

COMUNE DI POMARANACE

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

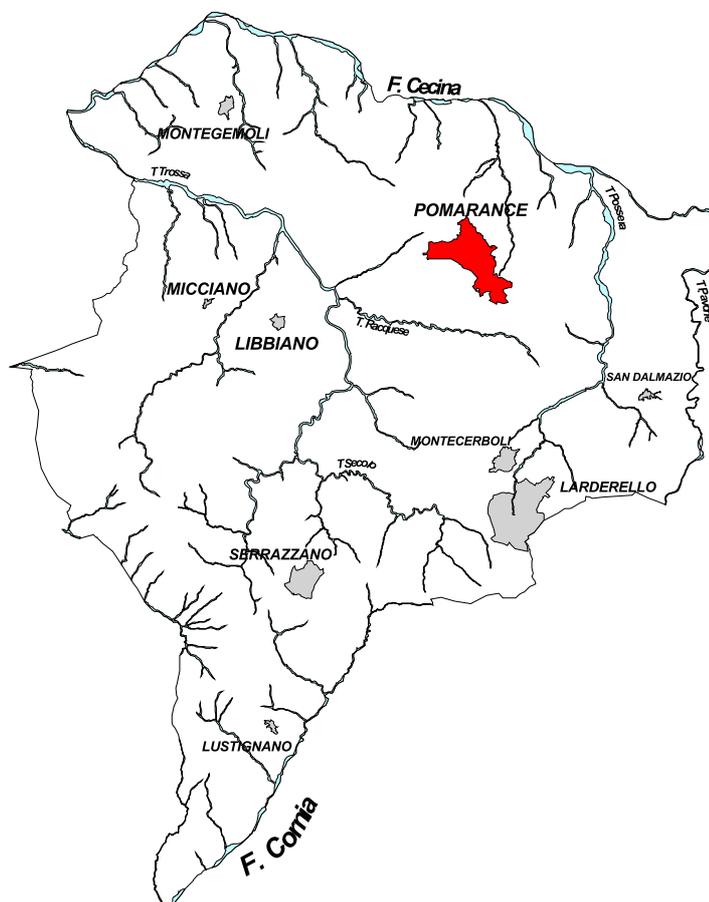
(L.R. n° 21/1984, D.C.R. n° 94/1985, D.C.P. n° 349/1998, D.C.R. n° 12/2000, L.R. n° 1/2005 e D.G.R.T. n°1330/2004)



Dr. Geol. Francesca Franchi

Dr. Geol. Emilio Pistilli

Dr. Geol. Giorgio Taddeucci



PIANO STRUTTURALE

RELAZIONE

Geoprogetti

Studio Associato

Via del Rio, 2
56025 PONTEDERA (PI)
tel/fax 0587/54001
email geoprogetti.franchi@iol.it

Data: OTTOBRE 2005

Commitente: Amministrazione Comunale di Pomarance

PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pomarance, è stata eseguita l'indagine geologico-tecnica di supporto al Piano Strutturale.

In ottemperanza a quanto prescritto dalla Legge Regionale n°21 del 17/04/1984 e dalle Direttive approvate con la D.C.R. n°94 del 12/02/1985 (al punto 3) e la D.C.R. n°12 del 25/01/2000 (all'art. 80) oltre agli indirizzi contenuti nel P.T.C. provinciale e nel P.A.I. del Bacino Regionale Toscana Costa, adottato con la D.G.R.T. N° 1330 del 2004, lo studio in oggetto è stato condotto attraverso l'esame delle problematiche geologiche, geomorfologiche, litotecniche, idrogeologiche ed idrauliche che concorrono alla valutazione del grado di pericolosità del territorio.

I risultati di tale indagine concorrono alla definizione delle componenti del quadro conoscitivo di cui alla L.R. 01.05 e costituiscono il presupposto necessario per verificare la sostenibilità delle azioni di trasformazione del territorio.

1 - METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio del territorio comunale è stato condotto approfondendo il quadro delle conoscenze già disponibili, rappresentato, oltre che dagli elaborati geologici contenuti nel P.T.C., dall'indagine geologico-tecnica di supporto al P.R.G. redatta dal Dr. Geol. Bruno Mazzantini nel 1990 e da quella eseguita da questo stesso studio professionale nel 2000 a supporto della Variante per le Zone Agricole, ai sensi della L.R. n°64/95.

Lo studio del territorio comunale è stato condotto attraverso un dettagliato rilevamento di campagna, coadiuvato da fotointerpretazione.

I rilievi geologici e geomorfologici sono stati effettuati con il massimo dettaglio possibile e le carte tematiche prodotte chiariscono il contesto stratigrafico-strutturale e l'evoluzione paleogeografica del territorio.

Per la caratterizzazione litotecnica dello spessore di terreno significativo ai fini della pianificazione urbanistica sono stati raccolti tutti i dati relativi ad indagini di supporto ad interventi edilizi specifici, reperiti presso l'archivio del Settore Gestione del Territorio del Comune di Pomarance; oltre a questi dati sono stati utilizzati quelli facenti parte dell'archivio dello Studio incaricato della presente.

Il numero di indagini geognostiche a disposizione, costituito da prove penetrometriche, sondaggi ed analisi di laboratorio, è stato ritenuto esaustivo al fine della stesura della carta Carta Litologico-Tecnica e tale da consentire una buona lettura del sottosuolo senza rendere necessaria l'esecuzione di ulteriori prove in sito.

Particolare attenzione è stata posta agli aspetti idrologico-idraulici: i dati ufficiali esistenti circa gli eventi alluvionali avvenuti nel secolo corrente sono stati verificati sulla base di testimonianze raccolte direttamente sul posto nonché sulla base di evidenze morfologiche significative. Si è giunti così all'individuazione delle aree ripetutamente soggette ad allagamenti e di quelle allagate solo occasionalmente.

Il territorio è stato esaminato anche sotto l'aspetto della sismicità prestando particolare

attenzione alla individuazione di situazioni che rappresentano una debolezza del sistema in quanto capaci di determinare variazioni nella risposta sismica locale.

La pericolosità geomorfologica del territorio comunale è stata valutata seguendo le direttive emanate con la D.C.R. 94/85 (integrate con gli indirizzi contenuti nell'art. 5 del P.T.C. provinciale) ed il PAI del Bacino Regionale Toscana Costa.

La pericolosità idraulica è stata valutata tenendo conto dei criteri dettati dall'art.80 del P.I.T. regionale e dal PAI del Bacino Regionale Toscana Costa.

Infine la Vulnerabilità idrogeologica del territorio è stata affrontata seguendo gli indirizzi contenuti nell'art.9 del P.T.C.

Tutti i dati raccolti nell'ambito del presente lavoro sono stati memorizzati in un Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.), strutturato su carte georeferenziate, che agisce attraverso un programma di gestione territoriale nel quale le entità grafiche significative e gli elementi geografici, sia lineari, puntuali o areali, sono associate ad un Database.

Il sistema adoperato consente oltre alla redazione di carte tematiche in qualsiasi scala, anche l'accesso, l'interrogazione e la gestione di tutte le informazioni specifiche che stanno alla base delle stesse carte tematiche.

1.1 - Elaborati grafici ed allegati

Tutte le carte tematiche di base indicate dalla D.C.R. 94/85 sono state elaborate alla scala 1:10.000.

In alcuni casi, per praticità di rappresentazione e consultazione, in una stessa carta sono stati raggruppati più di un tematismo.

Le carte prodotte consistono in:

- **TAV. A Carta Geologica**
- **TAV. B Carta Geomorfologica**
- **TAV. C Carta Idrogeologica**
- **TAV. D Carta dell'Acclività**
- **TAV.E Carta Litotecnica e dei dati di base geotecnici**
- **TAV. F Pericolosità Geomorfologica nel rispetto della D.C.R. 94/85 e dell'art. 5 del P.T.C.**
- **TAV. G Pericolosità Idraulica ai sensi dell'art. 80 del P.I.T.**
- **TAV. H Vulnerabilità Idrogeologica ai sensi dell'art. 9 del P.T.C.**
- **TAV. I Dissesti geomorfologici e relative aree di influenza**
- **TAV. L Pericolosità Geomorfologica ai sensi del PAI del Bacino Toscana Costa**
- **TAV. M Pericolosità Idraulica ai sensi del PAI del Bacino Toscana Costa**

La Carta Geologica e quella Geomorfologica sono state elaborate nel rispetto del protocollo d'intesa stipulato con la Provincia di Pisa, finalizzato alla predisposizione coordinata dei Piani Strutturali.

2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area del comune di Pomarance è situata nella parte centro-occidentale della Regione Toscana ed appartiene alla Provincia di Pisa. Il territorio comunale è interamente contenuto nei quadranti 112, 119, e 120 della carta 1:100.000.

Nella cartografia tecnica regionale l'area del comune di Pomarance interessa i fogli in scala 1:10.000 di seguito elencati:

295020, 295050, 295060, 295070,
295080, 295100, 295110, 295120,
295130, 295140, 295150, 295160,
306020, 306060

Il territorio comunale di Pomarance ha un'estensione pari a circa 228 kmq e si sviluppa tra due principali sistemi idrografici; quello del Fiume Cecina a Nord e quello del F. Cornia a Sud. Il primo ha una maggiore rilevanza in quanto vi fanno capo la maggior parte dei corsi d'acqua presenti nel territorio comunale (Torrenti Possera, Trossa e Pavone); del secondo questo Comune comprende soltanto il tratto più a monte.

La massime quote dell'intero territorio comunale si ritrovano nelle zone intorno a Larderello: a sud dell'abitato si raggiungono infatti i 700 m s.l.m. mentre poco più ad est del paese intorno ai 620 m, sui versanti del Poggio delle Franate (689 m s.l.m.) la cui sommità è situata nel Comune di Castelnuovo Val di Cecina. La quota minima, di 48 m s.l.m., si ritrova in corrispondenza della confluenza del Torrente Trossa col Fiume Cecina ad est di Ponte Ginori.

3 – GEOLOGIA (Tavole A)

Lo studio geologico è stato impostato partendo dall'esame dei lavori, a carattere generale, già condotti sul territorio del Comune di Pomarance tra i quali, oltre all'indagine geologico-tecnica svolta a supporto del vigente P.R.G., citiamo:

Rilievo inedito del territorio comunale eseguito dalla Amministrazione Provinciale di Pisa , alla scala 1:10.000.

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 redatta dal Servizio Geologico d'Italia

Studio idrogeologico e Geomorfologico dei Bacini dei Fiumi Cecina e Fine redatto dal Dipartimento di scienze della Terra dell'Università di Pisa

Tesori sepolti – Guida al patrimonio minerario e mineralogico del territorio della Comunità Montana dell'Alta Val di Cecina di A. Marrucci & R. Nannoni - Pubblicazione Comunità Monta dell'Alta Val di Cecina 2003.

Ad integrazione dei rilievi già esistenti, è stato condotto un nuovo rilevamento geologico, esteso all'intero territorio comunale, che ha consentito di aggiungere ulteriori dettagli al quadro delle conoscenze.

Ulteriori informazioni sono state desunte dall'esame degli elaborati relativi alle indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale.

3.1 - *Assetto geologico e tettonico*

Il territorio comunale di Pomarance è ubicato nella parte settentrionale delle Colline Metallifere e rientra dal punto di vista geologico e tettonico nel contesto orogenetico dell'Appennino Settentrionale, catena che si è corrugata nell'Oligocene.

Nella zona di interesse in seguito alla collisione tra il margine continentale europeo e quello adriatico, si sviluppa una tettonica a thrust, caratterizzata da scorrimenti verso Est delle Unità Toscane prima, e di quelle Umbro-Marchigiane poi, ricoperte dalle Unità Liguri.

Il sollevamento della catena appenninica, avvenuto progressivamente da Ovest verso Est, è stato seguito (dal Miocene superiore al Pleistocene) da movimenti tettonici che hanno portato, in un primo momento, alla formazione della cosiddetta "Serie ridotta" nella Toscana meridionale. Uno dei casi di Serie ridotta è rappresentato in Val di Cecina dalla sovrapposizione delle liguridi direttamente sulle formazioni calcaree della Serie Toscana. In un secondo momento, a partire dal Tortoniano, il settore crostale corrispondente al margine tirrenico dell'Appennino, sottoposto ad una dinamica di progressivo assottigliamento in un regime tettonico di tipo distensivo, iniziò a fratturarsi e l'edificio a falde venne tagliato e smembrato verticalmente in una serie di blocchi rialzati (horst) e abbassati (graben) reciprocamente delimitati da faglie normali a geometria listrica. Si formarono in tal modo alcune fosse tettoniche subparallele orientate in direzione appenninica (NW-SE) che divennero inizialmente sede di bacini continentali (nei quali si sviluppano ambienti deposizionali di tipo fluvio-lacustre) per poi evolvere in bacini marini, col proseguire della distensione e dello sprofondamento (Fig. 1).

La formazione delle fosse tettoniche non avviene in modo sincrono in tutta la Toscana meridionale, ma migra progressivamente da W a E accompagnata da fenomeni magmatici sia intrusivi che effusivi.

In questo contesto strutturale nasce il graben corrispondente al Bacino di Volterra all'interno del quale si sono depositate le formazioni che affiorano nella parte settentrionale del territorio comunale di Pomarance. Il suddetto bacino è compreso tra due horst: la Dorsale Medio Toscana (ad Est) e la Dorsale Peritirrenica (ad Ovest).

Secondo recenti ricostruzioni il sollevamento relativo della Dorsale Medio Toscana determinò la riesumazione di parte del substrato "toscano" e la conseguente esposizione in superficie delle formazioni evaporitiche del Trias sup. (Anidriti di Burano).

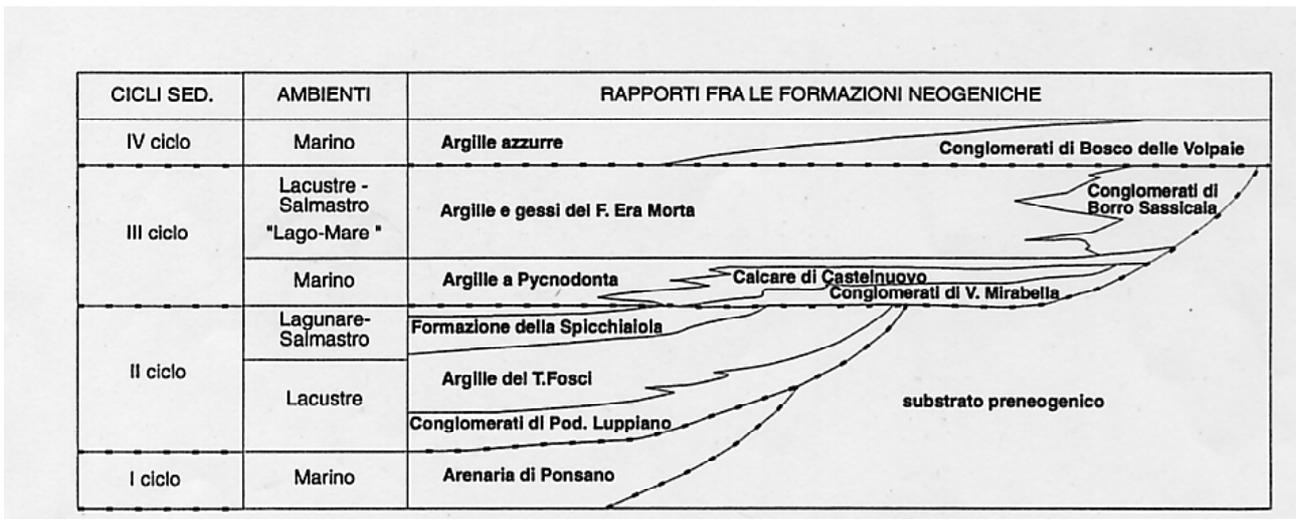


Fig.1- Rapporti tra le formazioni neogeniche (Tratto da "Geologia dell'area Spicchiamola-Pignano (Settore Orientale del Bacino di Volterra – A. Bossio et alii ; Boll. Soc. Geol. It, 1996))

Contemporaneamente alla nascita del graben si sono succeduti vari episodi sedimentari (Fig. 2).

