



# COMUNE DI CASOLE D'ELSA

## PIANO STRUTTURALE

Adeguamento al D.P.G.R. 26/R 2007

### **SINDACO**

Piero Pii

### **ASSESSORE ALL'URBANISTICA**

Andrea Pieragnoli

### **RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Responsabile Servizio Urbanistica Edilizia Privata

Arch. Sonia Violetti

### **COORDINAMENTO URBANISTICA**

Arch. Alessandra Sara Blanco

### **COLLABORAZIONE**

Arch. Daniele Buzzegoli

Giada Tincolini

### **VALUTAZIONE INTEGRATA E VAS**

Ing. Simone Pagni

### **INDAGINI GEOLOGICHE**

Geologo Mauro Cartocci

### **COLLABORAZIONE**

Dott. Alessandro Ciali

## RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI SUPPORTO ALLA VARIANTE 3 AL PIANO STRUTTURALE COMUNALE

*Con modifiche in accoglimento delle osservazioni dell'Uff. del Genio Civile di Siena,  
delle Autorità di Bacino competenti e dell'Amministrazione Provinciale di Siena*

Febbraio 2011

## INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. CARATTERI GEOGRAFICI GENERALI.....	2
3. CARATTERI GEOLOGICI.....	3
4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	8
5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI.....	9
6. IDROGEOLOGIA E VULNERABILITÀ INTEGRATA.....	11
7. ELEMENTI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE A MAGGIOR PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (ZMPSL).....	14
8. PERICOLOSITÀ.....	15
8.1 Pericolosità idraulica.....	15
8.1.1 Zona industriale e artigianale "Il Piano".....	16
8.1.2 Zona industriale artigianale di Pievescola.....	17
8.2 Misure Generali di Salvaguardia – Piano di Indirizzo Territoriale Toscano 2005-2010.....	17
8.3 Pericolosità geomorfologica.....	18
8.3.1 Capoluogo: Casole d'Elsa, Monti e Orli.....	19
8.3.2 "Il Merlo".....	20
8.3.3 Lucciana.....	20
8.3.4 Cavallano.....	20
8.3.5 Monteguidi.....	20
8.3.6 Mensano.....	20
8.4 Pericolosità sismica locale.....	20
8.4.1 Capoluogo: Casole d'Elsa, Monti e Orli.....	21
8.4.2 "Il Merlo".....	21
8.4.3 Area industriale "Il Piano".....	22
8.4.4 Cavallano.....	22
8.4.5 Monteguidi.....	22
8.4.6 Mensano.....	22
8.5 Adeguamento del P.S. ai Piani di Autorità di Bacino.....	22
8.5.1 Autorità di Bacino del Fiume Arno.....	23
8.5.2 Autorità di Bacino Toscana Costa.....	23
8.5.3 Autorità di Bacino del Fiume Ombrone.....	24

## ELENCO ELBORATI

- d.2.1 (a, b, c, d, e) Carta geologica (scala 1:10000)
- d.2.2 (a, b, c, d, e) Carta geomorfologica (scala 1:10000)\*
- d.2.3 Carta litologico-tecnica e dei dati di base (scala 1:10000)
- d.2.4 (a, b, c, d, e) Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi (scala 1:10000)\*\*
- d.2.5 (a, b, c, d, e) Carta della pericolosità idraulica (scala 1:10000)
- d.2.6 (a, b, c, d, e) Carta della pericolosità geomorfologica (scala 1:10000)\*
- d.2.7 Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (scala 1:10000)\*
- d.2.8 (a, b, c, d, e) Carta di adeguamento ai Piani di Autorità di Bacino (scala 1:10000)\*

\* Tavole modificate in accoglimento delle osservazioni dell'Ufficio del Genio Civile di Siena e delle Autorità di Bacino competenti

\*\* Tavole modificate in accoglimento delle osservazioni dell'Amministrazione Provinciale di Siena

## 1. PREMESSA

*Riferimenti Normativi.* L'Amministrazione Comunale di Casole d'Elsa, con deliberazione della Giunta Comunale n.167/2010, ha dato incarico alla Geosol S.r.l. di Siena di eseguire le indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante 3 del Piano Strutturale Comunale<sup>1</sup>, approvato nel settembre 1998.

Per quanto concerne la parte geologica, la Variante 3 al P.S. ha avuto lo scopo di adeguare tale strumento urbanistico alla vigente legislazione in ambito di governo del territorio; perciò si è reso necessario rivedere i vari elaborati presenti, integrando ove necessario la documentazione e gli elaborati stessi del P.S.

Le indagini sono state svolte ai sensi dell'Art. 62 della Legge Regionale della Toscana 3 gennaio 2005, n. 1 "Norme per il governo del territorio" facendo riferimento, come indicato dalla suddetta normativa, a quanto previsto dal Regolamento di Attuazione D.P.G.R. N° 26/R del 27 aprile 2007. Sono state inoltre recepite le direttive emanate dal Piano di Indirizzo Territoriale della Regione Toscana<sup>2</sup> (Art. 36, commi 3-6, della Disciplina di Piano), dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Siena<sup>3</sup> (Art. 10, delle Discipline), e dai Piani di Assetto Idrogeologico<sup>4</sup> delle Autorità di Bacino<sup>5</sup> competenti per il territorio comunale di Casole d'Elsa.

*Modalità di esecuzione ed articolazione delle indagini.* Le indagini si sono articolate in due fasi di studio principali:

- raccolta di tutti i dati del vigente P.S. e le successive varianti, con il conseguente aggiornamento mediante fotointerpretazione delle riprese aeree più recenti (volo del IT 2000 - scala 1:33.000 per il territorio aperto e volo C.G.R.A. – scala 1:7.500 del 1997 per i principali centri abitati);

- esecuzione di sopralluoghi di campagna al fine di verificare e aggiornare con rilievi di dettaglio gli aspetti geologici, geomorfologici ed idraulici relativi al territorio comunale.

In sintesi le indagini geologiche hanno prodotto il seguente materiale restituito in scala cartografica 1:10.000:

- d.2.1) Carta geologica
- d.2.2) Carta geomorfologica
- d.2.3) Carta litologico-technica e dei dati di base
- d.2.4) Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi
- d.2.5) Carta della pericolosità idraulica
- d.2.6) Carta della pericolosità geomorfologica
- d.2.7) Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale
- d.2.8) Carta di adeguamento ai Piani delle Autorità di Bacino competenti

Ogni cartografia è trattata specificatamente al capitolo corrispondente della relazione geologica.

## 2. CARATTERI GEOGRAFICI GENERALI

Inquadramento cartografico di riferimento. Il comune di Casole d'Elsa è compreso fra le coordinate 1658300 – 1678350 Est e 4788800 – 4805300 Nord del fuso Ovest del Sistema Nazionale Gauss Boaga. Ricade nelle seguenti sezioni in scala 1:10.000 della Cartografia Tecnica Regionale Toscana:

295080	295120	296010	296020	296030
296050	296050	296060	296070	296090
296100	296110	296140	296150	

Il territorio comunale è suddiviso fra le A.d.B. del Fiume Arno, Ombrone e Toscana Costa, come mostrato in Fig.1.

<sup>1</sup> Di seguito indicato con P.S.

<sup>2</sup> Di seguito indicato come P.I.T.

<sup>3</sup> Di seguito indicato come P.T.C. 2010

<sup>4</sup> Di seguito indicati come P.A.I.

<sup>5</sup> Di seguito indicate come A.d.B.

**Inquadramento geografico.** Il territorio comunale di Casole d'Elsa si colloca in un contesto geologico e geomorfologico estremamente complesso e variegato; può essere suddiviso in tre aree principali:

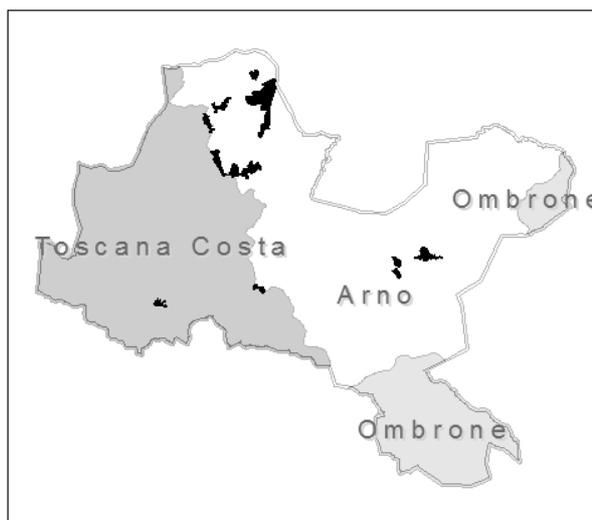
- zone a prevalente morfologia collinare;
- zone a prevalente morfologia montuosa;
- zone di fondovalle pianeggianti.

Le aree a morfologia prevalentemente collinare corrispondono agli affioramenti delle formazioni argilloso-sabbiose neogeniche e a quelle dei *flysch* appartenenti al Complesso alloctono Ligure. I terreni appartenenti alle formazioni neogeniche, di natura principalmente argilloso-limosa o sabbiosa, si individuano in un settore ben definito lungo un'ampia fascia che, orientata in direzione N-NW S-SE, comprende le aree di Casole, Cavallano e la piccola dorsale compresa fra Monteguidi e Mensano. Si tratta di rilievi collinari, mai superiori ai 500 m s.l.m., che acquistano caratteri del tutto peculiari soprattutto dove prevalgono le litologie argillose; tali litotipi conferiscono infatti al paesaggio un aspetto collinare con pendii generalmente dolci a causa dei fenomeni erosivi che con facilità ne modellano le forme. La presenza di litotipi più competenti, quali conglomerati, breccie o calcari, alla sommità dei rilievi tende ad aumentare la pendenza dei versanti: si osservano allora movimenti franosi di scoscendimento e colamento, o forme di ruscellamento diffuso di varia intensità che portano, nei casi più evoluti, alla formazione di calanchi quali per esempio quelli presenti lungo la fascia compresa fra Mensano e Monteguidi.

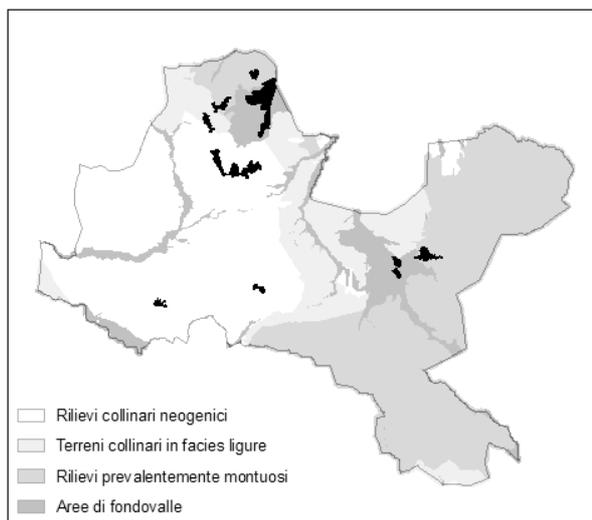
I rilievi collinari che si estendono nella zona compresa fra Casole d'Elsa e l'area a sud-est di Pievescola si impostano su affioramenti delle formazioni flyschoidi del "Complesso dei terreni di *facies* Ligure"; questi sono caratterizzati da frequenti variazioni litologiche, in cui risulta predominante la componente argillosa e, soprattutto, da un assetto strutturale assai scompaginato. Tali colline sono caratterizzate da valli con versanti ripidi e frequenti rotture di pendio in corrispondenza di evidenti variazioni litologiche.

Nella porzione meridionale del comune, ad ovest di Pievescola, si individua una zona di alta collina con caratteri molto simili alle zone montuose, con quote superiori ai 600 m s.l.m., nota come "Montagnola Senese". Tale rilievo è costituito prevalentemente da litotipi lapidei che risultano profondamente incisi da piccoli corsi d'acqua; questi ultimi danno luogo a vallette con pendii scoscesi o pareti subverticali. I sedimenti, derivanti dalla alterazione di queste formazioni, si sono accumulati alla base dei pendii e nelle vallate principali in depositi continentali detritici e a terre rosse, come può essere osservato in prossimità dell'abitato di Pievescola.

Questa zona a morfologia montuosa si ricollega a quella di pianura alluvionale, caratterizzata da scarsa pendenza dei terreni, che presenta la maggiore estensione lungo il Fiume Elsa, il Torrente Sellate e il Botro degli Strulli. Le zone di fondovalle, data la loro morfologia pianeggiante, sono state sfruttate per usi agricoli intensivi e, di conseguenza, hanno subito un modellamento artificiale che ha influito sugli effetti dell'erosione naturale. In tal senso non sono stati rilevati fenomeni attivi inerenti l'azione di erosione di sponda dei corsi d'acqua, ad eccezione di una ristretta area in prossimità della sponda sinistra del Torrente Sellate fra C. Sellate, Fontemora e C. Cetinaglia; in tale area l'erosione di sponda del corso d'acqua ha innescato movimenti franosi, comunque sempre di modesta importanza. In alcune porzioni delle valli principali si evidenziano aree potenzialmente esondabili; in particolare fra queste aree, come meglio verrà analizzato nel capitolo riguardante la pericolosità idraulica, si pone l'attenzione sul tratto del Fiume Elsa, prossimo all'area industriale di Pievescola e del Botro degli Strulli in località il Piano di Casole.



