole spessore di Calcare Massiccio, costituente il nucleo dell'anticlinale; più a nord presentano un rigetto minore ed assumono un andamento NNO-SSE; tale andamento è il medesimo di altre faglie situate presso la Grotta Giusti e alla sommità del Colle, evidenziando quindi un secondo sistema tettonico. Un terzo sistema di faglie presenta andamento approssimativamente N-S; è principalmente evidenziato dalla

faglia di Case Pellegrini che ribassa la porzione settentrionale della struttura e che doveva essere attiva nel Giurassico. Gli altri sistemi di faglia nella zona meridionale con direzioni N-S, NNO e SSE indicano una fase compressiva cui probabilmente è dovuto il piegamento dell'intera struttura. Sono stati rilevati inoltre un sistema di faglie ad andamento antiappenninico ed un sistema orientato E-O nella parte settentrionale dell'anticlinale. I sistemi di faglie descritti vanno ad interessare tutte le formazioni ad esclusione della Scaglia Toscana: queste quindi potrebbero avere interessato le formazioni calcaree prima della deposizione della Scaglia Toscana oppure si sono formate in un periodo successivo e non sono visibili nella Scaglia per i caratteri di plasticità di questa formazione. I fenomeni idrotermali di Grotta Giusti e Grotta Parlanti sono legati alle faglie longitudinali appenniniche, così anche la venuta in affioramento dei travertini.

Assetto strutturale della zona nord-est

Nell'area considerata l'assetto attuale delle formazioni rocciose presenti non corrisponde alla successione stratigrafica originale; queste vengono considerate alloctone in vario grado. Più in particolare, vanno considerati i rapporti fra i terreni facenti parte della successione di tipo toscano (nell'area rappresentata dai termini superiori: Scaglia Toscana e Arenaria Macigno) e delle formazioni alloctone liguri di Monte Morello, di Sillano e del Flysch di Ottone. Le formazioni citate, si sarebbero sedimentate in bacini diversi per localizzazione ed età ed avrebbero subito traslazioni verso est-nord est, di età diverse e in tempi diversi. L'Arenaria Macigno che caratterizza la zona di Montevettolini e la porzione più a nord-est e limitrofa alla dorsale del Montalbano, rappresenta parte del fronte della Serie Toscana, sovrascorsa verso est con probabile raddoppio della serie stessa: il nucleo calcareo mesozoico di Monsummano (così come quello di Marliana e Montecatini), potrebbe essere il dorso di una piega rovesciata, l'elevarsi del nucleo sarebbe avvenuto durante la fase di accavallamento della Serie Toscana su se stessa (Miocene Inferiore); invece ad una ripresa più tardiva di movimenti tangenziali è dovuto l'avanscorrimiento delle formazioni dell'Alberese e del Sillano soprastante che ha spesso sostituito il Macigno. In più punti ritroviamo infatti i due complessi eocenici direttamente a contatto con la formazione della Scaglia: questo si verifica dalla zona delle Piastrelle sino alla valle del Fiume Nievole lungo l'incisione del torrente Megliore, nella zona di Sasseto, Fornacelle, Casa Porcile e Villa Galeotti; il contatto litologico in queste località, appare chiaramente tettonico, individuabile in campagna nei terreni meno plastici, per lo sconvolgimento e la tettonizzazione mostrati dalle rocce e dalle frequenti brecce di frizione. Gli spessori notevoli e non comuni di Scaglia Toscana rilevati nelle porzioni ovest e sud-est si giustificano come accumulo tettonico avvenuto durante l'avanscorrimiento verso nord-est dei complessi superiori, avendo la formazione della Scaglia Toscana un comportamento più plastico della serie calcarea sottostante e del Macigno soprastante. Presso Le Corti, la Scaglia è in continuità stratigrafica col Macigno e con i sottostanti Diaspri e calcari mesozoici, che affiorano, mostrando episodi di forti stiramenti e arricciamenti, lungo la strada che, con pendenze elevate, collega Le Piastrelle con la Grotta Giusti. A est il lungo contatto fra Scaglia e Macigno pare di origine tettonica, per faglia inversa, complicato nella zona di Capanne di Roncone da un sistema di faglie orientate est ovest; gli strati di Scaglia e Macigno, sono rovesciati a sud-ovest. Assai complesso e di difficile interpretazione appare l'assetto strutturale dell'arenaria di Montevettolini, rispetto agli affioramenti calcarei e argilloscistosi della zona centro sud. L'area di principale importanza risulta essere quella di Castel Vecchio, punto d'incontro di importanti strutture tettoniche. Di particolare rilievo risulta la dislocazione orientata NO-SE sull'allineamento Grotta Giusti - Castel Vecchio e che pone in contatto l'arenaria di Montevettolini prima con la Scaglia, quindi con la formazione di Sillano, con i Calcari tipo "Alberese" ed infine con i terreni argilloscistosi. Più a sud-est, presso Madonna della Neve, i materiali argilloscistosi potrebbero essere in giacitura

olistostromica; di natura tettonica pare invece il contatto fra l'arenaria e gli argilloscisti presso Frantoio Bardelli, presso Vaiano, Capolodolo e nell'area del Montecatini Golf Club.

Geologia e assetto strutturale della zona sud/sud-ovest

La geologia della zona sud del Territorio Comunale di Monsummano Terme è caratterizzata dalla copertura dei depositi neogenici e quaternari di ambiente lacustre e fluviale. Vengono distinti dal basso verso l'alto:

- Depositi alluvionali terrazzati (bna): si tratta di sedimenti di origine fluviale, sabbioso argillosi, con ciottoli deposti in tempi geologicamente recenti (Quaternario).
- Depositi alluvionali attuali e recenti (b): si tratta di un'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali. Di particolare interesse risulta il rilievo dell'Uccelliera determinato dall'affioramento di un pacco di strati di arenaria sulla quale si è evoluto un discreto spessore di suolo a tratti ricoperto da lembi di alluvioni antiche e depositi lacustri.
- Depositi di colmata (ea): sono costituiti ghiaie, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica di origine alluvionale. Questi depositi sono caratterizzati da uno spessore ridotto di pochi metri e si estendono lungo tutto il margine sud-est del territorio comunale nella zona limitrofa al Padule di Fucecchio.
- Depositi palustri (e3a): si tratta di depositi alluvionali costituiti da limi, argille e torbe in quantità variabile; si ritrovano in corrispondenza del margine più meridionale del territorio comunale.

1.2 - La geomorfologia (Tavola G02)

In questo elaborato si riconoscono 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, la dissoluzione chimica, i terrazzamenti, 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.

A ciascuna forma riconosciuta sono associabili una o più cause ben definite sulle quali si può e, nei casi più gravi, si deve intervenire con azioni di manutenzione e di risanamento.

La legenda pone maggiore attenzione verso le forme che interferiscono con la regimazione delle acque in particolare nelle aree collinari ove sono presenti forti azioni erosive e di dissesto (incisione in alveo). Lo studio delle caratteristiche morfologiche del territorio segue strettamente quello geolitologico in quanto l'individuazione delle dinamiche attive e/o quiescenti sul terreno costituisce uno studio complementare e di approfondimento di quelle che sono le "risposte" dei vari litotipi agli agenti morfogenetici: la possibilità del verificarsi di determinati fenomeni geomorfologici è strettamente legata alle caratteristiche litotecniche dei terreni ed alla pendenza dei versanti.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio di Monsummano si suddivide in due ambiti distinti: quello collinare e quello di pianura.