Il ciclo più antico si realizza nel Tortoniano inferiore in ambiente marino; la subsidenza prosegue e nel Messiniano inferiore si instaura un dominio prima lacustre, poi lagunare salmastro, dovuto all'aprirsi di nuove vie di comunicazione tra il Bacino di Volterra e il Mar Tirreno, che porta alla deposizione di varie litologie prima conglomeratiche poi argilloso marnoso e subordinatamente gessose.

In questa fase (7-6 Ma) ai depositi di tipo continentale si sovrapposero in discordanza sedimenti di tipo marino (calcarei di scogliera, sabbie e argille), depositi caratteristici della prima ingressione marina, che si estendono fino all'odierno spartiacque con la Val d'Elsa, rappresentato dalla Dorsale Medio Toscana.

A partire dal Messiniano (6 Ma), in seguito ad un cambiamento del clima in senso arido e all'attenuazione delle connessioni tra l'Oceano Atlantico e il Mediterraneo, i bacini furono interessati da un notevole incremento della salinità a cui fece seguito la deposizione di cospicui spessori di rocce evaporitiche tra cui strati e banchi di gesso e, nelle zone più centrali dei bacini interessati dal fenomeno (ossia ove la concentrazione salina

raggiungeva livelli più elevati), lenti di salgemma che attualmente formano strati intercalati ai sedimenti miocenici.

La situazione di crisi idrologica del Mediterraneo terminò con l'inizio del Pliocene inf. (Zancleano: 5,3 Ma) con la riapertura delle connessioni stabili con l'Oceano Atlantico che riportarono condizioni di mare aperto a salinità normale e la ripresa della sedimentazione marina a cui si accompagnò un approfondimento delle depressioni tettoniche che favorì la deposizione di depositi argillosi (Argille Azzurre).

L'espansione del dominio marino non avviene in sincronia ovunque, così che i sedimenti del Pliocene inferiore si appoggiano o ai depositi miocenici o direttamente al substrato premiocenico. La trasgressione, come già detto, trova le sue cause nel ripristino delle comunicazioni tra l'Atlantico e il Mediterraneo e nei fenomeni di subsidenza (Bossio et alii 1996).

In seguito l'evoluzione del bacino non è più univoca: nella parte a Nord del fiume Cecina la sedimentazione rimane continua fino al Pliocene medio; nella parte a Sud del Cecina è discontinua e si distinguono due cicli: uno del Pliocene inferiore ed uno del Pliocene medio. I due cicli sono separati da un periodo di emersione che interessò un po' tutta l'area meridionale del graben, e che fornì abbondante materiale clastico che finì nelle aree più settentrionali dove lo ritroviamo sotto forma di potenti intervalli sabbiosi, risposta locale al sollevamento sopradetto.

Nell'intervallo di tempo corrispondente ai due cicli precedenti, pur essendo sempre attiva la tettonica distensiva, il sollevamento eustatico causato dall'assottigliamento crostale prende il sopravvento sui fenomeni di sprofondamento tettonico e così come era già avvenuto in parte nella zona a Sud del fiume Cecina, avviene l'emersione con la contemporanea deposizione di facies regressive: nell'area di Pomarance queste zone sono costituite da sabbie e calcari arenacei. Il mare rientra nel Pleistocene inferiore ma raggiunge solo la bassa valle dell'Arno, del Cecina e del Tevere.

ofiolitifera delle Argille a Palombini. Quest'ultima unità è molto ben rappresentata nella parte centrale del territorio comunale (ad est di Monterufoli) dove sono presenti estesi affioramenti di rocce ofiolitiche, in particolare serpentiniti.

Queste unità giacciono a loro volta in discordanza sui termini delle serie toscana non metamorfica.

- Unità neogeniche

A queste unità appartengono i sedimenti neoautoctoni della successione miocenica e della susseguente successione pliocenica, depositatisi all'interno di depressioni tettoniche che hanno poi dato origine a bacini subsidenti.

Questi depositi presentano litologie che risultano notevolmente variabili a causa dei numerosi ambienti deposizionali che per motivi di assetto tettonico caratterizzano i numerosi bacini sedimentari sviluppatasi nell'area in esame e giacciono in netta discordanza stratigrafica soprattutto sulle unità liguri del substrato, precedentemente deformate.

- Depositi quaternari

Sono costituiti da depositi fluviali antichi terrazzati in vari ordini che bordano a varie altezze le valli principali dell'area, dove sono presenti i depositi fluviali attuali.

3.2 - Stratigrafia

In questo paragrafo viene riportata la descrizione delle varie formazioni affioranti nel Comune di Pomarance come risultano nella Carta Geologica di supporto al piano.

Le formazioni vengono descritte dal basso all'alto, secondo l'ordine delle unità tettoniche precedentemente descritte.

3.2.1 - Unità della serie Toscana non metamorfica

Macigno

Scarsamente rappresentato nel territorio comunale, il Macigno, nella sua facies tipica, è costituito da un'arenaria quarzoso-feldspatica-micacea organizzata in strati di spessore variabile: quelli più spessi (1-3 m) presentano grana medio-fine mentre quelli di minor spessore (0,4-1,0 m) hanno ingenera grana fine e passano gradualmente, verso l'alto, a siltiti grigie. L'ambiente di formazione è torbido, riferibile a conoidi sottomarini.

3.2.2 - Unità del dominio ligure

Le formazioni del Dominio Ligure sono organizzate in più unità tettoniche sovrapposte in cui si può distinguere:

- Unità ofiolitifera delle Argille a Palombini
- Unità ofiolitifera di Montaione
- Unità ofiolitifera di Lanciaia – Monteverdi M.mo

Unità tettonica delle Argille a palombini

Complesso ofiolitifero

Questo complesso è costituito da unità litostratigrafiche caratteristiche della crosta oceanica quali serpentiniti, gabbri, basalti e della relativa copertura sedimentaria (diaspri, calcari a calpionelle e argille a palombini):

Serpentiniti

Queste rocce sono molto diffuse nel settore centrale del territorio comunale, ad ovest ed a nord di Montecerboli e nella zona della Rocca di Sillano. Si tratta di rocce di colore variabile dal verde chiaro al verde scuro con riflessi bluastri e tessitura generalmente massiccia o debolmente foliata. In alcune zone si rinvengono porzioni a struttura

cataclastica, con elementi cementati da un reticolo di vene di carbonato e/o di serpentino.

Gabbri

Gli affioramenti di maggior estensione si rinvengono a nord-ovest di San Dalmazio e ad est della frazione di Lanciaia mentre altri, di minore entità, sono presenti ad est ed a sud dell'abitato di Micciano; sono caratterizzati da una facies prevalente a grana da media a medio-grossa (gabbri "eufotidi"). Queste rocce mostrano paragenesi relative ad almeno tre processi metamorfici accompagnati da deformazioni plastiche penetrative.

Basalti

Queste rocce affiorano principalmente nel settore nord-occidentale del territorio comunale, in particolare in corrispondenza sia dell'abitato di Micciano che, in misura minore, di Libbiano. I basalti si presentano in genere massicci, localmente brecciati, con tessitura afanitica e di colore da grigio scuro a verde scuro, talvolta presentano struttura a pillows. Spesso le patine di alterazione sono rossastre per la presenza di ossidi di ferro, le facies prevalenti sono quelle afiriche.

Diaspri (DSD)

Gli affioramenti più estesi di questa formazione sono presenti al limite sud-orientale della vasta area dove affiorano le serpentiniti. I diaspri sono costituiti da sottili strati silicei, di colore rosso fegato, alternati a sottilissimi strati di argilliti rosse con zonature verdi e rappresentano la prima formazione sedimentaria che copre in maniera uniforme i termini ofiolitici. I fossili sono rappresentati esclusivamente da radiolari che indicano un ambiente di deposizione pelagico.

Calcari a Calpionelle (CCL)

Presenti in affioramenti di modesta entità situati a nord-est di Serrazzano. Litologicamente sono rappresentati da calcari e calcari marnosi di colore grigio chiaro, a grana finissima e frattura concoide, suddivisi in strati di spessore variabile, da decimetrici a metrici; sono talora presenti intercalazioni di marne argillose e argilliti fissili.

Argille a palombini (APA)

Questa formazione costituisce, insieme con le serpentiniti, la parte più cospicua del complesso ofiolitifero, all'interno del quale mostra con le altre unità litostratigrafiche quasi sempre rapporti tettonici. Le Argille a palombini sono generalmente sormontate da depositi neoautoctoni, con contatto stratigrafico discordante. Gli affioramenti di maggiore estensione sono osservabili ad ovest dell'abitato di Micciano, tra Larderello e Serrazzano e nella zona della centrale geotermica di Serrazzano. Mostrano generalmente un assetto caotico e sono costituite da argilliti, con in subordine siltiti, calcilutiti e marne, di colore grigio scuro – grigio nocciola a cui si intercalano calcari, calcari silicei e calcari marnosi e più raramente arenarie e calcarentiti a grana fine. Gli strati calcarei hanno una potenza variabile da dieci centimetri a circa 1 metro mentre gli intervalli argillosi hanno in genere spessori superiori al metro. Al tetto della formazione si è distinto un membro pelitico-arenaceo (contrassegnato in legenda con la sigla APA2) costituito da argilliti e siltiti grigio-nocciola a cui sono intercalati strati arenacei e rari strati calcarei. La formazione è interpretabile come un deposito di piana abissale interessato da episodi torbiditici silicoclastici.

Unità tettonica di Montaione

Formazione di Montaione (MIO)

L'unità di Montaione affiora solo nel settore occidentale, nella zona della Villa di Monterufoli e più a sud ed a nord di questa, dove è presente l'affioramento di maggiore estensione. La formazione di Montaione è rappresentata da un flysch ad Helmintoidi simile a quello di Monteverdi M.mo dal quale tuttavia si differenzia per un maggiore sviluppo della componente arenacea e per la presenza di frequenti e talora potenti livelli di breccie ofiolitifere (MIOb). E' costituita da sequenze torbiditiche di spessore compreso tra pochi decimetri ed 1-2 metri in ognuna delle quali si passa da arenarie gradate alla base a siltiti ed infine a marne; la caratteristica di questa formazione è, come già accennato, la presenza delle breccie poligeniche costituite prevalentemente da elementi ofiolitici e, in

subordine, da diaspri e calcari palombini, con clasti di dimensioni variabili e distribuite in modo non uniforme.

Unità tettonica di Monteverdi M.mo-Lanciaia

Formazione di Lanciaia (CAA)

Questa formazione si compone di quattro litofacies principali: breccie dette di Libbiano (CAAb), arenarie (CAAr), argilliti (CAAa) e calcari marnosi (CAAc), legate tra loro da rapporti latero-verticali. La presenza consistente di plancton calcareo è indicativa di un ambiente di deposizione marino pelagico. Le due litofacies principali della formazione di Lanciaia (CAAb e CAAr) affiorano al di sopra di potenti spessori di rocce del complesso ofiolitico prevalentemente nel settore occidentale della carta, a sud-ovest di Libbiano, ed all'estremità nord-orientale del territorio comunale, in corrispondenza dell'abitato omonimo.

- Breccie di Libbiano (CAAb): questa litofacies è particolarmente diffusa a sud di Micciano e, con affioramenti meno estesi, a nord di Montecerboli e della Rocca di Sillano, presso l'abitato di Lanciaia. E' costituita da breccie poligeniche clasto-sostenute con elementi a spigoli vivi e dimensioni variabili provenienti dal complesso ofiolitifero, accompagnati da altri elementi subarrotondati, in prevalenza calcarei, di ambiente continentale subaereo;
- Arenarie calcarifere e calcari marnosi (CAAr): questa litofacies prevalentemente arenacea poggia sulle breccie di Libbiano ed è sormontata dalle argilliti (CAAa). Si tratta di alternanze regolari di arenarie e peliti: le prime sono spesso calcaree, di colore grigio scuro e grana medio-fine mentre le peliti, rappresentate per lo più da siltiti, sono di colore grigio e affiorano in strati con spessori medi di circa 15 cm.
- Argilliti (CAAa): sono presenti solo piccoli affioramenti soprastanti la litofacies arenacea a sud di Libbiano ed a nord di Lanciaia. La litofacies è costituita prevalentemente da argilliti variegata di colore da rosso al grigio che mostrano una marcata attitudine a suddividersi in piccole scaglie.

Formazione di Monteverdi Marittimo (MTV)

Affiora estesamente nel settore orientale del territorio comunale, nella zona di Larderello, dove è sormontata dall'unità ofiolitifera delle Argille a palombini. Si tratta di un flysch ad Helminroidi costituito da sequenze torbiditiche arenaceo-calcareo-marnose, anche molto potenti (con banchi spessi fino a 8 m), in cui sono scarsamente rappresentati i litotipi a granulometria grossolana. Gli strati arenacei, raramente di spessore superiore a 1-2 m, passano verso l'alto a marne o a calcari marnosi e siltiti che sfumano ad argilliti. I caratteri deposizionali indicano una sedimentazione torbiditica in ambiente di piana sottomarina.

3.2.3 - Successione neogenica del versante tirrenico

Formazioni Mioceniche

La successione sovrastante l'Arenaria di Ponsano, formazione miocenica non affiorante nell'area di studio, comprende nella parte inferiore differenti litofacies, in passato raggruppate nella cosiddetta "serie lignitifera". Queste si sono depositate in bacini fortemente subsidenti, in un primo tempo lacustri, successivamente lagunari con acque salmastre. Nelle porzioni centrali di questi bacini i conglomerati basali passano a sabbie e poi ad argille mentre in quelle prossimali a sabbie, sabbie marnose e a conglomerati minuti.

Conglomerati di Castello di Luppiano (LUP)

I Conglomerati di Luppiano affiorano all'estremità meridionale della territorio comunale, in prossimità del Fiume Cornia. L'unità è costituita da conglomerati clasto-sostenuti in scarsa matrice arenacea, composti da ciottoli prevalentemente calcareo-silicei di colore rossastro, subangolosi e subarrotondati, di dimensioni medie di 10-20 cm.