**Figura 1:** Le A.d.B. competenti per il territorio comunale di Casole d'Elsa



**Figura 2:** Aspetti morfologici del territorio comunale

### 3. CARATTERI GEOLOGICI

*Descrizione dei terreni affioranti.* Nel territorio comunale sono state riconosciute le seguenti formazioni riportate di seguito in ordine cronologico a partire dai terreni più recenti:

#### DEPOSITI OLOCENICI

---

**Deposito di versante (aa).** Accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi, eterometrici, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbiosa o sabbiosa-limoso.

**Deposito alluvionale attuale (b).** Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi alluvionali, rinvenibili lungo il corso dei fiumi e torrenti (Fiumi Cecina ed Elsa, Torrenti Sellate e Rosia, Fosso Senna), depositi in tempi recenti o attuali e tutt'ora soggetti alle dinamiche idrauliche dei corsi d'acqua. L'altezza di questi depositi sugli alvei attuali non supera i 5 m.

**Deposito alluvionale terrazzato (bna).** Si tratta di depositi alluvionali terrazzati, reinci, e affioranti prevalentemente lungo le valli dei Fiumi Cecina ed Elsa, i Torrenti Sellate e Rosia e il Fosso Senna. Sono costituiti da ciottolame, ghiaie, sabbie e limi, con clasti scarsamente cementati ed embriciati. I terrazzi alluvionali olocenici sono distribuiti sull'alveo fluviale a quote variabili di norma non superiori ai 30 m.

**Deposito eluvio-colluviale (b2a).** Coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie), con rari frammenti litoidi grossolani, derivanti da processi di alterazione e/o trasporto di entità non precisabile. Sui terreni calcarei terziari della Montagnola Senese i depositi eluvio-colluviali, più comunemente noti come terre rosse residuali, costituiscono spesso il riempimento di strutture carsiche relitte e vallecole; si originano dall'alterazione chimica delle rocce da parte delle acque meteoriche.

#### DEPOSITI PLEISTOCENE - OLOCENE

---

**Deposito lacustre (e2).** Costituiscono depositi di materiale alluvionale prevalentemente argilloso e limoso nell'area di fondovalle de Il Piano.

#### DEPOSITI PLEISTOCENICI

---

**Deposito alluvionale terrazzato (bnb).** Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi dei terrazzi fluviali più antichi, fortemente reinci dall'attuale reticolo idrografico. Alcuni terrazzi più antichi sono stati cartografati lungo il Torrente Sellate e il Fiume Cecina, dove si trovano a quote superiori ai 30 m. dall'alveo attuale.

#### DEPOSITI PLIOCENE - PLEISTOCENE

---

##### **Depositi continentali ruscini e villafranchiani**

**Sabbie e ciottolame di Monticiano (VILe).** Formano due piccoli affioramenti presso Villa S. Chimento Sono depositi sabbiosi e limosi ricchi in ciottoli e brecce eterometriche prevalentemente incoerenti provenienti dal disfacimento delle formazioni del Verrucano. Le sabbie di Monticiano si sono formate in ambiente continentale, e hanno subito un trasporto limitato. ETA': *Rusciano-Villafranchiano*

#### DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

---

**Argille azzurre (FAA).** Affiorano presso Villa S. Chimento, nell'estremità Nord-orientale del territorio comunale. Sono argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere in genere di aspetto massiccio. ETA': *Zanclano-Piacenziano*

**Sabbie di San Vivaldo (PLIs) –** Sono rinvenibili solo in piccoli affioramenti presso Poggio Marino o in prossimità dei confini comunali. La formazione è costituita da arenarie, sabbie e sabbie argillose gialle localmente stratificate e con rari livelli e lenti di ciottoli di piccole dimensioni. ETA': *Zanclano-Piacenziano*

**Calcareniti (PLIc).** L'unico affioramento, presente presso il Pod. Tafogna, è costituito da depositi calcarenitici e calcilititici bioclastici debolmente stratificati costituiti da livelli calcarei compatti bioclastici, con abbondante matrice sabbiosa a cemento carbonatico. Gli strati sono separati da livelli di calcareniti e sabbie. ETA': *Zanclano-Piacenziano*

**Conglomerati marini poligenici (PLIb).** Sono stati riconosciuti alcuni piccoli affioramenti di cui il principale occupa la sommità di Monteguidi. Si tratta di conglomerati marini costituiti da ciottoli provenienti principalmente dalle formazioni liguri, di dimensioni medie o piccole immersi in matrice sabbioso argillosa e/o bioclastica, sempre abbondante soprattutto negli orizzonti costituiti da ciottolame di pezzatura più fine. ETA': *Zanclano-Piacenziano*

## DEPOSITI MIOCENICI

**Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani**

**Breccia di Grotti (MESA).** Le breccie di Grotti caratterizzano il substrato dell'area di Cavallano fino alle pendici di Poggio Pilleri, dove poggiano in discordanza sulla formazione del Calcere Cavernoso. Si tratta di ruditi ad elementi brecciformi prevalentemente di Calcere Cavernoso, fortemente eterometrici fra cui figurano anche blocchi alloctoni. L'insieme, mal cementato o non cementato affatto, presenta una matrice sabbiosa. ETA': *Turoliano sup*

**Argille e gessi del Fiume Era Morta (EMO).** Affiorano a Sud di Mensano, in continuità con la formazione del Torrente Raquese. Si tratta di argille e argille marnoso-sabbiose talora più o meno sabbiose, in prevalenza grigio-nocciola; si presentano sia massicce che con laminazione molto sottile. Frequentemente si rinvencono livelli di ciottoli e lenti di gessi. ETA': *Messiniano sup. (Turoliano)*

**Depositi marini pre-evaporitici messiniani**

**Calcere di Rosignano p.p. (ROS)** La formazione affiora esclusivamente presso Mensano ed è costituita prevalentemente dai *Conglomerati di Villa Mirabella (ROSa)*, con clasti carbonatici provenienti dai litotipi del substrato pre-neogenico, di dimensioni molto variabili ma mediamente compresi fra i 4 e gli 8 cm., di norma sub-arrotondati, immersi in matrice sabbioso-argillosa. Ai conglomerati appaiono associati, in due affioramenti limitati, dei calcari e calciruditi (**ROSB** – *Calcari di Castelnuovo*) di ambiente marino di acque basse caratterizzati da litotipi carbonatici e carbonato-clastici. ETA': *Messiniano inf.*

**Formazione del Torrente Raquese (RAQ).** La formazione affiora nell'area di Mensano di cui costituisce il substrato dell'omonimo rilievo. Dal punto di vista litologico la formazione è costituita da argille massicce con rari livelli di sabbie entrambi di colore grigio. Gli affioramenti più diffusi tuttavia sono le litofacies argilloso-arenacee, costituite da argille e sabbie (**RAQa**) con intercalazioni arenacee di spessore variabile da pochi cm. fino a 50 cm., di colore giallo ocra e laminazione piano-parallela. Alla base della formazione si trova un livello gessoarenitico (**RAQg**) presente anche in lenti all'interno delle argille. ETA': *Messiniano inf.*

**Depositi lacustri del turoliano inf. (ortoniano sup.)**

**Argille del Torrente Fosci (FOS).** Le argille del Torrente Fosci sono ampiamente affioranti nella porzione Ovest del territorio comunale. La formazione da argille massicce grigie, talvolta con sottili intercalazioni di arenarie, di conglomerati minuti e più raramente marne. Si rinvencono facilmente lenti e livelli di lignite con intercalazioni di arenarie e conglomerati. La formazione presenta nell'area di studio, intercalazioni di livelli di arenarie appartenenti alla **formazione del Torrente Sellate**. ETA': *Turoliano inf.*

**Formazione del Torrente Sellate (SLE).** La formazione affiora diffusamente nella porzione O del territorio comunale, dove si interdigita con le *Argille del Torrente fosci (FOS)* con le quali mostra chiari rapporti di eteropia. Nell'area di studio si compone prevalentemente di due litofacies: conglomerati di M.te Soldano e arenarie della Caprareccia. I conglomerati e paraconglomerati (**SLEc**) sono costituiti da ciottoli eterometrici, moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati di dimensioni comprese fra 7 e 15 cm., con intercalati livelli di arenarie che divengono più importanti verso l'alto della formazione. La struttura è clasto-sostenuta con matrice arenacea polimodale.

Le arenarie (**SLEr**) si trovano interdigitate con le altre litofacies della **Formazione del Torrente Sellate** o in lenti all'interno delle **Argille del Torrente Fosci**. Si tratta di arenarie dal colore giallo ocra a luoghi incoerenti, a grana media/grossolana, con livelli e lenti di conglomerati generalmente costituiti da elementi minuti, eterogenei e ben elaborati. Si possono rinvenire livelli di argille torbose e lignite. La stratificazione è evidente. ETA': *Tortoniano sup.-Messiniano inf. (Turoliano)*

**Depositi marini del miocene inf. – medio**

**Arenaria di Ponsano (APN).** L'unità affiora solo in piccola parte nel comune di Casole d'Elsa, sotto i conglomerati del M.te Soldano. La formazione si compone prevalentemente di arenarie medio-fini, di colore grigio-giallastro, ben cementate, di composizione quarzoso-feldspatica ed in genere organizzate in bancate di spessore superiore al metro. Si rinviene in affioramento un livello di marne siltose (**APNm**) di colore grigio con alcune intercalazioni di arenarie torbiditiche. ETA': *Langhiano-Tortoniano inf.*

## DOMINIO LIGURE - DOMINIO LIGURE INTERNO

**UNITA' TETTONICA DI M. GOTTERO**

E' costituita da unità litostratigrafiche appartenenti alla crosta oceanica (Serpentiniti, gabbri, basalti) e dalla relativa copertura sedimentaria (diaspri, Calcari a Calpionelle e Argille a Palombini). I maggiori affioramenti si ritrovano nella parte centrale del comune, lateralmente alla Valle del Fiume Elsa.

**Argille a palombini (APA).** La formazione rappresenta il litotipo più diffuso dell'Unità tettonica del M.te Gottero e affiora in varie porzioni del territorio, in associazione o meno alle altre formazioni. Dal punto di vista litologico la formazione è costituita da calcilutiti grigio ferro ("Palombini") e banchi e strati di argilliti laminitiche grigio-marroni molto

scure; decisamente subordinati a questi, si ritrovano anche strati di calcilutiti marnose grigio-scuro, calcareniti arenacee e quarzareniti e siltiti gradate. Generalmente la frazione argillitica prevale sui calcari, che si presentano spesso fratturati e dislocati. ETA': *Cretacico inf.*

**Calcari a Calpionelle (CCL).** Formano pochi affioramenti in strati poco spessi e laminati da contatti tettonici con le altre formazioni dell'Unità. Sono costituiti da calcilutiti grigio chiare con intercalazioni di argilliti e marne, suddivise in banchi di spessore variabile da 50 cm a 1 m. ETA': *Cretacico inf.*

**Diaspri (DSD).** In prevalenza sono costituiti da straterelli decimetrici o centimetrici di Radiolariti rosse cui si intercalano lamine di argilliti silicee. ETA': *Malm*

**Oficalci (OFI).** Breccie ofiolitiche a cemento carbonatico spesso disposto in vene. ETA': *Giurassico sup*

**Basalti (β).** Basalti a grana media e fine piuttosto uniforme, colore verde bruno uniforme. Caratteristica è la struttura a *pillow-lava*: la massa rocciosa è suddivisa in porzioni subsferiche, schiacciate e risaldate. Non si riconoscono effetti legati a metamorfismo, che caratterizzano invece le altre formazioni dell'Unità tettonica. ETA': *Giurassico sup*

**Gabbri (Γ).** Trattasi in prevalenza di masse di gabbro isotropo da grana media a grana medio-grossa. Hanno subito una prima fase metamorfica di tipo oceanico e una successiva fase in scisti verdi. ETA': *Giurassico*

**Serpentiniti (Σ).** Costituiscono masse di dimensioni variabili, e raramente conservano rapporti primari con le altre formazioni. Si tratta di Peridotiti serpentizzate con filoni gabbrici e basaltici, di colore variabile dal verde chiaro al verde molto scuro. Sono state interessate da metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione. ETA': *Giurassico*

#### DOMINIO LIGURE - DOMINIO LIGURE ESTERNO

##### UNITA' DEI "FLYSCH A ELMINTOIDI" E DI OTTONE

Formazione di Lanciaia (CAA). La formazione di Lanciaia affiora prevalentemente nella parte centrale del Comune di Casole d'Elsa, formando i rilievi collinari ad Ovest della Val d'Elsa. E' costituita da argilliti e siltiti (CAAa) cui si associano varie litofacies:

(CAAb) breccie poligeniche ad elementi ofiolitici e diasprigni, clasto-sostenute, con elementi di dimensioni variabili da pochi mm.. Ad alcuni m.;

(CAAc) calcari marnosi, marne, calcilutiti di colore bianco avana in bancate potenti fino a 3 m. e in subordine argilliti e arenarie calcaree;

(CAAr) Arenarie con siltiti, calcari marnosi e marne.