In questi due contesti la dinamica geomorfologica si esplica in modi e tempi profondamente diversi; nella porzione collinare si rinvengono quelle fenomenologie proprie dei processi gravitativi, erosivi e di dissoluzione chimica che si manifestano sui rilievi con estensione ed intensità variabile in base alle pendenze dei versanti ed ai tipi litologici affioranti. In pianura, dove maggiormente si esplica l'attività e l'impatto antropico, le forme e l'evoluzione della dinamica morfologica sono profondamente influenzate dalla presenza delle infrastrutture ed insediamenti urbani che, in tempi relativamente brevi, hanno contribuito fortemente all'alterazione delle dinamiche fluviali con pesanti ripercussioni sul regime di deflusso delle acque superficiali. Ne consegue che il territorio di collina è ancora soggetto a una lenta e costante evoluzione morfologica mentre in pianura si assiste ad una evoluzione dinamica caratterizzata da improvvisi e sempre più frequenti eventi alluvionali.

L'individuazione delle forme del terreno e l'attribuzione di esse ai vari processi morfogenetici è stata effettuata mediante la raccolta di tutti i dati esistenti, verificandoli ed aggiornandoli in campagna con la collaborazione dei tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno anche in funzione della modifica e aggiornamento della cartografia del PAI relativamente alle perimetrazioni ed all'effettivo stato di attività dei fenomeni gravitati.

Dinamiche delle acque superficiali:

Forme di erosione

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.

– Alveo in approfondimento:

I corsi d'acqua che possiedono un profilo longitudinale di fondo irregolare tendono, nei tratti di maggiore pendenza, ad erodere il proprio alveo approfondendolo.

– Ruscellamento superficiale diffuso:

questo fenomeno si manifesta con più incisività nelle aree con copertura vegetazionale e pedologica scarsa. In queste zone la scarsa protezione dalle acque dilavanti può innescare fenomeni che portano anche all'asportazione totale della sottile copertura pedologica ed eluviale.

– Erosione lineare severa:

anche in questo caso le cause che danno origine a questo fenomeno sono la scarsa copertura vegetazionale e l'elevata pendenza. Dove le acque si raccolgono formando i primi flussi incanalati l'erosione si concentra lungo gli assi di scorrimento principali con incisione della roccia in posto e formazione di solchi di approfondimento.

– Scarpata d'erosione fluvio-torrentizia:

dove la pendenza del versante rimane su valori alti i fenomeni suddetti possono innescare fenomeni di scalzamento laterale delle sponde in impluvi già esistenti.

Questa situazione predispone anche il verificarsi di fenomeni gravitativi, che interessano la copertura detritica superficiale, determinando, nel complesso, un notevole trasporto di materiale lapideo verso valle.

Forme di accumulo

- Conoide alluvionale:

si tratta di strutture morfologiche derivanti dall'accumulo di sedimenti fluviali, per lo più in forma relitta, ancora evidenti per la morfologia rilevata rispetto al fondovalle principale. Le principali si rinvengono a sud di Castel Vecchio ed allo sbocco di rami secondari della Forra Bronzuoli.

[In tutti e due i casi si tratta di forme non attive tali da non costituire un elemento significativo ai fini della determinazione della pericolosità geologica.](#)

Forme carsiche

La presenza sul Colle di Monsummano di estesi affioramenti di rocce calcaree, che coprono circa il 50% della sua superficie, ha permesso ai processi di dissoluzione carsica di avere un ruolo decisivo nel modellamento del rilievo, nonché nello sviluppo di forme particolari. In superficie i fenomeni carsici si manifestano con forme tipiche, anche se nel complesso poco sviluppate, ed esclusivamente di scala medio-piccola. Si tratta per lo più di piccole cavità e solchi di dissoluzione di dimensioni massime raramente superiori a qualche metro. Le forme carsiche di superficie assumono particolare rilevanza solo sugli affioramenti di Calcarea Massiccio risparmiati dall'attività estrattiva, dove sono presenti scannellature da ruscellamento e fori di dissoluzione. Si tratta di forme di piccola scala, tipiche degli affioramenti calcarei nelle zone caratterizzate da un clima temperato umido. Le forme carsiche superficiali di scala superiore, come le doline, caratteristiche di

tanti paesaggi calcarei sono invece praticamente assenti. Ciò è dovuto alla generale acclività dell'area che inibisce i fenomeni di infiltrazione concentrata, cui sono dovute tali forme. La mancanza di forme carsiche, a scala medio-grande, potrebbe far ritenere che il carsismo si trovi in uno stadio che si potrebbe definire giovanile. In realtà, lungo il ciglio dei tagli di cava si può osservare la presenza di diverse cavità a sviluppo verticale, larghe qualche metro e profonde fino a dieci metri, riempite di materiale detritico costituito prevalentemente da suoli argillosi rimaneggiati. Tali cavità, che non si mostrano in superficie per la difficoltà della rete di fratture ad evacuare il riempimento, denotano invece uno stadio di sviluppo dei fenomeni carsici piuttosto avanzato. Queste cavità hanno pareti dalle forme arrotondate e si riducono di dimensioni scendendo verso il basso. In pianta hanno forma allungata secondo l'orientamento delle fratture su cui sono impostate. Nelle zone dove tali cavità sono maggiormente sviluppate, esse si uniscono in forme composite ad andamento labirintico. Nel complesso, si tratta di forme correlabili a fenomeni di dissoluzione carsica che si sviluppano sotto coperture detritiche e/o residuali e con vegetazione ben sviluppata. Forme di questo tipo, ma ben sviluppate, interessano anche la placca di travertini che si trova presso la sorgente di Grotta Parlanti. Tali forme, anch'esse riempite di detrito e quindi non rilevabili in superficie, sono invece facilmente osservabili nel cunicolo artificiale di adduzione dell'acqua della sorgente.

Al contrario di quello superficiale, il carsismo sotterraneo è piuttosto sviluppato, come appare dalle molte fessure e cavità di corrosione presenti lungo i tagli delle cave. I caratteri morfologici di molte di queste cavità dimostrano come all'azione solvente delle acque d'infiltrazione si sia aggiunta anche l'azione, particolarmente energica, di fluidi termali risalenti dal basso lungo le principali faglie. E' anzi probabile che le cavità di dimensioni maggiori siano da attribuirsi a fenomeni di carsismo da acque di origine idrotermale. La maggior parte delle forme carsiche di dissoluzione sotterranea si presenta come fessure, ampie da qualche centimetro sino a poco più di un metro, che si sviluppano lungo superfici di discontinuità generalmente correlabili a fratture e faglie con inclinazione compresa tra 60° e 90°. Di queste cavità quattro sono agibili e costituiscono delle vere e proprie grotte, seppur di ridotte dimensioni: Grotta della Cava Grigia, Buca della Cava Grande, Buca della Cava Bianca e Grotta Giusti. La Grotta della Cava Grigia si apre ai piedi della parete della vecchia cava che costituisce il piazzale di accesso alla Cava Grande. Dal piccolo vano iniziale si ha accesso ad un condotto in risalita, inclinato di circa 65°, che si sviluppa parallelamente alla parete esterna della cava per una trentina di metri di sviluppo. Il condotto, di forma cilindrica e diametro medio intorno ad un metro e mezzo, presenta le pareti abbondantemente concrezionate. In alto il condotto si restringe, diventando impercorribile, ormai a pochi metri dalla superficie esterna.

La Buca della Cava Grande si apre ai piedi della parete che delimita, sul lato sud-occidentale, la grande cava a gradoni. L'ingresso si presenta sotto forma di una fessura verticale, larga una quarantina di centimetri, da cui si scende in una spaccatura profonda quattordici metri. La spaccatura ha una larghezza variabile da qualche decimetro sino ad un massimo di un metro, per una lunghezza che varia da qualche metro sino ad un massimo di otto. Sul fondo la cavità è ostruita da blocchi di roccia e concrezioni staccatisi dalle pareti. La terza cavità si apre sulla parete della Cava Bianca, a qualche metro dal piano di cava, ed ha uno stretto ingresso verticale che immette su di una spaccatura, profonda nove e lunga quattro metri, anch'essa abbondantemente concrezionata.