Formazione del Torrente Sellate

Questa formazione si compone di tre litofacies:

- Conglomerati di M.te Soldano (SLTc)
- Marne a Bithynia (SLTm)
- Arenarie del Caprareccia (SLTr)

La formazione affiora prevalentemente nella parte nord-occidentale del comune, nei pressi di Montegemoli, dove si interdigita con le Argille del T. Fosci.

I Conglomerati di M.te Soldano (SLTc) sono rappresentati da conglomerati poligenici clasto-sostenuti, mal classati e con matrice arenacea; presentano ciottoli arrotondati principalmente di calcari a palombini, diaspri e ofioliti. La colorazione rossastra dei clasti e della matrice indica che il deposito è stato soggetto ad alterazione subaerea.

Le Marne a Bithynia (SLTm) sono formate da marne e marne siltose-argillose di colore grigio scuro fittamente laminate ed intercalate a siltiti e argille grigie. Caratteristica di questa litofacies è la presenza di fossili rappresentati principalmente dagli opercoli di Bithynia. L'ambiente di sedimentazione è di tipo lacustre, con acque poco profonde e talora poco ossigenate, a bassa energia.

Le arenarie del Caprareccia (SLTr) sono le più rappresentate tra le tre litofacies e sono costituite da arenarie a grana da media a grossolana di colore giallo ocra nelle quali si rinvencono orizzonti e lenti di conglomerato ad elementi minuti, eterogenei e ben organizzati; gli spessori sono variabili e spesso superano i 100 metri.

Argille del T. Fosci (FOS)

Questa formazione affiora estesamente a sud-est di Montegemoli dove poggia e si interdigita con la Formazione del T. Sellate. Si tratta di argille grigie massicce, spesso marnose, frequentemente intercalate da lenti e livelli di lignite e più raramente da sottili livelli di arenarie, conglomerati minuti e marne; gli spessori si aggirano intorno ai 320 m. L'ambiente di sedimentazione è prevalentemente di tipo lacustre anche se nel tratto sommitale le associazioni micropaleontologiche documentano un passaggio a lagunare salmastro.

Formazione della Spicchiaiola (SPC)

La formazione della Spicchiaiola affiora in prossimità del confine nord-occidentale del territorio comunale, subito a monte della confluenza del Torrente Possera nel Fiume Cecina. La formazione è costituita da argille debolmente sabbiose di colore grigio-nocciola nelle quali si intercalano arenarie calcaree giallo-ocra a grana medio-fine che aumentano

di spessore e frequenza verso l'alto; presenti anche locali banchi di conglomerati poligenici, eterometrici ad elementi calcarei immersi in una matrice arenacea.

Formazione del T. Raquese (RAQ)

Le principali zone di affioramento sono ad ovest dell'abitato di Montegemoli e di Pomarance e sui versanti del T. Raquese dove giace in concordanza sulla Formazione del T. Sellate e sulle Argille del T. Fosci. L'unità in questione è costituita da argille grigie massicce con rari *Pycnodonta navicularis*; a nord-ovest di Pomarance sono presenti eccezionalmente livelli di arenarie e di conglomerati poligenici ((RAQc), ben litificati e con ciottoli di dimensioni non superiori ai 10-15 cm, derivanti da formazioni del Dominio Ligure. Sempre nell'area di Pomarance, lungo il corso del T. Raquese ed in località Piano di Cecina, l'unità mostra alla base un pacco di strati argillosi e gessoarenitici in fitta alternanza che può raggiungere lo spessore di varie decine di metri (RAQg). Nel settore meridionale è presente un modesto affioramento di una litofacies argilloso arenacea ((RAQa) costituita da argille e argille-sabbiose, di colore grigio e grigio-nocciola con intercalazioni di arenarie. La spessore massimo della formazione si raggiunge nella zona di Montegemoli ed valutato intorno ai 100 m. Si può ritenere che il tratto inferiore dell'unità si sia depositato in ambiente lagunare salmastro mentre il tratto superiore sarebbe invece caratteristico di un ambiente marino.

Calcarea di Rosignano (ROS)

Questa formazione nell'area in studio è presente solo con due delle sue cinque litofacies: - i Conglomerati di Villa Mirabella (ROS4) affiorano intercalati in piccole lenti nella Formazione del T. Raquese nella parte nord-occidentale della carta, in corrispondenza del contatto tra le formazioni neogeniche con le serpentiniti e le Argille a palombini; sono dei conglomerati con clasti principalmente carbonatici, subarrotondati e con dimensioni dai 4 agli 8 cm, immersi in una matrice sabbioso-argillosa abbondante. Il loro spessore è intorno ai 30 metri.

- i Calcari di Castelnuovo (ROS5) si trovano in piccoli affioramenti solo all'estremità meridionale dell'area in studio, sempre all'interno della Formazione del T. Raquese; si tratta di calcari detritico-organogeni di colore da giallo-avana a bianco in cui sono presenti lenti di conglomerati a elementi carbonatici non classati e molto materiale terrigeno grossolano.

La Formazione del Calcare di Rosignano è laterale alla porzione marina della Formazione del T. Raquese di cui rappresenta l'espressione sedimentaria più costiera.

Argille e gessi del Fiume Era Morta (EMO)

Questa formazione affiora estesamente nella parte settentrionale dell'area di studio, in riva sinistra del F. Cecina; essa poggia in concordanza sulla Formazione del T. Raquese ed è sormontata generalmente in continuità dai depositi pliocenici. L'unità è costituita da un potente intervallo di argille e argille-siltoso-marnose (EMO), massive o laminate, con numerose intercalazioni e lenti di gesso (EMOg), di Conglomerato di Ulignano (ULI) e Formazione di Podernuovo (POD). Solitamente la formazione delle Argille e gessi del F. Era Morta presenta alla base un livello continuo di gesso. In genere i gessi hanno struttura microcristallina (alabastro) o si presentano come un deposito clastico (gessoareniti); più raramente rappresenta un deposito primario (selenite). La formazione si è depositata, ad eccezione del livello evaporitico basale, in un ambiente lacustre, il cosiddetto "lago-mare", caratterizzato da acque dolci o a salinità molto ridotta che si è realizzato a seguito della crisi di salinità del Mediterraneo. L'espressione sedimentaria più tipica di questo evento è rappresentata dai gessi basale, depositati in ambiente marino caratterizzato da acque sovrassature.

Conglomerati di Ulignano (ULI)

L'unità presenta vari affioramenti ad ovest di Pomarance dove mostra rapporti eteropici con la formazione delle Argille e gessi del F. Era Morta. Questi conglomerati risultano sia massicci che organizzati in strati, dello spessore di 50-100 cm, alternati a livelli arenacei e marnosi; sono clastosostenuti, con elementi ben elaborati ed eterometrici, derivanti in prevalenza dalle formazioni liguri s.l. (calcari ed in quantità subordinata ofioliti e diaspri), immersi in una matrice siltitico-arenacea. L'ambiente di formazione è di tipo continentale,

in relazione con conoidi deltizie.

Formazione di Podernuovo (PDN)

E' presente unicamente nell'area circostante Pomarance dove i migliori affioramenti sono quelli della località tipo, ad est dell'abitato in riva sinistra del T. Possera, e di S. Maria, a nord-ovest di Montecerboli. Questa formazione è intercalata nella porzione superiore oppure al tetto delle Argille e gessi del F. Era Morta, in quest'ultimo caso soggiace direttamente ai depositi marini pliocenici; è costituita da argille ed argille sabbiose con intercalate lenti conglomeratico-arenacee che occasionalmente raggiungono spessori tali da essere cartografabili separatamente (PDNc). I ciottoli derivano in genere da formazioni del dominio ligure, caratteristica la presenza di elementi di eurite e porfido granitico di provenienza elbana. La formazione è indicativa di un ambiente deposizionale di tipo fluviale o lacustre deltizio.

Conglomerati di Montebamboli (BAM)

Questa unità affiora unicamente all'estremità meridionale del territorio comunale, nel Bacino di Lustignano, dove poggia sul substrato preneogenico o su formazioni neogeniche più antiche. Si tratta di conglomerati disorganizzati, non classati, con ciottoli rosso-arancio di norma ben arrotondati derivanti prevalentemente dai calcari delle unità liguri o dall'arenaria Macigno. Le caratteristiche sedimentologiche e l'assenza di fossili suggeriscono per questa formazione un ambiente di tipo continentale.

Formazioni Plioceniche

Conglomerati di Gambassi (GAM)

Questa unità, che prende il nome dai più estesi affioramenti dell'area di Gambassi T., affiora a sud-ovest di Serrazzano dove giace con contatto stratigrafico discordante sia sulle unità mioceniche (EMO a sud di Serrazzano) che sul substrato preneogenico. Questi conglomerati caratterizzano localmente la base delle successioni plioceniche; si presentano ben cementati e poco organizzati, con elementi da sub-arrotondati ad arrotondati, di dimensioni da 2 a 20 cm, costituiti da calcari, calcari silicei, diaspri, arenarie

ed ofioliti immersi in una matrice sabbiosa. Lo spessore massimo raggiunge i 15 metri e l'ambiente di deposizione è marino di tipo costiero.

Calcareniti di S. Mariano (CMA)

Le Calcareniti di S. Mariano affiorano prevalentemente nell'area intorno a Serrazzano e, in misura subordinata, nei dintorni di Montecerboli; si ritrovano alla base della successione pliocenica dove giacciono discordanti sul substrato preneogenico o sui depositi del Miocene superiore. Sono biocalcareni e areniti a grana medio-fine con rari ciottoli isolati, mal stratificate e di colore da giallo a marrone chiaro, localmente i ciottoli sono organizzati in sottili livelli conglomeratici. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche, rappresentate da resti di Ostreidi e Pectinidi, testimoniano un ambiente deposizionale marino di tipo costiero. E' attribuibile al Pliocene inferiore solo in base alla posizione stratigrafica dal momento che soggiace ed è intercalata alle Argille azzurre del Pliocene inferiore.

Sabbie di S. Vivaldo (SVV)

Affiora unicamente all'estremità meridionale del territorio comunale dove poggia, con contatto trasgressivo e discordante, sul substrato pre-neogenico, mostrando rapporti eteropici con la formazione delle Argille azzurre e con quella delle Calcareniti di S. Mariano. E' costituita da areniti, sabbie e sabbie argillose gialle e giallo arancio, localmente stratificate con rare e sottili lenti di ciottoli. Intercalati alle sabbie si hanno anche strati di arenite calcarea e di conglomerati. Le associazioni macrofaunistiche ad Ostreidi e Pectinidi indicano un ambiente di deposizione marino.

Formazione di Serrazzano (SRZ)

La formazione è presente in estesi affioramenti nell'area di Serrazzano-Montecerboli-Pomarance. Si tratta di argille, a volte sabbiose, ricche in macrofossili con ciottoli sparsi e frequenti lenti conglomeratiche. Nell'area di studio, in particolare nella zona di Serrazzano e della Fattoria di S. Ippolito, a nord-ovest di Montecerboli, i conglomerati sono maggiormente rappresentati (banchi di spessore massimo fino a 75 m) rispetto alle argille e sono stati cartografati indipendentemente (SRZc); questi conglomerati sono costituiti da

elementi per lo più calcarei di dimensioni variabili, immersi in una matrice argilloso-sabbiosa color ocra. Nell'area di Serrazzano-Montecerboli sono presenti all'interno della formazione livelli di olistostromi (SRZo) di spessore decametrico, derivati dalle unità liguri (Formazione di Monteverdi M.mo, Argille a palombini e ofioliti). Lo spessore della formazione nel suo complesso si aggira intorno ai 120 metri; la deposizione si è realizzata in ambiente marino neritico esterno o epibatiale.

Argille Azzurre (FAA)

Questa formazione è diffusa in tutto il territorio comunale anche se più ampiamente nella sua parte settentrionale; essa poggia in continuità di sedimentazione sulle unità mioceniche: Argille e gessi del F. Era Morta e Formazione di Podernuovo, oppure sulle formazioni plioceniche: Conglomerati di Gambassi Terme, Calcareniti di S. Mariano e Sabbie di S. Vivaldo. Con quest'ultima formazione le Argille azzurre presentano anche rapporti eteropici. Nella zona di Volterra, a nord del F. Cecina, le Argille azzurre costituiscono un unico ciclo sedimentario mentre a sud sono riferibili a due cicli marini, in questo caso i due corpi sono separati dalla Formazione di S. Dalmazio. Nell'area di studio le Argille azzurre soggiacciono alla Formazione di Chiusdino (CHD) nella zona di San Dalmazio mentre nel Bacino di Lustignano, al tetto del secondo ciclo sedimentario, si hanno i Conglomerati del Lago Boracifero (CLB).

Le FAA sono costituite prevalentemente da argille e argille siltose, solo localmente marnose, di colore grigio-azzurro, con aspetto massiccio. Al suo interno si rinvengono livelli di conglomerati, localmente sostituiti da brecce, con clasti di dimensioni generalmente inferiori ai 10 cm, composti in prevalenza da dolomia, subordinatamente da calcari, immersi in una matrice sabbiosa grossolana. Lo spessore della Formazione delle Argille azzurre, estremamente variabile da zona a zona, raggiunge il valore massimo di 1000 metri nell'area compresa tra Saline di Volterra e Volterra. L'ambiente di deposizione è ovunque di tipo marino ma con profondità variabili in relazione alla posizione all'interno del bacino, nella fase di maggior approfondimento la batimetria è riferibile alla parte più profonda della zona neritica esterna – porzione superiore della zona epibatiale.

Formazione di Lustignano (LST)

Affiora diffusamente nell'area dell'omonimo abitato dove poggia sui Conglomerati di Gambassi (GAM), sulle Calcareniti di S. Mariano (SMA), sulla formazione di Serrazzano (SRZ) e sulle Argille azzurre (FAA) mentre soggiace discordante sulla formazione di San Dalmazio (SDA). E' costituita da conglomerati ben cementati di colore grigio-verde, generalmente disorganizzati, i cui clasti, soprattutto calcari ed arenarie con dimensioni medie di circa 20 cm, sono immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso-argillosa di colore arancio o rossa. Nell'area a nord-est di Lustignano la matrice diviene localmente predominante rispetto ai ciottoli che presentano anche spigoli vivi: questa litofacies è stata indicata con la sigla (LST1). La formazione raggiunge lo spessore massimo di circa 200 m presso l'abitato di Lustignano; l'ambiente di sedimentazione è di transizione da marino a continentale.