ETA': *Eocene inf.-medio*

**Formazione di Monteverdi Marittimo.(MTV).** Sequenze torbiditiche calcareo-marnose ed arenacee (Flysch ad Elmintoidi Auctt.), in strati da medi a molto spessi. ETA': *Cretacico sup.-Paleocene inf*

#### DOMINIO SUBLIGURE

##### UNITA' TETTONICA DELLE ARGILLE E CALCARI

**Argille e Calcari di Canetolo (ACC).** Alternanza di argilliti, siltiti e calcari micritici, in strati da sottili a spessi. Torbiditi calcareo-marnose in strati da spessi a molto spessi. Brecciole nummulitiche. Affiora fra il Fosso Foci e il Fiume Elsa, nella parte SE del comune. ETA': *Paleocene-Eocene*

#### DOMINIO TOSCANO

##### UNITA' TETTONICA DELLA FALDA TOSCANA

**Calcare Cavernoso (CCA).** La formazione del Calcare Cavernoso è una facies delle anidriti di Burano, da cui si è formata in seguito a processi di idratazione – disidratazione superficiale. Questa formazione è costituita da calcari brecciati, calcari dolomitici, calcari cariati e vacuolari con struttura a "cellette". Affiora diffusamente in tutta l'area della Montagnola Senese e presso Lucciana. ETA': *Trias sup.*

**Formazione Anidritica di Burano (BUR).** È costituita da alternanze di dolomie nere e di anidriti bianche, dolomie e calcari dolomitici. I livelli solfatici si presentano spesso idratati sotto forma di gessi. Affiora in finestre tettoniche fra M.te Pilleri e il Merlo dove è stata oggetto di sfruttamento minerario. ETA': *Trias sup.*

##### UNITA' TOSCANE METAMORFICHE

###### Successione metamorfica mesozoica

**Formazione degli Scisti di Pietralata (PTL).** Scisti e calcescisti grigio-verdi e marmoscisti rosso bruni. Nella parte basale, al contatto con i sottostanti marmi, si rinvencono ciottoli di marmo bianco con rivestimento cloritico (PTLb). Si associano, in lenti e livelli lenticolari, calcari diasprini e scisti giallastri (PTLa). ETA': *Albiano sup. - Cenomaniano.*

**Formazione dei Marmi di Gallena (GLE).** Marmi stratificati di colore grigio, giallo, nocciola e bianco, con letti di miche e liste di selce grigia o bianca. Nella parte basale presentano stratificazione sottile che si fa più spessa verso l'alto. Alla base e localmente nella formazione, si rinvengono letti e sacche di breccie ad elementi marmorei. Affiorano in associazione con i sottostanti Marmi della Montagnola Senese. ETA': *Albiano sup. - Cenomaniano*

**Formazione dei Marmi della Montagnola Senese (SNS).** Costituisce il nucleo della porzione di Montagnola Senese ricadente nel Comune di Casole d'Elsa. Per la maggior parte della formazione, a partire dalla base, è costituita da marmi bianchi e grigi non stratificati, mentre verso l'alto assumono una colorazione gialla; localmente passano verso l'alto a marmi gialli stratificati con sottili intercalazioni di scisti viola. La tessitura è generalmente fine. I marmi della Montagnola sono sfruttati in numerosi siti estrattivi come pietra ornamentale da tempi storici. ETA': *Lias inf.*

**Grezzoni (GRE).** Dolomie e dolomie ricristallizzate grigio-scure o nocciola e spalmature rossastre o rosee irregolari, con limitate modificazioni tessiturali metamorfiche. La parte inferiore è generalmente costituita da breccie intraformazionali a elementi dolomitici prevalentemente angolosi, in matrice dolomitica. La parte intermedia da dolomie grigio chiare e grigio scure stratificate, la parte alta da dolomie a patina d'alterazione giallastra con tracce di filladi lungo i giunti di strato. ETA': *Norico*

#### **Ciclo medio triassico superiore (Ladinico p.p.- Norico) (Verrucano Aucct.)**

**Formazione di Tocchi (VINb).** La formazione è presente in un affioramento estremamente limitato lungo il Fosso Papali. È costituita da livelli carbonatici e dolomitici grigio-scuri e rosati con subordinati livelli di filladi grigio-verdi, metasiltiti e metaconglomerati quarzitici. ETA': *Carnico-?Norico*

**Membro delle Anageniti minute (SRCb).** Gli affioramenti principali si trovano presso M.te Vasoni e il Poggio d'Orgiali. Si tratta di quarzo-areniti e meta-conglomerati ("microanageniti") ad elementi di quarzo bianco e rosa a granulometria variabile e di quarziti nere, a cui si intercalano meta-siltiti violacee e grigio-verdi. ETA': *Trias Medio (Ladinico sup.- Carnico)*

*Cenni di tettonica.* Nell'area in esame, l'assetto strutturale è conseguente allo sviluppo di tre importanti eventi deformativi: il più antico si realizzò durante il Cretacico-Eocene superiore (Fase ligure: evento *DL1*); il successivo è riferito alla collisione continentale (fase collisionale o Fase appenninica: evento *DA1*) quando si determinò l'impilamento delle Unità ligure e Subligure. precedentemente deformati, sul Dominio Toscano (Oligocene-Miocene inferiore). A partire dal Miocene inferiore, la parte interna dell'Appennino settentrionale è interessata da una importante tettonica distensiva post-collisionale (eventi *DA2* e *DA3*).

**Tettonica compressiva – Fase appenninica DA1:** Gli aspetti strutturali corrispondenti alla tettonica compressiva sono riscontrabili sia nelle coperture di *facies* Ligure e Toscana, che risultano piegate ed accavallate l'una sull'altra, sia nel "basamento metamorfico" affiorante in corrispondenza della Montagnola Senese. Durante questo evento si viene a determinare il complesso edificio a falde costituito dalla seguente successione:

##### Unità Liguri

*Unità tettonica del M.te Gottero*

*Unità dei "Flysch a Elmintoidi" e di Ottone- Unità ofiolitifera di Monteverdi M.mo e Lanciaia*

##### Unità Subligure

*Unità delle Argille e Calcari*

##### Unità Toasane

*Unità della Falda Toscana*

*Unità di Monticiano-Roccastrada*

L'evento *DA1* è espresso nel gruppo del Verrucano da una foliazione parallela alla stratificazione - associata a sistemi plicativi di tipo isoclinale e scaglie tettoniche, in ambiente metamorfico.

**Tettonica distensiva post collisionale:** il primo evento distensivo (evento *DA2*) coinvolge la copertura con deformazioni fragili note come "serie ridotta". Essa consiste nella elisione, per cause tettoniche, di imponenti spessori di successioni stratigrafiche relative alla Falda Toscana e a parte delle Unità Liguri; in molti casi si arriva alla diretta sovrapposizione dell'Unità Ofiolitifera delle Argille a Palombini sulle evaporiti triassiche (zona di Cavallano – Poggio Leccioni e P. Schiavina). Durante tale fase, le formazioni più superficiali della Falda Toscana sovrascorrono e si dislocano lungo superfici tettoniche sub orizzontali più deboli: si determinano quindi nuovi rapporti stratigrafici, con parziali o totali elisioni di formazioni. Il substrato metamorfico viene interessato invece da deformazione duttile, tipica di un livello strutturale più profondo. Le strutture associate all'evento deformativo *DA2* si sono sviluppate in condizioni termiche prossime al metamorfismo; gli assi hanno mediamente orientazione N 160° ed il loro profilo mostra una marcata asimmetria con vergenza ad ovest. In questo evento distensivo si ritiene si sia realizzata l'esumazione delle rocce metamorfiche del Dominio Toscano. L'origine delle strutture deformative associate alla fase *DA2* può essere collegata al collasso gravitativo che questo processo può aver determinato.

Durante il secondo evento distensivo (evento *DA3*) tutte le strutture precedentemente formatesi sono state interessate da una nuova generazione di faglie dirette, parte delle quali hanno generato depressioni tettoniche nelle quali si sono

impostati i bacini lacustri e marini a partire dal Miocene superiore. È in questo contesto che si è formato il bacino di Radicondoli, di cui fanno parte i sedimenti lacustri e marini Mio-Pliocenici affioranti nella parte occidentale del territorio comunale. Nell'area in esame il bacino è limitato verso la sua parte settentrionale e orientale da faglie a prevalente direzione appenninica (a loro volta dislocate da faglie minori con direzione anti-appenninica) che mettono a contatto i depositi del Miocene sup. con le formazioni del Dominio Ligure. Il Bacino di Radicondoli, nella sua parte settentrionale (zona Monteguidi), è interessato da una blanda sinclinale con asse orientato in senso appenninico.

#### 4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

*Caratteri generali.* Lo studio degli aspetti geomorfologici del territorio comunale è stato condotto nel rispetto delle direttive di cui al par. B.3 del D.P.G.R. 26/R 2007. È stato eseguito come aggiornamento della cartografia geomorfologica contenuta nel P.S. comunale, attraverso rilievi di campagna coadiuvati dalla fotointerpretazione stereoscopica delle foto aeree in scala 1:33.000 relative al volo IT 2000 per il territorio aperto e delle riprese aeree scala 1:7.500 del 23/03/1997 realizzata dalla Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma per i principali centri abitati. Sono inoltre stati consultati i dati geomorfologici pubblicati dalle A.d.B. competenti sul territorio comunale di Casole d'Elsa e l'archivio dei fenomeni franosi IFFI Toscana.

*Contenuti della Tavola.* Gli aspetti geologici e geomorfologici cartografati mettono in evidenza alcuni dei principali fenomeni che influiscono, più o meno direttamente, sulla stabilità del versante e che, quindi, hanno un ruolo determinante nella scelta delle classi di pericolosità.

Di seguito vengono descritti brevemente gli elementi cartografati e le caratteristiche evolutive che questi hanno nel contesto geomorfologico:

**Depositi superficiali.** Sono rappresentati da depositi alluvionali recenti e attuali e da alluvioni terrazzate, nonché da depositi di versante di materiale sciolto.

– *Depositi alluvionali recenti e attuali:* gli elementi che costituiscono questi sedimenti presentano dimensioni variabili in funzione sia dell'ampiezza e dell'acclività del bacino imbrifero sia del regime di portata del corso d'acqua stesso. Sono rinvenibili lungo il corso dei fiumi e torrenti (Fiumi Cecina ed Elsa, Torrenti Sellate e Rosia, Fosso Senna), depositi in tempi recenti o attuali e tutt'ora soggetti alle dinamiche idrauliche dei corsi d'acqua. Si tratta di depositi ghiaiosi e sabbiosi subordinatamente limosi, alluvionali L'altezza di questi depositi sugli alvei attuali non supera i 5 m.

– *Alluvioni terrazzate:* sono formate da successivi eventi di deposito ed erosione di un corso d'acqua che, divagando da un lato all'altro del fondovalle, può incidere di nuovo, lentamente, materiali antichi già depositi. Affiorano prevalentemente lungo le valli dei Fiumi Cecina ed Elsa, i Torrenti Sellate e Rosia e il Fosso Senna. Sono costituiti da ciottolame, ghiaie, sabbie e limi, con clasti scarsamente cementati ed embriciati. I terrazzi alluvionali olocenici sono distribuiti sull'alveo fluviale a quote variabili di norma non superiori ai 30 m. Poiché le loro superfici si trovano ad un livello superiore rispetto a quello dei depositi alluvionali recenti, difficilmente sono soggette a fenomeni d'inondazione; laddove evidenti, sono riportate in cartografia le zone di bordo in cui le scarpate possono costituire un elemento di instabilità.

I depositi alluvionali terrazzati antichi sono infine stati individuati a quote più alte rispetto all'attuale sistema vallivo, e rimangono come aree sub-pianeggianti sospese a varie quote sui corsi d'acqua. Spesso i processi erosivi ne hanno determinato l'isolamento dai depositi alluvionali attuali.

– *Depositi lacustri:* sono presenti nell'area pianeggiante del Piano, dove derivano dalla deposizione di materiale prevalentemente pelitico in ambiente lacustre.

– *Deposito di versante.* Accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi, eterometrici, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbiosa o sabbioso-limosa.

– *Deposito eluvio-colluviale.* Coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie), con rari frammenti litoidi grossolani, derivanti da processi di alterazione e/o trasporto di entità non precisabile. Su terreni calcarei terziari della Montagnola senese i depositi eluvio-colluviali, più comunemente noti come terre rosse residuali, costituiscono spesso il riempimento di strutture carsiche relitte e vallecole, oppure affiorano in maniera più consistente ai piedi dei rilievi; si originano dall'alterazione chimica delle rocce da parte delle acque meteoriche.

**Morfologie e processi gravitativi.** Comprendono discontinuità morfologiche, movimenti superficiali di suolo e frane per scorrimento traslativo e crollo.

– *Scarpate.* Sono definibili come rotture dei pendii, con aumento dell'acclività e sono legate al grado di erosione dei terreni affioranti, influenzata o meno dalla differenza di competenza fra le litologie che qui vengono a contatto. Nella redazione della carta geomorfologica, si è preferito distinguere le scarpate non tanto sulla base della loro origine, quanto sulla loro attività, evidenziando quindi la potenziale o reale influenza sulla stabilità dei versanti e la conseguente

pericolosità geomorfologica derivante: le *scarpate di degradazione con indizi di instabilità* rappresentano infatti elementi di discontinuità nello sviluppo del versante e individuano aree in cui sono in atto processi geomorfologici di crollo e movimenti gravitativi verso valle; le *scarpate di degradazione potenzialmente instabili* sono in condizioni morfologiche e geologiche tali da considerarsi al limite della stabilità e quindi suscettibili di evoluzioni future; le *scarpate di origine mista senza indizi di instabilità* e le *creste* distinguono al contrario caratteri morfologici del territorio in condizioni di equilibrio gravitativo.

– *Frane*. per frana si intende un movimento più o meno rapido di masse rocciose o di materiali sciolti, dovuto all'effetto prevalente della forza di gravità su materiali con caratteristiche litologiche scadenti o localmente deteriorate dalla presenza di acque superficiali, da fratture degli ammassi rocciosi o da attività antropiche. In una frana si riconosce la zona di distacco, da cui si è spostato il materiale, di solito incavata nel versante, delimitata a monte da una scarpata, e la zona d'accumulo, sede del materiale avente una disposizione spesso caotica. Le frane non cartografabili alla scala 1:10.000 sono state individuate con simbolo puntuale.