La Grotta Giusti è la più importante e nota tra le grotte del Colle di Monsummano. Si tratta di una cavità pressoché unica, nel panorama speleologico italiano, per le sue caratteristiche idro-morfologiche e climatiche. In essa si trova, infatti, un lago di acqua alla temperatura di circa 34°, alimentato da una falda sotterranea termale, che conferisce alla grotta delle caratteristiche climatiche del tutto particolari. Alla cavità si accede tramite una galleria artificiale in discesa che intercetta alcune piccole cavità in origine riempite di detrito. La grotta, costituita essenzialmente da

un'unica galleria a più livelli, presenta uno sviluppo di circa 200 metri relativamente alla parte areata. Il dislivello totale è di 44 metri, di cui 30 in ambiente sommerso. La galleria maggiore, che costituisce l'asse principale della parte emersa, mostra un andamento circa E-O nella parte orientale e ONO-ESE in quella occidentale. Solo il secondo degli orientamenti corrisponde a quello della discontinuità di natura tettonica. Nel settore orientale, infatti, la galleria taglia le principali superfici di fratture, la cui direzione è circa 140° N. La parte sommersa si sviluppa anch'essa lungo la direttrice principale individuata dalla superficie di faglia con direzione 140°N. Nel complesso la grotta ha le caratteristiche di una cavità originatasi in condizioni freatiche con moto dell'acqua molto lento, probabilmente in una zona di miscelazione tra acque di provenienza profonda e acque fredde di infiltrazione. L'origine freatica è suggerita dalle forme di corrosione a piccoli condotti anastomizzati presenti sul soffitto. L'aspetto morfologico più interessante di questa grotta sta soprattutto nei suoi fenomeni di concrezionamento, che raccontano una complessa evoluzione in condizioni di sommersione ed emersione. Lungo le pareti ed il soffitto della galleria si riscontrano delle forme di concrezionamento definite a "cavolfiore" e a "foglie", mentre sul pavimento le forme più caratteristiche sono delle pseudo stalagmiti coniche. Per tutte queste forme si presume che l'origine sia subacquea o a pelo d'acqua. Limitato a poche e piccole stalattiti è invece in concrezionamento normale da acque di percolazione. Nel complesso i fenomeni di concrezionamento sono piuttosto abbondanti e ricoprono la quasi totalità delle pareti, con l'esclusione della volta di alcune cupole e di piccole condotte che si spingono verso l'alto. Poiché le concrezioni si sono formate prevalentemente in ambiente subacqueo, questo dimostra che in un qualche momento dello sviluppo della grotta si è avuto il passaggio relativamente rapido da condizioni di sotto-saturazione, in cui le acque avevano un'azione solvente e agivano corrodendo la roccia, a condizioni di sovra-saturazione, in cui ha avuto inizio il concrezionamento. Tale cambiamento non può ragionevolmente essere attribuito ad una variazione delle caratteristiche chimiche delle acque termali di origine profonda, ma va cercato in qualche fattore esterno. La mancanza di concrezioni nelle zone più elevate della volta delle gallerie, farebbe pensare che la precipitazione della calcite abbia avuto inizio quando il pelo dell'acqua si è abbassato in maniera sensibile al di sotto della volta permettendo l'instaurarsi di una circolazione d'aria, seppur lieve. Il contatto delle acque termali con l'aria avrebbe provocato le condizioni di sovra-saturazione e le acque, da aggressive, sarebbero divenute concrezionanti, almeno nella parte più prossima alla superficie libera. Nel tratto di grotta detto "Il Purgatorio" si riconoscono i segni di almeno quattro livelli di stazionamento dell'acqua, il che dimostra che lo svuotamento della grotta non ha avuto velocità costante.

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, quelli quiescenti e quelli ormai inattivi, pur essendo osservabili estesamente nel territorio collinare, risultano concentrati laddove si sommano vari fattori.

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 che, oltre alle predette situazioni, risentono del continuo scalzamento al piede operato dall'erosione dei corsi d'acqua in fase di approfondimento.

Complessivamente nel territorio di Monsummano, non sono evidenti gravi ed estesi fenomeni franosi in atto (si rilevano occasionali movimenti attivi in impluvi secondari che non interessano aree urbanizzate e fenomeni di piccole dimensioni legati alla viabilità secondaria), per contro, 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 e/o per le trasformazioni dell'uso del suolo che potrebbe alterarne l'equilibrio consolidatosi naturalmente nel corso del tempo.

In legenda vengono suddivisi i fenomeni dovuti alla gravità in forme di denudazione, cioè quelle morfologie dovute all'asportazione e movimentazione del terreno, e forme di accumulo.

Forme di denudazione

– Nicchia di frana attiva:

superficie, generalmente ripida, che delimita l'area quasi indisturbata circostante la parte sommitale del fenomeno franoso attivo, generata dal movimento del materiale lapideo distaccatosi. Rappresenta la parte visibile della superficie di rottura e/o di distacco.

– Nicchia di frana quiescente:

con questo termine si fa riferimento alla stessa superficie precedentemente descritta ma relativa ad un movimento franoso quiescente, cioè ad un movimento inattivo che può essere riattivato dalle sue cause originali; fenomeno per il quale permangono le cause predisponenti il movimento.

– Nicchia di frana inattiva:

anche in questo caso si fa riferimento alla stessa superficie precedentemente descritta ma relativa ad un movimento franoso inattivo, cioè ad una forma relitta di un movimento franoso che si è sviluppato in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali e, di conseguenza, non è più influenzato dalle sue cause originali.

– Scarpata di degradazione quiescente:

porzione di versante a forte pendenza con processi di degradazione meteorica quiescenti; cioè processi attualmente inattivi ma che possono essere riattivati dalle stesse cause che li hanno originati.

– Scarpata di degradazione inattiva:

A differenza della scarpata di degradazione quiescente in questo caso il versante ha raggiunto naturalmente una propria stabilità anche se mantiene sempre un'elevata pendenza; generalmente si presenta con una copertura vegetazionale ben sviluppata.

– Frana non cartografabile

Zona in dissesto le cui dimensioni risultano estremamente ridotte da non poter essere arealmente rappresentata alla scala di rilievo e per questo viene riportata in carta con una simbologia puntuale.

Forme di accumulo

– Frana attiva di scivolamento:

con questo termine oltre ad indicare il materiale spostato dalla sua posizione originaria sul versante, viene specificato lo stato del fenomeno cioè "attivo". Inoltre viene indicato che si tratta di uno "scivolamento" cioè di un movimento di materiale verso la base del versante che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio, che costituisce, appunto, la superficie di scivolamento.

– Frana attiva di crollo:

in questo caso cambia la tipologia del movimento trattandosi di "crollo" cioè di un fenomeno che inizia con il distacco di terra o roccia da un pendio acclive e prosegue quindi per caduta libera nell'aria, rimbalzo e rotolamento a terra della massa detritica distaccata. Questa tipologia di movimento interessa esclusivamente le scarpate di cava presenti sul Colle di Monsummano.

– Frana quiescente di scivolamento:

accumulo detritico che si è mosso lungo il versante il cui stato risulta inattivo, ma che potrebbe riattivarsi in quanto gli elementi morfogenetici che lo hanno generato sono ancora presenti.

– Frana inattiva di scivolamento:

accumulo detritico che si è mosso lungo il versante il cui stato risulta inattivo che non essendo più influenzato dalle sue cause originali ha raggiunto un nuovo equilibrio.

– Detrito di versante:

si tratta di materiale proveniente dalla disgregazione meccanica dei terreni litoidi ed è caratterizzato da dimensioni prevalentemente grossolane. Questo tipo di accumulo, generalmente caratterizzato da una scarsa frazione fine, raggiunge una propria stabilità disponendosi, naturalmente, secondo l'angolo di attrito interno proprio degli elementi litoidi che lo compongono. La stabilità di una tale massa detritica può essere messa in crisi facilmente sia con interventi artificiali quali scavi e/o riprofilature dei versanti, sia in occasione di eventi tellurici importanti che possono portare anche a fenomeni di crollo.

