

RELAZIONE GEOLOGICA



ELAB.

TAV.

PS 2018



COMUNE DI SAN CASCIANO VAL DI PESA

PS **Piano Strutturale**
Legge regionale 65/2014 e s.m.i

Sindaco
Roberto CIAPPI
Assessore all'Urbanistica
Niccolò LANDI

Ufficio Urbanistica
Arch. Costanza
CACCIATORI
Arch. Sandra ANICHINI
Arch. Mariachiara MIRIZZI
Arch. Samanta PEDANI

Coordinamento Generale
Arch. Silvia VIVIANI
Urbanistica
Arch. Annalisa PIRRELLA
Arch. Lucia NINNO
Pianificatore Devid ORLOTTI

Responsabile del Procedimento
Arch. Barbara Ronchi
Garante della Comunicazione
Dott.ssa Claudia Bruschetti

Febbraio 2021

INDICE

PREMESSA	1
1 - Elaborati prodotti	4
2 - Inquadramento generale.....	6
3 - Sintesi delle conoscenze	6
3.1 - Piani di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale	8
4 - Analisi e approfondimenti.....	10
5 - Elementi geologici	13
5.1 - Inquadramento generale.....	13
5.2 - Carta Geologica (<i>Tavola G.01 – Nord/Sud</i>)	17
6 - Elementi geomorfologici	22
6.1 - Inquadramento generale.....	22
6.2 - Carta Geomorfologica (<i>Tavole G.02 – Nord/Sud</i>)	30
7 - Aspetti idraulici.....	33
7.1 - Idrografia	33
7.2 - Studio idrologico – idraulico (<i>a cura del Dott. Ing. Giacomo Gazzini e del Dott. Ing. Tiziano Staiano</i>)	37
8 – Idrogeologia	37
8.1 - Inquadramento generale.....	37
8.2 - Carta Idrogeologica e delle Permeabilità Superficiali (<i>Tavv. G.03</i>)	41
8.2.1 – Studio Idrogeologico per la verifica delle caratteristiche idrodinamiche e statiche della falda della fascia di rispetto dei pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti in loc. Cerbaia	44
8.2.2 – Carta delle aree interessate dal censimento delle bonifiche ambientali	49
9 - Elementi litologico-tecnici.....	51
9.1 - Carta delle indagini, dei dati di base e indagini geofisiche (<i>Tavv. G.04</i>)	51
9.2 - Carta Litotecnica (<i>Tavv. G.05</i>).....	52
10 - Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico	59
10.1 - Carta geologico-tecnica (<i>Tavv. G.06</i>).....	60
10.2 - Carta delle sezioni geologico-tecniche (<i>Tavv.7 e 7.1</i>).....	64
10.3 - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (<i>Tavv.G.08</i>)	67
10.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS (<i>Tavv.G.09</i>)	69
11 – Caratterizzazione geotermica	71
11.1 – Geotermia a media ed alta entalpia.....	74

11.1.1 – Carta delle temperature attese nel sottosuolo (Tavv.G.10).....	74
11.1.2 – Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico (Tavv.G.11)	75
11.2 – Geotermia a bassa entalpia	76
11.2.1 – Carta del potenziale geotermico di bassa entalpia (Tavv.G.12).....	76
12 - Valutazioni di pericolosità geologica, idraulica, sismica e di problematiche idrogeologiche	80
Bibliografia	81

ALLEGATO A: Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1

PREMESSA

A seguito degli incarichi ricevuti dall'Amministrazione Comunale di San Casciano in Val di Pesa (Provincia di Firenze), con Determina n.190 del 28/12/2017 e Det. n.55 del 20/04/2020 sono state condotte le indagini geologiche a supporto del nuovo Piano Strutturale e del nuovo Piano Operativo.

Il presente documento rappresenta la relazione geologica a supporto del nuovo **Piano Strutturale** redatto ai sensi dell'art.92 della L.R. n.65 del 10 Novembre 2014 e del regolamento di attuazione dell'articolo n.62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio – attualmente sostituito dalla L.R. n.65 del 10 Novembre 2014) in materia di indagini geologiche (Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R pubblicato nella Sezione I del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 51 del 2 novembre 2011).

Il Piano Strutturale e il Piano Operativo in oggetto sono stati adottati con Del. n.26 e n.27 del 08/04/2019. Successivamente, a seguito della presentazione di tutte le osservazioni, provenienti dagli enti interessati dal procedimento e dai privati cittadini, sono state approvate le controdeduzioni ai contributi pervenuti con Del. n. 2 e n.3 del 25/01/2021.

In riferimento alla sintesi delle conoscenze (realizzate ai sensi del punto 2.1-A dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R - Direttive per la formazione del Piano Strutturale e relative varianti), le presenti indagini geologico-tecniche redatte a supporto del nuovo Piano Strutturale comunale sono state condotte prendendo in considerazione il quadro conoscitivo derivante dal Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (ex Autorità di Bacino del Fiume Arno) approvato con D.P.C.M. 6 maggio 2005 (GU n. 230 del 3-10-2005), dal Piano Stralcio Riduzione Rischio Idraulico di cui al D.P.C.M. 5 novembre 1999 (GU n. 226 del 22/12/1999), dal Piano di Bacino Stralcio "Bilancio Idrico" adottato ai sensi dell'art.66 comma 2 del D.Lgs. 152/2006 con Delibera del Comitato Istituzionale n.214 del 20/12/2010, dal Piano di Indirizzo Territoriale, dai sistemi informativi della Regione Toscana (Geoscopio), dai database di ARPAT e dalle precedenti indagini geologico-tecniche di supporto alla vigente Variante al P.S. ed al vigente R.U.C..

In riferimento alle analisi ed approfondimenti (punto 2.1-B dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R-Direttive per la formazione del Piano Strutturale e relative varianti) si è proceduto come di seguito descritto analizzando, approfondendo e modificando, ove necessario, il quadro conoscitivo esistente.

Per quanto concerne gli elementi geologici e strutturali (di cui al punto 2.1-B.1 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R), gli elementi litologico-tecniche (punto 2.1-B.2 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R), gli elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici (punto 2.1-B.3 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R), idrogeologici (punto 2.1-B.6 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R) e topografici (pendenza dei versanti) sono state adeguate, anche con specifici

sopralluoghi e nuovi rilievi di campo in relazione ai criteri definiti dal DPGR 25/10/2011 n. 53/R, nonché utilizzando i dati del Database Geologico della Regione Toscana (aggiornamento del Continuum Geologico Regionale, raccordo ed omogeneizzazione delle legende e delle geometrie della Carta Geologica Regionale in scala 1:10.000), i voli aerei disponibili (Progetto Agea – volo del 2013), le banche dati disponibili di seguito indicate nella sintesi delle conoscenze e le precedenti indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante al P.S. ed al vigente R.U.C. Tali approfondimenti, con particolare riferimento alla parte geomorfologica, sono stati eseguiti, anche in contraddittorio con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e del Genio Civile di Firenze che hanno rilasciato specifico parere indicando, per quanto di loro competenza, il quadro geomorfologico e la distribuzione territoriale delle relative classi di pericolosità geologica. Tali pareri sono stati recepiti completamente nei presenti studi ai sensi della normativa vigente.

Per la definizione degli elementi necessari alla valutazione degli aspetti idraulici si rimanda alla documentazione redatta dal Dott. Ing. Giacomo Gazzini e dal Dott. Ing. Tiziano Staiano.

Per la definizione degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico (di cui al punto 2.1-B.7 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R) è stato preso a riferimento lo studio di microzonazione sismica di livello 1 realizzato a supporto della Variante al P.S. del 2017 basato sulla raccolta di tutti i dati disponibili in riferimento alle precedenti indagini geofisiche e geologiche (per un totale di circa 761 dati disponibili). Per il nuovo Piano Strutturale è stato rivisto ed aggiornato il precedente studio sulla base dei nuovi sopralluoghi geomorfologici eseguiti e sulla base dei nuovi standard di rappresentazione e archiviazione informatica ICMS (versione 4.1 – Novembre 2018).

Alla luce dei suddetti approfondimenti ed in riferimento alla valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico, è stata redatta, con le modalità indicate nelle direttive del DPGR 25/10/2011 n. 53/R e secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS, per l'intero territorio comunale, la carta geologico-technica con relative sezioni geologico-techniche e la carta delle indagini, dati di base e indagini geofisiche. Per i centri urbani maggiormente significativi è stata redatta la carta delle frequenze caratteristiche. Sempre in riferimento ai centri urbani maggiormente significativi è stata redatta infine, ai sensi del DPGR 25/10/2011 n. 53/R e secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS, (sulla base delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e litologico-techniche delle porzioni di territorio comunale di interesse -centri urbani maggiormente significativi- ed in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici), la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

A tal fine si precisa che il Comune di San Casciano in Val di Pesa (FI) è stato inserito in zona sismica 3 ai sensi della Del. G.R. n. 421 del 25/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica della Toscana).

Nel caso specifico, vista la localizzazione del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa (FI), non sono state riscontrate aree con problematiche di dinamica costiera (punto C.3 delle Direttive).

Le indagini geologico-tecniche sono dirette a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico (secondo i criteri del DPGR 25/10/2011 n.53/R), anche in attuazione degli atti di pianificazione sovraordinati, al fine di valutare le condizioni ed i limiti di trasformabilità, garantire e mantenere condizioni di equilibrio idrogeologico e recuperare eventuali situazioni di criticità esistenti. Per quanto riguarda gli aspetti inerenti le condizioni e i limiti di trasformabilità del territorio comunale associati ad aspetti geologici, idraulici e sismici si rimanda alla relazione geologica a supporto del nuovo Piano Operativo.

In aggiunta alla cartografia prevista dalla normativa vigente (di cui al punto 2.2 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R – Elaborati delle indagini per il Piano Strutturale Comunale e relative varianti) sono state redatte, in accordo con l'Amministrazione Comunale di San Casciano in Val di Pesa, per una migliore gestione ambientale del territorio con lo scopo di promuovere l'utilizzo di fonti rinnovabili per la climatizzazione degli insediamenti civili ed industriali i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle temperature attese nel sottosuolo;
- Carta del tetto del potenziale serbatoio;
- Carta del potenziale geotermico di bassa entalpia.

Per la realizzazione delle suddette cartografie sono stati presi in considerazione rispettivamente l'Inventario delle Risorse Geotermiche Nazionali (Ministero dello Sviluppo Economico – UNMIG) e le pubblicazioni “*Geothermal heat pump systems: study of the thermal conductivity and criteria applicable in the province of Siena*” di A. Pasquini, T. Colonna e G. Massa, 2013, e “*Proposta di metodologia per la mappatura della potenzialità geotermica a bassa entalpia – Il caso di studio del conoide della Stura di Lanzo*” di L. Ferrero e D.A. De Luca, Università degli Studi di Torino, 2010.