Le *Aree a franosità diffusa* individuano invece quei versanti o porzioni di versante in cui i processi gravitativi non sono riconducibili ad un corpo di frana ben distinguibile ma piuttosto ad uno scivolamento generale verso valle attraverso un insieme articolato di piccole frane e smottamenti. Le frane sono state distinte anche in base alla loro attività desunta da evidenze geomorfologiche di campagna: a) Frane attive: mostrano segni di attività in atto o recente, b) Frane quiescenti: sono innescate da processi geomorfologici che non avendo esaurito le loro evoluzioni hanno la possibilità di riattivarsi, c) Frane inattive: non presentano condizioni di riattivazione o di evoluzione oppure sono riconducibili a condizioni morfologiche diverse dalle attuali, d) Frane stabilizzate: frane o porzioni di corpi di frana che sono state stabilizzate a mezzo di opere ingegneristiche di contenimento dei versanti.

All'interno e all'intorno dei centri abitati e le UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, si è proceduto ad individuare, oltre all'area in dissesto (Zona 1), anche l'area di influenza (Zona 2) ossia l'area di possibile evoluzione del dissesto.

– *Soliflussi*: si sono indicati con questo nome i processi gravitativi lenti coinvolgenti la parte più superficiale di suolo, particolarmente frequenti su terreni agricoli anche a debole pendenza su formazioni pelitiche Plioceniche e Mioceniche. I soliflussi non cartografabili alla scala 1:10.000 sono stati individuati con simbolo puntuale.

**Forme di dilavamento e dissoluzione.** Comprendono le aree soggette ad erosione diffusa o concentrata e i calanchi.

– *Solchi di ruscellamento concentrato*. Sono incisioni più o meno profonde (1-2 a metri) che si verificano quando le acque meteoriche si concentrano dapprima in rivoli e poi in veri e propri canali in piccole depressioni e impluvi dei versanti.

– *Tratti di corsi d'acqua in erosione e/o approfondimento*. Sono stati segnalati i tratti fluviali soggetti ad erosione attiva ed approfondimento. Spesso l'erosione di porzioni del reticolo idrografico e l'approfondimento dell'alveo genera la formazione di *scarpate di erosione fluvio torrentizia*.

– *Aree soggette a dilavamento ed erosione*. Si tratta di zone in cui prevale un'erosione a rigagnoli; data la scarsa densità e le dimensioni di queste incisioni, che non permettono la loro distinzione nelle foto aeree, si è proceduto, quindi, ad accorpare le aree caratterizzate da tale tipo di fenomeno.

– *Calanchi*. Sono forme d'erosione tipiche di aree collinari nelle quali, al di sopra delle argille, si trova una copertura costituita da una litologia sabbiosa che mantiene nel versante l'inclinazione necessaria all'instaurarsi dei fenomeni di ruscellamento superficiale. Normalmente, quindi, tali forme si sviluppano sui fianchi dei versanti che presentano una serie di incisioni, approfondite, allungate e ramificate, in modo da formare una fitta rete di vallecole separate da strette creste e microversanti; tali forme rappresentano il risultato di un'erosione ancora più accentuata, rispetto a quella di tipo areale. Quando vengono meno i fenomeni che concorrono a mantenere la giusta inclinazione del versante, la tettonica e il clima, le forme calanchive evolvono in forme dette "invecchiate" nelle quali il segno evidente della disattivazione del fenomeno è lo svilupparsi, nelle vallecole, di una copertura vegetale.

**Morfologie antropiche.** Comprendono le porzioni di territorio la cui morfologia è determinata da attività umane passate o tutt'ora in attività:

– *Scarpate antropiche*. Sono state così distinte le scarpate di origine artificiale, in terra o roccia anche stabilizzate tramite muretti a secco.

– *Cave e miniere*. Sono state individuate le aree di estrazioni di inerti, pietre da taglio e minerali a cielo aperto, comprendendo i fronti di cava, i piazzali e tutte le aree direttamente connesse alle attività estrattive. Attualmente è risultata una unica cava in attività all'interno del territorio comunale, localizzata presso il cimitero di Pusciano, ed utilizzata in maniera discontinua per l'estrazione di inerti.

– *Terrazzamenti agricoli dei versanti*. Data l'importanza che ricoprono nella stabilizzazione dei versanti e nella prevenzione al dilavamento e alla erosione, sono stati distinti i terrazzamenti agricoli, realizzati a mezzo di gradonature o muretti a secco.

\* Testo modificato in raccoglimento delle osservazioni dell'Ufficio del Genio Civile di Siena.

– *Ripporti di materiali inerti, terrapieni e dighe in terra.* Sono stati segnalati tutti gli accumuli di materiali granulari, eseguiti a vario scopo, e a vario grado di compattazione e tipologia di sistemazione morfologica.

## 5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI

*Specifiche della classificazione.* Le formazioni affioranti in corrispondenza dei principali centri abitati e delle UTOE insediative e produttive interessate da nuove previsioni sono state classificate secondo i criteri VEL (Valutazione degli Effetti Locali – Regione Toscana): la caratterizzazione litologica in Unità Litologico-Tecniche (U.I.t.) è avvenuta in base alle caratteristiche di tessitura, consistenza e addensamento delle rocce. I caratteri geotecnici per la valutazione dei terreni di copertura e delle formazioni sono stati derivati dalle indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale dal 1997 al 2010, attraverso l'analisi dei risultati di 82 diverse indagini (esistenti presso gli uffici dell'Amministrazione comunale) riassumibili nelle seguenti tipologie:

DPSH – prove penetrometriche dinamiche superpesanti eseguite con maglio da 63.50 Kg.

CPT – prove penetrometriche statiche

S – Sondaggi geognostici con prove SPT in foro

Sc – Sondaggi geognostici con prove SPT in foro e prelievo di campioni per analisi di laboratorio

L'ubicazione delle indagini, insieme alla classificazione litologico-tecnica dei terreni, è riportata nella TAV. 2.3.

Di seguito sono descritte le U.I.t. riconosciute:

### B2. MATERIALE LAPIDEO STRATIFICATO O FRATTURATO

Materiale lapideo carbonatico, dolomitico, anidritico, massiccio, fratturato. Fanno parte di questa U.I.t. i Calcari Cavernosi, le formazioni carbonatiche e metamorfiche della Falda Toscana, i gabbri e le anidriti di Burano.

### B5. MATERIALE LAPIDEO COSTITUITO DA ALTERNANZE DI DIVERSI LITOTIPI

Rocce costituite da alternanze di livelli lapidei e livelli argillitici in cui la frazione pelitica supera il 75%. La frazione argillitica, nei primi metri di terreno, è stata interessata da alcune penetrometrie statiche che hanno fornito valori di resistenza alla punta  $R_p$  variabili da 19 a 63 Kg/cm<sup>2</sup> per i primi 2 metri di profondità per poi passare a 350 Kg/cm<sup>2</sup>; mentre invece su formazioni alterate le penetrometrie dinamiche DPSH n° 2876 hanno dato risultati ben più modesti con  $N_{20}$  compreso nei valori medi fra 3 e 12 colpi. Fanno parte di questa U.I.t. le argille con calcari Palombini.

### C2. CONGLOMERATI E BRECCE PREVALENTEMENTE MATRICE-SOSTENUTI.

Rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare, conglomeratico o brecciato, con medio grado di cementazione, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in s.s. Fanno parte di questa U.I.t. i conglomerati miocenici; nei conglomerati del M.te Soldano (**SLEc**) affioranti a Casole d'Elsa si sono registrati valori di resistenza all'infissione della punta per prove DPSH sempre maggiori di 35 colpi, fino al rifiuto: le prove SPT giungono sovente al rifiuto. Anche le formazioni dei conglomerati di Villa Mirabella (**ROSa**) presso Mensano hanno mostrato buone caratteristiche litotecniche con valori di  $N_{20}$  per le prove DPSH sempre maggiori di 55 fino al rifiuto.

Le brecce di Grotti (**MESa**), sempre facenti parte di questa U.I.t., presentano caratteristiche geotecniche simili, con valori all'infissione registrati in zona Cavallano e Mensano (nuova espansione) in prove SPT che giungono al rifiuto dopo i primi metri e valori di  $N_{20}$  delle prove DPSH compresi in media fra i 27 e i 45 colpi.

### D2. TERRENI COESIVI DA MOLTO CONSISTENTI AD ESTREMAMENTE CONSISTENTI.

Terreni argillosi ed argilloso-limosi, con possibile presenza di frazioni sabbiose, da molto consistenti ad estremamente consistenti. Fanno parte di questa U.I.t. le argille fluvio-lacustri mioceniche (**FOS** e **RAQ**). I sondaggi effettuati per lo più nell'area di Casole hanno mostrato buoni caratteri geotecnici, con valori di  $N_{SPT}$  sempre maggiori di 35 colpi; anche i risultati delle prove penetrometriche dinamiche con maglio super-pesante hanno restituito valori di  $N_{20}$  compresi fra 18 e 31, mentre la resistenza all'infissione della punta per le prove penetrometriche statiche è mediamente compreso fra 23 e 57 Kg/cm<sup>2</sup>. Si nota però che il buon comportamento geotecnico di questi terreni può localmente decadere in presenza di infiltrazioni di acqua e quasi sempre nei primi metri di suolo ( $N_{20} < 9$  ed  $R_p \sim 10$  Kg/cm<sup>2</sup>). Anche le prove SPT effettuate sulle argille del T. Raquese presso Mensano hanno mostrato caratteri comuni con questa U.I.t., con valori di  $N_{SPT}$  compresi fra 30 e 71 colpi.

Nella Tab.1 vengono riportati i risultati delle analisi di laboratorio condotte su campioni prelevati a varie profondità in località Casole d'Elsa e Monteguidi.

SONDAGGIO	NOME	Profondità prelievo		Wn %	$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	C Kg/cm <sup>2</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	$\phi$ °	E <sub>ed</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
		Da m.	A m.							
2412	S1	-4,5	-4,9	17,58	2,11	-	0,9	-	18	68,99
2412	S2	-5	-5,4	16,81	2,11	-	0,72	-	18	-
2412	S3	-3,4	-3,7	18,68	2,13	-	1,03	-	21	173
9002	S1	-6,7	-7	23,31	1,98	-	0,37	-	21	140

Wn = contenuto naturale di acqua

g = peso di volume

 $\gamma_d$  = peso di volume secco

C = coesione

Cu = coesione non drenata

f = angolo di attrito interno

Eed = modulo edometrico

**Tabella 1:** Parametri geotecnici da prove di laboratorio per terreni appartenenti alla U.I.t. D2**E3. MATERIALI GRANULARI FINI MEDIAMENTE ADDENSATI**

Ricadono in questa U.I.t. I terreni alluvionali granulari (**b**, **bn**, **bnb**) e i depositi eluvio-colluviali e/o di terre rosse residuali (**b2a**) e le coperture detritiche in senso lato (**aa**). Si tratta di terreni prevalentemente costituiti da limi argillosi-sabbie limose, con presenza di frazioni ghiaiose o brecce subordinate, e frazione fine (limi e argille) interstiziale coesiva. Le prove SPT indicano materiali mediamente addensati consistenti con valori di SPT variabili fra 14 e 39 con valori massimi di 51; le correlazioni SPT hanno fornito valori di angolo di attrito di picco valutabile intorno ai 37°. Le prove penetrometriche dinamiche effettuate con maglio superpesante (DPSH) forniscono valori di N<sub>20</sub> mediamente compresi fra 6 e 30 colpi. Le prove penetrometriche statiche hanno fornito invece valori molto variabili di resistenza alla punta, sostanzialmente influenzati dalla profondità e dalla presenza di locali livelli ghiaiosi, in media oscillanti fra 25 e 120 Kg/cm<sup>2</sup>.

Anche le penetrometrie dinamiche DPSH realizzate presso Pod. Pulcinello a Mensano sulla copertura detritica hanno fornito valori di N<sub>20</sub> fra 5 e 22 colpi.

Sui sondaggi S1, S2, S3, S4 ed S5 condotti in località Osteria a Pievescola sono stati prelevati campioni indisturbati di cui sono riportati in Tab. 2i risultati dei test di laboratorio.

SONDAGGIO	NOME	Profondità prelievo		Wn %	g t/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	C Kg/cm <sup>2</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	$\phi$ °
		Da m.	A m.						
9001	S1	-2,5	-3	33,03	1,82	1,36	0,1	0,1	30
9001	S2	-1,65	-2,15	26,46	1,89	1,51	0,05	-	24
9001	S3	-3,6	-4,1	14,29	2,06	1,79	0,04	0,1	40
		-7	-7,5	18,2	2,11	1,81	-	-	-
9001	S4	-3,5	-4	47,45	1,53	1,01	0,05	-	20
		-10,4	-10,9	44,76	1,72	1,18	-	-	-
9001	S5	-3	-3,5	47,09	1,63	1,1	0,04	-	-
		-7,8	-8,3	26,23	1,93	1,56	0,08	-	-

Wn = contenuto naturale di acqua

 $\gamma$  = peso di volume $\gamma_d$  = peso di volume secco

C = coesione

Cu = coesione non drenata

 $\phi$  = angolo di attrito interno**Tabella 2:** Parametri geotecnici da prove di laboratorio per terreni appartenenti alla U.I.t. E3**F1. MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA A MEDIA.**

Terreni argillosi e argilloso-limosi, con possibili lenti sabbiose e ghiaiose subordinate, di consistenza media. I valori di resistenza alla penetrazione emersi da alcune prove CPT sono mediamente maggiori di 25 Kg/cm<sup>2</sup>, e crescono con l'aumentare della profondità. Questa U.I.t. raggruppa i sedimenti recenti (**e2**), di origine fluvio-lacustre e granulometria fine affioranti nella zona del Piano.