– Deposito eluviale:

un accumulo di questo tipo è caratterizzato da una prevalenza di terreni fini la cui genesi deriva dall'alterazione del substrato roccioso e dal trasporto lungo il versante verso zone poco acclivi. Questo tipo di deposito può presentare una naturale instabilità in particolari condizioni morfologiche e climatiche come nel caso in cui sia deposto su un substrato litoide con giacitura anche debolmente a franapoggio che favorisce lo scivolamento in occasione di eventi meteorici importanti.

– Detrito di cava

è costituito da accumuli di materiali più o meno eterogenei ed eterometrici prodotti dall'attività estrattiva svolta, in tempi storici, nelle cave del Colle di Monsummano.

Dinamiche antropiche

Forme e manufatti

Le principali forme di origine antropica si collocano in due precisi ambienti, sede delle maggiori attività socio-economiche; i versanti più accessibili e la pianura. Lungo i versanti, nelle aree agricole e quelle abbandonate da tale attività (spesso quelle più acclivi interessate da fenomeni di instabilità) è presente un terrazzamento artificiale costituito da ripiani delimitati da muretti a secco o da ciglioni. Questa caratteristica del paesaggio è distintiva delle pratiche agricole di un passato rurale che va perdendosi; si cercava di ricavare sui versanti circostanti le abitazioni, porzioni di territorio agricolo con pendenze accettabili, alterandone il profilo originario. Questa pratica, avendo bisogno di una continua opera di manutenzione per contrastare la tendenza naturale a ripristinare il profilo originario del terreno, ha determinato situazioni di potenziale instabilità laddove si è verificato l'abbandono dell'agricoltura e/o la trasformazione dell'uso del suolo da agricolo a urbanizzato. Un altro aspetto caratteristico della zona collinare è rappresentato dal versante sud-ovest del Colle di Monsummano; qui è presente una spessa coltre detritica, derivata dall'alterazione e disgregazione delle formazioni rocciose che costituiscono il Colle. In corrispondenza di questo accumulo si sono originati in passato movimenti franosi piuttosto estesi, per questo motivo alcune aree hanno subito importanti modifiche morfologiche allo scopo di renderle stabili ai fini edificatori.

In pianura, invece, la necessità di creare le infrastrutture di trasporto e di comunicazione ha prodotto numerosi rilevati costruiti con terreno di riporto. La loro presenza tende ad ostacolare il deflusso naturale delle acque basse determinando dei veri e propri bacini chiusi ove l'acqua tende a ristagnare. Tra i manufatti antropici risultano anche le discariche sia attive che dismesse presenti nella zona sud-ovest del territorio comunale.

1.3 - Idrogeologia (Tavola G03)

L'idrogeologia studia il "ciclo" delle acque naturali, ed in particolare quelle di sottosuolo, in rapporto alle strutture geologiche. Riguarda quindi le caratteristiche delle rocce nei confronti dell'acqua (porosità, fratturazione, permeabilità), la provenienza delle acque naturali, le leggi che regolano il loro movimento nelle rocce, sia in condizioni naturali che per effetto del pompaggio dai pozzi. Ne consegue che l'idrogeologia ha come base fondamentale un accurato studio della geologia tradizionale e come scopo principale la ricerca dell'acqua di sottosuolo per i vari usi e

consumi. 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.

Nel caso delle formazioni lapidee la circolazione delle acque sotterranee avviene prevalentemente tramite le fratture di origine tettonica (permeabilità secondaria). Il diverso grado di permeabilità dipende, quindi, dalla quantità di fratturazione e dalla maggiore o minore presenza di litotipi geneticamente impermeabili quali le argilliti. In questi casi esistono le condizioni fisiche per poter parlare dello sviluppo di una falda a "rete", dove le fratture dovute alla rigidità della roccia permettono una certa continuità di flusso delle acque sotterranee che si interrompe al contatto con litologie più impermeabili. In questo lavoro sono state individuate quattro classi di permeabilità: alta, media, medio-bassa e bassa. Il Calcere Massiccio ed i travertini del Colle di Monsummano sono stati considerati a permeabilità alta; sia per il loro elevato grado di fratturazione che per la loro composizione mineralogica che ha permesso lo sviluppo di importanti processi di dissoluzione carsica. Alle altre formazioni carbonatiche presenti sul Colle di Monsummano e nella zona nord del territorio comunale è stata attribuita una permeabilità media.

Rocce a permeabilità bassa si considerano le associazioni litologiche a struttura caotica e le associazioni litologiche a prevalente componente argillitica. Tutti gli altri litotipi arenacei e marnoso calcarei, nelle varie litofacies più o meno siltitiche e argillitiche, sono inseriti nella classe medio-bassa.

Per i depositi superficiali si è operata, invece, una distinzione basandosi sulle presunte dimensioni dei clasti che costituiscono gli accumuli detritici. Ad alta permeabilità primaria (per porosità) sono stati classificati i detriti di cava. La permeabilità da media è stata attribuita ai depositi di versante costituiti da detriti di varia granulometria, nei quali la frazione fine non è trascurabile, i depositi alluvionali attuali e recenti e quelli terrazzati. Ai depositi alluvionali di colmata è stata attribuita una permeabilità medio-bassa mentre ai depositi palustri una permeabilità bassa.

Gli stessi tipi litologici sono "responsabili" della struttura del reticolo idrografico superficiale che si è instaurato al di sopra del substrato in relazione alla diversa erodibilità delle rocce e alle direttrici principali di fratturazione che in molti casi "vincolano" il percorso delle aste fluviali.

Guardando la struttura generale della rete dei corsi d'acqua si riconosce un reticolo di forma dendritica lungo il versante sud-ovest del Montalbano che evolve, man mano che ci si sposta verso valle, in una tipologia a minor densità ed a forma più marcatamente angolare, o meglio, a "pettine".

In questo elaborato si riporta, quindi, il reticolo idrografico principale (costituito dai corsi d'acqua iscritti nell'elenco delle acque pubbliche – R.D.1775/33), gli spartiacque secondari che si ramificano da quello principale il quale non rientra però nel territorio comunale, le manifestazioni termali in corrispondenza della Grotta Giusti e della sorgente di Grotta Parlanti ed i laghi che sono quasi tutti artificiali.

Per quanto riguarda la valutazione della profondità delle acque sotterranee, la variabile permeabilità del substrato alluvionale non permette di considerare una falda continua per tutto il fondovalle ma, piuttosto, si dovrà parlare di una serie di falde, più o meno estese e più o meno profonde, in relazione anche alla presenza di livelli sabbiosi e ghiaiosi, più permeabili, inglobati nella sequenza alluvionale. Nell'impossibilità di poter valutare l'andamento generale della piezometria si è ritenuto

comunque utile evidenziare un areale ricavato dalle diverse misure piezometriche riportate nelle prove geognostiche recuperate, all'interno del quale è molto probabile il rinvenimento di acqua di falda nei primi cinque metri di profondità dal piano di campagna. In carta viene inoltre riportata l'ubicazione dei pozzi e delle sorgenti utilizzati per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto oltre a tutti i pozzi ad uso privato presenti sul territorio classificati in base al loro diverso utilizzo così come risulta nell'archivio del demanio idrico.

1.4 - Carta litotecnica e delle indagini geognostiche (Tavola G04)

A differenza della carta geologica, nella carta litotecnica si suddividono e si accorpano le formazioni rocciose ed i terreni sciolti in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche principali. Questa scelta è dettata dalla necessità di caratterizzare, attraverso specifici parametri geotecnici, il comportamento delle rocce e dei terreni quando questi vengono sottoposti a particolari stati tensionali, come, ad esempio, il carico indotto da un edificio. Per ricavare tali parametri è necessario eseguire determinate prove che possono essere svolte sia in laboratori specializzati che *in situ*. Queste ultime, come le prove penetrometriche statiche e dinamiche, i sondaggi a carotaggio continuo, le trincee e gli stendimenti sismici, vengono largamente utilizzate per ottenere i parametri geotecnici più rappresentativi.