Formazione di S. Dalmazio (SDA)

L'unità comprende due membri tra loro eteropici: il Calcare di Pomarance (SDA1) e la Sabbie di Casetta (SDA2). Essa costituisce la base del secondo ciclo sedimentario pliocenico e poggia con contatto discordante e trasgressivo sulle Argille azzurre del primo ciclo, sulla Formazione di Serrazzano e sul substrato preneogenico; i rapporti con le Argille azzurre del secondo ciclo sono invece latero-verticali. Nell'area di S. Dalmazio l'unità passa in continuità ai sedimenti lacustri del Villafranchiano inferiore (Formazione di Chiusdino). Le associazioni microfossilifere riconosciute nei due membri della Formazione di S. Dalmazio sono indicative di un ambiente marino costiero, quelle provenienti dalle intercalazioni argillose della parte superiore dell'unità testimoniano invece batimetrie maggiori, limite zona neritica interna/esterna.

Calcare di Pomarance (SDA1)

E' costituito da calcari detritico-organogeni di colore giallo, ben cementati ed a stratificazione in genere piano-parallela. Gli strati hanno spessori variabili da pochi decimetri a più di un metro, con intercalati livelli arenacei spessi al massimo 15-20 cm. Alla base dei calcari si rinviene solitamente un livello conglomeratico, con uno spessore massimo di 15 m, di colore giallo-arancio, ricco di Lamellibranchi e Gasteropodi e costituito da ciottoli di calcari ed arenarie calcaree fini, immersi in una matrice arenacea

microconglomeratica. Questa litofacies raggiunge il suo spessore massimo, di circa 60 m, nell'affioramento in sponda sinistra del Torrente Pavone.

Sabbie di Casetta (SDA2)

Le Sabbie di Casetta sono costituite da sabbie ed arenarie calcarifere di colore giallo scuro o marrone, contengono una frazione pelitica abbondante e numerosi macrofossili, talora concentrati in vere e proprie lumachelle. Tali sabbie sono localmente mal stratificate, con strati che superano lo spessore di 1 m, e presentano intercalazioni di straterelli di arenarie calcarifere e di calcari detritico-organogeni. In tutti i litotipi sono presenti ciottoli del substrato preneogenico.

Conglomerati del Lago Boracifero (CLB)

Questa formazione affiora solamente nel Bacino di Lustignano dove si sovrappone, come in località Poggio ai Venti, alla Formazione di S. Dalmazio ed alle Argille azzurre. Consiste di conglomerati grigi e grigio-verdi solitamente disorganizzati, talora stratificati in livelli di 30 cm circa. I ciottoli hanno dimensioni medie di 25 cm, solitamente arrotondati ma anche appiattiti, composti da calcari e da arenarie provenienti dalle unità liguri. Lo spessore è variabile, al massimo di 50 m, e l'ambiente di sedimentazione è marino, di tipo costiero.

Formazione di Chiusdino (CHD)

Affiora unicamente a sud di San Dalmazio dove poggia in continuità stratigrafica sulle Argille azzurre e sulla Formazione di S. Dalmazio; è pertanto l'unità più recente tra quelle affioranti nell'area rilevata. La Formazione di Chiusdino è costituita in prevalenza da argille sabbiose di colore avana cui si intercalano sabbie gialle o grigie contenenti sottili lenti di conglomerati poligenici (Membro di M. Capino – CHD1), i cui clasti eterometrici sono accompagnati da un'abbondante matrice arenaceo-microconglomeratica. I ciottoli, di color marrone chiaro e forma rotondeggiante, hanno dimensioni medie dell'ordine di 5-10 cm e sono di natura prevalentemente calcarea, solo in parte arenacei, silicei ed ofiolitici. Per la formazione è desumibile un ambiente deposizionale continentale di tipo fluvio-deltizio.

Depositi continentali attuali e recenti

Depositi alluvionali terrazzati

Affiorano prevalentemente lungo le valli dei principali fiumi (Cecina e Cornia) e dei loro affluenti. Sono costituiti da ghiaie scarsamente cementate, sabbie e limi. I clasti presentano dimensioni variabili, da centimetriche e decimetriche, la loro composizione è variabile e consiste di tutti i litotipi delle formazioni affioranti nei dintorni. Sono distribuiti a quote variabile rispetto a quelle dell'alveo attuale, comprese per lo più fra 50 ed i 100 m.

Alluvioni attuali

Sono presenti nei fondovalle di tutti i corsi d'acqua e consistono in sabbie, limi e ghiaie, quest'ultime molto abbondanti nelle zone con dominanza di rocce preneogeniche o totalmente assenti in quelle dove sono presenti esclusivamente litologie neogeniche. I clasti, se presenti, sono di dimensioni variabili, in genere imbricati a composizione e diametro variabile.

Coltri detritiche

Sono stati inclusi in questa sigla tutti i fenomeni sia antropici che naturali che hanno dato luogo a spessori consistenti di materiale eterogeneo e/o detritico quali i detriti di versante, le frane, i riporti e le discariche.

Nella carta litotecnica (Tav.E) le coltri detritiche sono state differenziate sulla base delle dimensioni medie degli elementi costituenti.

3.3- Aspetti minerari del territorio comunale e sviluppo della geotermia

L'importanza mineraria dell'Alta Val di Cecina, e pertanto anche del territorio comunale di Pomarance, è connessa principalmente alle diffuse mineralizzazioni cuprifere associate alle rocce ofiolitiche ed alle mineralizzazioni boracifere correlate ai soffioni di Larderello. Tra le risorse minerarie non si possono comunque non menzionare i famosi calcedoni

della Fattoria di Monterufoli, mineralizzazioni silicee di grande pregio estetico, la cui escavazione è stata condotta ininterrottamente dal 1598 fino alla seconda metà del XIX secolo su commissione dell'Opificio Granducale delle Pietre Dure. Sempre nella zona di Monterufoli sono state inoltre coltivate nel passato alcune miniere di magnesite. E' da segnalare inoltre l'attività estrattiva dell'alabastro che ha interessato gli affioramenti miocenici presenti ad ovest di Pomarance. Tra le varie cave si deve menzionare quella di Stilano, una delle poche ancora aperte e per la quale è in corso un progetto di risistemazione. Il minerale qui estratto a cielo aperto è alabastro gessoso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ritrovato all'interno di strati di gesso, minerale dal quale l'alabastro deriva per ricristallizzazione, presenti nei depositi evaporitici del Miocene superiore.

Tra le mineralizzazioni cuprifere ebbero rilevanza primaria quelle sfruttate dalla miniera di Montecatini Val di Cecina anche se ne furono riconosciute molte altre, alcune delle quali nel territorio del Comune di Pomarance. Tra queste le principali sono concentrate nella zona a sud degli abitati di Micciano e Libbiano: nella zona del Fosso Linari ed in corrispondenza della confluenza del T. Secolo nel T. Trossa; alcuni di queste, seppure per pochi anni, furono coltivate. Un'intensa attività di esplorazione interessò anche l'esteso affioramento di rocce serpentinosi nei pressi del Pod. La Corte, tra Sant'Ippolito e Montecerboli, dove la presenza di minerali di rame era stata segnalata già nel 1558. Nei secoli successivi lo sfruttamento della risorsa avvenne con alterne fortune fino al periodo, compreso tra il 1857 ed il 1900, quando l'attività mineraria ebbe un nuovo impulso. Fu restaurato uno dei due pozzi realizzati in epoca medicea ed aperte numerose gallerie di ricerca; il pozzo, del diametro di 3,8 m ed ancora oggi osservabile, raggiungeva una profondità di 51 m ed aveva quattro piani di gallerie. Sempre in quegli anni fu realizzata una galleria di scolo, lunga 290 m circa, di cui è visibile l'ingresso in laterizio in riva sinistra del Botro della Guardiola, un piccolo affluente del Torrente Secolo. Attualmente l'area che fu interessata dall'attività estrattiva ricade all'interno del limite di concessione della cava di serpentiniti denominata Valle Secolo.

Dell'attività di estrazione e ricerca dei minerali cupriferi rimangono oggi soltanto tracce a carattere archeologico-industriale mentre la coltivazione dei sali di boro, prodotti dall'evaporazione delle salamoie dei "lagoni" di Larderello, si è protratta fino ai giorni nostri

evolvendosi nello sfruttamento dell'energia legata al vapore.

All'interno del territorio comunale di Pomarance è presente l'abitato di Larderello, insediamento industriale nato, in un primo tempo, per ospitare le lavorazioni connesse alla coltivazione dei sali di boro ma che successivamente ha assistito al nascere ed allo svilupparsi della geotermia, di cui rappresenta ancor'oggi uno dei maggiori centri al mondo. L'utilizzazione dei sali borici che si depositavano ai bordi dei lagoni naturali per la preparazione di smalti e per uso farmaceutico si può far risalire agli Etruschi. Lo sfruttamento di tale risorsa ebbe inizio tuttavia molti secoli dopo, a seguito della scoperta dell'acido borico (H_3BO_3) nelle acque termali da parte sia di Uberto Hoefer, direttore delle farmacie presso la corte granducale, che dell'illustre studioso Paolo Mascagni; tali ricerche furono eseguite alla fine del XVIII secolo. Lo sfruttamento industriale ebbe però inizio soltanto nella prima metà dell'800, grazie all'operato di Francesco del Larderel, dal quale ha poi preso il nome l'omonimo paese. Francesco de Larderel utilizzò per l'evaporazione delle acque boriche l'energia termica del vapore, sostituendo così la legna che fino ad allora alimentava le caldaie. A tale scopo furono realizzati i lagoni coperti, cupole in muratura costruite sui lagoni naturali per raccogliere il vapore e farlo uscire a pressione sufficiente per alimentare le caldaie. Sempre a Larderello fu impiegato per la prima volta, nel 1870, il vapore geotermico per la produzione di energia meccanica. Il crollo dei prezzi dei prodotti borici, a seguito della scoperta di grandi giacimenti di borace in altre parti del mondo, e la diminuzione della concentrazione dell'acido borico nel vapore portarono ad una graduale diminuzione dell'estrazione nei decenni successivi. La produzione di acido borico dal trattamento dei fluidi geotermici continuò tuttavia fino agli anni '60 quando valutazioni di carattere economico indussero la Società Chimica Larderello ad importare dalla Turchia la colemanite (un borato di calcio di formula $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$), minerale da sottoporre a processi industriali per la produzione di boro utilizzando l'energia termica ottenuta dal vapore.

Agli inizi del 1900 si iniziò a studiare la possibilità di un utilizzo diretto del vapore per la produzione di energia elettrica e fu proprio nel 1904 che venne effettuata la prima prova da parte del Principe Ginori Conti che accoppiò una dinamo ad un motore azionato da vapore secco, accendendo le prime cinque storiche lampadine elettriche. Questo primo

tentativo e gli esperimenti che seguirono negli anni successivi, consentirono al campo geotermico Larderello di raggiungere il primato nella produzione mondiale di energia elettrica da vapore endogeno. L'utilizzo diretto dei fluidi geotermici, ancor'oggi connesso principalmente alla produzione di energia elettrica, ha visto il diffondersi negli ultimi decenni di altre modalità di impiego tra le quali ci preme ricordare il teleriscaldamento per l'importanza che riveste sia dal punto di vista del risparmio energetico che del rispetto ambientale. Il teleriscaldamento, ovvero l'utilizzo della risorsa geotermica in reti di riscaldamento ad uso abitativo, è attualmente in funzione, oltre che nel Comune di Pomarance, anche in quello di Castelnuovo Val di Cecina e Monterotondo Marittimo.

4 – GEOMORFOLOGIA (Tavole B)

Per la stesura della Carta Geomorfologica sono state dapprima esaminate le informazioni contenute nei seguenti studi:

- indagine geologico-tecnica di supporto al P.R.G. redatta dal Dr. Geol. Bruno Mazzantini nel 1990;
- indagine a supporto della Variante per le Zone Agricole eseguita da questo stesso studio professionale nel 2000;
- Rilievo inedito del territorio comunale eseguito dalla Amministrazione Provinciale di Pisa , alla scala 1:10.000.
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 redatta dal Servizio Geologico d'Italia
- Studio idrogeologico e Geomorfologico dei Bacini dei Fiumi Cecina e Fine redatto dal Dipartimento di scienze della Terra dell'università di Pisa

Sulla base dell'insieme dei dati a disposizione si è proceduto ad un attento lavoro di controllo dei fenomeni evolutivi che caratterizzano il territorio. Lo studio di dettaglio ha permesso di concludere come l'area di studio sia caratterizzata da quattro forme di paesaggio predominante, riconducibili alle diverse caratteristiche litologiche dei terreni che costituiscono il substrato:

- a) forme influenzate dalla struttura in rocce massive*
- b) forme influenzate dalla struttura in rocce stratificate*
- c) forme delle colline neogeniche*
- d) aree di pianura alluvionale*

Forme influenzate dalla struttura in rocce massive

Caratterizzano principalmente la parte centrale del territorio comunale, laddove affiorano estesamente rocce appartenenti al complesso ofiolitico quali serpentiniti, gabbri e basalti. Queste rocce mostrano generalmente una struttura massiccia e pertanto danno origine a forme accidentate, caratterizzate da ripidi versanti, osservabili ad esempio in prossimità degli abitati di Libbiano, Micciano e Montecerboli. I fenomeni di dissesto, quando presenti, sono comunque di estensione limitata.

Forme influenzate dalla struttura in rocce stratificate

Sono diffuse prevalentemente nel settore meridionale ed in quello centrale, al margine degli affioramenti di rocce ofiolitiche. La maggiore erodibilità di queste rocce, appartenenti in prevalenza a formazioni tipo flysch a litologia calcareo-marnoso-arenacea, conferisce ai rilievi forme meno accidentate, con inclinazione dei versanti in genere modeste (20-30°). La stabilità dei versanti, trattandosi generalmente di formazioni stratificate con intercalazioni argillitiche, è influenzata dalla giacitura degli strati, se a reggipoggio oppure a franapoggio. Possono comunque verificarsi fenomeni di dissesto anche di una certa estensione, come quelli cartografati ad Est dell'abitato di Larderello.

Forme delle colline neogeniche

Sono presenti nella parte settentrionale ed all'estremità meridionale del territorio comunale dove affiorano terreni riferibili al Miocene ed al Pliocene nei quali la componente argillosa è spesso prevalente. La morfologia di queste zone risulta pertanto caratterizzata da forme arrotondate; sui versanti, lì dove questi sono intensamente sfruttati a scopo agricolo, si sviluppa un elevato numero di dissesti come conseguenza delle mediocri caratteristiche meccaniche di questi terreni. I movimenti interessano generalmente gli impluvi e sono causati dall'azione dell'acqua che si esplica nel rammollimento della componente argillosa e nella riduzione dell'attrito fra i granuli del terreno e in corrispondenza delle superfici di scivolamento. La profondità di tali superfici non è molto elevata, i movimenti franosi si presentano infatti come “*decorticamenti*” che raggiungono generalmente uno spessore massimo di due metri. I principali insediamenti si sono sviluppati per tale motivo in corrispondenza degli affioramenti dei litotipi neogenici più compatti come le calcareniti, Pomarance e San Dalmazio, o i conglomerati, Serrazzano e Lustignano.

Aree di pianura alluvionale

Hanno un'estensione molto più ridotta rispetto agli altri ambiti territoriali, limitata ai fondovalle dei corsi d'acqua principali: il Fiume Cecina, il Fiume Cornia ed il Torrente Trossa.