**6. IDROGEOLOGIA E VULNERABILITÀ INTEGRATA**

*Caratteri generali.* Gli aspetti idrogeologici e della vulnerabilità degli acquiferi del territorio comunale di Casole d'Elsa sono stati indagati seguendo le specifiche normative regionali (D.P.G.R. 26R / 2007 - B.6 Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici) e Provinciali (PTCP della Provincia di Siena) e sono stati ripresi dal quadro

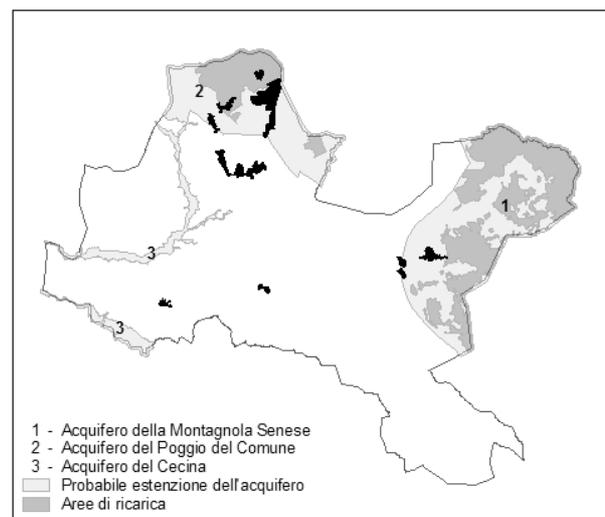
conoscitivo del PTCP 2010 della provincia di Siena e dalle banche dati pubblicate dalla Regione Toscana.

**Contenuti tematici.** La tavola idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi – TAVV. 2.4 contiene gli elementi idrogeologici funzionali alla descrizione degli acquiferi, presenti nel territorio comunale, dal punto di vista geometrico e di vulnerabilità potenziale degli stessi; sono stati considerati inoltre gli elementi del territorio connessi ad attività o utilizzi potenzialmente interferenti con gli acquiferi stessi, e quindi in grado di determinare una potenziale o reale fonte di inquinamento per le acque superficiali o profonde. Gli elementi idrogeologici e di vulnerabilità degli acquiferi sono stati organizzati secondo le indicazioni del Civita<sup>6</sup> e ripresi dal PTCP2010, e suddivisi secondo le seguenti sezioni (si è mantenuta la numerazione originale del Civita):

- 1 - **Geometria ed idrodinamica dei corpi idrici sotterranei.** Sono state riportate in carta solo le superfici piezometriche relative all'acquifero della Montagnola Senese; gli elementi idro-strutturali permettono di valutare rapidamente la geometria degli acquiferi e la soggiacenza della falda ipotizzabile per ogni punto del territorio. Ulteriori elementi relativi alla geometria degli acquiferi sono stati riportati in corrispondenza dei pozzi, ove questi sono conosciuti e documentati, per i cui dettagli si rimanda alla sezione 6.
- 3 - **Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei.** Costituiscono le effettive, possibili o probabili fonti di rilascio di un inquinante nell'ambiente con rischio di contaminazione delle acque sotterranee. La raccolta dei dati relativi è stata effettuata presso gli Enti pubblici e le Organizzazioni territoriali (Regione, Provincia, Comuni, Camera di Commercio, A.T.O., A.d.B., ecc.); la localizzazione degli allevamenti dal S.I.R.A. (Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana). All'interno delle varie tipologie di allevamenti compare la voce "allevamenti vari" che corrisponde a più tipologie di animali presenti all'interno della solita azienda oppure indica aziende agricole per le quali non è specificata la tipologia di animale allevato.
- 4 - **Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei.** Sono indicati gli elementi naturali ed antropici la cui esistenza comporta di solito un'amplificazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, aumentando di fatto la velocità di infiltrazione e abbattendo, di contro, la capacità di depurazione naturale della zona non satura, che viene superata tutta o in parte. Tra questi fattori sono stati individuati i più diffusi:
  - a) quelli relativi a fenomeni carsici, che comportano una massiccia ingestione di acqua superficiale ed un suo spostamento veloce in sotterraneo. Sono state indicate le doline individuate dal rilievo geomorfologico a supporto del presente studio;
  - b) quelli, tipicamente antropogenici, legati a lavori di cava a cielo aperto, che sovente asportano parzialmente o totalmente l'insaturo. In questa sezione sono stati inseriti i siti estrattivi attivi o abbandonati, anche da tempo, individuati dal rilievo geomorfologico redatto per il P.S.
- 5 - **Preventori e/o riduttori dell'inquinamento.** È riportata la collocazione delle opere e degli impianti, la funzione dei quali è quella di abbattere e allontanare dall'ambiente gli inquinanti prodotti (discariche) oppure di prevenire fenomeni di inquinamento di fonti d'alimentazione idropotabili a mezzo di specifici vincoli e monitoraggio. Per la loro delimitazione, in mancanza di studi idrogeologici di dettaglio, è stato seguito un criterio generico, considerando una fascia di rispetto idrogeologico pari a 200 metri.
- 6 - **Principali soggetti ad inquinamento.** Fra i principali soggetti ad inquinamento compaiono tutti i prelievi di acque, profonde, superficiali e sorgentizie, sia a scopo industriale / irriguo che idro-potabile in quanto è naturale che un eventuale inquinamento delle zone circostanti è in grado di compromettere la qualità delle acque prelevate. Per alcuni pozzi è stato possibile reperire dati di tipo idrologico utili per fornire elementi di conoscenza della produttività della captazione o sulla geometria puntuale dell'acquifero captato: i parametri indicati sono la profondità della falda dal piano campagna, distinta fra livello dinamico e statico, la profondità raggiunta dall'opera di captazione e la portata in l/s. I dati relativi ai pozzi e sorgenti sono stati derivati dalle banche dati della Regione Toscana, in alcuni casi corrette o aggiornate con i dati forniti dalle AATO presenti sul territorio provinciale e dall'Ufficio pozzi della Provincia di Siena.

Sulla base della permeabilità delle rocce costituenti il substrato, è stata infine riportata la classificazione della sensibilità degli acquiferi, suddivisa come di seguito specificato e normata dall'Art. 112 delle N.T.A. del P.S.:

– classe di Sensibilità 1 - corrisponde ad "Aree a vincolo



**Figura 3:** Acquiferi strategici comunali

<sup>6</sup> CIVITA, 1990 con modifiche

elevato"

– classe di Sensibilità 2 corrisponde ad “Aree a vincolo medio”

In regime transitorio delle norme fra il PTCP di Siena redatto nell'anno 2000 e il nuovo PTCP del 2010 attualmente in fase di adozione, in attuazione delle Norme di Salvaguardia, valgono i vincoli più restrittivi, di conseguenza la classificazione in aree sensibili ha seguito questo criterio, facendo valere per ogni porzione del territorio la classe di sensibilità di grado più elevato.

**Acquiferi strategici.** Di seguito sono invece riportate delle brevi note di descrizione riguardo agli acquiferi strategici ricadenti nel territorio comunale di Casole d'Elsa. Tali acquiferi sono tutelati da specifiche norme del P.T.C.2010 che sono state recepite dal P.S. All'Art. 111. la loro estensione, riportata anche sulle TAVV 2.4, è schematizzata in Fig.3.

**ACQUIFERO CARBONATICO DELLA MONTAGNOLA SENESE.** Tale acquifero ricopre grande importanza per la provincia senese dato lo sfruttamento che ne viene fatto per alimentare gli acquedotti del territorio. Per la parte interessante il territorio di Casole d'Elsa, l'acquifero si trova all'interno della Formazione della Breccia di Grotti e dei Calcari Cavernosi affioranti nell'area NE del comune; la base dell'acquifero, e quindi il suo limite inferiore, è individuabile dal contatto, nella parte occidentale, con le Formazioni metamorfiche del Dominio Toscano (Successione mesozoica e terziaria della Montagnola Senese) e dal Verrucano Triassico, mentre per quanto riguarda il limite superiore, l'acquifero non risulta confinato. Le quote piezometriche desumibili dai dati riportati nella TAV 2.4 indicano valori medi della piezometrica sempre molto profondi, con spessori di insaturo compresi fra 50 e 140 m.

Data	TIPO	USO	Toponimo	Profondità (m.)	Livello falda (m.)		QUOTA (m. slm)	Portata (l/s)
					Statico	Dinamico		
12/07/99	Pozzo	Idropotabile	Maggiano	177	135,5	135,31	330	35
28/12/05	Pozzo	Idropotabile	Borro della Memma	-	-	-	260,1	-
-	Pozzo	Idropotabile	Pievescola - Osteria	-	-	-	267	-
05/08/94	Pozzo	Promiscuo	S.S. Traversa Maremmana Km8	60	-	-	249,8	-
22/08/94	Pozzo	Promiscuo	Borro Papali	30	-	-	280	-
28/12/05	Pozzo	Idropotabile	Borro della Memma	-	-	-	260,1	-
28/12/05	Pozzo	Idropotabile	Pievescola F. Macerine	-	-	-	249	-
12/08/98	Pozzo	Domestico	Fattoria La Suvera	160	132	140	230	1
13/05/96	Pozzo	Promiscuo	Pietralata	90	70	82	400	0,08
22/06/94	Pozzo	Promiscuo	Monte Quegna	23	16	21	360	0,1
07/08/01	Pozzo	Promiscuo	P. Monterotondo	148	120	138	255	0,8
07/08/01	Pozzo	Promiscuo	P. Scopeto	147	125	130	285	1,66
27/09/01	Pozzo	Promiscuo	P. Coti	130	98	110	312	-
20/05/04	Pozzo	Promiscuo	Pievescola - Osteria	80	50	70	268	-

**Tabella 3:** Dati piezometrici e di portata relativi ai pozzi captanti dall'acquifero della Montagnola Senese.

**ACQUIFERO CARBONATICO DEL POGGIO DEL COMUNE.** Interessa il comune di Casole d'Elsa nella sua porzione Nord Occidentale, nell'area di Lucciana – Cavallano. Dal punto di vista geologico-strutturale l'acquifero Carbonatico di Poggio Comune è caratterizzato dalla diretta sovrapposizione tettonica di Unità Liguri impermeabili al di sopra dei termini basali della successione carbonatica della Falda Toscana. La circolazione idrica avviene prevalentemente all'interno del Calcere Cavernoso. Anche per l'acquifero del Poggio del Comune esistono alcuni dati piezometrici derivanti da captazioni di acque che sono riportati nella Tab. 2: è risultato anche in questo caso che la falda dell'acquifero si trova sempre piuttosto profonda, con spessori di insaturo compresi fra 32 (per i pozzi a quote più basse) e 150 m.

Data	TIPO	USO	Toponimo	Profondità (m.)	Livello falda (m.)		QUOTA (m. slm)	Portata (l/s)
					Statico	Dinamico		
01/01/07	Pozzo	Irriguo	Casa Pietranera	45	-	-	270	-
04/05/95	Pozzo	Promiscuo	Il Piano	55	-	-	255	-
02/12/98	Pozzo	Promiscuo	P. Casa al Prato	180	150	123	323	1,1
30/01/99	Pozzo	Promiscuo	Casa Nerbona	94	80	84	242	0,5
29/04/96	Pozzo	N.C.	Il Piano	140	70,5	71,6	255	2,5
07/06/07	Pozzo	N.C.	Lucciana	160	130	140	309	-
18/01/05	Pozzo	Promiscuo	P. Tafogna	53	32	35	211	-
27/09/05	Pozzo	Promiscuo	Lucciana	118	95	98	280	-

**Tabella 4:** Dati piezometrici e di portata relativi ai pozzi captanti dall'acquifero del Poggio del Comune.

ACQUIFERO DEL CECINA. Si tratta di un acquifero corrispondente ai depositi alluvionali recenti del Cecina. Il tratto significativo dell'acquifero è compreso fra Molino di Berignone, dove le alluvioni acquistano continuità e maggiore spessore, e la foce, quindi i depositi ricadenti all'interno Comune di Casole d'Elsa ricoprono solo una piccola parte dell'acquifero; si estendono comunque lungo la valle del Torrente Sellate e del Fiume Cecina. I depositi alluvionali in oggetto sono stati depositi a più livelli rispetto all'attuale piano alluvionale a partire dall'ultimo periodo glaciale. I depositi alluvionali sono costituiti in prevalenza da ciottoli, ghiaia e sabbia, che indica elevata energia di trasporto. I sedimenti sono più grossolani e quindi più permeabili nella parte bassa. I depositi alluvionali costituiscono qui un acquifero libero, che può divenire semiconfinato solo ai margini laterali. La ricarica dell'acquifero avviene per infiltrazione diretta delle acque di pioggia, per ruscellamento dai rilievi confinanti e per infiltrazione nell'alveo fluviale. La salvaguardia nei confronti dell'inquinamento in quest'area rilevante non tanto per l'importanza che ricopre come sede di acquifero per il comune di Casole d'Elsa, quanto per la continuità idraulica con l'acquifero del Fiume Cecina

## 7. ELEMENTI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE A MAGGIOR PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (ZMPSL)

*Caratteri generali.* In ottemperanza al D.P.G.R. 26R/2007 la cartografia del Piano Strutturale è stata integrata dagli elementi di valutazione per la criticità degli effetti locali e di sito. Tale cartografia è stata realizzata solo in corrispondenza dei centri abitati del territorio comunale.