1 - ELABORATI PRODOTTI

Le indagini di carattere geologico, idraulico e sismico associate al nuovo Piano Strutturale sono costituite dai seguenti elaborati (rispetto alla fase di adozione sono state aggiunte le carte geomorfologiche di dettaglio, a scala 1:5.000, al fine di migliorare la lettura della geomorfologia in aree di particolare interesse, centri urbani maggiormente significativi e aree interessate da previsioni urbanistiche. Tale aggiunta è in ottemperanza alla richiesta integrativa del Genio Civile di Firenze con comunicazione del 26/09/2019):

- **Relazione geologica** (Febbraio 2021);
- **Dati di base**(Febbraio 2021) n.1 CD allegato;
- Tavola G.01 Nord Carta geologica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.01 Sud Carta geologica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.02 Nord Carta geomorfologica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.02.1 Nord Carta geomorfologica di dettaglio (centri urbani) (Febbraio 2021) scala 1:5.000;
- Tavola G.02 Sud Carta geomorfologica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.02.1 Sud Carta geomorfologica di dettaglio (centri urbani) (Febbraio 2021) scala 1:5.000;
- Tavola G.02.2 Nord Carta geomorfologica di dettaglio (aree di trasformazione) (Febbraio 2021) scala 1:5.000;
- Tavola G.02.2 Sud Carta geomorfologica di dettaglio (aree di trasformazione) (Febbraio 2021) scala 1:5.000;
- Tavola G.03 Nord Carta idrogeologica e delle permeabilità superficiali (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.03 Sud Carta idrogeologica e delle permeabilità superficiali (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.04 Nord Carta delle indagini, dati di base e indagini geofisiche (Febbraio 2021) scala 1:10.000 (dett. 1:2000);

- Tavola G.04 Sud Carta delle indagini, dati di base e indagini geofisiche (Febbraio 2021)
scala 1:10.000 (dett. 1:2000);
- Tavola G.05 Nord Carta litotecnica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.05 Sud Carta litotecnica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.06 Nord Carta geologico-tecnica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.06 Sud Carta geologico-tecnica (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.07 Carta delle sezioni geologico-tecniche (Febbraio 2021)
scala orizz. e vert. 1:5.000;
- Tavola G.07.1 Carta delle sezioni geologico-tecniche (Febbraio 2021)
scala orizz. e vert. 1:2.000;
- Tavola G.08 Nord Carta delle frequenze caratteristiche (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.08 Sud Carta delle frequenze caratteristiche (Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.09 Nord Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS –
(Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.09 Sud Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS –
(Febbraio 2021) scala 1:10.000;
- Tavola G.10 Carta delle temperature attese nel sottosuolo
(Febbraio 2021) scala 1:100.000;
- Tavola G.11 Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico (Febbraio 2021)
scala 1:25.000;
- Tavola G.12 Carta del potenziale geotermico di bassa entalpia (Febbraio 2021)
scala 1:25.000.
- **Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1** (Febbraio 2021);
Allegato 1: Indagini Geofisiche di sismica passiva HVSR, ESAC e sismica attiva MASW, rifrazione per la microzonazione sismica realizzate a supporto dello studio MS1 in aggiunta ai dati di base presenti in letteratura.
- **INDAGINI IDROLOGICHE - IDRAULICHE. Redatte dal Dott. Ing. Giacomo Gazzini e dal Dott. Ing. Tiziano Staiano (Fascicolo a parte – Febbraio 2021).**

2 - INQUADRAMENTO GENERALE

Il territorio del Comune di San Casciano in Val di Pesa è localizzato sui rilievi collinari posti a Sud di Firenze e del Fiume Arno e compresi principalmente tra il Fiume Pesa ed il Fiume Greve; il corso del Fiume Greve ne costituisce il limite est, mentre il Fiume Pesa ed il Torrente Virginio delimitano il territorio comunale ad Ovest. La superficie del territorio comunale è di circa 108 Km².

La morfologia del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa è, come predetto, prevalentemente collinare, intervallata dalle strette pianure alluvionali del torrente Pesa e fiume Greve e relativi affluenti. La valle della Pesa che si sviluppa in direzione appenninica (SE-NO) costituisce di fatto l'asse del territorio comunale. Le quote altimetriche variano tra circa 78 metri s.l.m. in corrispondenza della piana di Cerbaia (fondovalle del Fiume Pesa) e circa 510 metri s.l.m. nella zona di Valigondoli e Poggio La Croce (circa 3,5 km a SE dell'abitato di Montefiridolfi), anche se mediamente i rilievi collinari non superano i 300 metri. Il capoluogo è situato a circa 310 metri, mentre per quanto concerne le principali frazioni, Mercatale presenta quote di circa 292 m, Montefiridolfi di 300 m, Spedaletto di 260 m, La Romola di 240 m, Chiesanuova di 230 m, Bargino di 150 m e Cerbaia di 85 m s.l.m..

Nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, il territorio di San Casciano in Val di Pesa è inserito nelle seguenti Sezioni: n.275060, 275070, 275100, 275110, 275120, 275140, 273150, 275160, 286030 e 286040.

3 - SINTESI DELLE CONOSCENZE

La sintesi delle conoscenze, realizzata ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (punto 2.1-A dell'allegato A), comprende la raccolta della documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente e certificato come quello derivante dai Piani di Bacino e dal Piano di Indirizzo Territoriale, al fine di inquadrare le problematiche ed i vincoli presenti sul territorio e sulla cui base effettuare le successive analisi ed elaborazioni.

La sintesi delle conoscenze è stata articolata nelle seguenti attività:

- Consultazione della cartografia geologica regionale (Database Geologico della Regione Toscana, scala 1:10.000);
- Consultazione dei Piani di Bacino redatti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (ex Autorità di Bacino del Fiume Arno): "Stralcio Assetto Idrogeologico", "Stralcio Rischio Idraulico" e "Stralcio Bilancio Idrico".

- Consultazione Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA (2007);
- Consultazione del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (P.I.T.);
- Consultazione P.R.A.E.R. (Piano Regionale Attività estrattive);
- Consultazione del database dei titoli minerari vigenti della Regione Toscana (Attività Estrattive, Miniere e Geotermia – Titoli minerari vigenti per Marna da Cemento).
- Consultazione delle Indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante al Piano Strutturale del Comune di San Casciano redatte dallo studio IdroGeo Service Srl (2017);
- Consultazione delle Indagini geologico-tecniche di supporto alla Piano Strutturale del Comune di San Casciano redatte dal Prof. Carlo Alberto Garzonio (2008);
- Consultazione delle Indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante Generale al PRG per le aree urbane edificate del Comune di San Casciano redatte dallo Studio GeoEco Prof. Eros Aiello (1997);
- Ricerca dei dati di base litostratigrafici, geotecnici e sismici presenti negli archivi comunali;
- Consultazione degli archivi della Regione Toscana, in particolare della Banca Dati del sottosuolo e della Banca Dati Geotermia (LaMMA), della Banca Dati indagini geotematiche (BDIG), della Banca Dati stratigrafica della Toscana (SIRA) e Informazione Geografica (GEOscopio);
- Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze (S.I.T.);
- Consultazione del database fototeca del portale GEOscopio la Regione Toscana (1954-2013);
- Ricerca bibliografica riguardante studi di carattere geologico in senso lato aventi ad oggetto il territorio comunale- Università degli Studi di Firenze
- Consultazione della Banca dati del Consorzio Lamma – Persistent Scatterers Interferometry (PSI) per aree in subsidenza;
- Consultazione del portale ARPAT – SIRA (Banca dati delle Zone Vulnerabili ai Nitrati, ZVN)
- Consultazione del portale ARPAT – SIRA (Sistema Informativo Siti interessati da procedimenti di BONifica - SISBON)
- Consultazione della Banca dati Publiacqua;
- Consultazione della Banca dati ACQUE SPA
- Consultazione Banca dati del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA - Istituto Superiore per la

Protezione e la Ricerca Ambientale), archivio *'Indagini del sottosuolo'* (L. 464/84);

- Consultazione della Banca dati ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - *Carta Geologica d'Italia- Banca dati nazionale dei Sink Hole- Banca dati Geofisica- Banca dati archivio nazionale delle indagini del sottosuolo L. 464/84- Progetto Ithaca- Banca dati sondaggi profondi*;
- Consultazione della Banca dati Progetto VIDEPI-UNMIG Ministero per lo Sviluppo Economico- *Sismica ricognitiva- Profili finali di pozzo*;
- Consultazione della Banca dati UNMIG Ministero per lo Sviluppo Economico- *Area interesse geotermia*;
- Consultazione Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze e Tecnologie Applicate all'Ambiente, sezione tecnologie innovative per la gestione del territorio (Ciclo XXV): *"Impianti di geoscambio: studio della conducibilità termica e criteri di applicabilità in Provincia di Siena"* di A. Pasquini, T. Colonna e G. Massa (2013).
- Consultazione articolo "Proposta di metodologia per la mappatura della potenzialità geotermica a bassa entalpia – Il caso di studio del conoide della Stura di Lanzo" di L. Ferrero; D.A. De Luca – Università degli Studi di Torino (2010)

Di seguito si riportano gli approfondimenti di alcuni tematismi elencati all'interno della sintesi delle conoscenze.

3.1 - Piani di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Con l'adozione del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015) **e la sua successiva approvazione** delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016, **il PAI (Piano stralcio Assetto Idrogeologico) ha visto modificato i propri contenuti per quanto riguarda la pericolosità idraulica.**

Il PAI mantiene i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da frana nel bacino. Quindi il PAI "frane" è lo strumento del Piano di Bacino per l'individuazione delle aree a pericolosità da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni per l'analisi del territorio. Le norme di PAI continuano a mantenere la loro operatività **per tutti gli articoli della normativa facenti riferimento a pericolosità e rischio da frana.**

Laddove le aree di pericolosità geologica sono di nuova definizione e/o definite diversamente da quanto riportato nel Piano di Bacino Assetto Idrogeologico, sono state proposte le Osservazioni al Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI – pericolosità da frana).

Per la redazione della documentazione a supporto del nuovo Piano Strutturale comunale si è proceduto alla consultazione della cartografia del Piano di Bacino con particolare riferimento al piano *Stralcio "Assetto Idrogeologico"* (per la parte riguardante la pericolosità da frane) e al *Piano Stralcio "Bilancio Idrico"*.

Stralcio "Assetto Idrogeologico" (strumento per l'individuazione delle aree a pericolosità idraulica e da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni per l'analisi del territorio).

Il Piano di Bacino stralcio assetto idrogeologico, redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con D.P.C.M. 6 Maggio 2005 (GU n. 230 del 3-10-2005).

Esso ha valore di piano sovraordinato territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo.

Il PAI, attraverso le proprie disposizioni persegue, nel rispetto del patrimonio ambientale, l'obiettivo generale di garantire livelli di sicurezza adeguati rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico in atto o potenziali.

Piano Stralcio "Bilancio Idrico" (strumento per la definizione delle condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l'imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa)

Il Piano di Bacino stralcio Bilancio Idrico è stato adottato ai sensi dell'art.66 comma 2 del D.Lgs. 152/2006 con Delibera del Comitato Istituzionale n.214 del 20/12/2010. Le relative misure di salvaguardia sono state prorogate con Decreto del Segretario Generale n.72 del 27/12/2011.

Il bilancio idrico, definito alla scala del bacino idrografico, è espresso dall'equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati nel bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici e dei fabbisogni per i diversi usi.

È l'indispensabile strumento conoscitivo su cui fondare la gestione della risorsa idrica nonché la base scientifica sulla quale costruire, all'interno dei piani di tutela, le analisi, gli studi previsionali e le strategie volte al perseguimento degli obiettivi di qualità e più in generale i programmi e le azioni di governo del territorio.

Fornisce inoltre gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei, in un quadro tecnico chiaro ed unitario.

Sulla base delle verifiche summenzionate, vista la precedente strumentazione urbanistica comunale (Variante al P.S. approvata con D.C.C. n.41 del 19/06/2017) e l'evoluzione geomorfologica avvenuta in porzioni del territorio comunale dal 2017 (anno di approvazione del vigente Piano Strutturale) ad oggi (2019), in termini di riattivazione ed evoluzione di movimenti franosi esistenti o meno, si è provveduto a formulare le Osservazioni al P.A.I. (pericolosità da frane) in merito alla pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante attraverso la redazione di una carta geomorfologica aggiornata per l'intero territorio comunale, frutto di uno specifico studio geomorfologico realizzato attraverso rilevamenti di campagna, fotointerpretazione su foto in visione stereoscopica relativi all'ultimo volo disponibile (volo del 2013) e consultazione della fototeca disponibile sul portale GEOscopio della Regione Toscana (voli dal 1954 al 2013).