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche geomorfologiche dei principali centri abitati presenti all'interno del territorio comunale.

Pomarance

L'abitato di Pomarance è ubicato su una superficie strutturale costituita da calcari detritico-organogeni che conferiscono alla parte sommitale del colle una morfologia tabulare. I pendii sottostanti si presentano limitatamente acclivi in accordo con la litologia argillosa del substrato. In particolare, lungo il versante nord-orientale, il passaggio tra i calcari sommitali che formano delle pareti sub-verticali ed i conglomerati e le argille sottostanti è marcato da una netta rottura di pendio. La facile erodibilità dei sedimenti argillosi e l'alta permeabilità dei sovrastanti calcari, costituiscono le cause dominanti dei fenomeni franosi che orlano l'abitato di Pomarance.

Nell'insieme la successione osservabile in corrispondenza dei versanti intorno all'abitato inizia dal basso con un deposito marino prevalentemente argilloso che passa verso l'alto ad argille e sabbie e successivamente marne, sabbie e subordinamente argille per terminare con i conglomerati. Al tetto della successione sono presenti le calcareniti sulle quali si sviluppa il paese. La risposta alle situazioni di disequilibrio è influenzata dalla litologia del substrato: all'interno delle argille inferiori si instaurano fenomeni di colamento, nel complesso delle sabbie con intercalazioni di marne ed argille il movimento è invece essenzialmente rototraslativo mentre nei conglomerati si instaurano fenomeni superficiali dovuti essenzialmente all'incoerenza del materiale ed al facile dilavamento della scarsa matrice limo-sabbiosa, nelle calcareniti infine si verificano frane di crollo che generano ripide pareti sub-verticali.

Montegemoli

Il paese si sviluppa sulla linea di spartiacque tra il Botro dei Doccini ed il Botro del Cestino, entrambi affluenti di sinistra del Fiume Cecina. In corrispondenza dell'abitato affiorano argilliti e marne con intercalazioni di bancate, anche metriche, di arenarie litoidi. In corrispondenza di una parte di tale successione prevalentemente costituita da bancate di arenarie è impostata la scarpata che borda l'intero abitato di Montegemoli. L'andamento stesso della scarpata evidenzia una immersione degli strati verso i quadranti settentrionali.

Ad est dell'abitato la scarpata diventa pressochè verticale e rappresenta un forte elemento di dissesto del versante. In questa zona abbiamo segnalato la presenza di due frane attive e di una quiescente, della quale comunque non si può escludere la riattivazione, sia per la morfologia molto acclive e sia per il cattivo stato di manutenzione dei luoghi.

Micciano

L'abitato di Micciano è ubicato sulla cresta di un versante molto acclive costituito interamente da ofioliti. I fenomeni di instabilità sono rari, generalmente limitati alle aree più acclivi dove il substrato risulta intensamente fratturato e brecciato. In particolare segnaliamo la presenza di una frana quiescente che, in corrispondenza del ciglio, interessa anche alcune porzioni dei fabbricati esistenti e che si estende verso valle all'interno di un'area che fu terrazzata per permetterne la coltivazione, ma che ad oggi risulta in gran parte abbandonata. Infine anche la scarpata che borda il piccolo pianoro su cui è ubicata la chiesa è interessata da locali dissesti con crolli di materiale roccioso.

Libbiano

Il substrato è costituito da basalti di aspetto massiccio ai quali sono spesso associati brecce costituite da ofioliti e rari calcari. Lungo i versanti ed in corrispondenza dei tratti concavi, dove si raccolgono le acque superficiali, sono state cartografate alcune frane quiescenti la cui evoluzione non sembra comunque poter interessare l'abitato. Ad Est del paese è inoltre stato realizzato un muro di contenimento poco a monte del ciglio di una frana quiescente che interessa il sottostante impluvio.

Montecerboli

L'abitato di Montecerboli è ubicato sulla sinistra orografica del Torrente Possera, il centro storico dell'abitato e parte di quello nuovo insistono su un corpo ofiolitico costituito da rocce molto consistenti. Al di sopra di questi litotipi poggiano sia i depositi lacustri del Miocene, formati da argille molto plastiche di colore grigio con sporadiche intercalazioni di livelli sabbiosi e marnosi, che le bancate litoidi di calcari ed arenarie. La zona meridionale del paese è invece impostata al di sopra di una coltre detritica accumulatasi per il

disfacimento dei litotipi provenienti dal versante meridionale di Poggio la Torrinaia. I dissesti che interessano l'abitato e le zone circostanti sono dovuti in gran parte proprio al forte contrasto di competenza tra le rocce ofiolitiche che costituiscono un substrato saldo e i depositi sovrastanti sui quali si innescano movimenti le cui superfici di scivolamento si radicano spesso proprio al contatto con il substrato.

Larderello

L'abitato si estende sulle pendici di un versante che da quota 600 m s.l.m. degrada dolcemente fino alla valle del Torrente Possera. Il substrato è costituito da una successione litoide composta da calcari marnosi con intercalazioni di arenarie e marne. Questi litotipi sviluppano potenti bancate dello spessore massimo di circa tre metri, talvolta interrotti da sottili strati argillitici intensamente fratturati. In diversi punti dell'abitato è possibile osservare gli affioramenti sopra descritti, in particolare in corrispondenza delle scarpate morfologiche che si estendono principalmente su tre livelli, sviluppando altezze massime di circa 10 m. Al di sopra di questo substrato dalle ottime caratteristiche geomeccaniche, si estende una coltre detritica superficiale che trae origine dall'accumulo dei depositi colluviali provenienti dalle zone di crinale. Tale coltre sutura il substrato con spessori generalmente esigui che tuttavia possono raggiungere localmente i 3-4 m. In affioramento la coltre detritica si presenta come una breccia costituita da una notevole percentuale di clasti spigolosi di dimensioni anche pluricentriche immersi in una matrice argilloso sabbiosa. La grande variabilità delle dimensioni ed il basso grado di arrotondamento dei clasti sono testimoni di uno scarso trasporto e quindi di una risedimentazione in sito dei detriti provenienti dal versante. Nonostante la coltre detritica presenti un buon grado di cementazione ed una notevole quantità di clasti litoidi, si è rilevato un diffuso fenomeno di soliflusso in tutte quelle zone nelle quali alla presenza di coltre detritica si associa una morfologia mediamente acclive. Evidentemente il fenomeno si imposta all'interfaccia tra la coltre detritica, che in presenza di acqua vede ridursi le proprie caratteristiche geomeccaniche, ed il substrato litoide.

A nord dell'abitato è stata cartografata un'estesa paleofrana le cui condizioni appaiono sostanzialmente stabili in corrispondenza del corpo centrale del fenomeno. Locali riattivazioni si rilevano sia al piede della frana, in corrispondenza dell'alveo del Torrente

Possera, e sia nella parte più elevata con locali fenomeni di arretramento.

L'area nella quale è insediata la zona industriale, a partire dal secolo scorso, ha subito una forte antropizzazione conseguente allo sviluppo delle attività connesse con lo sfruttamento del campo geotermico.

La morfologia della zona è in gran parte stata modificata per effetto di consistenti movimentazioni di terra, sia in scavo che in riporto, effettuate per la realizzazione delle strutture industriali esistenti. E' opportuno segnalare che la totalità delle frane attive rilevate nell'area ha come concausa scatenante l'opera di antropizzazione intervenuta negli ultimi anni. La zona nella quale è maggiormente evidente l'interazione tra l'azione umana e quella naturale corrisponde al fondovalle del Torrente Possera, nel tratto a valle della Centrale 2 dove il suo corso è stato cementato in più punti ed intubato per un certo tratto.

Nel settore ad Est del T. Possera il reticolo idraulico superficiale è stato completamente obliterato. Al contrario, nel settore Ovest sono ancora presenti tre botri minori, Il Botro del Figareta, il Botro del Sasso Rosso ed il Botro Mansine che drenano le acque provenienti dai versanti sovrastanti. Questi corsi d'acqua scorrono fortemente incassati nei propri alvei, a testimoniare una forte azione erosiva, e le sponde sono costantemente orlate da scarpate d'erosione.

Serrazzano

L'assetto geomorfologico dell'intero abitato è strettamente connesso con le variazioni verticali del deposito conglomeratico che rappresenta la totalità del substrato. Tale deposito è costituito da ciottoli di dimensioni variabili, dai 5 cm ai 30 cm di diametro, immersi in una matrice ematitica a tratti cementata. I tipi litologici provengono dai complessi alloctoni, in grande prevalenza dalla formazione delle argille e dei calcari palombini. La morfologia dei luoghi dipende quindi dall'abbondanza di ciottoli e dal loro grado di cementazione. Difatti, in corrispondenza della scarpata principale che si estende immediatamente al di sotto del centro storico di Serrazzano, con altezze massime di circa

20 m, i conglomerati sono abbondanti e cementati dalla matrice sabbiosa rossastra. Immediatamente al di sotto di tale scarpata, il deposito conglomeratico presenta invece una minor quantità di ciottoli e nella matrice aumenta la percentuale argillosa. La presenza dei livelli argillosi può dare luogo a deboli movimenti superficiali di soliflusso.

A sud dell'abitato, dove affiorano terreni argillosi, sono state rilevate alcune frane quiescenti, il cui instaurarsi è favorito dalle pratiche agricole. L'estensione dei fenomeni di dissesto è contenuta dal momento che le attività agricole non hanno obliterato completamente il reticolo idraulico minore, in particolare lungo gli impluvi maggiori, ancora marcati da fasce boscate.

Lustignano

Il substrato è costituito da conglomerati cementati di dimensioni anche pluridecimetriche immersi in una matrice argilloso-sabbiosa di colore rossastro. Lungo i versanti ed in corrispondenza di alcuni impluvi, dove si raccolgono le acque superficiali, sono state cartografate alcune frane quiescenti. Una di queste arriva a lambire l'abitato in corrispondenza del versante Nord Est. L'area d'influenza di questa frana appare comunque ridotta in virtù delle buone caratteristiche geomeccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo.

San Dalmazio

L'abitato si sviluppa sul versante meridionale della dorsale che costituisce lo spartiacque tra la valle del Torrente Possera, ad Ovest, e quella del T. Pavone, ad est, in corrispondenza di una placca di calcari detritico-organogeni che si estende a nord della S.P. di Montecastelli; a sud della viabilità sono presenti terreni appartenenti alla formazione delle Argille azzurre. Il substrato preneogenico è rappresentato da rocce ofiolitiche, serpentiniti e gabbri, affioranti estesamente nella parte sommitale dei rilievi, nella zona della Rocca di Sillano (540 m s.l.m.). In corrispondenza dell'abitato non sono segnalati significativi fenomeni di dissesto ad esclusione di una frana di scivolamento attiva che si è instaurata in corrispondenza dell'impluvio presente subito a valle della piazza principale dove sbocca un tratto intubato che raccoglie le acque provenienti dalle zone a monte dell'abitato.

La carta geomorfologia è stata redatta in scala a 1 : 10.000 utilizzando le basi della C.T.R. Le informazioni geomorfologiche sono state organizzate sulla base della legenda proposta dal Gruppo di lavoro per la Cartografia Geomorfologia (Servizio Geologico Nazionale e Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia, 1994) per la Carta Geomorfologia d'Italia, in scala 1:50.000.

Le forme, i depositi ed i processi presenti nell'area sono stati suddivisi in tre tipi:

1. Forme, processi e depositi di versante
2. Forme, processi e depositi fluviali
3. Forme e processi antropici

4.1 - Forme, processi e depositi di versante

Un elemento determinante nella formazione del paesaggio è determinato dalla gravità e le principali forme di evoluzione gravitativa sono rappresentate dalle frane, dalle falde detritiche, dalle superfici di soliflusso e dalle forme di evoluzione rapida come i Calanchi .

Le Frane

In ragione della fragilità geologica e litotecnica la presenza di fenomeni franosi fa parte delle caratteristiche del territorio e numerose sono le porzioni di territorio interessate. Per quanto riguarda lo stato di attività, le forme ed i processi franosi cartografati sono stati distinti in **attivi, quiescenti e stabilizzati (o paleofrane)**. I tipi di frana identificati sono stati raggruppati secondo le loro caratteristiche in: frane di scivolamento, frane di colamento, frane di crollo e frane complesse.

Per quanto riguarda l'ubicazione dei fenomeni franosi, questi sono omogeneamente distribuiti nel territorio a testimonianza di una notevole fragilità morfologica. Questi fenomeni si impostano in preferenza sulle testate degli impluvi e dei corsi d'acqua in quanto in queste aree il fenomeno di arretramento morfologico è più attivo; tuttavia a causa del progressivo approfondimento ed erosione dei corsi d'acqua, provocato dai cambiamenti climatici e dal cambiamento nella gestione antropica del territorio di questi

anni, anche i fianchi delle valli sono frequentemente interessati da frane.

Tra le frane attive, in considerazione della presenza nei terreni argillosi di frequenti intercalazioni sabbiose, sono prevalenti le tipologie di frana per scivolamento.

Le frane di colamento, anch'esse abbondanti, si rinvengono in numero minore, mentre costituiscono una particolarità le frane di crollo dislocate essenzialmente ai margini dei fondovalli dei corsi d'acqua (Es. Fosso Adio, Torrente Trossa) che incidono formazioni litoidi .

Molto frequenti sul territorio sono le frane quiescenti che costituiscono le forme ed i fenomeni in stasi che non avendo esaurito la loro evoluzione possono riattivarsi soprattutto a seguito di interventi antropici di modifica dell'equilibrio raggiunto oppure possono riattivarsi in quadri morfoclimatici o condizioni climatiche diverse da quelle attuali od eccezionali.

Probabilmente nel bacino di Pomarance questi fenomeni sono quelli più numerosi ed interessano tutto l'area in esame.

Infine le paleofrane sono presenti in quantità molto minore rispetto alle altre, solitamente sono legate a vasti fenomeni che comprendono anche grandi impluvi e ampie zone. Talvolta, le paleofrane sono ancora in evoluzione nella parte più elevata con fenomeni di arretramento; questo si manifesta solitamente alle testate dei fossi e dei corsi d'acqua che continuano ad arretrare nella loro evoluzione morfologica.

Soliflussi o creep

La precedentemente citata abbondanza di terreni argillosi ha determinato oltre alle frane la presenza di estese aree soggette a soliflusso. Siamo in presenza di movimenti lenti della porzione più superficiale dei terreni argillosi che si manifestano con la deformazione dei versanti e la creazione delle tipiche montanature delle coltri argillose; spesso, in ragione della attività antropica, questi fenomeni evolvono in modeste e locali frane di colamento. Questo fenomeno non interessa spessori di sedimento superiori ai due metri e genera le tipiche ondulazioni osservabili in un'ampia porzione del territorio; frequentemente se è presente una copertura erbosa essa rimane intatta e si deforma insieme al terreno. Nei depositi argillosi questo fenomeno, in forme più o meno accentuate, è presente ovunque e spesso viene mascherato dall'attività agricola.