L'insieme dei dati geognostici esistenti, le informazioni derivanti dalla letteratura e l'esperienza sviluppata riguardo le litologie presenti sul territorio hanno permesso di suddividere le formazioni rocciose ed i terreni in unità litotecniche con caratteristiche fisico-meccaniche diverse. Per i litotipi lapidei sono state acquisite le informazioni relative alla litologia, alla stratificazione al grado di fratturazione. Per i terreni sciolti sono stati valutati lo spessore e il grado di addensamento, con particolare riferimento ai terreni che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Terreni lapidei

– Rocce a struttura massiva

Questo raggruppamento è costituito dal solo Calcare Massiccio. Si tratta di rocce di origine sedimentaria costituite da calcari a grana fine con buone caratteristiche geomeccaniche. Nel territorio affiorano sul Colle di Monsummano come strutture massive non presentando superfici di discontinuità originate da fenomeni di stratificazione o di intensa fratturazione.

– Rocce stratificate competenti

Si tratta di rocce di origine sedimentaria rappresentate dal Calcare Alberese (Formazione del M. Morello) e dalle arenarie della Formazione del Macigno; si presentano in strati anche di alcuni metri di spessore generalmente poco fratturati e possiedono buone caratteristiche geomeccaniche.

– Rocce stratificate a componente mista

Questa unità litotecnica è interamente rappresentata dalla Formazione del Sillano che, come precedentemente descritto, è costituita 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 composizione argillitica

Sono rappresentate dalle litologie appartenenti al Flysh di Ottone, rocce sedimentarie stratificate originate in ambiente marino, costituite da Torbiditi calcareo-marnose con interstrati sottili di argilliti calcaree e marne argillose caratterizzate da un intenso grado di esfoliazione e fratturazione che le rende facilmente erodibili dall'azione meccanica e solvente dell'acqua; nel complesso presentano caratteristiche geomeccaniche molto scadenti.

– Depositi calcarei di origine chimica a struttura vacuolare

Questa unità è interamente costituita dai Travertini cioè da rocce calcaree in grossi banchi di origine idrotermale, spesso con struttura vacuolare che conferisce a questa unità delle caratteristiche geomeccaniche variabili ed eterogenee.

Terreni sciolti

– Depositi alluvionali attuali e recenti

In base alle informazioni fornite delle indagini geognostiche, dai diversi lavori presenti in letteratura e non avendo individuato problematiche derivanti da scarso addensamento dei depositi, si può affermare che, almeno nei primi 10 metri di profondità, i terreni di pianura presentano generalmente discrete caratteristiche geomeccaniche anche se, di volta in volta, da valutare puntualmente.

– Depositi palustri e di colmata

Si tratta di depositi alluvionali a granulometria fine costituiti da limi, limi sabbiosi, argille e torbe in quantità variabile e sono caratterizzati da uno spessore ridotto di pochi metri e da un modesto grado di addensamento. Nel complesso questo tipo di substrato è da ritenere di scarse caratteristiche geomeccaniche.

– Detrito di versante e depositi eluviali

Per la loro stessa natura sono terreni caratterizzati da un grado di addensamento molto variabile, equilibrio al limite della stabilità e, nella maggior parte dei casi, abbondante presenza d'acqua almeno durante i periodi più piovosi. Per questi motivi costituiscono un substrato con caratteristiche geomeccaniche generalmente scadenti.

– Detrito di cava

E' costituito da accumuli di materiali più o meno eterogenei ed eterometrici prodotti dall'attività estrattiva svolta nelle cave del Colle di Monsummano; sono caratterizzati da uno scarso grado di addensamento e spesso si trovano al limite della stabilità se posti su versanti acclivi. Per questi motivi costituiscono un substrato con caratteristiche geomeccaniche scadenti.

– Riporto/rialzamento

Sono terreni generalmente a basso grado di addensamento e scarsi valori di resistenza che variano molto in riferimento alle modalità di messa in posto e di costipamento

– Rilevato delle strutture viarie

Sono terreni che generalmente dopo la messa in posto hanno subito un processo di costipamento e sono caratterizzati da buoni valori di resistenza.

1.4.1. Censimento delle indagini geognostiche

Nella carta litotecnica sono riportate, suddivise secondo le diverse tipologie, le ubicazioni delle indagini geognostiche realizzate sul territorio comunale nel corso del tempo; o meglio, da quando la normativa nazionale in materia di costruzioni edilizie ha reso obbligatorio lo studio geotecnico del substrato di fondazione.

La raccolta dei dati esistenti è consistita nella ricerca presso gli archivi degli Uffici Tecnici comunali delle indagini geognostiche realizzate a supporto alle pratiche edilizie esperite nel periodo 1993-2012 (quelle relative agli anni precedenti erano già disponibili come corredo agli strumenti urbanistici esistenti) e dei pozzi per acqua corredati almeno da una descrizione stratigrafica. La banca dati consultabile sul sito web dell'istituto ISPRA ha fornito utili informazioni sulle perforazioni profonde e sui pozzi per acqua.

Questa ricerca, realizzata anche in relazione alla necessità di acquisire più informazioni possibili sulle caratteristiche del substrato per lo studio di Microzonazione Sismica, ha portato all'acquisizione di dati relativi a 294 prove penetrometriche statiche, 10 prove penetrometriche dinamiche leggere, 97 prove penetrometriche dinamiche pesanti, 10 saggi con scavatore, 1 saggio manuale, 3 sondaggi a carotaggio continuo, 24 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno, 1 prova scissometrica, 2 prove sismiche in foro tipo Down-Hole, 37 misure di frequenza HVSR, 32 profili sismici a rifrazione, 29 indagini geofisiche tipo MASW, 6 pozzi con stratigrafia riportati nel PRG. del 1991 e 104 pozzi con stratigrafia e profondità superiore a 30 metri proveniente dal database dell'ISPRA. Per tutte queste prove si è proceduto alla scansione della documentazione cartacea disponibile producendo un file in formato .pdf che le raccoglie con il

numero identificativo riportato in cartografia. Pertanto la cartografia e l'insieme dei dati geognostici recuperati si profilano come un utile strumento di ausilio, sia per la programmazione delle necessarie indagini in aree limitrofe a quelle già conosciute, sia per la valutazione preliminare delle caratteristiche litotecniche del substrato di un'area oggetto di nuovi interventi. In ogni caso la possibilità di poter disporre di queste indicazioni non può assolvere completamente dalla realizzazione di nuove indagini geognostiche puntuali laddove, ai sensi delle NTC 2008 ed al DPGR.n.36/R/09, che definisce le classi di indagine geognostica in relazione alla tipologia e dimensioni del progetto, risulti necessario farlo.

Tutti i dati recuperati sono stati scansionati in formato .pdf in modo che ciascun punto di indagine numerato in carta (stampata in scala 1:5.000 per favorirne la lettura) ha associato il relativo report.

2. Definizione della pericolosità del territorio

Le carte della pericolosità rappresentano l'interpretazione delle dinamiche fisiche, morfologiche, idrauliche e sismiche i cui effetti, presi singolarmente o in modo combinato tra di loro, determinano, favoriscono o accentuano il verificarsi di fenomeni pericolosi per gli insediamenti e le attività antropiche, quali, ad esempio, le aree di possibile influenza dei fenomeni franosi attivi o quiescenti, le aree interessate da eventi di piena con i diversi tempi di ritorno oppure le aree più suscettibili in caso di un evento sismico.

La finalità che si vuole raggiungere è quella di fornire, a chiunque si troverà ad operare sul territorio, un riferimento sufficientemente dettagliato affinché in fase progettuale si possa adeguare la struttura e la funzionalità di un qualsiasi tipo di intervento al contesto fisico-ambientale in cui lo stesso andrà ad inserirsi.