4 - ANALISI E APPROFONDIMENTI

Successivamente alla raccolta ed all'analisi dei dati esistenti riferiti alla sintesi delle conoscenze, sono stati effettuati approfondimenti di carattere geologico strutturale, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico (ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R - punto 2.1-B dell'allegato A) al fine di aggiornare ed integrare le conoscenze riguardanti l'intero territorio comunale come specificato in premessa. Sempre in termini di analisi ed approfondimenti, è stato eseguito, in accordo con l'Amministrazione Comunale di San Casciano in Val di Pesa, e in aggiunta a quanto previsto dalle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R - punto 2.1-B dell'allegato A, per una migliore gestione ambientale del territorio con lo scopo di promuovere l'utilizzo di fonti rinnovabili per la climatizzazione degli insediamenti civili ed industriali, uno studio di massima sulle potenzialità geotermiche del territorio comunale. Questo come approfondimento del quadro conoscitivo.

A supporto delle suddette analisi ed approfondimenti si è anzitutto proceduto ad un rilevamento di carattere geologico, litostratigrafico, geologico-strutturale e geomorfologico (in contraddittorio con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e del Genio Civile di Firenze) basato sulla cartografia geologica regionale, dopodiché si è proceduto ad un accurato lavoro di fotointerpretazione eseguita su 27 fotogrammi relativi al volo effettuato nel 2013 (ultimo volo disponibile con copertura totale del territorio comunale), appositamente reperito presso l'Archivio foto-cartografico della Regione Toscana e supportato da verifiche dirette puntuali di rilievo geologico e geomorfologico in situ. L'analisi geomorfologica di campagna e in studio summenzionata è stata associata da una consultazione approfondita dei dati interferometrici satellitari InSAR processati con tecnica di

Permanent Scatterers (dati acquisiti dai satelliti ESA - European Space Agency, ERS-1 ed ERS-2 - Earth Resources Satellite ed ENVISAT - ENVIRONMENTAL SATellite, con copertura temporale dal 1991 ad oggi) messi a disposizione dal Consorzio Lamma.

Relativamente agli approfondimenti degli aspetti di carattere idraulico, si rimanda alla specifica documentazione idrologico-idraulico redatta dal Dott. Ing. Giacomo Gazzini e dal Dott. Ing. Tiziano Staiano.

Relativamente agli aspetti idrogeologici (Regolamento 53/R, Allegato A, punto 2.1- B.6), attraverso l'analisi della cartografia geologica regionale, della banca dati dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (ex Autorità di Bacino del Fiume Arno), della Provincia di Firenze e del gestore del pubblico acquedotto Publiacqua, è stato ricostruito l'assetto idrogeologico generale. Dopodiché, si è proceduto alla ricerca di eventuali disequilibri in atto sulla risorsa idrica, legati anche ad interventi antropici ed all'individuazione su tutto il territorio comunale di potenziali situazioni di criticità. In aggiunta è stato preso a riferimento un approfondimento eseguito in corrispondenza del campo pozzi di Publiacqua di Cerbaia, attraverso indagini in situ e prove di portata delle opere di captazione e allegato alla Variante al P.S. vigente.

Relativamente agli aspetti sismici le indagini geologico-tecniche prevedono la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in ottemperanza a quanto previsto dal Regolamento 53/R, facendo riferimento all'Allegato A, punto 2.1- B.7 e C.5, finalizzato ad evidenziare gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico e scaturito nella realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). A supporto del nuovo Piano Strutturale è stato preso a riferimento lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 realizzato a supporto della Variante al P.S. (2017) revisionato e aggiornato alla luce dei nuovi rilievi geomorfologici e alla luce dei nuovi standard di rappresentazione (ICMS – Versione 4.1 - Novembre 2018).

Il suddetto studio di MS1 è stato basato su un volume complessivo di indagini geologico-tecniche e geofisiche totale di n. 761 (fonte: Amministrazione Comunale di San Casciano in Val di Pesa e Banca dati del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - archivio 'Indagini del sottosuolo', L. 464/84).

Relativamente agli aspetti geotermici, in particolare con riferimento alla geotermia a media/alta entalpia, attraverso l'analisi della cartografia disponibile sul portale del Ministero dello Sviluppo Economico – Direzione Generale per le Risorse Minerarie ed Energetiche (UNMIG – Inventario delle Risorse Geotermiche Nazionali) è stato possibile ricostruire l'assetto geotermico di massima del territorio comunale in termini di profondità (m s.l.m.) del tetto del potenziale serbatoio geotermico e delle temperature (° C) al tetto del potenziale serbatoio geotermico e alle profondità di -1.000 m, -2.000

m e -3.000 m dal p.c.. Per quanto riguarda la geotermia a bassa entalpia, attraverso la consultazione delle pubblicazioni *“Geothermal heat pump systems: study of the thermal conductivity and criteria applicable in the province of Siena”* di A. Pasquini, T. Colonna e G. Massa, 2013, e *“Proposta di metodologia per la mappatura della potenzialità geotermica a bassa entalpia – Il caso di studio del conoide della Stura di Lanzo”* di L. Ferrero e D.A. De Luca, Università degli Studi di Torino, 2010, è stato possibile ricostruire l'andamento del potenziale geotermico del territorio comunale per uno sfruttamento di 1800 h e di 2400 h.

Per quanto gli aspetti idrogeologici, oltre alla classificazione dei litotipi presenti in riferimento alla permeabilità e alla vulnerabilità degli acquiferi presenti o potenzialmente presenti nel sottosuolo la cartografia idrogeologica è stata implementata, per quanto riguarda le attività di bonifica, ai sensi dell'art 253 del D.Lgs 152/2006 e ai sensi dell'art.13 della L.R. 25/98, dei siti, con procedimento attivo, indicati nella banca dati SISBON facente capo all'agenzia ARPAT.

Sempre in ambito idrogeologico, nell'ambito della cartografia inerente l'indicazione delle problematiche idrogeologiche (TAVV.G.03 - PO), sono state indicate le Zone Vulnerabili da Nitrati (ZVN) così come riportate nella relativa banca dati dell'agenzia ARPAT.

Infine, per completezza di informazione, e su richiesta del Comune di San Casciano in Val di Pesa, a seguito della consultazione dei database delle società Publiacqua e ACQUE SPA, nell'ambito della cartografia inerente l'indicazione delle problematiche idrogeologiche, sono stati indicati i pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti all'interno dei comuni limitrofi (Impruneta, Montespertoli, Greve in Chianti, Scandicci e Tavarnelle Val di Pesa) ma ubicati in prossimità del limite comunale di San Casciano in aggiunta a quelli presenti nel territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa. L'implementazione suddetta si è resa necessaria al fine di indicare le zone di rispetto dei pozzi potabili ad uso acquedottistico (ai sensi dell'art.94, c.6 del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.) presenti all'interno del limite comunale di San Casciano in Val di Pesa. ma derivanti da pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti all'interno di comuni limitrofi a San Casciano in Val di Pesa.

Gli approfondimenti si sono concretizzati nella realizzazione di tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, geologico-tecnico, geofisico, sismico e geotermico rappresentati mediante cartografie alla scala 1:10.000 (ad eccezione delle cartografie legate al tematismo geotermico che sono state realizzate a scala 1:25.000 e 1:100.000, delle carte di dettaglio geomorfologico e di MS1 che sono state realizzate a scala 1:5.000 e delle carte delle sezioni e dei dati di base di dettaglio che sono state realizzate a scala 1:2.000) per il territorio comunale.

Preme ricordare che per quanto riguarda gli elaborati cartografici rappresentativi dei tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, geologico-tecnico, geofisico e sismico, essi sono stati realizzati ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegate al

Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'art.62 della Legge Regionale n.1 del 3 Gennaio 2005, attualmente sostituita dalla L.R. n.65 del 10 Novembre 2014). Viceversa gli elaborati cartografici rappresentativi del tematismo geotermico sono stati realizzati, in accordo con l'Amministrazione Comunale di San Casciano in Val di Pesa, per una migliore gestione ambientale del territorio con lo scopo di promuovere l'utilizzo di fonti rinnovabili per la climatizzazione degli insediamenti civili ed industriali.

5 - ELEMENTI GEOLOGICI

5.1 - Inquadramento generale

Da un punto di vista geologico il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa è caratterizzato dalla presenza di estesi affioramenti di depositi continentali villafranchiani (piano di passaggio fra Pliocene e Pleistocene), delimitati a SE e ad E da rocce del substrato litoide ed appartenenti alle formazioni alloctone del Dominio Ligure (Giurassico, Cretaceo, Paleocene e Eocene) e a NE da formazioni appartenenti al Dominio Toscano (Oligocene e Miocene).

Sono poi presenti sedimenti recenti ed olocenici attuali di origine alluvionale, con rari terrazzamenti, ed estese coperture detritiche, di spessore variabile, sia di origine gravitativa, che legate a processi di erosione di versante.

Il bacino della Val di Pesa è inserito all'interno del contesto geologico dei bacini neogenici della Toscana tirrenica (lato Ovest dell'arco appenninico settentrionale). I suddetti bacini sono caratterizzati da ampi volumi di riempimenti neogenici-quadernari. L'analisi di questi riempimenti hanno evidenziato un alternanza di sedimenti marini e continentali, un pattern sedimentario dipendente dalle variazioni del livello del mare, a sua volta regolato a livello globale dalle eustasie e dai cambiamenti climatici che hanno caratterizzato il passaggio fra il tardo Neogene e il Quaternario (Benvenuti M., 1999), (Martini I. &, 1993), (Benvenuti M. et al., 2014) e non per ultimo dalla tettonica regionale. In particolare proprio l'interazione fra tettonica regionale e processi eustatici hanno portata all'assetto litostratigrafico dei bacini della Toscana settentrionale caratterizzati da un alternanza ciclica di depositi marini e continentali fluvio-lacustri.

Da un punto di vista geostrutturale il contesto geologico dei bacini neogenici della Toscana tirrenica è caratterizzata da numerose faglie e fratture con orientamento appenninico (NW-SE) e antiappenninico (NE-SW). I principali lineamenti con orientamento appenninico sono rappresentati dalla Dorsale Medio Toscana (MTR) e dalla Dorsale Monti del Chianti e Monte Albano (ACM), mentre

i principali lineamenti trasversali con orientamento antiappenninico sono rappresentati dalla linea Livorno-Sillaro (LS) e dalla linea Piombino-Faenza (PF – vedi Fig. 1).

Nel corso degli anni a livello scientifico si sono succedute varie ipotesi sull'evoluzione strutturale dei suddetti bacini. La tesi più diffusa rappresenta i bacini come graben e semi-graben (Sestini, 1970), (Martini I. &, 1993), (Martini e. a., 2001), (Benvenuti M. et al., 2014) o come bacini a catino evoluti in graben (Pascucci, 1999), (Brogi A. , 2011), (Benvenuti M. et al., 2014) delimitati da faglie normali ad alto o basso angolo (Carmignani L. D., 1994), (Decandia, 1998), (Brogi A. L., 2005), (Brogi A. , 2011), (Benvenuti M. et al., 2014).