Area a Calanchi e Biancane

Particolarmente diffusi nell'area del Volterrano, i calanchi e le biancane sono presenti, anche se in minor misura, nel Comune di Pomarance.

Il processo evolutivo del calanco non avviene per incisione e asportazione graduale ma per eventi parossistici, il fenomeno per scatenarsi deve prevedere un crepacciamento diffuso e profondo che costituisca la via preferenziale di approfondimento delle acque meteoriche. Queste, generando il distacco dal terreno lasciano il substrato soggetto all'erosione rapida, si vengono così a creare i solchi di ruscellamento veloce dei versanti che evolvono in forma calanchiva.

Le zone più soggette alla creazione di questi fenomeni sono proprio quelle esposte a sud, sia per le condizioni climatiche di estrema siccità estiva, che non consente un rapido rinverdimento e sia per la giacitura degli strati, che nel caso di terreni neogenici è generalmente verso Nord e determina quindi in corrispondenza dei versanti esposti a Sud un andamento del terreno a reggipoggio e una forte pendenza.

Nella carta geomorfologia sono state inoltre distinte, le aree calanchive attive o denudate da quelle inattive o vegetate. La inattività di un'area calanchiva è stata valutata in base alla presenza e alla continuità della copertura vegetale osservata e controllata con la fotointerpretazione.

E' stata inoltre censita una Biancana, poco a Nord dell'abitato di Montegemoli, immediatamente al margine della Strada Comunale.

Le Biancane sono rilievi cupoliformi alti pochi metri e con profilo asimmetrico. La genesi di questo fenomeno è incerta, taluni (Mazzanti ed altri) fanno risalire le cause a differenti comportamenti diagenetici all'interno delle formazioni argillose che portano per erosione differenziale all'isolamento di questi elementi.

Coltri detritiche

Al margine dei principali rilievi, sono frequenti le coperture di detrito di versante a causa proprio dell'evoluzione morfologica che il territorio presenta.

Questi estesi depositi colluviali si trovano principalmente nell'area di Montecerboli-Larderello in corrispondenza dei versanti Nord di Poggio le Franate e di Monte Vado la

Lepre, ed a Nord dell'abitato di Micciano. In questi casi la presenza di coltri detritiche è direttamente legata alla costituzione del substrato rappresentato dal Flysch di Monteverdi Marittimo e dalle Argille a Palombini. Entrambe queste litologie, caratterizzate da fitte alternanze di livelli arenacei e argillitici, sono infatti facilmente erodibili e disaggregabili e danno luogo a corpi detritici caratterizzati da elementi lapidei di dimensioni pluricentriche.

Altre coltri detritiche, di minore estensione, sono state cartografate in tutto il territorio comunale. Relativamente a quelle cartografate in corrispondenza dei terreni neogenici, la granulometria di questo deposito varia da limi a sabbie.

Le scarpate morfologiche

Sono distribuite in tutto il territorio comunale, e sono da ricondurre sia a condizioni geologiche che a fenomeni geomorfologici.

In corrispondenza degli affioramenti del Dominio Ligure o Toscano, le scarpate sono essenzialmente legate all'intenso sistema di faglie dirette che hanno generato superfici anche subverticali come nella zona di Micciano-Libbiano.

In corrispondenza dei terreni neogenici, le scarpate si generano essenzialmente nelle zone in cui un litotipo resistente e relativamente permeabile (es. Calcareniti di Pomarance) è sovrapposto ad un litotipo impermeabile e dalle cattive caratteristiche litotecniche (es. Argille azzurre). In questi casi, lo scivolamento verso valle delle argille innesca fenomeni di crollo all'interno delle calcareniti con generazione di scarpate che possono raggiungere altezze maggiori di dieci metri.

Talvolta il meccanismo delle scarpate è legato all'erosione fluviale che porta alla formazione di esse per scalzamento alla base di terreni predisposti ai crolli.

4.2 - Forme, processi e depositi di fluviali

Reticolo idrografico fiumi e laghi

I collettori principali che interessano l'area di interesse sono rappresentati dal Fiume Cecina, che scorre lungo il confine Nord del Comune drenando la gran parte del territorio comunale e dall'alta valle del Fiume Cornia, che scorre al confine con il Comune di

Castelnuovo Val di Cecina.

Il fiume Cecina interessa il territorio di Pomarance dalla confluenza del suo affluente di sinistra Pavone fino alla confluenza sinistra del Torrente Trossa.

In questo tratto il fiume costituisce anche il confine amministrativo del comune di Pomarance, nel territorio ricadono i bacini imbriferi degli affluenti di sinistra: Torrente Trossa, Botro del Bonicolo, Botro dell'Arbiaia, Torrente Possera, e Torrente Pavone.

Il bacino del fiume Cornia interessa l'area Sud del comune di Pomarance con i suoi tributari di sinistra Fosso dei Lagoni, Rio di Lustignano e Botro del Guardigiano.

Una porzione limitata del territorio fa invece riferimento al Bacino del Torrente Sterza con i suoi tributari di destra, Torrente Ritasso e Botro del Riseco.

La rete idrografica principale mostra alcuni sistemi di direzioni prevalenti: il fiume Cecina nel tratto di interesse segna una direzione prevalentemente Est/Ovest, parallela a quella della parte mediana del Torrente Trossa. I loro tributari hanno invece una direzione prevalentemente Nord Sud.

Il fiume Cornia ha un andamento prevalente di direzione Nord Est/Sud Ovest.

Questo tipo di pattern idrografico è da mettersi in relazione con i due sistemi tettonici principali appenninici che evidentemente guidano l'andamento delle aste fluviali di ordine maggiore, così come le alluvioni e la direzione dei graben e cui i corsi d'acqua fanno riferimento.

Il reticolo fluviale dei corsi d'acqua minori, con valli scarsamente od affatto alluvionate, assume invece per lo più un aspetto dendritico in stretta relazione alla natura dei litotipi affioranti.

Nei litotipi scarsamente permeabili numerosissimi sono i Pelaghi e gli invasi di sbarramento collinare ad uso agrario e zootecnico che sono tipici dell'area argillosa occidentale del territorio comunale.

Depositi alluvionali attuali, depositi alluvionali terrazzati

I depositi alluvionali attuali sono prevalentemente concentrati nelle valli dei corsi d'acqua

principali e fanno riferimento al Fiume Cecina, al Fiume Cornia, ed ai Torrenti Trossa, Pavone e Possera.

Il letto alluvionale attuale di queste aste fluviali, nel complesso, presenta caratteristiche del tipo a "Rami divaganti" o "Braided stream".

Caratteristico dei corsi d'acqua in fase di accumulo a causa probabilmente degli apporti detritici abbondanti dei vari tributari minori che incidono terreni dove affiorano le formazioni mioceniche e plioceniche costituite da conglomerati e sabbie che fungono da serbatoi alluvionali per le valli.

Le valli percorse dai torrenti minori sono invece incise e prive di coltri alluvionali e tutti in fase di approfondimento.

Talvolta le valli di torrenti come quella del Botro del Bonicolo e del Botro dell'Arbiaia che provengono da zone dove affiorano terreni prevalentemente argillosi, facilmente aggredibili presentano valli prive di ciottoli con corsi d'acqua tipici di canali di pianura.

La piana alluvionale del fiume Cecina nel complesso presenta abbondanti alluvioni e nel tratto d'interesse il fiume tende ad erodere e scalzare la morfologia dei versanti di destra (Comune di Volterra) ed ad accumulare sul lato sinistro verso Pomarance.

La piana alluvionale ha una estensione dai 400 metri ai 1000 m con una coltre alluvionale di spessore crescente da Molino di Berignone verso sud.

La piana e la coltre alluvionale del fiume Cornia ha caratteristiche simili anche se di dimensioni inferiori alla precedente; ha una estensione variabile da 150 a 350 metri e le alluvioni sono essenzialmente composte da ciottoli di dimensioni medio-grosse immersi in matrice fine con sabbie e sabbie fini.

Anche in questa area i corsi minori hanno valli alluvionali incise in fase di approfondimento ed erosione.

Le alluvioni sono di modesto spessore e talvolta affiora, sporadicamente, il substrato argilloso sottostante le alluvioni.

Le alluvioni terrazzate sono ben rappresentate sia nella valle del Fiume Cecina, che in quella del Torrente Trossa, in misura minore sono presenti affioramenti anche al bordo del Fiume Cornia e dei Torrenti Pavone e Possera.

Nella cartografia geomorfologica sono stati distinti i terrazzi più antichi, i terrazzamenti più

giovani sono stati inglobati nelle alluvioni recenti.

Gli affioramenti più estesi di alluvioni terrazzate sono generalmente separati dalla piana da scarpate nette, le superfici sommitali sono ben distinguibili e si trovano tra i 25 ed i 50 metri di altezza sulla piana alluvionale. Solo sporadicamente si ritrovano lembi di alluvioni terrazzate a distanze maggiori e comprese entro i 70 metri.

Ruscellamento e solchi di ruscellamento concentrati

L'area di ruscellamento a rivoli "Rill erosion" ed a solchi "Gully erosion" sono molto diffusi su gran parte del territorio interessato. Queste forme sono abbondanti sui suoli e sui versanti argillosi facilmente erodibili mentre sono più rare sui versanti sabbiosi. In corrispondenza delle zone dove sono più frequenti le arature delle coltri argillose, il ruscellamento può evolvere in solchi di erosione.

4.3 - Forme e processi antropici

Nella carta geomorfologia sono state rappresentate le aree interessate da attività estrattiva.

Le cave attive sono assai poche, due di serpentiniti ed una di alabastro. E' stata inoltre cartografata, ad est di Lustignano una ulteriore zona di cava inserita nel P.R.A.E. Regionale e non ancora attivata.

Molti sono invece i segni di antiche estrazioni che spesso sono oramai rinaturalizzate e di difficile identificazione. In particolare abbiamo riportato tutte le aree interessate dall'attività di estrazione di alabastro così come è stato possibile identificarle dalle analisi delle foto aeree risalenti agli anni 1954-1976-1982-1984-1986-1999.

L'importanza mineraria dell'Alta Val di Cecina, e pertanto anche del territorio comunale di Pomarance, è connessa principalmente alle diffuse mineralizzazioni cuprifere associate alle rocce ofiolitiche ed alle mineralizzazioni boracifere correlate ai soffioni di Larderello (si veda il paragrafo 3.3).

In carta abbiamo segnalato i principali siti minerari derivati dal censimento della Provincia

di Pisa.

Infine, tra i processi antropici abbiamo segnalato i principali riporti, spesso costituiti da residui di perforazione delle postazioni di sonda dell'Enel o, come in corrispondenza della zona industriale di Larderello, da materiale di risulta per la realizzazione dei piazzali industriali. Sono state inoltre segnalate sia la discarica della Società Chimica Larderello ubicata in località Bulera e sia una ex discarica, denominata Burlino ed ubicata immediatamente ad Est della centrale Valle Secolo. Quest'ultima rientra tra i "siti esclusi dall'elenco delle aree da bonificare" allegato alla D.C.R. 384 del 1999 e, relativamente alle problematiche geomorfologiche, può essere perciò considerata alla stregua dei riporti detritici.

5 – IDROGEOLOGIA (Tavole C)

Nella Carta Idrogeologica, sono rappresentate le seguenti informazioni:

- Sorgenti con indicazioni anche di quelle ad uso idropotabile.
- Pozzi di utilizzo domestico, non domestico e ad uso idropotabile.
- Manifestazioni idrotermali
- Reticolo idrografico con la distinzione dei corsi principali secondo le classificazioni ed ambiti del PIT.
- Principali tratti tombati degli stessi corsi.
- Laghi di varia natura.
- Limite dell'ambito B del PIT.
- Aree strategiche per interventi di protezione (A.S.I.P.): Art 10 delle norme del PAI Bacino regionale Toscana Costa
- Limite delle aree soggette ad esondazione perimetrale nel PTC della Provincia di Pisa.
- Limite della pianura alluvionale

Sorgenti

Le coperture e gli affioramenti argillosi del pliocene non presentano emergenze sorgive, infatti, numerosissimi sono gli invasi e i modesti pelaghi di uso locale ed utilizzo agrario.

Le sorgenti censite e documentate nel territorio del comune di Pomarance sono numerose; gran parte di queste, comunque, sono di interesse limitato ed emergono al contatto delle formazioni sabbiose e conglomeratiche con i terreni argillosi.

Fanno eccezione le zone ad Ovest del territorio comunale dove, soprattutto in corrispondenza di corpi magmatici ofiolitici, caratterizzati da un discreto grado di permeabilità, si ritrovano sorgenti con portate rilevanti come quelle di approvvigionamento degli acquedotti di Libbiano e Micciano.

Altre sorgenti di minore importanza si ritrovano al margine dell'abitato di Pomarance al contatto tra le calcareniti e le sottostanti argille. In passato queste sorgenti devono aver fornito l'approvvigionamento idropotabile all'intera città di Pomarance.

Pozzi

Nel corso del presente lavoro sono numerosi i pozzi documentati nelle ricerche di campagna avviate in passato sia per conto di ASA, censite dalla provincia nel proprio archivio, e derivate da specifiche campagne di indagine. Nel complesso sono stati censiti ~ 99 pozzi ad uso domestico, 39 ad uso industriale, 34 pozzi ad uso idropotabile, localizzati la gran parte nell'area di Puretta, di quest'ultimi 8 gravitano nell'area del comune di Volterra.

Mentre i pozzi ad uso domestico sono distribuiti in maniera più uniforme nel territorio, sempre nei terreni con un certo grado di permeabilità, la maggior parte degli altri pozzi ad uso acquedottistico e ad uso industriale (comunque non domestici) sono collocati nelle piane alluvionali del Cecina e del Trossa.

In particolare, la pianura alluvionale del Fiume Cecina, anche se di spessore non rilevante (10-15 metri all'inizio di Molino di Berignone, 20 metri nell'area di Saline) presenta una falda idrica importante.

In questa zona il Fiume Cecina costruisce un alveo con caratteristiche torrentizie a fiumara che nel complesso è costituito da sabbie e ghiaie derivate dagli abbondanti affioramenti conglomeratici miocenici.

Numerosi sono i pozzi ad uso industriale presenti nella parte terminale di questo tratto, vicino a Saline di Volterra, dove si trovano le concessioni idriche dell'ALTAIR e dell'ETI, mentre il campo pozzi di Puretta è localizzato nell'area di Molino di Berignone a monte della confluenza del T. Possera e dello sbarramento idrogeologico realizzato negli anni '70 a protezione delle acque inquinate da Boro.

Reticolo idrografico e ambiti fluviali

Nella stessa tavola idrogeologica sono stati evidenziati i corsi d'acqua principali ed il reticolo dei corsi d'acqua secondari e minori.

I corsi d'acqua che risultano compresi nell'All.N°5 del PIT sono riportati nella successiva tabella con i rispettivi codici ed ambiti.