Attraverso l'interpretazione delle analisi e degli approfondimenti condotti in fase di formazione del quadro conoscitivo si individuano aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e delle criticità rispetto a specifici fenomeni secondo quattro differenti classi di gravità relativa. La carta delle problematiche idrogeologiche (G05), la carta della pericolosità geologica (G06), la carta della pericolosità idraulica (G07) e la carta della pericolosità sismica locale (G08) suddividono il territorio in aree omogenee che faranno da riferimento per l'applicazione delle norme tecniche di attuazione del Piano Strutturale e del RU. La sintesi e la valutazione dei fattori di pericolosità che possono concorrere a determinare un diverso grado di rischio, per i beni e per le persone insediate in una specifica porzione di territorio, costituiscono il necessario supporto per individuare un insieme di regole, prescrittive e prestazionali, che guideranno le azioni sul territorio che il Regolamento Urbanistico andrà a definire coerentemente con la necessità di salvaguardare le risorse ambientali e di migliorare e mantenere la stabilità e la sicurezza dei luoghi.

Alla formazione dell'impianto normativo e dei vincoli legati alla salvaguardia del territorio concorrono anche strumenti di governo del territorio sovraordinati e non dipendenti dalla normativa regionale quali il Piano stralcio Assetto Idrogeologico ed il Piano stralcio Bilancio Idrico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

2.1 - Problematiche idrogeologiche (G05)

Questo elaborato interpreta le caratteristiche idrogeologiche del territorio sia in chiave di potenzialità che di salvaguardia della risorsa idrica. Le caratteristiche di permeabilità del substrato così come definite nella carta idrogeologica permettono di valutare, in prima battuta, le potenzialità degli acquiferi e la vulnerabilità delle acque di falda rispetto all'inquinamento. E' evidente, infatti, come la maggiore o minore permeabilità del terreno e delle rocce che costituiscono il substrato permetta una maggiore o minore diffusione e dispersione di un inquinante idroveicolato. Al di là quindi della capacità di auto-depurazione intrinseca di ciascun terreno (comunque riferibile quasi esclusivamente a inquinanti di origine organica), con le acque d'infiltrazione superficiale anche gli inquinanti eventualmente trasportati, o comunque trasportabili in soluzione, hanno la possibilità di circolare in sottoterraneo. Questo fenomeno può deteriorare la qualità delle acque di falda di estese porzioni di territorio anche molto distanti dal punto di infiltrazione. Poiché il fattore fisico che permette la circolazione in sottoterraneo è la permeabilità, la vulnerabilità delle acque sotterranee è associata alle caratteristiche litologiche e genetiche delle rocce e dei terreni, oltre che alla esposizione al rischio di inquinamento dovuto alle attività antropiche che si svolgono in superficie.

2.1.1. Vulnerabilità delle acque sotterranee

Utilizzando i dati della carta "*Fragilità degli acquiferi*" del PTC ed integrandoli a scala di maggior dettaglio con le informazioni geologiche ed idrogeologiche ricavate con questo studio si è suddiviso il territorio di Monsummano in aree a differente vulnerabilità (alta, media, medio-bassa e

bassa), sulla base di valutazioni relative alle caratteristiche di permeabilità del substrato litologico suddiviso in terreni sciolti e terreni lapidi e sulla presenza di punti di emergenza naturale delle acque sotterranee.

Per il substrato dove sono presenti terreni sciolti si avrà:

Vulnerabilità alta: per le aree in cui sono presenti accumuli detritici dovuti all'attività estrattiva delle cave del Colle di Monsummano.

Vulnerabilità media: per le aree caratterizzate dalla presenza di depositi detritici di versante, depositi alluvionali attuali e recenti e di quelli terrazzati.

Vulnerabilità medio-bassa: per la zona sud-ovest del territorio comunale, limitrofa al Padule di Fucecchio, dove sono presenti i depositi alluvionali e di colmata.

Vulnerabilità bassa: per l'area posta all'estremo meridionale del territorio comunale dove sono presenti i depositi di origine palustre.

Per il substrato costituito da formazioni litoidi:

Vulnerabilità alta: per le aree del Colle di Monsummano dove affiora il Calcarea Massiccio ed i travertini,

Vulnerabilità media: per le aree in cui affiorano le altre formazioni carbonatiche presenti sul Colle di Monsummano e nella zona nord del territorio comunale (Calcarea Alberese, Calcarea Selcifera della Val di Lima, Calcarea Selcifera di Limano, Maiolica,...).

Vulnerabilità medio-bassa: per le aree dove affiorano i Flysch arenacei e marnoso-calcarei, nelle varie litofacies più o meno siltitiche e argillitiche (Scaglia Toscana, Macigno, Flysch di Ottone).

Vulnerabilità bassa: per le aree dove la Formazione del Sillano in tutte le sue facies e le Argilliti di M. Veri.

2.1.2. Termalismo

La zona del Colle di Monsummano è interessata dalla risalita di acque calde di origine termale; queste manifestazioni si concentrano in corrispondenza della Grotta Giusti e della Grotta Parlanti. E' stato dimostrato che in questa zona le acque calde termali, nel loro percorso di risalita, si mischiano con le acque più fredde d'infiltrazione superficiale. In un simile contesto idrogeologico, una qualsiasi sostanza inquinante che venisse sversata in prossimità di queste zone sarebbe idroveicolata molto rapidamente andando a contaminare le falde acquifere più profonde. Per questo motivo, in base a quanto previsto dall'art.18 della L.R. n.38 del 27/07/2004, sono state individuate sia delle zone di tutela per i pozzi e le sorgenti ad uso termale che un areale più ampio di protezione ambientale delle aree di ricarica delle falde termali.

2.1.3. Captazione delle acque sotterranee

Se la vulnerabilità degli acquiferi dovuta alle caratteristiche intrinseche del substrato roccioso è una componente importante per l'uso e la salvaguardia delle acque sotterranee, altri elementi legati allo sfruttamento delle acque sotterranee completano il quadro delle problematiche idrogeologiche da tenere in considerazione per un uso non distruttivo della risorsa.

Come si evidenzia nella carta delle problematiche idrogeologiche l'approvvigionamento idrico per il consumo umano dai pozzi di pianura è limitato a otto punti di captazione dalla falda profonda costituita dall'acquifero della Val di Nievole. Nella cartografia tematica vengono riportati due areali, entrambi ripresi dal Piano Stralcio Bilancio Idrico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, che individuano l'area di ricarica dell'acquifero della Val di Nievole e l'area di potenziale interferenza significativa delle acque sotterranee con il reticolo idrografico (art. 15 del suddetto Piano).

Per quanto riguarda, invece, i pozzi e le sorgenti presenti sui rilievi collinari si è cercato di delimitare gli areali che per caratteristiche fisiografiche, geologiche e strutturali possono essere considerati

come le zone di ricarica e di alimentazione della falda all'interno delle quali occorre controllare la gestione delle attività che possono costituire una seria minaccia per la qualità della risorsa. Relativamente all'applicazione delle norme di salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs.152/06 le zone di ricarica della falda e delle sorgenti corrispondono alle zone di rispetto del decreto legislativo mentre per le aree di rispetto dei pozzi della pianura, dato che non è possibile individuare un areale specifico di ricarica in quanto si tratta di un emungimento puntuale dalla profondità di una falda molto estesa e senza direzioni preferenziali di alimentazione, la zona circolare con raggio di duecento metri assume un valore di tutela dalla possibile infiltrazione di inquinanti superficiali attraverso il punto di captazione.

2.2 - Pericolosità geologica (G06)

Per l'elaborazione di questa cartografia sono stati incrociati i dati della carta geologica, della carta geomorfologica e dell'acclività dei versanti in modo da attribuire ai diversi fenomeni in atto e/o alle diverse combinazioni di condizioni fisico-morfologiche predisponenti possibili dissesti, uno specifico grado di pericolosità relativa secondo la seguente articolazione:

G.4 – Pericolosità molto elevata: aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza.