*Contenuti della Tavola.* Gli elementi per l'individuazione delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) sono riportati nella TAV.2.7 del Piano Strutturale; le ZMPSL vengono individuate attraverso l'esame di tutti gli elementi geologici, strutturali e geomorfologici del territorio che concorrono a generare i principali effetti locali e/o di sito quali:

1. probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
3. i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. accentuazione della instabilità dei pendii;
5. terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Nelle aree dei centri abitati sono stati riconosciuti i seguenti elementi geomorfologici e strutturali in grado di generare possibili fenomeni di amplificazione locale ed instabilità dinamica:

1. *Zone caratterizzate da movimenti franosi attivi:* corrispondono alle frane per scivolamento/colamento attive.
- 2A. *Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti:* corrispondono alle frane per scivolamento/colamento quiescenti e quindi potenzialmente riattivabili da un sisma. Comprendono anche i fenomeni di movimento superficiale quali i *creep* e i soliflussi.
- 2B. *Zone potenzialmente franose:* pendii potenzialmente instabili, versanti acclivi limitati da scarpate con indizi di instabilità e altezza maggiore di 10 metri.

3. *Zone caratterizzate da movimenti franosi inattivi/stabilizzati*. corrispondono alle frane stabilizzatesi naturalmente o artificialmente.
4. *Zona con terreni particolarmente scadenti (riporti poco addensati)*: corrispondono agli accumuli di materiali di risulta, ai terrapieni e terreni di riporto per i quali esistono evidenze di generali condizioni geotecniche scadenti.
8. *Zona di bordo della valle e aree di raccordo con il versante*; è stata compresa una fascia di 20 metri verso valle a partire dalla linea ipotetica di raccordo.
9. *Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti*: comprendono tutti i terreni alluvionali cartografati, dalla prevalente composizione ghiaiosa, sabbiosa e limosa, che mostrano sempre scarsa consistenza e coesione bassa o nulla. Sulla base delle misure delle velocità di propagazione delle onde sismiche, sono state inserite in questa classe anche i terreni pliocenici a prevalenza di conglomerati e sabbie.
10. *Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso e/o coperture colluviali*: corrispondono ai depositi eluvio-colluviali che costituiscono una copertura di pochi metri al di sopra del substrato roccioso delle brecce di Grotti, del Calcare Cavernoso e delle formazioni calcaree della successione metamorfica mesozoica della Montagnola Senese.
12. *Zona di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse*: è stata compresa una fascia di 20 metri all'intorno dei contatti stratigrafici fra i principali litotipi distinti nella carta litotecnica.
13. *Contatti tettonici e faglie*: è stata compresa una fascia di 20 metri all'intorno dei contatti tettonici individuati dalla carta geologica e litotecnica.

A questi elementi è stata successivamente assegnata l'opportuna Pericolosità Sismica Locale, che valuta la pericolosità a cui sono esposte le aree ricadenti in terreni con caratteristiche morfologiche e strutturali sopra elencate.

## 8. PERICOLOSITÀ

*Caratteri generali.* Tutti gli elementi litologico-tecnici, geomorfologici e strutturali riassunti nei precedenti capitoli sono stati considerati al fine di caratterizzare il territorio in funzione dello stato di pericolosità presente localmente. Le pericolosità idraulica, geomorfologica e sismica danno indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nell'assegnazione della fattibilità per gli interventi proposti nel territorio. Attraverso le analisi dei dati raccolti e gli approfondimenti prodotti, vengono caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano. Vengono inoltre integrate anche tutte le informazioni relative ai dissesti, aree a vario grado di instabilità e zone sottoposte a rischio idraulico o alluvionate in passato, provenienti dai Piani di Autorità di Bacino competenti per il territorio comunale – A.d.B. del fiume Arno, A.d.B. del fiume Ombrone, A.d.B. Toscana Costa.

Secondo quanto prescritto dal D.P.G.R. 26R/2007, è stata mantenuta distinta la pericolosità derivante da fattori geomorfologici da quella per fattori idraulici e sismici, attraverso cartografie che individuino le situazioni di pericolosità come di seguito riportate.

Al fine di ottemperare alle Misure Generali di Salvaguardia riportate nel Piano di Indirizzo Territoriale Toscano 2005-2010, è stato verificato e applicato il contenuto dell'Art. 36 del P.I.T.

### 8.1 Pericolosità idraulica

*Caratteri generali.* La pericolosità idraulica individua le fasce all'intorno del reticolo idrografico significativo (come definito dalle A.d.B. competenti) entro le quali è probabile il verificarsi di eventi alluvionali a vario grado di intensità; la pericolosità idraulica già individuata dal P.S. comunale è stata rivista sulla Cartografia Tecnica Regionale, aggiornata ed adeguata alle direttive del D.P.G.R. 26R/2007 su tutto il territorio comunale.

*Contenuti della tavola.* Le aree a Pericolosità Idraulica sono riportate nelle TAVV. 2.5. Al fine di effettuare l'adeguamento richiesto ai Piani di Autorità di Bacino vigenti, per la determinazione della pericolosità idraulica sono state riprese le aree soggette a pericolosità idraulica già individuate dalle A.d.B. Toscana Costa, del Fiume Arno e del Fiume Ombrone; al di fuori degli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione delle A.d.B. competenti, la pericolosità idraulica è stata individuata secondo i criteri geometrici riportati nel D.P.G.R. 26R/2007. Di seguito sono descritte in dettaglio le classi di pericolosità idraulica in cui il territorio comunale è stato suddiviso:

**Pericolosità idraulica molto elevata (I.4).** Comprende le aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr < 30$  anni. Ricadono in Pericolosità **I.4** le aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata individuate dal Piano di A.d.B. Toscana Costa (**P.I.M.E.**) e, in assenza di studi idrologici idraulici, le aree di fondovalle in cui si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o sopra il ciglio di sponda fluviale.

**Pericolosità idraulica elevata (I.3).** Comprende le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr < 200$  anni. Ricadono in Pericolosità **I.3** le aree a Pericolosità idraulica Elevata individuate dal Piano di Autorità di Bacino Toscana Costa (**P.I.E.**) e, in assenza di studi idrologici idraulici, le aree di fondovalle in cui si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o sopra il ciglio di sponda fluviale.

Per le aree a pericolosità idraulica elevata e molto elevata ricadenti all'interno delle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, dovranno essere allegati al R.U. specifici studi idraulici sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale e secondo le specifiche tecniche dettate dall'A.d.B. competente, che dovranno costituire elemento di base per la definizione del rischio idraulico. Nell'assegnazione della fattibilità dovranno valere i seguenti criteri:

a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;

b) nelle aree che risultino soggette a inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni sono consentite solo nuove previsioni per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili, per le quali sarà comunque necessario attuare tutte le dovute precauzioni per la riduzione del rischio a livello compatibile con le caratteristiche dell'infrastruttura;

c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;

d) relativamente agli interventi di nuova edificazione previsti nel tessuto insediativo esistente, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di auto-sicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;

- dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

e) possono essere previsti interventi per i quali venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità;

f) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia;

g) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere rilasciata dichiarazione di abitabilità e di agibilità;

h) deve essere garantita la gestione di quanto in essere tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a  $Tr 200$  per il patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e per tutte le funzioni connesse.

**Pericolosità idraulica media (I.2).** Comprende le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr < 500$  anni. Ricadono in Pericolosità **I.2** le aree a Pericolosità idraulica moderata individuate dal Piano di Autorità di Bacino del Fiume Arno e, in assenza di studi idrologici idraulici, le aree di fondovalle in cui si verificano le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni;

- sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, a quote alti metriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o sopra il ciglio di sponda fluviale.

**Pericolosità idraulica bassa (I.1).** Comprende le aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Di seguito vengono esposti gli aspetti del territorio di Casole d'Elsa maggiormente condizionati dalle aree a pericolosità idraulica individuati dal presente studio.

#### *8.1.1 Zona industriale e artigianale "Il Piano"*

L'area industriale del "Piano" si localizza nell'omonima area pianeggiante e depressa rispetto alle colline circostanti. Le attuali installazioni industriali e artigianali sono collocate circa alla confluenza dei principali corsi d'acqua che percorrono la piana: il Borro di Fontelata che più a valle prende il nome di Botro degli Strulli e i due affluenti di destra, il Fosso Maestro e il Botro Maestro di Casole. Data la morfologia di quest'area, il complesso industriale si trova generalmente a quote solo leggermente superiori a quella dei corsi d'acqua e quindi per la maggior parte ricompresa nelle aree a pericolosità idraulica **I.3** individuate con criteri geometrici. Per questo motivo, data la morfologia prevalentemente pianeggiante, nella definizione del limite delle aree a pericolosità **I.3** ci si è avvalsi della CTR in scala 1:2.000, realizzata per tutta l'area del Piano, e contenente dati altimetrici con precisione superiore a quelli contenuti nella CTR 1:10.000 usata come base per la rappresentazione delle tavole del P.S.\* Le future previsioni di trasformazione / nuova edificazione saranno subordinate alla realizzazione di specifici studi idraulici sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale e secondo le specifiche tecniche dettate dall'A.d.B. del Fiume Arno, e dovranno costituire elemento di base per la definizione del rischio idraulico. La fattibilità degli interventi dovrà comunque essere assegnata nel rispetto dell'Art. 104 delle N.T.A. del Piano Strutturale.

#### *8.1.2 Zona industriale artigianale di Pievescola*

L'area industriale artigianale di Pievescola sorge a valle dell'omonimo nucleo urbano, lungo il corso del fiume Elsa circa nel punto di confluenza con l'affluente di sinistra (Fosso Foci), e risulta suddivisa in tre lotti separati dall'attuale viabilità e dal reticolo fluviale. Tutte e tre le lottizzazioni sono prospicienti i corsi d'acqua e in posizione di minima elevazione rispetto alle quote degli argini. Non esistono opere di difesa idraulica collaudate. La porzione più prossima al nucleo abitato di Pievescola si trova ricompresa quasi completamente nelle aree a pericolosità idraulica **I.3** individuate con criteri geometrici; stessa condizione vale per la parte localizzata all'incrocio fra la S.S. Traversa Maremmana e la S.P. della Montagnola Senese e per quella all'incrocio fra la S.P. delle Galleriaie e la S.S. Traversa Maremmana. Le future previsioni di trasformazione / nuova edificazione saranno subordinate alla realizzazione di specifici studi idraulici sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale e secondo le specifiche tecniche dettate dall'A.d.B. del Fiume Arno, e dovranno costituire elemento di base per la definizione del rischio idraulico. La fattibilità degli interventi dovrà comunque essere assegnata nel rispetto dell'Art. 104 delle N.T.A. del Piano Strutturale.

### 8.2 Misure Generali di Salvaguardia – Piano di Indirizzo Territoriale Toscano 2005-2010

Il Piano Strutturale recepisce i contenuti delle misure di salvaguardia di cui all'art. 36, commi 3-6, della Disciplina di Piano del PIT approvato con deliberazione C.R. 24.07.2007, n. 72. Le misure si applicano ai corsi d'acqua individuati nel Quadro conoscitivo del PIT come aggiornato dai piani di bacino vigenti e fermo restando il rispetto delle disposizioni in essi contenute e riportati nella Tab. 5 e riguardano il divieto di prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce della larghezza di m.10 dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua principali, ai fini del corretto assetto idraulico; sono escluse dalle prescrizioni di inedificabilità le seguenti opere:

- le opere idrauliche, le opere di attraversamento del corso d'acqua, gli interventi trasversali di captazione e restituzione delle acque, nonché gli adeguamenti di infrastrutture esistenti senza avanzamento verso il corso d'acqua, a condizione che si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico relativamente alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale e si consenta comunque il miglioramento dell'accessibilità al corso d'acqua stesso;

\*Testo modificato in accoglimento alle osservazioni dell'Ufficio del Genio Civile di Siena.

- le opere infrastrutturali che non prevedano l'attraversamento del corso d'acqua e che non siano diversamente localizzabili, non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, di ampliamento e di manutenzione del corso d'acqua, non costituiscano ostacolo al deflusso delle acque in caso di esondazione per tempi di ritorno duecentennali e non siano in contrasto con le disposizioni di cui all'articolo 96 del regio decreto 523/1904.

TOPONIMO	CODICE REGIONALE
Fosso Arnano	SI848
Fiume Cecina	SI714
Fosso Conio del	SI1084
Fiume Elsa	SI718
Torrente Foci	SI2618
Fosso Foci	SI1171
Botro Mezzo di e del Romitorio	SI374
Fosso Molinuzzo del	SI1421
Fosso Parapanna della	SI1496
Fosso Regelli ( <i>Fosso Reggello</i> )	SI1603
Torrente Rosia	SI2808
Torrente Sellate o Stellate e Botro di Farneta	SI2837
Torrente Senna	SI3085
Botro Strulli degli ( <i>Borro di Fontelata</i> )	SI471
Fosso tegola della e Botro delle Mortice ( <i>Botro delle Morticce</i> )	SI1824
Torrente Vetrialla	SI2942

**Tabella 5:** Elenco dei corsi d'acqua soggetti alle misure di salvaguardia di cui all'Art. 36 del PIT Toscana.

### 8.3 Pericolosità geomorfologica

*Contenuti della tavola.* La pericolosità geomorfologica riassume le aree omogenee per pericolosità derivante da fattori geomorfologici, litologico/strutturali o morfologici delineati nelle TAVV. 2.2 / 2.3 e descritti nei Cap. XX, classificati in base alla loro tipologia e stato di attività. La pericolosità geomorfologica già redatta per il P.S. comunale è stata adeguata alle direttive del D.P.G.R. 26R/2007

Sono state inoltre recepite le aree a pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana individuate dall'A.d.B. del Fiume Arno e le aree a Pericolosità geomorfologica individuate dalle A.d.B. del Fiume Ombrone e Toscana Costa.