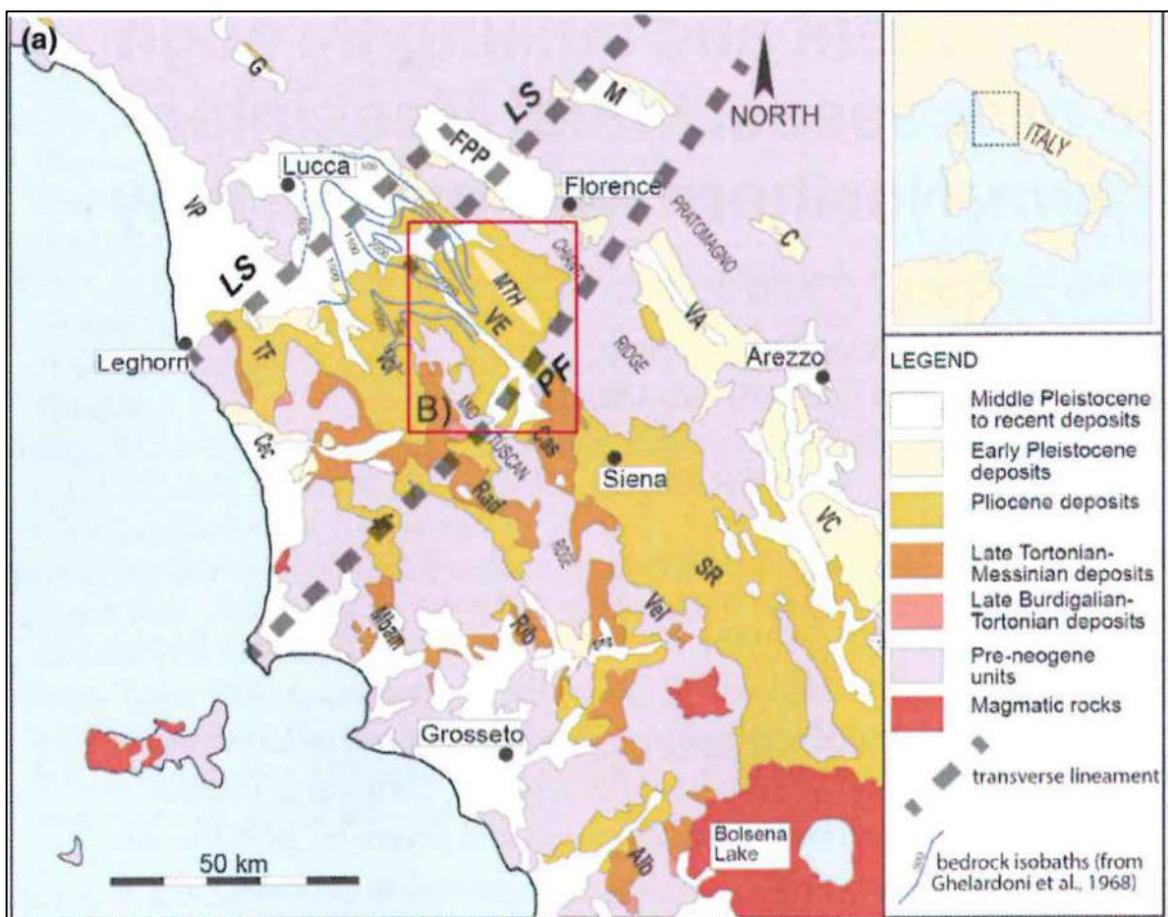


Fig. 1 – Distribuzione dei bacini Neogenici-quadernari della Toscana (Benvenuti M. et al., 2014).

Il contesto geotettonico sopra descritto è attribuibile ad una estensione crostale tardo/post-orogena retro appenninica iniziata nel tardo Miocene, (Sestini, 1970), (Elter, 1975), (Benvenuti M. et al., 2014), risultato di processi di retro arco appenninico osservabili su più ampia scala (Jolivet, 2008),

(Benvenuti M. et al., 2014), o di instabilità gravitazionale della crosta (Carmignani L. &, 1990), (Carmignani L. D., 1994), (Benvenuti M. et al., 2014).

Un ipotesi alternativa, più recente, ascrive l'evoluzione sedimentaria-tettonica dei suddetti bacini ad uno stress compressivo accumulato nelle zone frontali della catena appenninica e propagato nelle porzioni interne attraverso la riattivazione di faglie inverse vergenti NE e/o l'attivazione di faglie inverse vergenti SW (Bonini M. &, 2002), (Bonini M. , 2007), (Benvenuti M. et al., 2014). I bacini così formati potrebbero essere stati soggetti successivamente a fasi deformative distensive a partire dal Pleistocene medio che hanno portato al collasso crostale (Sani, 2009), (Benvenuti M. et al., 2014).

In merito alle variazioni eustatiche che hanno caratterizzato e controllato i cicli deposizionali alternati (depositi marini e depositi continentali) dei bacini neogenici della Toscana tirrenica, di recente è stato realizzato uno studio dettagliato dei riempimenti deposizionali dei suddetti bacini (Benvenuti M. et al., 2014), con particolare riferimento al bacino della Valdelsa, estendibile come assetto anche al sottobacino della Val di Pesa (Benvenuti M. et al., 2014). Nel suddetto studio sono stati messi in evidenza, a partire dal Zancleano (piano inferiore del Pliocene) fino ad arrivare al Gelasiano (piano inferiore del Pleistocene), 5 sintemi differenziati sulla base della litologia, struttura e contenuto o meno di fossili (indici di ambiente di sedimentazione, marino o continentale, nonché marcatori temporali – (Fig.2 e Tab. 1).

In linea di massima nell'intervallo temporale preso a riferimento dallo studio è possibile mettere in evidenza una trasgressione marina molto estesa a partire dal Pliocene inferiore che si è protratta per quasi tutto il Pliocene. Il mare pliocenico, soprattutto nel territorio comunale in analisi, come concordano tutti gli autori, doveva avere scarsa profondità. Tale tesi è supportata dal ritrovamento nei depositi analizzati di facies faunistiche tipiche di ambiente litorali e sub-litorali. La linea di costa del mare pliocenico ha quasi raggiunto l'attuale spartiacque fra il torrente Pesa e il fiume Greve. Successivamente, al netto di oscillazioni eustatiche minori si è verificato un'emersione progressiva dei depositi marini (Pliocene superiore), con conseguente attivazione dei fenomeni erosivi e seguito nell'area da una fase di stasi perdurata per tutto il Villafranchiano. Successivamente sono ripresi i movimenti di sollevamento, avvenuti in maniera non uniforme, ma per blocchi separati da faglie dirette, le più importanti delle quali presentano direzione appenninica, mentre le minori presentano andamento anti-appenninico. L'attività tettonica prosegue anche allo stato attuale con attività sismica modesta.

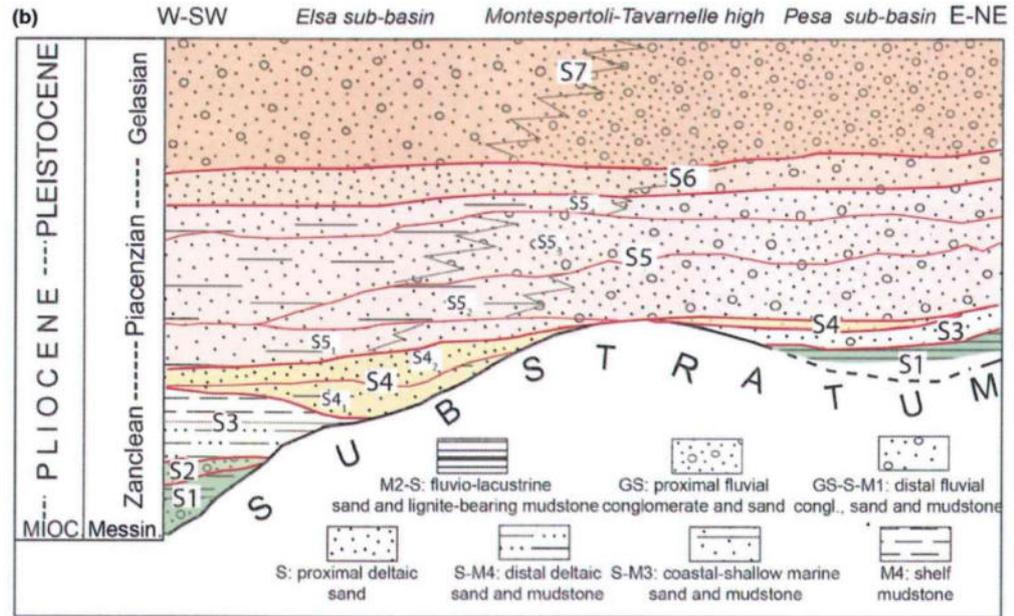


Fig. 2 – Schema stratigrafico della successione alto Messiniano – basso Pleistocene del bacino della Valdelsa mostrando l’architettura a sistemi dei sottobacini separati dall’alto Montespertoli-Tavarnelle (Benvenuti M. et al., 2014).

Lithofacies	Description
Gravelly-sandy lithofacies (GS)	Dm-m thick brownish-yellowish mostly calcareous conglomerate and sandstone in tabular to lenticular, massive to graded beds, arranged in bedsets up to few tens metre thick. Sedimentary structures may include clast imbrications and planar/through cross-lamination. Fossils are absent or very scarce consisting of scanty reworked carbonized wood fragments and brackish/marine mollusc shells
Sandy lithofacies (S)	Fine-grained yellowish sandstone in dm-m thick lenticular, planar inclined to tabular beds, grouped in bedsets up to few tens metre thick. Beds are massive to graded including horizontal, planar and trough cross-lamination. Fossil content varies from scanty to abundant brackish-marine mollusc shells, isolated burrows and pervasive bioturbation
Muddy lithofacies (M)	Massive to horizontally bedded greysh mudstones subdivided in four lithofacies on the base of the fossil content (Benvenuti <i>et al.</i> , 1995b, 2007). Lithofacies M1, devoid of fossils or with scanty remains of carbonized vegetation (either dispersed in the sediment or as tree roots in life position), occasional vertebrates or land snails, calcareous nodules and diffuse mottling Lithofacies M2, characterized by freshwater, lacustrine-palustrine, mollusc assemblages and lignite seams Lithofacies M3 contains assemblages of brackish water molluscs Lithofacies M4, dominated by molluscs from open marine, inner shelf settings. Scattered remains of fishes and cetaceans were occasionally recovered (Danise, 2011)

Tab. 1 – Riassunto delle litofacies presenti nella successione alto Messiniana-Gelasiana del bacino della Valdelsa. (Benvenuti M. et al., 2014)

5.2 - Carta Geologica (*Tavola G.01 – Nord/Sud*)

Per la redazione della Carta Geologica, a supporto del nuovo Piano Strutturale, si è provveduto a confermare la cartografia già realizzata per la Variante al Piano Strutturale, basata, a sua volta, sull'analisi dei rilievi del progetto CARG, recentemente affinato con la stesura del Database Geologico della Regione Toscana (scala 1:10.000 – aggiornamento degli strati informativi del Continuum Geologico Regionale).

Il territorio di San Casciano in Val di Pesa è caratterizzato dalla presenza di estesi affioramenti di depositi continentali villafranchiani (piano di passaggio fra Pliocene e Pleistocene), delimitati a SE e ad E da terreni appartenenti alle formazioni del substrato litoide alloctone del Dominio Ligure (Giurassico, Cretaceo, Paleocene e Eocene) e a NE da terreni appartenenti alle formazioni del Dominio Toscano (Oligocene e Miocene).

Sono poi presenti sedimenti recenti ed olocenici attuali di origine alluvionale, con rari terrazzamenti, ed estese coperture detritiche, di spessore variabile, sia di origine gravitativa, che legate a processi di erosione di versante.

Nella carta geologica in conformità a quanto contenuto nel CARG e nella Cartografia geologica regionale (Database geologico della Regione Toscana) sono stati rappresentati i litotipi significativi per caratteristiche litologiche-stratigrafiche e sviluppo areale:

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Depositi Olocenici

- *Depositi alluvionali attuali - (b)*;
- *Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna)*.

Depositi del Pleistocene Medio-Superiore

- *Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bnb)*.