G.3 – Pericolosità elevata: aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

G.2 - Pericolosità geomorfologica media: aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

G.1 – Pericolosità geomorfologica bassa: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Per quanto riguarda la pericolosità molto elevata G.4 in questa classe sono state inseriti i fenomeni gravitativi attivi quali le aree in frana per scivolamento e le aree di cava interessate da frequenti crolli di frammenti rocciosi lungo le scarpate. In tutti i casi tali fenomeni riguardano porzioni di territorio non interessate da insediamenti antropici.

Relativamente alle problematiche legate all'azione erosiva delle acque incanalate si segnalano alcuni tratti di corsi d'acqua dove si sta verificando un approfondimento dell'alveo e conseguente scalzamento al piede del versante con potenziale innesco di fenomeni gravitativi.

In particolare, nella classe a pericolosità maggiore (G.4) sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana attiva;
- alveo in approfondimento (individuato con un'area "buffer" di 20 metri su entrambi i lati dell'elemento geomorfologico rappresentato con una linea).

In classe G.3 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana quiescente;
- area potenzialmente instabile in base alla giacitura della formazioni stratificate;
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni argillosi con pendenze superiori al 10%;
 - terreni sabbiosi con pendenze superiori al 25%;
 - terreni litoidi molto fratturati con pendenze superiori al 35%;
 - terreni litoidi poco fratturati e di buona qualità con pendenze superiori al 50%;
- corpo detritico su versante con pendenza superiore al 25%;
- area interessata da rilevanti manomissioni antropiche;

- corpo d'acqua e relativo paramento;
- scarpata di erosione non attiva o quiescente (individuata con un'area "buffer" di 20 metri su entrambi i lati dell'elemento geomorfologico rappresentato con una linea);
- area caratterizzata da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche;

In classe G.2 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- area interessata da frane non attive;
- corpo detritico su versante con pendenza inferiore al 25%
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni argillosi con pendenze inferiori al 10%;
 - terreni sabbiosi con pendenze inferiori al 25%;
 - terreni litoidi molto fratturati con pendenze inferiori al 35%;
 - terreni litoidi poco fratturati e di buona qualità con pendenze inferiori al 50%.

In classe G.1 sono comprese:

- area in cui non sussistono fattori litologici e giaciture predisponenti il verificarsi di processi morfoevolativi.

2.3 - Pericolosità idraulica (G07)

Il Piano Strutturale vigente era dotato di uno studio idrologico-idraulico, elaborato in base alla vecchia normativa regionale (Del. R.T. n.230 del 21/06/1994 "Provvedimenti sul rischio idraulico ai sensi degli art.3 e 4 della L.R. n.74/84 – Adozione e prescrizione di vincoli, approvazione direttive", riguardante i seguenti corsi d'acqua; Rio Bechini, Torrente Borra, Rio Bronzuoli, Fosso Candalla, Rio Cecina e Borro Cecinese, Rio il Fossone, Rio Gerbi e Rio Vecchio, Fosso Massese, Forra Piantoneta, Rio Pietraie, Rio Bozzone e Canale Terzo.

Ad oggi, anche in riferimento ai nuovi standard di lavoro richiesti quello studio è risultato non più idoneo a rappresentare le condizioni di pericolosità idraulica del territorio tanto che l'Amm.ne Comunale ha affidato uno specifico incarico (*Studio idrologico ed idraulico di supporto agli strumenti urbanistici del Comune di Monsummano Terme - Consorzio Bonifica Padule di Fucecchio - Ufficio Tecnico - Settore Opere - Novembre 2013*) per individuare la pericolosità idraulica del territorio rispetto ad eventi di piena trentennali e duecentennali.

Questo nuovo studio ha preso in considerazione tutto il reticolo idrografico che attraversa il territorio comunale e, tramite nuovi rilievi topografici ed il rilievo LIDAR messo a disposizione dalla Regione Toscana, ha prodotto un modello idraulico completo che potesse tenere conto anche dell'influenza reciproca dei corsi d'acqua. In questo modo si è giunti alla individuazione dei tratti arginali soggetti a sormonto e, conseguentemente, alla individuazione delle aree soggette ad allagamento per i tempi di ritorno richiesti.

Lo studio del Consorzio di Bonifica è stato successivamente implementato con una verifica di dettaglio sul Rio Gerbi, Rio Pietraie e fosso Cecina finalizzata all'individuazione degli specifici interventi necessari alla mitigazione del rischio idraulico individuato (*Studio degli interventi di mitigazione del rischio idraulico per effetto di tracimazioni lungo il Rio Gerbi, il Rio Pietraie e il rio Cecina - studio idraulico di dettaglio del rio Pietraie in località Cintolese - A4 Ingegneria Studio Tecnico Associato di Prato - Febbraio 2014*).

In definitiva la carta della pericolosità idraulica è stata costruita a partire dagli esiti degli studi idrologico-idraulici di dettaglio prendendo le perimetrazioni delle aree soggette ad allagamento per piene con tempo di ritorno trentennale e duecentennale, in modo da articolare il grado di pericolosità di tutto il territorio nelle seguenti zone omogenee:

I.4 – Pericolosità idraulica molto elevata: aree interessate da allagamenti per eventi di piena con tempi di ritorno inferiori o pari a 30 anni.

I.3 – Pericolosità idraulica elevata: aree interessate da allagamenti per eventi di piena con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni.

I.2 – Pericolosità idraulica media: aree interessate da allagamenti per eventi di piena con tempi di ritorno compresi tra 200 e 500 anni.

I.1 – Pericolosità idraulica bassa: aree di pianura poste in situazione di alto morfologico, non interessate dalle dinamiche dei corsi d'acqua, e aree collinari.

Le perimetrazioni delle classi di pericolosità riportate in carta sono state definite a partire dalle "griglie" dei raster prodotti dalle elaborazioni delle modellazioni idrauliche per cui dalla rappresentazione a "pixel" si è passati a quella vettoriale tracciando i limiti lineari mediando il tratto tra i valori delle singole celle con la cautela di includere comunque nella classe a pericolosità più alta gli areali ristretti che risultavano improbabili "isole asciutte" circondate dalle acque di esondazione. Per le zone di bordo esterno si sono escluse dalla perimetrazione le singole celle e/o i piccoli raggruppamenti isolati di celle all'interno dei quali le altezze d'acqua non superavano i 10 cm.

La "fotografia" della situazione attuale che ci restituisce la carta della pericolosità idraulica è quella di un territorio vulnerabile per l'insufficienza arginale degli argini rispetto alle portate di transito trentennale e duecentennale. In particolare gli argini della Nievole si presentano sormontabili già all'altezza del confine con il comune di Serravalle pistoiese determinando una pericolosità idraulica molto elevata ed elevata per tutta l'urbanizzazione che si sviluppa verso sud tra il limite comunale e il fosso Candalla. Per quanto riguarda il rio Gerbi l'insufficienza arginale si manifesta già a monte della strada statale francesca determinando un rischio idraulico molto elevato ed elevato fino alla nuova via del Fossetto, così come per il rio Pietraia dove l'insufficienza arginale è accertata già a monte di Cintolese. Per il fosso Cecina, che scorre lungo il confine con Larciano, si rileva la sormontabilità degli argini principalmente per i tempi di ritorno trentennali determinando una pericolosità molto elevata per un vasto areale di accumulo delimitato dalla nuova via del Fossetto che costituisce una sorta di diga per il deflusso delle acque verso il padule.