PROVINCIA	COMUNE	TIPOFIUME	NOME FIUME	CODICE	AMBITI
comune	POMARANCE				
		BOTRO	ARBIAIA O ARGIAIA	PI240	AB
		BOTRO	BONICOLO O DELLA PINETA	PI258	AB
		FIUME	CECINA	PI714	AB
		FIUME	CORNIA	PI717	AB
		BOTRO	FIASCOLLA	PI322	A
		BORRO	GUARDIGIANO	PI1286	AB
		TORRENTE	ADIO	PI2657	A
		BOTRO	DEI LAGONI	PI358	A
		RIO	LUSTIGNANO	PI2188	AB
		TORRENTE	PAVONE E FOSSO CILIEGI	PI2745	AB
		TORRENTE	POSSERA	PI2766	AB
		TORRENTE	RACQUESE E FOSSO DI RADICAGNOLI	PI2770	A
		TORRENTE	RIMONESE	PI2796	A
		BOTRO	RISECCO	PI438	A
		TORRENTE	RITASSO	PI2804	AB
		BOTRO	RIVIVO	PI441	A
		TORRENTE	SECOLO	PI2834	A
		TORRENTE	TROSSA	PI2918	AB
		TORRENTE	TURBONE	PI2922	AB

Nella cartografia sono stati distinti con colori diversi i corsi d'acqua soggetti ad ambito A del PIT, quelli soggetti ad ambito A e B ed i corsi d'acqua secondari e quelli minori del reticolo idrografico.

Sono stati inoltre individuati i tratti tombati dei vari corsi d'acqua, i laghi collinari e pelaghi di servizio all'agricoltura.

Relativamente ai corsi d'acqua previsti nell'elenco sono state individuate le perimetrazioni dell'ambito B e le aree esondabili o soggette ad esondazione perimetrata dal PTC della Provincia di Pisa.

E' stata inoltre riportata un'area individuata nel PAI Bacino Toscana Costa come A.S.I.P. (Aree Strategiche per interventi di Protezione) in località piano della Canova alla confluenza del Botro dei Doccini con il Fiume Cecina.

L'osservazione della cartografia offre una spedita visione e una facile lettura delle caratteristiche della rete idrografica che è presente nel territorio del Comune di Pomarance.

Infine abbiamo riportato le manifestazioni idrotermali estratte dal database della Provincia di Pisa.

6 - ACCLIVITA' (Tavole D)

Vista la conformazione morfologica del territorio di Volterra si è ritenuto opportuno individuare le seguenti classi di acclività:

$0\% < p < 15\%$

$15\% < p < 25\%$

$25\% < p < 35\%$

$35\% < p < 75\%$

$75\% < p < 100\%$

Esse rappresentano, per ciascuna classe litotecnica, significative soglie di pendenza oltre le quali vi è una maggiore propensione al dissesto.

7 - ASPETTI LITOTECNICI E DATI DI BASE (Tavole E)

Le formazioni affioranti sono state esaminate da un punto di vista litotecnico prendendo in esame la loro composizione mineralogica, il tipo di stratificazione, lo stato di fratturazione e degradazione, la granulometria ed il grado di cementazione. Le unità litostratigrafiche sono state accorpate in virtù di un comportamento meccanico omogeneo, indipendentemente dalla loro collocazione stratigrafica.

Per l'individuazione delle diverse Unità Litotecniche si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dalla Regione Toscana (Dip.to delle politiche territoriali e ambientali U.O.C. Rischio sismico) per la valutazione degli effetti locali (Programma VEL).

Nella carta litotecnica le formazioni geologiche sono state organizzate in unità litologico-tecniche in funzione delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e fisico-meccaniche. Le unità litostratigrafiche sono state talvolta suddivise in sotto-classi in relazione ad eventuali variabilità all'interno della classe di appartenenza:

Unità litologico - tecnica A:

comprende materiale lapideo costituito da un unico litotipo massiccio, non stratificato.

Unità litologico - tecnica B:

è suddivisa in 6 sottoclassi e comprende sia le rocce stratificate, B1 e B2, a stratificazione spaziata e fitta rispettivamente, che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza); in particolare si individuano le sotto-classi B3, con siltiti o argilliti < 25%, B4 con siltiti o argilliti comprese tra 25% e 75% e B5 se siltiti e argilliti sono > del 75%. Infine è stata individuata la sotto-classe Bd costituita da alternanze disordinate e/o caotiche.

Unità litologico - tecnica C :

in questa U.L.T. sono comprese rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano

caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s.; possono rientrare in questa classe anche le rocce lapidee intensamente degradate ed alterate. Al suo interno sono state individuate tre sotto-classi, C1, C2 e C3 a seconda della relazione tra clasti, matrice e cemento.

Unità litologico - tecnica D :

comprende terreni coesivi con consistenza elevata ed è rappresentata dalla sotto-classe D2, costituita da terreni argillosi.

Unità litologico - tecnica E :

comprende terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione; al suo interno sono state distinte le sottoclassi E1, E2 ed E3.

La sottoclasse E1 comprende i corpi detritici grossolano con elementi lapidei di dimensioni mediamente >60mm. In questa classe sono stati inseriti i riporti antropici, le paleofrane ed i depositi alluvionali terrazzati. Sono state inoltre inserite le coltri detritiche e le frane impostate all'interno di formazioni litoidi con scarsa percentuale di argilliti

La sottoclasse E2 comprende corpi detritici con elementi lapidei mediamente compresi tra 2 e 60 mm. In questa classe sono stati inseriti i depositi alluvionali attuali, gli alvei fluviali e le coltri detritiche e le frane impostate all'interno di formazioni caratterizzate da una granulometria media.

La sottoclasse E3 comprende corpi detritici con granuli compresi tra 2 e 0.60 mm. In questa classe sono stati inserite le coltri detritiche e le frane impostate all'interno di formazioni argillose.

Per la definizione delle caratteristiche litotecniche dei primi metri di terreno a partire dal piano di campagna, sono stati utilizzati anche i risultati delle indagini geognostiche via via depositate negli uffici del Comune di Pomarance nell'ambito della presentazione delle pratiche edilizie dei privati e nell'ambito dei progetti pubblici.

A questo proposito sono state consultate le pratiche delle concessioni edilizie presentate negli ultimi dieci anni presenti negli archivi comunali.

Nella stessa cartografia sono riportate, con numerazione progressiva, l'ubicazione delle prove geognostiche, documentate nelle pratiche edilizie precedentemente citate, suddivise in base alla tipologia d'indagine in: saggi, sondaggi, prove penetrometriche statiche, prove penetrometriche dinamiche pesanti e leggere, profili sismici, per un totale di 159 punti di indagine. Nell'Allegato n°1 è stata riprodotta la copia dei certificati relativi alle indagini geotecniche ai saggi ed alle prove documentate nelle singole pratiche.

Da un'osservazione di insieme della carta litotecnica nel territorio del comune di Pomarance si individuano tre aree ben distinte.

La zona centrale è delimitata a nord da un importante lineamento tettonico, con andamento NW-SE, materializzato dall'andamento delle valli dei Torrenti Trossa e Racquese, e a sud dall'abitato di Serrazzano; in questa zona si raggiunge la quota massima di circa 700 metri s.l.m., in corrispondenza dell'estremità sud orientale del territorio comunale, a sud dell'abitato di Larderello.

Il paesaggio assume il tipico aspetto montuoso e le quote sono le più alte di tutto il territorio comunale come Poggio Gabbro, il Poggetto e Poggio Porcareccia, costituiti prevalentemente dalle formazioni appartenenti al dominio Ligure, come serpentiniti, gabbri e basalti.

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di terreni con ottime proprietà geomeccaniche: la U.L.T. A affiora esclusivamente in questa porzione del territorio comunale; le unità che affiorano in quest'area appartengono al dominio Ligure: la lente centrale di serpentiniti e gabbri è bordata dalle formazioni di Montaione e delle Argille a Palombini; sono inoltre presenti brecce a prevalenti clasti ofiolitici.

A nord e a sud di questa zona si individuano due aree con caratteristiche litotecniche minori. Nell'area compresa tra i Torrenti Trossa e Racquese e il fiume Cecina, la porzione settentrionale del territorio comunale, affiorano prevalentemente terreni neogenici di ambienti fluvio-lacustri e marini. Il paesaggio che ne consegue è tipicamente collinare essendo caratterizzato da forme del terreno ondulate e da valli aperte lì dove prevalgono formazioni argilloso-sabbiose, da repentini salti di morfologia dove alle argille si intercalano formazioni ghiaiose o litoidi e da ampie superfici pianeggianti al tetto dei calcari detritico-

organogeni e delle formazioni sabbioso-ghiaiose dei terrazzi alluvionali. In questo settore le quote massime raggiungono i 370 m circa in corrispondenza dell'abitato di Pomarance. Quest'area è caratterizzata da vasti affioramenti di gessi, appartenenti alle formazioni dei "gessi di saline di Volterra" e dei "gessi di Ripaiola", riferibili alla U.L.T. B4.

Nella porzione meridionale del territorio comunale, compreso tra gli abitati di Serrazzano e Lustignano e la valle del fiume Cornia affiorano ancora terreni neoautoctoni neogenici; questa zona è caratterizzata da vasti affioramenti di lenti conglomeratiche, a partire dall'abitato di Serrazzano, completamente impostato su tale formazione.

Tenendo conto delle carte di base illustrate in precedenza, si è proceduto alla stesura delle cosiddette **CARTE DI SINTESI** nelle quali il territorio comunale viene classificato in termini di Pericolosità Geomorfologica, Pericolosità Idraulica e Vulnerabilità Idrogeologica.

8 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (Tavole F)

La Carta di Pericolosità Geomorfologica tiene conto delle analisi del territorio comunale eseguite dal punto di vista geologico, morfologico e litotecnico.

Nella parte collinare incidono maggiormente i fattori geologici e morfologici, nelle parti pianeggianti quelli di carattere litotecnico.

In legenda sono riportate sia la classificazione prevista dalla D.C.R. 94/85 che quella prevista dall'Art. 5 del P.T.C. La seconda (alla quale si fa riferimento nell'elaborato) risulta più specifica in quanto le classi 3 e 4 (Pericolosità Media ed Elevata) prevedono a loro volta due sottoclassi (3a - 3b; 4a - 4b).

Nella classe 1 ricadono piccole porzioni del territorio comunale (in totale circa 1.0 Km²), lontane da forme di dissesto, ubicate su alti morfologici pianeggianti e con sottosuolo costituito da terreni incompressibili ad elevata resistenza. Questi terreni sono riferibili alle unità litologico - tecniche A, che comprende le rocce lapidee massicce e alle unità B1 e B2, costituite da materiale lapideo stratificato; nell'area in esame la classe 1 ricade prevalentemente in corrispondenza della formazione delle Serpentiniti e in misura minore dei Gabbri e Basalti.

Nella classe 2 ricadono le porzioni di altopiano lontane da forme di dissesto, con pendenze inferiori al 15 per cento e con sottosuolo costituito prevalentemente da terreni con ottime caratteristiche geotecniche, riferibili alle unità litologico - tecniche B3, B4, B5 e C.

Le unità litologico - tecniche B3, B4 e B5 sono costituite da alternanze di diversi litotipi, in cui sia presente una parte argillosa; mentre l'unità C è rappresentata da rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulate con grado di cementazione medio basso, che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s.

Tuttavia, in alcuni casi, si è ritenuto opportuno inserire in questa classe porzioni di terreno con caratteristiche litologiche inferiori purché si trovassero in condizioni geomorfologiche particolarmente favorevoli, come gli alti morfologici pianeggianti o le zone boscate, dove il

ruscellamento e l'infiltrazione delle acque meteoriche è controllato dalla copertura vegetale. Anche in questo caso l'estensione areale appare piuttosto limitata, corrispondendo a 6.0 Km².

Nella classe 3a, ricadono le aree con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche favorevoli alla stabilità nelle quali non sono presenti fenomeni di dissesto; gli stessi, pur possibili, coinvolgono porzioni di territorio di ampiezza limitata. L'areale complessivo è di circa 94.5 Km²

In questa classe è stata inserita la gran parte delle formazioni argillose, nei tratti maggiormente pianeggianti e lontani da forme di dissesto ed i versanti, su pendenze medio-basse, con sottosuolo costituito da terreni con buone caratteristiche geotecniche.

Nella classe 3b, ricadono le aree acclivi con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche sfavorevoli alla stabilità, interessate da fenomeni minori quali ruscellamento, soliflusso, coni detritici, o ubicate in corrispondenza delle coltri detritiche di cui alla carta geomorfologica.

Sono altresì comprese le aree della pianura alluvionale, interessate da episodi di alluvionamento e/o con prevalenza di terreni marcatamente eterogenei.

Questa classe rappresenta quella maggiormente estesa coprendo circa 82 Km² del territorio comunale.

La classe 4a racchiude le aree coinvolte in passato da fenomeni franosi che attualmente risultano in condizioni di quiescenza o di inattività, ma le cui caratteristiche geomorfologiche sono tali da non potere escludere una ripresa generalizzata dell'attività in concomitanza con eventi sismici, ovvero con eventi meteorici di particolare importanza, ovvero ancora per effetto di interventi antropici.

In questa classe sono state inserite le frane quiescenti, le paleofrane, le aree calanchive vegetate. L'areale complessivo è di circa 22.2 Km².

La classe 4b è stata attribuita alle aree interessate da fenomeni di erosione e sedimentazione attivi quali alvei fluviali, laghi, e da dissesti attivi quali frane e calanchi. . In totale la classe 4b comprende circa 22.3 km² del territorio comunale.

9 - PERICOLOSITA' IDRAULICA (Tavole G)

La Pericolosità Idraulica del territorio comunale è stata definita seguendo i criteri proposti dall'art 80 del P.I.T. e quindi valutando la pericolosità sulla base degli eventi storici e dell'andamento morfologico.

Sulla base di tali criteri, sono state inserite in classe 4 le aree di fondovalle nei tratti morfologicamente depressi e già interessati da episodi alluvionali. In questa classe ricadono gran parte dei fondovalle del Fiume Cecina, del Fiume Cornia e dei Torrenti Trossa, Pavone e Possera.

La classe 3 è stata attribuita a tutti i tratti di fondovalle per i quali ricorre una sola delle condizioni sopra elencate (o morfologicamente depressi o interessati da episodi alluvionali), mentre la classe 2 è stata attribuita a tutti i tratti di fondovalle non depressi e non interessati da episodi alluvionali.

Infine la classe 1 è stata attribuita alle aree collinari.

Nelle Carte di Pericolosità idraulica è stata riportata anche la perimetrazione dell'Ambito B per i corsi d'acqua di cui all'All.N°5 del PIT.

10 - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA (Tavole H)

Le Classi di Vulnerabilità Idrogeologica sono state definite come stabilito nell'Art. 9 del P.T.C., tenendo conto oltre che della litologia e della granulometria dei livelli più superficiali, della pendenza del versante e della presenza o meno di acquiferi significativi. Sulla base di tali elementi si è proceduto ad una stima dei possibili tempi di arrivo in falda di eventuali agenti inquinanti sversati in superficie o immessi direttamente nel sottosuolo. Si è tenuto conto anche di un altro importante fattore e cioè dell'ubicazione dei pozzi ad uso prevalentemente domestico (che attingono per lo più nella falda freatica superficiale), di quelli ad uso idropotabile oltre che di quelli ad uso industriale o finalizzati ad attività industriali.