I depositi alluvionali recenti e attuali sono caratterizzati da alternanze di ghiaie, sabbie e limi derivanti dal processo deposizionale alluvionale realizzato dai principali corsi fluviali presenti nel territorio comunale a partire dal Pleistocene medio superiore fino ad oggi (torrente Pesa, torrente Sugana, torrente Terzona, Torrente Virginio, fiume Greve e affluenti secondari). Per quanto riguarda i depositi continentali pleistocenici (**bnb**), essi si riscontrano solo in due località (Fig. 3): nelle porzioni nord e sud dell'abitato di Cerbaia, in corrispondenza della confluenza del torrente Sugana con il torrente

Pesa e in una piccola porzione SE del territorio Comunale ad Est di Mercatale in Val di Pesa in corrispondenza della loc. Novoli a monte del borro delle Macerate. Lo spessore degli strati alluvionali oscilla da pochi metri, in corrispondenza dei torrenti e borri secondari e in prossimità dei limiti esterni delle valli fluviali fino a valori intorno ai 20 m in corrispondenza dei principali assi drenanti presenti nel territorio comunale (torrente Pesa e fiume Greve) e in corrispondenza delle porzioni intermedie e centrali delle valli fluviali del torrente Pesa e del fiume Greve (vedi stratigrafie n. 91, n. 100, n. 172, n. 446, n. 495 e n. 616 nell'allegato "Dati di Base").

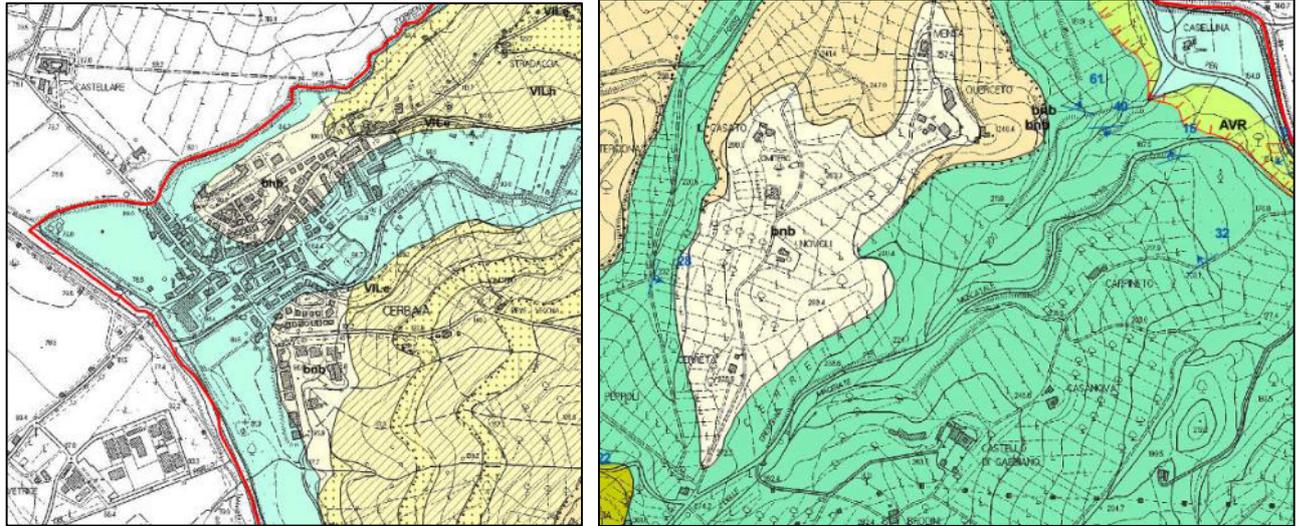


Fig. 3 – Affioramento dei depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bnb) in loc. Cerbaia (a sinistra) e in loc. Novoli – Est di Mercatale in Val di Pesa (a destra)

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILLAFRANCHIANI

- *Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose - (VILh);*
- *Sabbie e conglomerati (VILe);*
- *Argille e argille sabbiose lignitifere lacustri e fluvio-lacustri - (VILc);*
- *Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltose-argillose e limi sabbiosi (VILb);*
- *Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa).*

I depositi continentali villafranchiani sono terreni di origine prevalentemente fluvio-lacustre caratterizzati da un ampio range granulometrico che spazia dalle argille, argille limose, passando per i limi fino ad arrivare alle sabbie e alle ghiaie. La sequenza deposizionale, nell'area territoriale di San Casciano in Val di Pesa, prevede dal basso all'alto in ordine geometrico:

- **VILh;**
- **VILe;**
- **VILh/VILc;**
- **VILa;**
- **VILb.**

Come riportato nel capitolo 5.1 tali depositi poggiano su depositi marini pliocenici a loro volta poggianti su un substrato alloctono ligure e/o autoctono toscano. In merito agli spessori, i depositi continentali villafranchiani e marini pliocenici superano abbondantemente i 100 m in quasi tutto il territorio (soprattutto in corrispondenza della porzione occidentale del territorio comunale) ad eccezione di alcune aree poste in prossimità dei contatti con il dominio alloctono ligure (porzione E ed SE del territorio comunale) o dominio autoctono toscano (porzione NE del territorio comunale). In queste ultime porzioni si evidenziano spessori di depositi pliocenici e villafranchiani variabili da un minimo di circa 10 m (vedi stratigrafie n. 196 e n. 204 nell'allegato "Dati di Base" redatto a supporto della presente Variante al Piano Strutturale) ad un massimo di circa 65 m (vedi stratigrafia n.518 nell'allegato "Dati di Base").

DOMINIO LIGURE

Depositi Ligure Interno – Unità di M.Gottero

- *Argille a Palombini – Unità di Val Vara - (APA);*
- *Gabbri con filoni basici (GBB);*
- *Peridotiti serpentizzate con filoni gabbri e basaltici (serpentiniti – PRN).*

Depositi Ligure Esterno – Unità di M.Morello, Unità di S.Fiora, Unità del Cassio e Unità dell'Antola

- *Formazione di M.Morello - (MLL);*
- *Formazione di Sillano – S. Fiora (SIL);*
- *Pietraforte (PTF);*
- *Argille varicolori (AVR)*

Il substrato alloctono del dominio ligure, affiora prevalentemente nella porzione orientale e sud-orientale del territorio comunale e va a costituire il substrato geologico dei depositi marini pliocenici e continentali villafranchiani. In termini litologici si va dalle argilliti e calcilutiti delle Argille a Palombini (**APA**), alle argilliti più o meno siltose della Formazione di Sillano (**SIL**), fino alle arenarie e siltiti quarzoso-feldspatiche della Pietraforte (**PTF**) e al flysch carbonatico, calcareo marnoso della Formazione di M.Morello (**MLL**). Al passaggio fra la Formazione di M.Morello e la Formazione di Sillano sono presenti argilliti varicolori con livelli di arenarie e calcari marnosi appartenenti alla Formazione delle Argille Varicolori (**AVR**). Nella porzione orientale del territorio comunale affiorano piccole porzioni di gabbri e peridotiti serpentizzate inglobati nelle formazioni argillitiche principali (Argille a Palombini e Formazione di Sillano).

Il Dominio Ligure insieme al Dominio Toscano rappresentano unità sedimentarie tettoniche proveniente da domini geodinamici e paleogeografici diversi, sedimentati a partire dall'inizio del Mesozoico e proseguiti fino dentro la fascia compressiva Cenozoica derivante dalla collisione continentale Europa-Africa. Le formazioni del Dominio Ligure, in un processo di sovrascorrimento tettonico, si ritrovano sopra le unità del Dominio Toscano (Benvenuti M. et al., 2014). Il processo di sovrascorrimento suddetto è osservabile nella porzione meridionale ed orientale del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, ad Ovest della loc. di Valigondoli e a Nord della Loc. di Montecapri (Fig.4).

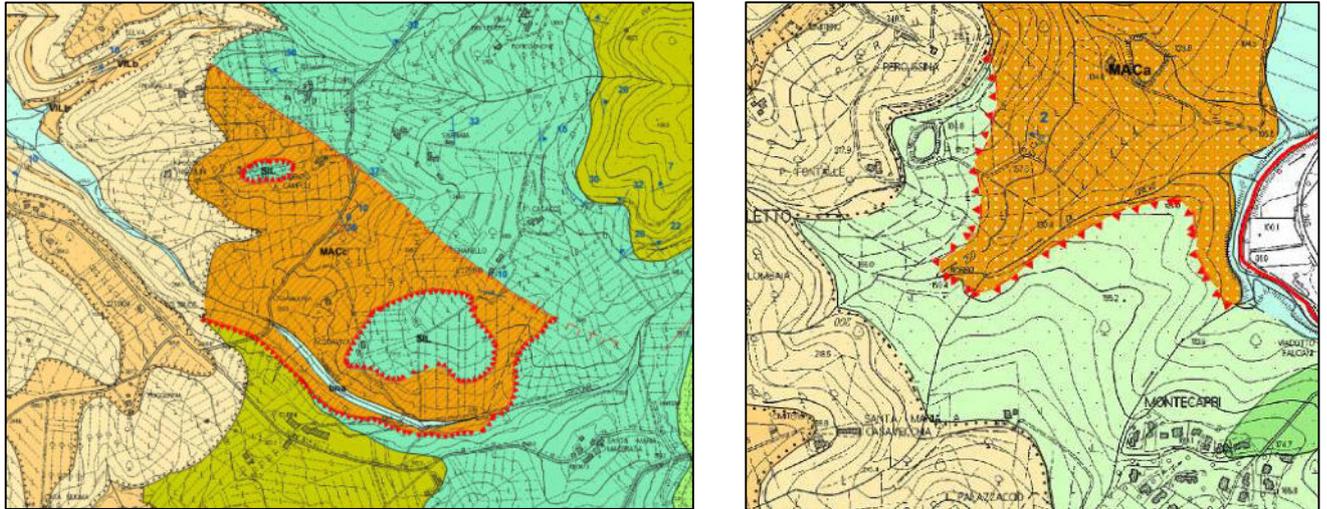


Fig. 4 – Sovrascorrimenti del Dominio Ligure sul Dominio Toscano nella porzione meridionale (a sinistra) e nella porzione orientale (a destra) del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa.

DOMINIO TOSCANO

Falda Toscana

- Arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti - (**MAC**);
- Marne e Marne siltose, con intercalazioni di calcareniti (**MACc**);
- Olistostromi di materiale ligure e subligure (**MACa**).

Le formazioni autoctone del Dominio Toscano affiorano estesamente nella porzione NE del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa (ad esclusione di un piccolo affioramento a Sud del territorio comunale ad Ovest della loc. Valigondoli). Il Macigno è costituito da un alternanza di arenarie quarzoso-feldspatiche gradate, con siltiti ed argilliti scistose. Lo spessore degli strati di arenaria è rilevante (raramente inferiore al mezzo metro, raggiunge talora alcuni metri), viceversa gli strati siltitici presentano spessori assai ridotti (3-4 cm). Al tetto della formazione del macigno s.s. (**MAC**) è presente una formazione costituita da marne e marne siltose, con intercalazione calcarenitiche (**MACc**). Discorso a parte riguarda la formazione, indicata nella Database Geologico della Regione Toscana, come **MACa**. Essa è costituita da accumuli di materiale ligure e sub-ligure (blocchi calcarei immersi in una matrice argilloso-sabbiosa - olistostromi) depositatesi a seguito di processi franosi sottomarini.