Questo premesso, il territorio viene classificato in:

**Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza; le aree a pericolosità **G.4** sono interessate da reali dissesti che compromettono la stabilità dei versanti stessi e di tutte le infrastrutture ed opere in essi presenti. Sono state inserite in classe **G.4** le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane attive comprensive del corpo di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto;
- scarpate con indizi di instabilità in presenza di frane e relativa area di possibile evoluzione del dissesto;
- aree soggette a fenomeni erosivi intensi di tipo calanchivo, associati localmente a movimenti superficiali della coltre di suolo;
- cave abbandonate con pareti verticali / subverticali di materiale lapideo in assenza di sistemazioni.\*

Nella aree a pericolosità geomorfologica molto elevata non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione ; possono essere realizzate solo nuove infrastrutture non diversamente localizzabili comunque subordinate alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione; in queste zone dovranno privilegiarsi interventi tesi alla bonifica e al recupero ambientale dei luoghi stessi.

\* Modifiche apportate in accoglimento delle osservazioni dell'A.d.B. Del Fiume Arno

Qualunque opera che incida su tali terreni, inclusi gli interventi di messa in sicurezza, dovrà comunque essere preceduta da appropriati studi geologici, idrogeologici e geotecnici e da una dettagliata campagna geognostica e di monitoraggio strumentale in relazione alla tipologia del dissesto.

Per le opere per le quali sia dimostrabile il non aggravio delle condizioni di stabilità dell'area la realizzazione sarà subordinata alla previsione di interventi tesi a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante il consolidamento / protezione delle strutture; dovranno inoltre essere installati sistemi di monitoraggio per valutare l'evoluzione del fenomeno. Il procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia dovrà contenere la dimostrazione della sussistenza delle condizioni di sicurezza di cui sopra.

**Pericolosità geomorfologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi; le aree a pericolosità geomorfologica elevata sono soggette al rischio di riattivazione di dissesti originatisi in passato o alla evoluzione di situazioni al limite della stabilità. Sono state inserite in classe **G.3** le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco;
- scarpate di degradazione potenzialmente instabili;
- terreni pliocenici e miocenici argillosi, limosi sabbiosi o ghiaiosi, su versanti con pendenze indicativamente superiori al 25%;
- formazioni prevalentemente argillitiche o costituite da alternanze litologiche a forte contrasto di competenza su versanti con pendenze indicativamente superiori al 35%;
- aree interessate da fenomeni erosivi;
- soliflussi localizzati;
- scarpate di degradazione;
- alvei in erosione e tratti del reticolo fluviale con tendenza all'approfondimento;
- aree a pericolosità geomorfologica Elevata (**P.F.E.**) individuate dall'A.d.B. Toscana Costa e aree a Pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante (**P.F.3**) individuati dalla A.d.B. Del Fiume Arno alla scala 1:25.000<sup>7</sup>.

Nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata l'attuazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza, che dovranno essere definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici adeguati; in presenza di interventi di messa in sicurezza dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto; l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, dovrà essere certificata.

Possono essere attuati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area, condizione di cui dovrà essere dato atto nel procedimento amministrativo.

**Pericolosità geomorfologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; nella classe di pericolosità geomorfologica media sono comprese le aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Sono state inserite in classe **G.2** le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane non attive (stabilizzate naturalmente o artificialmente);
- terreni pliocenici e miocenici argillosi, limosi sabbiosi o ghiaiosi, su versanti con pendenze indicativamente inferiori al 25%;
- formazioni prevalentemente argillitiche o costituite da alternanze litologiche a forte contrasto di competenza su versanti con pendenze indicativamente inferiori al 35%;
- terreni litoidi con buone caratteristiche litologiche.

**Pericolosità geomorfologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa. Dato l'assetto morfologico e geomorfologico, nonché le caratteristiche litologiche dei terreni affioranti nel territorio comunale di Casole d'Elsa, non sono state individuate aree a pericolosità geomorfologica bassa.

<sup>6</sup> Testo modificato in accoglimento delle osservazioni dell'Ufficio del Genio Civile di Siena.

<sup>7</sup> Con modifiche: vedi Cap. 8.5 Adeguamento del P.S. ai Piani di Autorità di Bacino

Di seguito viene analizzata la pericolosità geomorfologica caratterizzante i principali centri abitati del comune di Casole d'Elsa.

### 8.3.1 Capoluogo: Casole d'Elsa, Monti e Orli

L'abitato di Casole d'Elsa occupa la sommità di un crinale costituito da formazioni prevalentemente costituite da conglomerati e argille. L'accentuata energia dei rilievi circostanti innesca spesso movimenti gravitativi, la cui presenza determina un quadro di generale pericolosità geomorfologica elevata e in alcuni casi molto elevata. Le situazioni di maggior rischio si sono individuate nell'area compresa fra Case Nardini e Case Fontegaia, dove l'arretramento di un'area in erosione di tipo calanchivo a valle della sede stradale genera una condizione di generale instabilità della valle che si sviluppa fino alle prime propaggini dell'abitato di Casole. Anche il versante ad Est di Casole d'Elsa, dal Pod. Solaio fino al Pod. Lama, è sede di alcune frane attualmente in attività. La parte edificata relativa al nucleo storico e alle più recenti espansioni urbane si trovano comunque in condizioni di sicurezza relativamente alle dinamiche gravitative di versante.

Anche la valle fra Casole d'Elsa e Monti presenta alcune problematiche, legate principalmente a movimenti gravitativi diffusi quiescenti la cui evoluzione potrebbe essere favorita anche dall'acclività dei versanti che supera a tratti il 35%. La previsione di nuove edificazioni in aree a pericolosità geomorfologica **G.3** dovrà essere preceduta da opportune indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche tese a definire la reale condizione di stabilità dei versanti e predisporre eventualmente le opere di stabilizzazione necessarie.

### 8.3.2 "Il Merlo"

I contesti di maggior pericolosità geomorfologica sono stati individuati in due punti:

- a) l'abbandono dell'attività estrattiva sul versante a Sud presso l'ex Fornace ha provocato l'innescarsi di movimenti gravitativi sui terreni argillosi, con conseguente arretramento verso monte delle nicchie di distacco. Il versante e i fronti di cava sono stati classificati in pericolosità geomorfologica molto elevata **G4**;
- b) la Valle che si apre dalla Località Case Rosse verso il Merlo e prospiciente l'area industriale sulla S.P. 27 è sede di diffusi movimenti gravitativi attivi, favoriti e probabilmente innescati anche da dinamiche erosive tutt'ora in atto, che in alcuni casi interessano la sede stradale (tratto presso Fonte al Salcio).

### 8.3.3 Lucciana

Presso Lucciana non si sono rilevati elementi geomorfologici che possano creare condizioni di pericolosità. L'unica area a pericolosità geomorfologica elevata è individuata a N dell'abitato, in corrispondenza di una dolina riempita, in cui i sedimenti eluvio-colluviali potrebbero dare luogo a cedimenti o sprofondamenti.

### 8.3.4 Cavallano

In prossimità dell'area di nuova espansione urbana, localizzata alla testa di una vallecchia a Nord di Cavallano, si è evidenziata un'area a pericolosità geomorfologica **G.4**, comprendente i terreni di riporto connessi alle attività edilizie recenti, che risultano in condizione di generale instabilità dovuta all'accumulo di consistenti quantità di materiale di risulta sul versante e dalla mancanza di canalizzazione delle acque di corrivazione

### 8.3.5 Monteguidi

Il quadro geomorfologico di Monteguidi è caratterizzato da una serie di movimenti franosi molto estesi e tutt'ora attivi, che si impostano sui versanti esposti ad O:

- a) il primo incrocia la S.P. 29 all'altezza di C. Piaggia ed occupa tutta la vallecchia che è già stata sede di interventi di stabilizzazione oggi in parte danneggiati dalla evoluzione della frana;
- b) il secondo è invece localizzato immediatamente a valle di Monteguidi ed in parte interessa gli edifici e la strada di accesso delimitanti il centro abitato verso O e che già presentano chiari danni strutturali.

### 8.3.6 Mensano

L'abitato di Mensano occupa la sommità di un promontorio costituito da brecce calcaree e calcari che si impostano sulla formazione conglomeratica miocenica di Rosignano; i calcari formano una scarpata con una altezza massima di circa 50 metri, limitante bruscamente il centro urbano verso S; il versante in questione è stato a più riprese interessato anche recentemente da distacco di blocchi e detriti lapidei, motivo per cui è stato classificato in pericolosità geomorfologica **G.4**.

## 8.4 Pericolosità sismica locale

*Caratteri generali.* Gli effetti locali prodotti da eventi sismici e connessi ad aspetti stratigrafici, morfologici, geotecnici, strutturali assumono una diversa rilevanza in funzione della sismicità di base del territorio comunale e della relativa accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. La normativa vigente prevede di associare una classe di pericolosità sismica alle varie ZMPSL (Cap. 7) evidenziate dalla carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (TAV. 2.7). A tale proposito la Regione Toscana, con Delibera di Giunta Regionale n. 431 del 19 giugno 2006, fornisce la classificazione dei comuni toscani sulla base della zona sismica di appartenenza. Per la zona sismica 3, a cui appartiene il comune di Casole d'Elsa, la Tab. 6 fornisce la corrispondenza fra ZMPSL e classe di pericolosità sismica locale.

ZMPSL	PERICOLOSITÀ SISMICA
Movimenti franosi attivi (1)	S4
Movimenti franosi quiescenti (2A)	S3
Zone potenzialmente franose (2B)	S3
Movimenti franosi inattivi (3)	S2
Cedimenti diffusi in terreni particolarmente scadenti (4)	S3
Amplificazione per morfologie sepolte (8)	S3
Amplificazione per effetti stratigrafici (9,10)	S2
Contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (12)	S3
Faglie e/o strutture tettoniche (13)	S3

**Tabella 6:** Pericolosità sismica associata alle varie ZMPSL per i comuni in classe sismica 3

*Contenuti della tavola.* La sintesi delle informazioni derivanti dalle cartografie geologiche, geomorfologiche e dalla carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) dovrà consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica delle UTOE insediative e produttive interessate da nuove previsioni secondo le seguenti classi di pericolosità, per le quali si riportano tra parentesi i numeri di riferimento alla simbologia usata per la carta delle ZMPSL (Cap. 7):

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi (1) e che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici;

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità quiescenti (2A) e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (2B) per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi (4); zone con possibile amplificazione sismica localizzate al bordo di valli o al raccordo con il versante (8); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (12); presenza di faglie e/o contatti tettonici (13);

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone con fenomeni franosi inattivi (3); zone con possibile amplificazione stratigrafica derivante dal contrasto di velocità sismica fra substrato e copertura o differenti litotipi (9,10);

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

L'individuazione di aree a pericolosità sismica locale elevata **S.3** o molto elevata **S.4** consentirà di evidenziare le situazioni di criticità sulle quali porre vincoli e prescrizioni, o pianificare interventi, da disciplinare in maniera specifica nel Regolamento Urbanistico, in funzione delle destinazioni d'uso previste.

Di seguito viene analizzata la pericolosità sismica caratterizzante i principali centri abitati del comune di Casole d'Elsa.

### 8.4.1 Capoluogo: Casole d'Elsa, Monti e Orli

La pericolosità sismica relativa all'area del capoluogo comunale è principalmente influenzata dall'assetto morfologico e geomorfologico e deriva dalla possibilità, in caso di evento sismico, che si attivino/riattivino le varie forme di dissesto gravitativo individuate sui versanti delimitanti il nucleo abitato storico e le più recenti espansioni urbane. Le aree a pericolosità sismica **S.3** si localizzano inoltre anche in corrispondenza delle numerose valleciole che si sviluppano sui versanti principali: in caso di predisposizione di progetti edilizi / piani complessi di intervento / piani attuativi dovrà essere predisposta una campagna di indagini geofisiche per l'individuazione della morfologia sepolta del *bedrock* sismico e i contrasti di rigidità sismica dei terreni eluvio-colluviali al fondo degli impluvi secondari. Anche le aree di contatto fra le formazioni conglomeratiche affioranti sui rilievi principali e le sottostanti argille costituiscono elemento di pericolosità

sismica elevata **S.3** e quindi dovranno essere valutate le variazioni di velocità delle onde sismiche Vsh al passaggio fra i litotipi presenti.

#### 8.4.2 "Il Merlo"

La pericolosità delle aree classificate in pericolosità sismica **S.3** è anche qui legata alla presenza di contatti fra litologie con caratteristiche fisico-meccaniche diverse, e quindi in caso di predisposizione di progetti edilizi / piani complessi di intervento / piani attuativi dovranno essere valutate le variazioni di velocità delle onde sismiche Vsh al passaggio fra i litotipi presenti. Inoltre il versante occidentale è stato classificato in pericolosità sismica **S.4/S.3** perché notoriamente interessato da dissesti di carattere gravitativo: in tali situazioni un eventuale sisma potrebbe innescare o accelerare la dinamica delle frane in atto.