2.3.1. Opere per la mitigazione del rischio idraulico

La realizzazione di opere di regimazione idraulica fa parte di un progetto a più ampia scala che interessa tutto il di bacino del Fiume Arno e che, in parte, ricalca quanto ufficializzato dal Piano Stralcio Riduzione del Rischio Idraulico (DPCM del 5 novembre 1999) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Questo strumento individuava, a suo tempo, le aree ritenute più strategiche per la messa in sicurezza dei corsi d'acqua principali differenziandole in due:

- aree di tipo A: nelle quali si può procedere alla progettazione preliminare degli interventi in quanto non sussistono motivi ostativi se non parziali ridefinizioni dei confini. All'interno di queste aree, per quanto previsto dalla norma n.2 del DPCM, è presente un vincolo di non edificabilità assoluto.
- Aree di tipo B: nelle quali si rendono necessarie ulteriori verifiche di fattibilità da realizzarsi prima della fase di progettazione preliminare. All'interno di queste aree, come previsto dalla norma n.3, è presente un vincolo di salvaguardia che potrà evolvere o in una decadenza di qualsiasi vincolo oppure nel vincolo di inedificabilità assoluta.

Come è possibile verificare dall'elaborato cartografico, non sono presenti aree di tipo A, sono invece individuate, nella zona sud-ovest del territorio comunale lungo il Fosso Candalla, alcune aree di tipo B che, ad oggi, sono ancora in fase di verifica tecnica.

Al di là di quanto previsto dall'Autorità di Bacino del fiume Arno che, in ogni caso, segue logiche sovracomunali che spesso non coincidono con le esigenze dei singoli comuni, per quanto riguarda il superamento delle problematiche idrauliche è possibile ridurre il rischio idraulico, fino ad estinguerlo, intervenendo con opere strutturali di regimazione idraulica dei corsi d'acqua che

possano ridurre le portate transitabili in alveo nelle zone dove si riscontrano le insufficienze arginali. Evidentemente a livello comunale si potrà intervenire su quei corsi d'acqua che scorrono interamente entro i limiti amministrativi quali il rio Gerbi ed il rio Pietraie che, come è stato fatto per il fosso Candalla, possono essere dotati di casse di espansione la cui attuazione e gestione risulta meno complessa. In questa ottica con lo studio idraulico di dettaglio sono state individuate le opere di regimazione necessarie per mettere in sicurezza il rio Gerbi, il rio Pietraie e il fosso Cecina. Per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza del torrente Nievole, viste le dimensioni provinciali del bacino idrografico, occorrerà operare in un consesso intercomunale che veda coinvolte anche le altre amministrazioni comunali e provinciali in modo da poter giungere ad una soluzione ottimale relativamente alla individuazione delle aree da destinare alle necessarie opere di regimazione. Lo stesso discorso vale per il fosso Cecina anche se in questo caso la problematica può essere ristretta ad accordi con il solo comune di Larciano lungo il quale lo studio idraulico di dettaglio ha individuato la necessità di realizzare una sola cassa di espansione oltre alla risagomatura di alcuni tratti di alveo.

Per il rio Pietraie, invece, le soluzioni individuate per la messa in sicurezza che consistono nella realizzazione di due casse di espansione e l'adeguamento delle sezioni di deflusso di alcuni tratti di alveo possono essere gestite a livello comunale in quanto al reperimento delle aree e gestione dei relativi vincoli.

2.4 - Pericolosità sismica locale (G08)

Parallelamente all'aggiornamento delle problematiche geologiche e idrauliche si è prodotto lo studio di Microzonazione Sismica di primo livello (allegato allo studio geologico di supporto al PS) che rappresenta la vera novità rispetto alle precedenti direttive regionali in materia di indagini geologiche. Tale studio, nell'ottica della prevenzione dal rischio sismico, costituisce un primo passo verso una sempre maggiore conoscenza degli effetti locali provocati da un evento sismico (livello 2 e 3).

In questa fase, infatti, la microzonazione sismica individua e caratterizza le zone stabili, ovvero, quelle porzioni di territorio per le quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura; le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, ovvero, gli areali in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio e le zone suscettibili di instabilità e di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma.

Poiché lo studio di Microzonazione Sismica (cui si rimanda per una completa descrizione) è stato elaborato, come da normativa, per tutto l'areale maggiormente urbanizzato, la carta della pericolosità sismica non si estende completamente per tutto il territorio comunale escludendo la porzione di pianura verso il padule e la parte collinare più settentrionale.

Questa cartografia sintetizza tutte le informazioni derivanti dallo studio di Microzonazione Sismica permettendo di attribuire, ad ogni specifica condizione presente sul territorio, un grado di pericolosità secondo la seguente articolazione:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che potrebbero subire una riattivazione dovuta in occasione di un evento sismico; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro la profondità di 30 metri;

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali dovute ad effetti morfologici.

Per quanto riguarda la più bassa classe di pericolosità (S.1), data l'importanza della problematica e l'incertezza nella valutazione degli effettivi fenomeni che si possono verificare in occasione di un sisma, si è ritenuto opportuno non riconoscere sul territorio le *"zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica"*.

In particolare, nella classe a pericolosità maggiore (S.4) sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana attiva;

In classe S.3 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana quiescente;
- zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti;
- zona suscettibile di amplificazione locali dovute ad un alto contrasto d'impedenza sismica tra terreni di copertura e substrato rigido entro 30 metri di profondità

In classe S.2 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana inattiva;
- zona stabile con substrato litoide affiorante o sub-affiorante potenzialmente suscettibile di amplificazioni dovute ad effetti morfologici
- zona stabile con substrato litoide posto ad una profondità superiore a 30 metri potenzialmente suscettibile di amplificazioni dovute ad effetti stratigrafici.

La maggior parte dei centri abitati si estendono prevalentemente sulla vasta area di pianura posta nella zona est/sud-est del territorio monsummanese. Qui la geologia di superficie è caratterizzata da depositi alluvionali che terminano verso nord-est sui rilievi collinari costituiti dalle formazioni litoidi appartenenti alla Falda Toscana ed alle Unità Liguri. Attraverso i risultati delle misure di frequenza e delle indagini dirette recuperate si è potuto valutare che lo spessore dei depositi alluvionali varia sensibilmente, da qualche metro nelle valli più strette fino a oltre i 100 metri verso il padule.

In particolare, per quanto riguarda la pianura alluvionale (Zona 13) poichè le misure di microtremore HVSR mostrano una forte variabilità nella individuazione del substrato rigido in ristretti areali si è ritenuto opportuno segnalare la probabile esistenza di un sistema di faglie sepolte con direzione prevalente NO-SE che dislocherebbe il substrato a profondità diverse entro brevi distanze. Nella carta delle MOPS tale areale è indicato con un retino sovrapposto alla Zona 13.

In riferimento al fatto che le zone collinari sono considerate stabili in quanto costituite da un substrato litoide affiorante o sub-affiorante dove non si verificano effetti di amplificazione così come le zone di pianura **in-quanto** dove il substrato litologico **è-** **risulti** molto profondo, tutta la fascia pedecollinare che raccorda morfologicamente la pianura alla collina risulta suscettibile di effetti di amplificazione delle onde sismiche. E' questo il caso, infatti, dove lo spessore dei terreni di copertura posti al di sopra del substrato litologico è compreso tra 0 e 30 metri e dove il forte contrasto di impedenza tra le due litologie genera un aumento degli effetti delle onde sismiche che attraversano i terreni detritici e alluvionali.

Per quanto riguarda i possibili effetti di liquefazione nell'area d'indagine non sono state rilevate situazioni litologiche cartografabili alla scala degli elaborati prodotti, che possano dare origine a fenomeni di liquefazione a seguito di un evento sismico. La lettura delle caratteristiche litologiche e geotecniche effettuata sui dati geognostici di base non ha portato ad evidenze di strati

di spessore significativo (almeno 1,5 metri) di sabbie "pulite", nei depositi alluvionali e di colmata della pianura dove la superficie della falda è sicuramente posta a profondità inferiore a 15 metri dal piano di campagna. Con le indagini geognostiche di dettaglio, alla scala progettuale del singolo intervento, si dovrà comunque verificare tale problematica ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14 gennaio 2008).

Prato, 5 febbraio 2015