6 - ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

6.1 - Inquadramento generale

Il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa è caratterizzato, dal punto di vista morfologico, da una netta prevalenza di rilievi collinari pliocenici/villafranchiani e subordinatamente rilievi collinari risalenti all'intervallo temporale Mesozoico - primo Cenozoico. Su questo assetto morfologico si è venuto ad instaurare un processo di erosivo fluviale ed incanalato per rivoli cui i principali assi drenanti sono rappresentanti, ad Ovest, dal torrente Pesa e dal torrente Virginio, ad Est dal fiume Greve e in direzione approssimativamente trasversale al territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa (circa Est-Ovest), dal torrente Sugana e dal torrente Terzona. Alle suddette valli principali si aggiungono, distribuiti in maniera pressoché omogenea su tutto il territorio comunale, tutta una serie di vallecole secondarie e processi di erosione incanalati per rivoli prodotti da assi drenanti e rivoli secondari (per un elenco dettagliato della rete idrica principale e secondaria del Comune di San Casciano in Val di Pesa, si rimanda al cap.7 del presente elaborato e allo studio idrologico-idraulico a cura della Soc. Hydrogeo Ingegneria per l'ambiente e il Territorio). Sempre in ambito di forme geomorfologiche erosive naturali, il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, è frastagliato da una moltitudine di forme gravitazionali di versante (principalmente frane quiescenti, aree a franosità diffusa e fenomeni localizzati di soil creep e subordinatamente frane attive, associate alle relative corone di frana, rispettivamente quiescenti ed attive e scarpate morfologiche di vario ordine). I suddetti movimenti gravitativi presentano una distribuzione spaziale marcatamente legata alla presenza di depositi marini e continentali pliocenici/villafranchiani argillo-limosi (ad eccezione dei processi erosivi localizzati di soil creep, distribuiti in maniera omogenea in tutto il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa). Nelle porzioni di territorio di passaggio fra l'ambiente collinare e l'ambiente alluvionale di fondovalle, con particolare riferimento alle zone di passaggio fra vallecole secondarie e valli principali, sono presenti conoidi alluvionali prodottisi per decelerazione dei corsi d'acqua secondari con relativo processo sedimentario di materiale detritico. Per concludere la descrizione delle forme geomorfologiche di tipo erosivo, nel territorio comunale, sono stati rilevate anche aree soggette ad erosione superficiale diffusa e scarpate d'erosione quiescenti ed attive, distribuite in maniera omogenea su tutto il territorio comunale. Per quanto riguarda le forme geomorfologiche di tipo antropico, oltre alla presenza, tipica delle aree urbanizzate o comunque antropizzate, di depositi e scarpate antropiche, preme mettere evidenza, la presenza nella porzione SE del territorio comunale (in Loc. Testi) di un'attività estrattiva attiva di marne da cemento denominata "Testi" (Concessione Mineraria rilasciata dal M.I.C.A. con D.D: del 22/06/1995) e di circa 30 laghi artificiali distribuiti in maniera pressoché omogenea su tutto il territorio comunale. Nell'iter di approvazione della Variante al Piano Strutturale (approvato con Del. n.41 del 19/06/2017), in merito allo stato di attività delle forme geomorfologiche suddette, e sulla base delle condizioni geologico-geomorfologiche del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, Genio Civile e Autorità di Bacino del fiume Arno (adesso

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale), hanno concordato nel ritenere rara o assente la condizione di inattività stabilizzata (forme geomorfologiche riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o che non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione), fatti salvi specifici casi di opere di messa in sicurezza in cui si possa escludere nel lungo termine la riattivazione del dissesto (verbale Conferenza dei Servizi del 26 Febbraio 2015). Tale condizione è stata confermata anche per il nuovo Piano Strutturale.

L'ultimo rilievo geomorfologico eseguito su tutto il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa risale al 2017, realizzato a supporto della Variante al Piano Strutturale. Al fine di mettere in evidenza i cambiamenti avvenuti, soprattutto dal punto di vista delle forme geomorfologiche gravitazionali di versante, dal 2017 ad oggi, è stato realizzato un nuovo studio geomorfologico specifico basato su una campagna dettagliata di rilevamento geomorfologico (anche in contraddittorio con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e del Genio Civile di Firenze), sulla fotointerpretazione con visione stereoscopica dei fotogrammi del 2013 (ultimo volo disponibile con copertura totale del territorio comunale – fonte Regione Toscana), e sulla consultazione approfondita dei dati interferometrici satellitari InSAR processati con tecnica di Permanent Scatterers (dati acquisiti dai satelliti ESA - European Space Agency, ERS-1 ed ERS-2 - Earth Resources Satellite ed ENVISAT - ENVIRONMENTAL SATellite, con copertura temporale dal 1991 ad oggi) messi a disposizione dal Consorzio Lamma (https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/326) .

In particolare, per quanto riguarda la fotointerpretazione, è stato utilizzato il software Micromap versione CARTO_DB della Geoin. Il suddetto software permette una fotointerpretazione basata su fotogrammi georeferenziati, caricati da file esterni, con tool di editing per la delimitazione e delineazione su base cartografica CTR delle forme geomorfologiche osservate in visione 3D. Insieme al tool di editing, il software suddetto, mette a disposizione una funzione geodatabase per il backup, la classificazione e descrizione delle forme geomorfologiche editate.

La fotointerpretazione si basa sulla visione stereoscopica dei fotogrammi aventi percentuale di sovrapposizione longitudinale (overlap) minima del 60% e sovrapposizione laterale (sidelap) minima del 15% (Fig. 5).

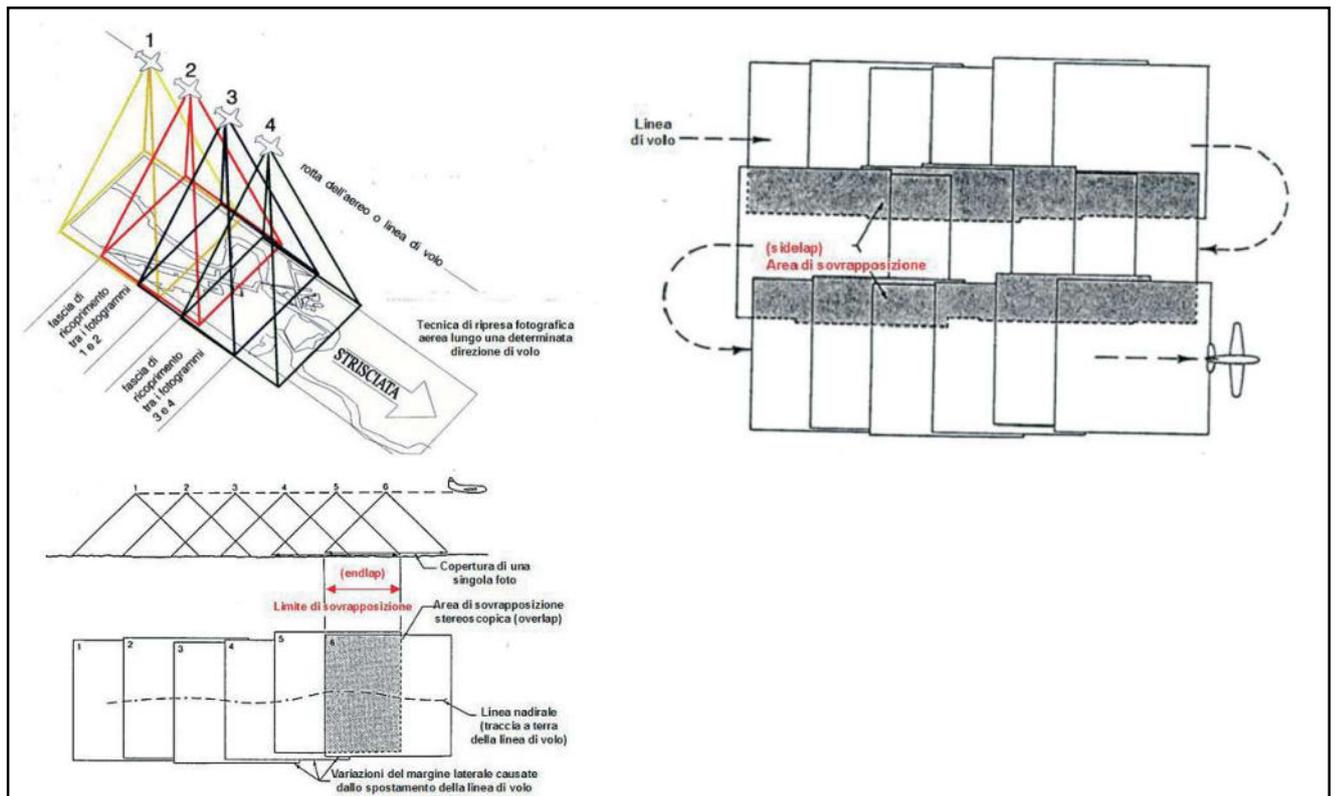


Fig. 5 – A sinistra ripresa aerofotogrammetrica con sovrapposizione longitudinale (overlap). A destra ricoprimento laterale fra strisciate contigue (sidelap) - (Amadesi, 2005).

La sovrapposizione laterale e longitudinale dei fotogrammi unita alla visione binoculare degli occhi, che percepiscono uno stesso oggetto da due angolazioni diverse, permette di avere, con la collaborazione del cervello, sul piano retinico, un'unica immagine con la sensazione del rilievo (visione stereoscopica 3D).

I fotogrammi utilizzati per la fotointerpretazione con visione stereoscopica sono stati forniti dalla Regione Toscana su richiesta dell'Amministrazione Comunale di San Casciano in Val di Pesa e fanno riferimento al Progetto Agea – volo del 2013 (ultimo volo disponibile con copertura totale del territorio comunale), scala 1:30.000, focale 100,5 mm, aventi il seguente ID (Fig. 6):

- 32
 - 0111
 - 0112
 - 0113
 - 0114
 - 0115
 - 0116

- 0117
- 0118
- 0119
- 34
 - 0100
 - 0101
 - 0102
 - 0103
 - 0104
 - 0105
 - 0106
 - 0107
- 36
 - 0005
 - 0006
 - 0007
 - 0008
 - 0009
 - 0010
 - 0011
 - 0012
 - 0013

Partendo dalla carta geomorfologica redatta a supporto della vigente Variante al Piano Strutturale, attraverso la fotointerpretazione si è proceduto all'aggiornamento cartografico del tematismo geomorfologico.