#### 8.4.3 Area industriale "Il Piano"

L'area industriale del Piano non presenta problematiche di carattere sismico ricadendo complessivamente in aree a pericolosità sismica **S.2**. Solo l'area di raccordo fra i sedimenti alluvionali costituenti il substrato e il versante di Lucciana costituisce una fascia di pericolosità sismica media indotta dai possibili effetti di amplificazione sismica riscontrabili nelle aree di raccordo fondovalle\versante: in caso di predisposizione di progetti edilizi / piani complessi di intervento / piani attuativi dovrà essere predisposta una campagna di indagini geofisiche per l'individuazione della morfologia sepolta del *bedrock* sismico e i contrasti di rigidità sismica dei terreni costituenti il substrato.

#### 8.4.4 Cavallano

Le principali aree a pericolosità sismica elevata **S.3** sono state individuate in corrispondenza di una faglia che si sviluppa in direzione SE-NO e di alcuni contatti fra le formazioni terziarie toscane e la copertura miocenica e delle formazioni liguri: in caso di predisposizione di progetti edilizi / piani complessi di intervento / piani attuativi che comprendano tali aree, dovranno essere valutate le variazioni di velocità delle onde sismiche Vsh al passaggio fra i litotipi presenti. Inoltre è stata classificata in pericolosità sismica molto elevata **S.4** la vallecola che si sviluppa verso NE, sede della recente espansione urbana di Cavallano: qui la stabilità del versante è compromessa già dalla presenza di una spessa coltre di detriti e terreni di riporto che mostrano evidenti segni di instabilità, che verrebbe ulteriormente compromessa in caso di evento sismico.

#### 8.4.5 Monteguidi

La pericolosità sismica dell'area di Monteguidi è essenzialmente legata all'assetto morfologico/strutturale del promontorio. In corrispondenza con le aree di contatto fra i conglomerati pliocenici e la copertura detritica di versante sono state individuate aree a pericolosità sismica **S.3**: in caso di predisposizione di progetti edilizi / piani complessi di intervento / piani attuativi che comprendano tali aree dovranno essere valutate le variazioni di velocità delle onde sismiche Vsh al passaggio fra i litotipi presenti. Sono inoltre state evidenziate aree a pericolosità sismica elevata e molto elevata in coincidenza con aree di versante interessate da franosità diffusa in stato di quiescenza / attività la cui situazione di instabilità potrebbe essere reinnescata o accelerata dal verificarsi di un evento sismico.

#### 8.4.6 Mensano

La pericolosità sismica dell'area di Mensano è essenzialmente legata all'assetto morfologico/strutturale del promontorio. In corrispondenza con le aree di contatto fra le formazioni affioranti sono state individuate aree a pericolosità sismica **S.3**: in caso di predisposizione di progetti edilizi / piani complessi di intervento / piani attuativi in tali aree, dovranno essere valutate le variazioni di velocità delle onde sismiche Vsh al passaggio fra i litotipi presenti. Sono state evidenziate anche aree a pericolosità sismica elevata **S.3** in corrispondenza di 2 vallecole che si sviluppano sui versanti a N e NO del centro abitato: in caso siano qui previste delle trasformazioni, dovrà essere predisposta una campagna di indagini geofisiche per l'individuazione della morfologia sepolta del *bedrock* sismico e i contrasti di rigidità sismica dei terreni eluvio-colluviali al fondo degli impluvi secondari. Infine tutto il versante a S di Mensano è in pericolosità sismica molto elevata **S.4**: considerando i vari eventi franosi che si sono susseguiti anche recentemente, la situazione di instabilità potrebbe essere reinnescata o accelerata dal verificarsi di un evento sismico.

### 8.5 Adeguamento del P.S. ai Piani di Autorità di Bacino

*Aggiornamento del quadro conoscitivo dei P.A.I.* Come già detto, ai fini della definizione della pericolosità, si è proceduto all'analisi delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica individuate dalle A.d.B. competenti per il territorio comunale di Casole d'Elsa. Tali aree sono state verificate, anche alla luce delle possibili evoluzioni temporali intercorse dalla loro definizione e della differenza di scala di rilievo e rappresentazione rispetto a quella adottata dal P.S.

Seguendo un approccio conservativo si è scelto di mantenere le pericolosità come definite dalle A.d.B., anche nei casi in cui permanessero dubbi sulla sussistenza di reali e attuali condizioni di rischio. Le indagini condotte per la redazione del P.S. hanno comunque evidenziato situazioni di pericolosità ulteriori oppure discordanti completamente o in parte dal quadro conoscitivo delle A.d.B.; si è quindi imposta la necessità di sottoporre alla valutazione delle A.d.B. competenti un aggiornamento del quadro conoscitivo dei P.A.I. con le nuove perimetrazioni e il grado di pericolosità ad esse associato, secondo le modalità riportate agli Artt. 8 e 16 delle N.T.A. delle A.d.B. Toscana Costa e del Fiume Ombrone e all'Art. 32 delle N.T.A. della A.d.B. del Fiume Arno.

#### 8.5.1 Autorità di Bacino del Fiume Arno

**Pericolosità idraulica.** L'A.d.B. del Fiume Arno individua estese aree a pericolosità idraulica moderata (**P.I.1**) nella zona de "Il Piano" e lungo il corso del Fiume Elsa, del Torrente Senna e del Fosso degli Orneti. Tali aree sono state completamente recepite, rimandando una più precisa definizione della pericolosità idraulica alla realizzazione di verifiche idrauliche per le aree ricadenti nelle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, da eseguirsi nel R.U. Le aree a Pericolosità idraulica moderata (**P.I.1**) come definite dal P.A.I. del Fiume Arno corrispondono alle aree a pericolosità idraulica media (**I.2**) come definite dal D.P.G.R. 26R/2007. Per le aree a pericolosità idraulica **P.I.1** valgono comunque le prescrizioni riportate all'Art. 8 delle N.T.A. dell'A.d.B. del Fiume Arno.

**Pericolosità geomorfologica.** L'A.d.B. del Fiume Arno individua già, a livello di sintesi in scala 1:25.000, alcune aree a pericolosità elevata (**P.F.3**) e media (**P.F.2**) da processi geomorfologici di versante. Il risultato degli studi geologici condotti per la revisione del P.S. comunale ha modificato in parte queste aree ed individuato ulteriori situazioni di pericolosità geomorfologica che sono state sottoposte alla valutazione dell'A.d.B. del Fiume Arno. secondo le corrispondenze elencate sotto con le pericolosità definite ai sensi del D.P.G.R. 26R/2007:

- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.4** corrispondono alle aree a pericolosità molto elevata da frana (**P.F.4**) come definite nel P.A.I. Arno e viceversa;
- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.3** corrispondono alle aree a pericolosità elevata da frana (**P.F.3**) come definite nel P.A.I. Arno e viceversa;
- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.2** corrispondono alle aree a pericolosità media da frana (**P.F.2**) come definite nel P.A.I. Arno e viceversa.

Per le aree a pericolosità per frana **P.F.2**, **P.F.3** e **P.F.4** valgono comunque le prescrizioni riportate rispettivamente agli Artt. 10, 11 e 12 delle N.T.A. dell'A.d.B. del Fiume Arno.

*Note nell'attribuzione delle classi di pericolosità per frana.* Si è preferito mantenere la classificazione della pericolosità per frana elevata (**P.F.3**) già assegnata dal P.A.I. Arno, per le aree presenti presso i Pod. Sermena e Serminino e presso li Pod. La Selva, pur non rilevando sul terreno la presenza di dissesti in attuale stato di quiescenza, privilegiando una scelta conservativa in casi in cui condizioni di acclività dei versanti, litologia affiorante ed assetto stratigrafico della stessa impongono cautela nella valutazione del pericolo connesso.

#### 8.5.2 Autorità di Bacino Toscana Costa

**Pericolosità idraulica.** L'A.d.B. Toscana Costa individua alcune fasce a pericolosità idraulica **P.I.E.** e **P.I.M.E.** lungo il corso del Fiume Cecina e del Torrente Serpenna; tali aree sono state recepite completamente dal Piano Strutturale. Le indagini hanno inoltre definito, secondo le modalità riportate al Par. 8.1, ulteriori aree a pericolosità idraulica **I.3** e **I.4**, che sono state sottoposte alla valutazione dell'A.d.B. con proposta di inserimento nel quadro conoscitivo, P.A.I. Toscana Costa e secondo la seguente corrispondenza:

- Le aree a pericolosità idraulica **I.4** corrispondono alle aree a pericolosità idraulica molto elevata (**P.I.M.E.**) come definite nel P.A.I. Toscana Costa e viceversa;
- Le aree a pericolosità idraulica **I.3** corrispondono alle aree a pericolosità idraulica elevata (**P.I.E.**) come definite nel P.A.I. Toscana Costa e viceversa.

Le aree a Pericolosità idraulica molto elevata (**P.I.M.E.**) ed elevata (**P.I.E.**) sono soggette ai vincoli e alle prescrizioni riportate rispettivamente agli Artt. 5 e 6 delle N.T.A. del P.A.I. Toscana Costa.

Ai fini della definizione della pericolosità idraulica è stato utilizzato il reticolo idrografico significativo per la difesa del suolo definito dall'Autorità di Bacino Toscana Costa.

Nella TAV. d.2.8 b (Carta di adeguamento ai Piani di Autorità di Bacino) è stato inoltre riportato il perimetro della pertinenza fluviale del Fiume Cecina, corrispondente alle aree di naturale esondazione dei corsi d'acqua costituite

<sup>\*</sup> Testo introdotto in accoglimento delle osservazioni dell'Ufficio del Genio Civile di Siena.

dall'alveo attivo e dalla pianura esondabile attiva individuate con criteri geomorfologici (Art. 9 delle NTA del P.A.I. Toscana Costa).

*Pericolosità geomorfologica.* L'A.d.B. Toscana Costa individua, tre aree a pericolosità geomorfologica **P.F.E.**: l'area presso il Pod. Cucule, è stata recepita interamente; i fenomeni franosi che interessano le aree in località "Il Merlo" e lungo la S.P. di Monteguidi sotto l'omonimo centro abitato, sono invece risultati tuttora attivi; tali aree sono state quindi classificate in pericolosità geomorfologica molto elevata **P.F.M.E.**

Le indagini hanno inoltre definito, secondo le modalità riportate al Par. 8.3, ulteriori aree a pericolosità idraulica **P.F.E.** e **P.F.M.E.**, che sono state sottoposte alla valutazione dell'A.d.B. con proposta di inserimento nel quadro conoscitivo del P.A.I. Toscana Costa e secondo la seguente corrispondenza:

- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.4** corrispondono alle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (**P.F.M.E.**) come definite nel P.A.I. Toscana Costa e viceversa;
- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.3** corrispondono alle aree a pericolosità geomorfologica elevata (**P.F.E.**) come definite nel P.A.I. Toscana Costa e viceversa.

Le aree a Pericolosità geomorfologica molto elevata (**P.M.F.E.**) ed elevata (**P.F.E.**) sono soggette ai vincoli e alle prescrizioni riportate rispettivamente agli Artt. 13 e 14 delle N.T.A. del P.A.I. Toscana Costa.

#### 8.5.3 Autorità di Bacino del Fiume Ombrone

*Pericolosità idraulica.* L'A.d.B. del Fiume Ombrone non individua nessuna area a pericolosità idraulica nel territorio comunale di Casole d'Elsa. Le aree a pericolosità idraulica individuate dalle indagini geologiche sono state sottoposte alla valutazione dell'A.d.B. con proposta di inserimento nel quadro conoscitivo, P.A.I. del Fiume Ombrone secondo la seguente corrispondenza:

- Le aree a Pericolosità idraulica **I.4** corrispondono alle aree a pericolosità idraulica molto elevata (**P.I.M.E.**) come definite nel P.A.I. Ombrone;
- Le aree a Pericolosità idraulica **I.3** corrispondono alle aree a pericolosità idraulica elevata (**P.I.E.**) come definite nel P.A.I. Ombrone.

Le aree a pericolosità idraulica molto elevata (**P.I.M.E.**) ed elevata (**P.I.E.**) sono soggette ai vincoli e alle prescrizioni riportate rispettivamente agli Artt. 5 e 6 delle N.T.A. del P.A.I. Ombrone.

Ai fini della definizione della pericolosità idraulica è stato utilizzato il reticolo idrografico significativo per la difesa del suolo definito dall'Autorità di Bacino Toscana Costa.

*Pericolosità geomorfologica.* L'A.d.B. del Fiume Ombrone non individua aree a pericolosità geomorfologica nel territorio comunale di Casole d'Elsa. Le aree a pericolosità geomorfologica individuate dalle indagini geologiche sono state sottoposte alla valutazione dell'A.d.B. con proposta di inserimento nel quadro conoscitivo, P.A.I. del Fiume Ombrone secondo la seguente corrispondenza:

- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.4** corrispondono alle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (**P.F.M.E.**) come definite nel P.A.I. Ombrone;
- Le aree a pericolosità geomorfologica **G.3** corrispondono alle aree a pericolosità geomorfologica elevata (**P.F.E.**) come definite nel P.A.I. Ombrone.

Le aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (**P.M.F.E.**) ed elevata (**P.F.E.**) sono soggette ai vincoli e alle prescrizioni riportate rispettivamente agli Artt. 13 e 14 delle N.T.A. del P.A.I. Toscana Costa.

Siena, febbraio 2011

Il geologo incaricato

Dott. Geol. Mauro Cartocci