Nella **classe 1 (Vulnerabilità irrilevante)** ricadono le aree in cui la risorsa idrica considerata non è presente, essendo i terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea.

Nella **classe 2 (Vulnerabilità bassa)** sono state inserite le zone in cui la risorsa idrica considerata è apparentemente non vulnerabile. In essa ricadono i corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza di alternanze tra litotipi a diversa ma comunque bassa permeabilità, non completamente definiti su base idrogeologica. Rientrano altresì i terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20%.

La **Classe 3a (Vulnerabilità medio-bassa)** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia. In essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone caratterizzate da materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna. Nelle aree collinari, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità.

La **Classe 3b (Vulnerabilità Medio-alta)** è attribuita ad aree in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre. In essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone caratterizzate da materiali alluvionali permeabili con livelli piezometrici

prossimi al piano campagna, nelle zone collinari le aree caratterizzate dall'affioramento di terreni litoidi a media permeabilità.

Alla classe di **Vulnerabilità elevata 4a** prevede situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente. In essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone con materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, nelle aree collinari, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili. Infine, la classe di **Vulnerabilità elevata 4b** corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta. In essa ricadono le zone di alveo o di golena, morfologicamente depresse, nelle quali la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti.

La Carta della Vulnerabilità Idrogeologica riveste una sua importanza nella valutazione degli effetti operati da rifiuti e scarichi di ogni tipo sulle risorse idriche del territorio comunale: ciò vale sia per gli insediamenti esistenti che per quelli futuri.

Sarebbe quindi auspicabile che in sede di R. U. venisse predisposta una specifica normativa in materia che obbligasse l'utenza, nella misura maggiore possibile, all'allacciamento alla pubblica fognatura o alla predisposizione di singoli impianti di depurazione. Particolari prescrizioni andranno fornite inoltre per gli insediamenti sparsi o del tutto isolati.

12 - VERIFICA DI COERENZA CON IL PAI DEL BACINO TOSCANA COSTA

L'Art. 24 delle Norme di Piano del PAI, approvato con D.G.R.T. N° 1330 del 2004, stabilisce l'obbligo, in sede di formazione degli strumenti di pianificazione, di procedere ad una verifica di coerenza tra le nuove previsioni ed il quadro conoscitivo del PAI.

Ciò presuppone che le scelte urbanistiche siano confrontate non solo con la zonizzazione del territorio, in termini di pericolosità, corrispondente ai criteri della D.C.R. 94/85 e del P.I.T., ma anche con quella discendente dall'applicazione dei criteri generali di cui al suddetto Art. 24.

Nella pratica delle cose ciò ha indotto alla redazione di ulteriori due carte di pericolosità, dove i dissesti geomorfologici e le aree fragili dal punto di vista idraulico sono delimitati conformemente ai criteri del PAI. Le nuove carte sono siglate con la lettera L (PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL PAI BACINO REGIONALE TOSCANA COSTA) e con la lettera M (PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL PAI BACINO REGIONALE TOSCANA COSTA). Un'ulteriore carta denominata "DISSESTI GEOMORFOLOGICI E RELATIVE AREE D'INFLUENZA" è stata prodotta al fine di rendere più comprensibile il passaggio logico tra fenomeno geomorfologico rappresentato sulle rispettive carte geomorfologiche e Pericolosità Geomorfologica.

13 - DISSESTI GEOMORFOLOGICI E RELATIVE AREE D'INFLUENZA (Tavole I)

Nelle norme del P.A.I. Bacino Regionale Toscana Costa, viene introdotto, relativamente alla pericolosità geomorfologica, il concetto di area d'influenza.

In pratica, sono da considerarsi come aree a pericolosità geomorfologica elevata e molto elevata, non solo le aree interessate da fenomeni di dissesto, come indicavano già in precedenza la L.R. 94/85 e l'Art. 5 del P.T.C., ma anche le aree che possono essere coinvolte nello sviluppo cinematico del fenomeno.

Il rilevamento geomorfologico eseguito ha quindi visto una ulteriore fase di analisi e di sopralluoghi allo scopo di precisare per ogni fenomeno, la zona di possibile amplificazione individuata sulla base di osservazioni geologiche, quali la giacitura degli strati, la presenza di coltri detritiche, la litologia del substrato, e di osservazioni morfologiche quali la pendenza del versante, l'uso del suolo, la presenza o meno di un sistema di regimazione delle acque e non ultimo il degrado di carattere antropico.

A compimento di queste analisi è stata redatta la carta di cui alle Tavole I, nella quale sono riportati i dissesti geomorfologici già evidenziati nella carta geomorfologica di cui alle Tavole B e sono evidenziate le rispettive aree d'influenza,.

14 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL PAI BACINO REGIONALE TOSCANA COSTA (Tavole L)

A partire dalla carta dei dissesti e relative aree d'influenza (Tavole I) è stata redatta la carta di pericolosità ai sensi del PAI.

Sono state inserite in P.F.M.E. (pericolosità geomorfologica molto elevata) tutte le aree interessate da fenomeni attivi e le relative aree d'influenza.

Nella cartografia redatta a supporto del P.A.I. è presente un'unica zona a Pericolosità molto elevata, individuata ad Est dell'abitato di Pomarance, in località le Grotte, in corrispondenza di un'area interessata storicamente da frane di crollo che a più riprese hanno provocato gravi danni ad edifici. Il fenomeno si estende da una quota di 365m, dove si trovano le abitazioni più direttamente interessate, fino all'alveo del Botro dell'Arbiaia. Tale zona è già stata oggetto di consolidamento nella parte alta, con realizzazione di contrafforti tirantati.

Nel presente studio, oltre a tale area, vengono individuate ulteriori 181 zone a pericolosità geomorfologica molto elevata.

Relativamente alle zone a pericolosità geomorfologica elevata, nella cartografia redatta a supporto del P.A.I. sono perimetrate 14 aree.

Tutte queste aree sono state verificate e confermate; in taluni casi sono state estese o portate al grado di pericolosità molto elevata in funzione dello stato di attività del fenomeno stesso. Nel complesso sono state perimetrate 388 zone a pericolosità elevata.

In tali aree, oltrechè i fenomeni franosi quiescenti, sono state inserite le paleofrane ed i calanchi parzialmente vegetati in quanto tali forme possono essere considerate come aree con indizi d'instabilità indotti dalla giacitura, all'acclività e dalla litologia.

15 - PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL PAI BACINO REGIONALE TOSCANA COSTA (Tavole M)

La Pericolosità Idraulica è stata definita a partire dalle perimetrazioni presenti nel PAI del Bacino Toscana Costa.

In particolare, avendo a disposizione per l'area del comune di pomarance una sequenza di 8 foto aeree comprese nell'intervallo dal 1954 al 1999 (1954, 1976, 1978, 1982, 1984, 1986, 1994, 1999), è stata analizzata la migrazione degli alvei fluviali delle principali aste in tale intervallo di tempo. L'involuppo degli alvei così individuati è stato inserito nella classe P.I.M.E., pervenendo ad una perimetrazione più estesa rispetto a quanto riportato nella cartografia del P.A.I.

Relativamente alla classe P.I.E. (Pericolosità Idraulica Elevata), sono state inserite al suo interno tutte le aree già perimetrare in questa classe all'interno del P.A.I., nonché le aree alluvionate perimetrare dalla Provincia di Pisa e tutte le aree depresse, anche esternamente all'ambito B, la cui perimetrazione è riportata nella Tavola C (Carta idrogeologica). Anche in questo caso siamo pervenuti ad una perimetrazione più estesa rispetto a quanto riportato nella cartografia del P.A.I.

14 - FRAGILITA' DEL TERRITORIO E CONDIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE

Nessuna trasformazione del territorio può prescindere dalla conoscenza e dall'accettazione delle limitazioni naturali che ne diminuiscono la potenziale trasformabilità. Per questo dalla presenza nel territorio comunale di aree "fragili" derivano alcune condizioni alla trasformazione.

Fragilità geomorfologica

Sono fragili dal punto di vista geomorfologico tutte quelle aree in cui sono stati individuati processi morfodinamici attivi o dei quali non è certa l'inattività, come pure le aree acclivi e nelle quali affiorano litotipi con caratteristiche geotecniche "sfavorevoli" alla stabilità, spesso caratterizzate da processi morfologici minori.

Al fine di tutelare e, se possibile, favorire il recupero della stabilità nelle aree fragili cui corrispondono livelli di pericolosità geomorfologica pari alle classi 3b, 4a e 4b delle Tavole F (pericolosità geomorfologica ai sensi della D.C.R. 94/85) e le classi P.F.M.E. e P.F.E. delle Tavole L (pericolosità geomorfologica ai sensi del P.A.I.) si definiscono le seguenti condizioni alla trasformabilità:

- è da evitare la realizzazione di sbancamenti e riporti consistenti;
- è da evitare la realizzazione di laghetti per l'accumulo di acqua;
- è da evitare la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative;
- gli interventi strutturali di tipo conservativo devono essere finalizzati anche alla eliminazione o mitigazione del livello di rischio accertato ed assicurare il massimo ottenibile consolidamento e la più efficace messa in sicurezza;
- la possibilità di realizzare nuovi interventi è subordinata alle condizioni poste da una verifica puntuale della pericolosità e da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato;

- gli interventi sul territorio che modifichino l'assetto originario dei luoghi (riporti e sbancamenti, viabilità in rilevato, piazzali, etc.), devono essere supportati da studi di approfondimento del contesto geomorfologico dell'area in oggetto che entrino nel merito degli effetti di tali trasformazioni sui territori circostanti.
- al fine di contenere e/o ridurre l'erosione superficiale delle zone coltivate, sono da evitare disposizioni di uliveti, frutteti e vigneti con linee di drenaggio a rittochino, favorendo la realizzazione di impianti di nuove colture e di nuove affossature disposte secondo direttrici a bassa pendenza. Ciò per ridurre l'energia delle acque superficiali, il ruscellamento superficiale ed il trasporto solido delle acque incanalate.
- qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore dovrà essere supportato da uno studio che verifichi la funzionalità del sistema drenante nelle condizioni attuali e con le modifiche previste. L'indagine dovrà essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio del reticolo idrografico minore, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali. Anche i tombamenti, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto, che dimostri la funzionalità dell'opera.

La Carta della Pericolosità Geomorfologica è di fondamentale importanza per la localizzazione, soprattutto nel settore collinare, di nuove aree di espansione o comunque destinate ad interventi strutturali (es: viabilità).

Va comunque sottolineato che in comuni di questo tipo, dove l'attività agricola costituisce una voce tuttora rilevante, le modifiche del territorio derivano non solo da interventi di tipo strettamente urbanistico ma anche (e spesso in misura ben più rilevante) a seguito dell'impianto di nuove colture su vaste superfici.

Tale tipo di trasformazione non sempre risulta sufficientemente codificato ai fini della stabilità d'insieme delle aree più critiche.

In fase di Regolamento Urbanistico è quindi auspicabile che venga attivata una normativa specifica in tal senso.

Fragilità idraulica

Sono da considerarsi fragili dal punto di vista idraulico tutte le zone della pianura alluvionale nelle quali è alta la probabilità che si verifichino eventi alluvionali sia a carico dei corsi d'acqua principali sia a carico dei corsi d'acqua minori. Sono altresì da considerarsi fragili le aree in cui, a causa dell'inefficienza del reticolo drenante o per la presenza di barriere morfologiche antropiche è alta la probabilità che si verifichino problemi di accumulo e ristagno, seppur temporaneo, delle acque meteoriche.

La fragilità idraulica è determinata sia dalla ricorrenza probabilistica dell'evento calamitoso che dall'altezza prevedibile della lama d'acqua. In funzione di questi due fattori le aree fragili sono state inserite nelle varie classi di Pericolosità.

Per le zone individuate dalle Classi di Pericolosità Idraulica 4 e 3 delle Tavole G (pericolosità idraulica ai sensi dell'Art. 80 del P.I.T.) e dalle classi P.I.M.E. e P.I.E. delle tavole M (pericolosità idraulica ai sensi del P.A.I.) si definiscono le seguenti condizioni alla trasformabilità:

- sono da evitare gli interrati ed i seminterrati con aperture dirette sull'esterno (porte, finestre) nonché la realizzazione di rampe o scale di accesso a locali con ingresso posto al di sotto del piano campagna se non protetti da soglie poste a quote di sicurezza
- gli interventi strutturali di tipo conservativo devono essere finalizzati anche alla eliminazione o mitigazione del livello di rischio accertato ed assicurare la più efficace messa in sicurezza: dovrà essere valutata l'opportunità di sopraelevare il piano di calpestio dei locali al piano terra stabilendo l'entità della sopraelevazione in modo da garantire la messa in sicurezza dei manufatti;
- la possibilità di realizzare nuovi interventi è subordinata alle condizioni poste da una verifica puntuale della pericolosità e da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato

- la possibilità di localizzare nuove espansioni urbanistiche sia residenziali che industriali è subordinata alla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza, all'interno delle stesse aree o in aree adiacenti.
- nuove espansioni devono essere accompagnate da uno studio di dettaglio del reticolo minore e da programmi di intervento per garantire la continuità del deflusso delle acque superficiali verso le linee di scolo naturale.
- Qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore dovrà essere supportato da uno studio che verifichi la funzionalità del sistema drenante nelle condizioni attuali e con le modifiche previste. L'indagine dovrà essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio del reticolo idrografico minore, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali. Anche i tombamenti, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto, che dimostri la funzionalità dell'opera.
- In generale tutti gli interventi non dovranno essere limitati alla conservazione dello stato attuale ma prevedere il miglioramento dell'assetto idraulico complessivo. La realizzazione di nuove strade o accessi carrabili (in rilevato e non) dovrà mantenere inalterata l'efficienza del reticolo idrografico, verificando le sezioni idrauliche preesistenti ed intervenendo in caso di insufficienza.

Fragilità per vulnerabilità idrogeologica

Anche per le aree a vulnerabilità elevata si stabiliscono alcune le limitazioni alla trasformabilità.

Nelle zone con vulnerabilità elevata, corrispondente alle classi 4b e 4a, per le quali è riconosciuta un'elevata esposizione al rischio della risorsa idrica, sono da evitare:

- tutte le attività vietate dal Dlgs 152/99 relativo a "Disposizioni di tutela delle acque dall'inquinamento".

Nelle aree a vulnerabilità medio-elevata, corrispondente alla Classe 3b, sono da evitare:

- la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative;
- realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrato di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili.

Geol. Francesca Franchi

Geol. Emilio Pistilli

Geol. Giorgio Taddeucci

Pontedera, Ottobre 2005