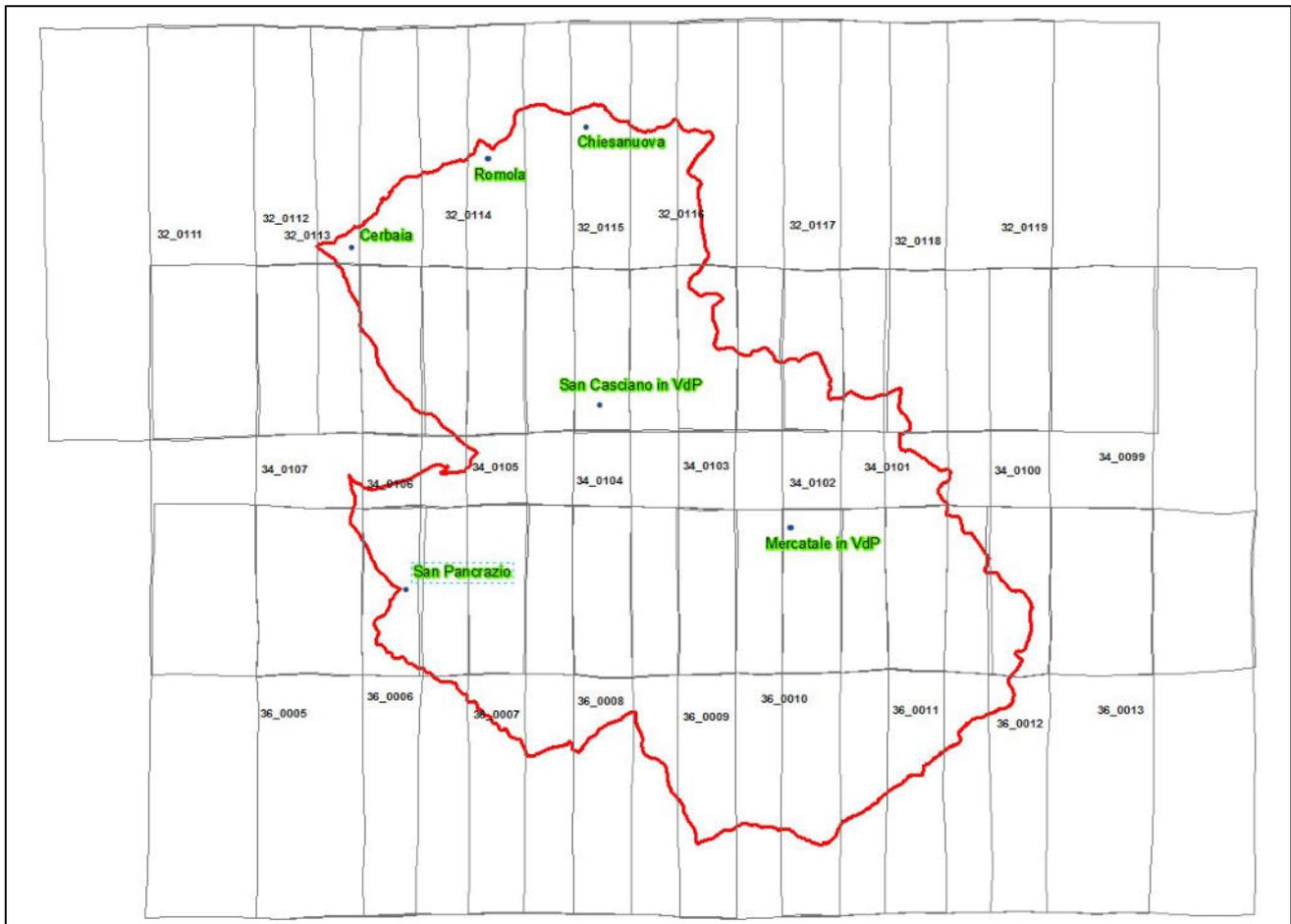


Fig. 6 – Copertura fotogrammetrica del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa – volo AGEA 2013.

A supporto della fase di fotointerpretazione con visione stereoscopica (2013) si è provveduto a consultare i dati interferometrici satellitari InSAR processati con tecnica di Permanent Scatterers (PS) disponibili sul portale Lamma.

Il dataset oggetto dell'analisi è quello ottenuto processando immagini ERS1/2 ed ENVISAT, acquisite tra il 1992 e il 2008 dall'ESA, tramite la tecnica multi-interferogramma genericamente definita come Persistent Scatterers Interferometry (PSI).

L'osservazione della superficie terrestre avviene dalla combinazione del movimento orbitale del satellite lungo i meridiani (orbita quasi polare) con la rotazione della terra nel piano equatoriale. I satelliti ERS ed ENVISAT acquisiscono dati lungo orbite ascendenti, passaggio da S verso N, e lungo orbite discendenti, passaggio da N verso S (Fig. 7).

I dati ottenuti da un'elaborazione interferometrica multi-immagine, consistono in un database di punti appartenenti all'area di interesse, in corrispondenza dei quali sono immagazzinati i valori di

deformazione misurati nell'intervallo di tempo coperto dalle acquisizioni scelte per implementare l'analisi. Come già sottolineato, tali punti corrispondono a bersagli radar che preservano l'informazione spettrale nel tempo e si possono definire come diffusori permanenti (Persistent Scatterers o Permanent Scatterers - PS)

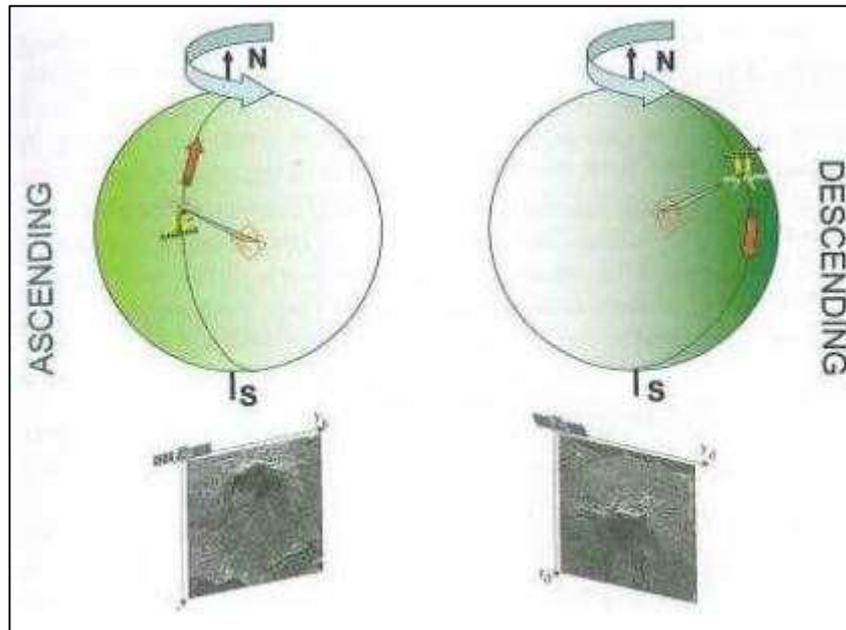


Fig. 7 - Orbita ascendente (ascending) e discendente (descending) (ESA 2007).

I dati ottenuti da un'elaborazione interferometrica multi-immagine, consistono in un database di punti appartenenti all'area di interesse, in corrispondenza dei quali sono immagazzinati i valori di deformazione misurati nell'intervallo di tempo coperto dalle acquisizioni scelte per implementare l'analisi. Come già sottolineato, tali punti corrispondono a bersagli radar che preservano l'informazione spettrale nel tempo e si possono definire come diffusori permanenti (Persistent Scatterers o Permanent Scatterers - PS). I dati interferometrici satellitari del PST consistono in un database di punti di misura della deformazione che, grazie al loro formato di registrazione (vettoriale), possono essere agevolmente integrati in ambiente GIS e sovrapposti alla base cartografica prescelta (CTR, DTM o ortofoto). I punti di misura ottenuti vengono importati sul supporto prescelto e successivamente visualizzati in funzione della velocità media di spostamento registrata nel periodo coperto dalle acquisizioni, mediante l'uso di una scala di colori. Una scelta comune consiste nell'adottare una scala di colori graduati, centrata sul valore zero di velocità e con classi di ampiezza regolare per potere apprezzare anche variazioni contenute del tasso di deformazione. I valori di velocità di segno negativo indicano convenzionalmente un allontanamento del bersaglio dal satellite, mentre segni positivi indicano movimenti in avvicinamento. La più utilizzata rappresentazione dei bersagli radar ricavati

mediante un'analisi multi-interferogramma, consiste nella loro classificazione in funzione della velocità. Di seguito si riportano, come immagini significative, due estratti dei punti di misura prodotti da ENVISAT e ERS nell'area del centro abitato di San Casciano in Val di Pesa (Fig. 8) e del centro abitato di Bargino e zone collinari limitrofi (Fig. 9).

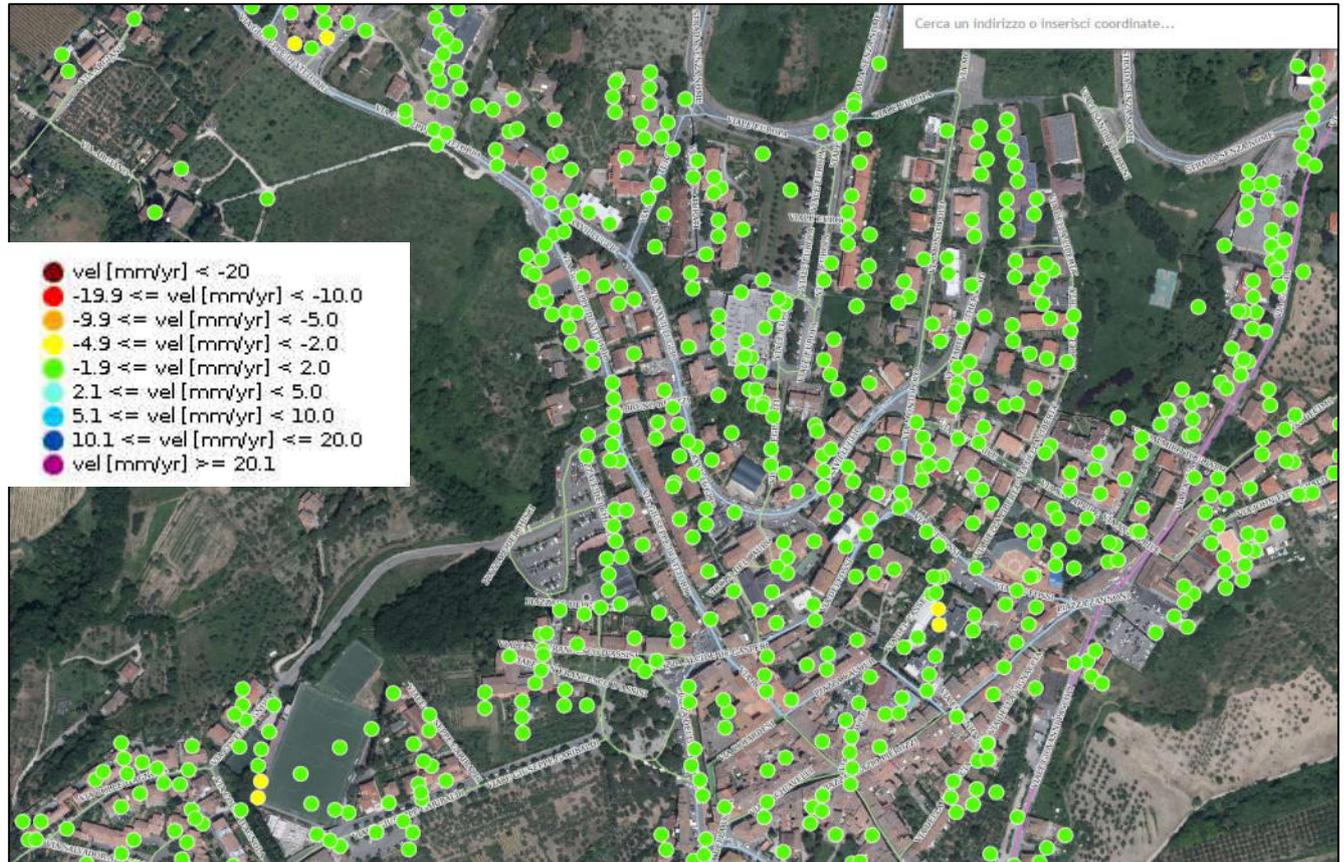


Fig. 8 - Prodotti interferometrici ENVISAT descending – Zona San Casciano in Val di Pesa (velocità media in mm/anno)

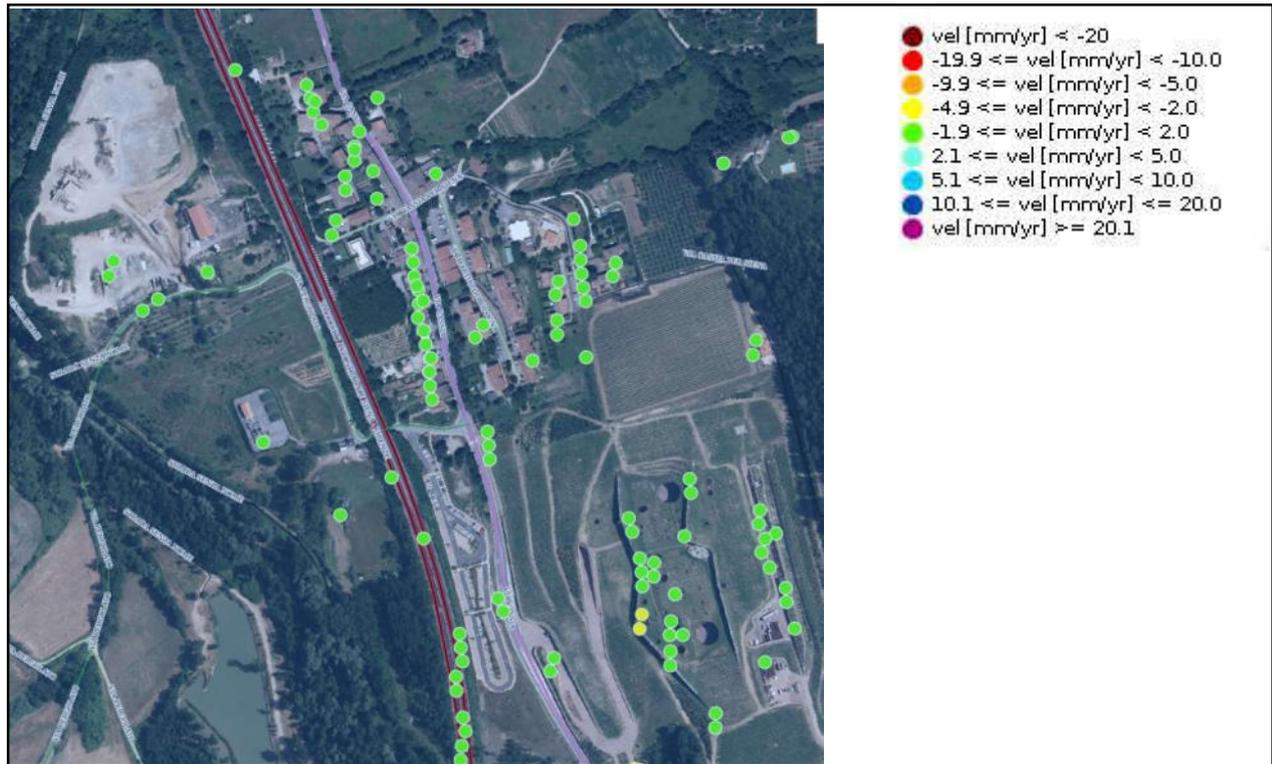


Fig. 9 - Prodotti interferometrici ENVISAT descending – Zona Bargino e rilievi collinari limitrofi (velocità media in mm/anno)

Come osservabile nei due screenshot sopra riportati, il massimo delle informazioni sul movimento verticale del piano-suolo rispetto al satellite di ripresa si ha in corrispondenza dei centri abitati, in quanto il satellite prende a riferimento come marker spaziale strutture abitative e consimili.

Al termine delle suddette fasi di studio si è proceduto ad eseguire una serie di rilevamenti geomorfologici di campagna in contraddittorio con i tecnici dell'ente regionale Genio Civile e dell'ente nazionale Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale al fine di affinare il lavoro svolto in studio tramite la fasi di fotointerpretazione e di consultazione dei dati interferometrici satellitari.

6.2 - Carta Geomorfologica (*Tavole G.02 – Nord/Sud*)

Per la simbologia adottata nella legenda della carta geomorfologica ed i criteri di rappresentazione dei dati si è fatto riferimento a quanto previsto per la carta geomorfologica del territorio regionale (*Database Regionale Geomorfologico*), distinguendo tra le seguenti forme:

- Forme fluviali e forme di versante dovute al dilavamento;
- Forme di versante dovute alla gravità;
- Forme antropiche.

Alla suddetta classificazione di massima delle forme geomorfologiche rilevate è seguita una serie di classificazioni secondarie di dettaglio differenziate principalmente sulla base della tipologia di forma geomorfologica di riferimento (forma geomorfologica lineare o areale/puntuale, forma fluviale o di versante, forma naturale o antropica):

- Classificazione delle altezze delle scarpate (scarpate antropiche, d'erosione e corone di frana):
 - > 10 m;
 - < 10 m.
- Classificazione dello stato di attività (scarpate d'erosione, corone di frana, corpi di frana e soil creep):
 - Forme attive;
 - Forme quiescenti.
- Classificazione del livello di attività o quiescenza (scarpate d'erosione, corone di frana e corpi di frana):
 - Attivo livello 1
 - Forme che presentano segni di attivazione o riattivazione dal 2008;
 - Attivo livello 2
 - Forme che presentano segni di attivazione o riattivazione dal 1996;
 - Quiescente livello 1
 - Forme che presentano segni di attivazione o riattivazione dal 1954 al 1996;

- Quiescente livello 2
 - Forme che presentano segni di attivazione o riattivazione prima del 1954.

Il territorio di San Casciano in Val di Pesa è un territorio prevalentemente collinare, con rilievi morfologici che non superano mediamente i 300 m s.l.m. (valore massimo rilevato 510 m s.l.m. in loc. Valigondoli / Poggio La Croce). La morfologia collinare è intervallata da strette pianure alluvionali prodotte dall'attività erosiva e di sedimentazione della rete idrica principale e secondaria (i principali assi drenanti sono il torrente Pesa e il torrente Virginio ad Ovest, il fiume Greve ad Est e in direzione approssimativamente trasversale al territorio comunale, circa Est-Ovest, il torrente Sugana e il torrente Terzona). Sui rilievi collinari troviamo numerose forme geomorfologiche di versante, principalmente classificabili come frane (attive o quiescenti), corone di frana (attive o quiescenti) e scarpate d'erosione (attive o quiescenti). In merito ai corpi di frana (sia attivi che quiescenti) e alle relative corone di frana, osservando il territorio comunale nel suo insieme, possiamo mettere in evidenza una distribuzione spaziale nettamente influenzata dalla presenza di depositi marini e continentali pliocenici/villafranchiani prevalentemente argillo limosi. Infatti le forme gravitative di versante si sono formate, nel corso degli anni, principalmente nella porzione occidentale del territorio comunale, dove affiorano i depositi continentali villafranchiani e nello specifico nelle formazioni aventi in affioramento e nei primi metri di profondità una prevalenza della granulometria fine (limi e argille). Entrando nel dettaglio è possibile mettere in evidenza una prevalenza, delle forme geomorfologiche gravitative di versante attive (di livello 1 e di livello 2) e quiescenti di livello 1 (forme che si sono attivate o riattivate dal 1954 ad oggi), nella porzione Nord Occidentale del territorio comunale (zona maggiormente instabile del territorio comunale - ad est dell'abitato di Cerbaia). Come suddetto la prevalenza delle suddette forme gravitazionali risente fortemente della presenza dei depositi marini e continentali pliocenici/villafranchiani granulometria prevalente fine. Nel resto del territorio collinare comunale le suddette forme geomorfologiche di versante diminuiscono progressivamente fino a diventare quasi sporadiche nelle porzioni territoriali collinari dove affiora il substrato geologico Mesozoico e Cenozoico (porzione più stabile del territorio comunale). In merito alle scarpate d'erosione (sia attive che quiescenti), esse mostrano una distribuzione areale omogenea su tutto il territorio comunale. Per quanto riguarda le altezze delle forme geomorfologiche lineari di versante (scarpate d'erosione e corone di frana) vi è una prevalenza netta di forme inferiori ai 5 m di altezza. Sempre in merito alle forme geomorfologiche di versante le porzioni collinari del territorio comunale sono frastagliate da aree classificabili come a franosità diffusa (aree soggette a fenomeni di soil creep e altri movimenti gravitativi cinematicamente consimili e spazialmente vicini tanto da non poter definirne con certezza i singoli domini di interesse) e fenomeni di soil creep localizzati (forme puntali). Per quanto riguarda le aree a franosità diffusa, anche in questo caso la distribuzione spaziale predilige le zone con in affioramento depositi continentali villafranchiani a

vantaggio delle aree dove affiora il substrato geologico. Per quanto riguarda invece le forme di soil creep localizzato esse si distribuiscono in maniera pressoché omogenea su tutto il territorio comunale. Infine, sono stati rilevate aree soggette ad erosione superficiale diffusa. Esse si distribuiscono in maniera pressoché omogenea su tutto il territorio comunale e si manifestano prevalentemente in quelle porzioni di territorio collinare e/o di raccordo con le valli prospicienti in cui la vegetazione arborea ed erbacea è assente o sporadica con esposizione prevalente a sud est.

Nelle porzioni di territorio di passaggio fra l'ambiente collinare e l'ambiente alluvionale di fondovalle, con particolare riferimento alle zone di passaggio fra vallecole secondarie e valli principali, sono presenti conoidi alluvionali prodotti per decelerazione dei corsi d'acqua secondari con relativo processo sedimentario di materiale detritico. Le conoidi si riscontrano prevalentemente lungo i margini della valle del torrente Pesa (preponderanza nella porzione meridionale del territorio comunale) e lungo i margini della valle del torrente Terzona (affluente di destra del torrente Pesa).

Per quanto riguarda le forme geomorfologiche di valle, il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa è caratterizzato da una rete idrica principale e secondaria omogeneamente diffusa e caratterizzata dalla presenza di due assi drenanti principali (torrente Pesa ad Ovest e fiume Greve ad est) e da una serie di affluenti secondari più o meno rilevanti (per i dettagli si rimanda al capitolo successivo – cap.7). In corrispondenza delle zone di raccordo fra rilievi collinari e valli e vallecole alluvionali, con estensione verso monte più o meno diffusa, sono presenti segni di erosione incanalata per rivoli. Sempre nel dominio di valle è stato rilevato, attraverso le fasi di fotointerpretazione con visione stereoscopica la presenza di un paleoalveo ben identificabile, all'interno della valle del torrente Pesa, ubicato circa 1,2 km a NW dell'abitato di Ponterotto.

Infine per quanto riguarda le forme antropiche, nel territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa sono presenti, laghi artificiali, scarpate antropiche, aree urbanizzate, frane consolidate con interventi di messa in sicurezza ed una area estrattiva di marne da cemento. In merito ai laghi artificiali, dal rilevamento di campagna e nelle fasi di fotointerpretazione con visione stereoscopico, sono stati messi in evidenza 31 laghi artificiali distribuiti su tutto il territorio comunale con una preponderanza per la porzione nord. Le scarpate antropiche, realizzate in prevalenza in prossimità dei centri abitati e lungo le principali vie di comunicazione sono distribuite in maniera uniforme in tutto il territorio comunale. Le aree urbanizzate e i depositi antropici si ritrovano in coincidenza dei principali centri abitati e in corrispondenza delle aree industriali. In merito alle frane consolidate grazie ad interventi di messa in sicurezza, dai rilievi di campagna e dal lavoro di fotointerpretazione, sono stati messi evidenza due siti in cui sono evidenti segni di intervento umano per la messa in sicurezza del versante in frana (un sito posto in prossimità della loc. Santa Maria Macerata e l'altro ad una distanza di circa 500 m a SSO dell'abitato di San Pancrazio). Infine per quanto riguarda l'area estrattiva di marne da cemento, Loc. Testi (porzione SE del territorio comunale), vi è un'attività estrattiva attiva denominata "Testi" (Concessione Mineraria rilasciata dal M.I.C.A. con D.D: del 22/06/1995 – database della Regione

Toscana, Settore Miniere e Geotermia – Titoli per Marna da Cemento). La porzione di area estrattiva autorizzata presente all'interno del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa ha un'estensione totale di circa 65,6 ha.

7 - ASPETTI IDRAULICI

7.1 - Idrografia

Il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, come specificato nei capitoli precedenti (capp.6 e 6.1), presenta una rete idrografica principale e secondaria che copre tutto il territorio in studio. La rete principale è rappresentata da 5 assi drenanti (torrente Pesa, torrente Virginio, fiume Greve, torrente Sugana e torrente Terzona), di cui 3 fungono da confine amministrativo e morfologico con i comuni vicini (torrente Pesa - in parte, torrente Virginio - in parte e fiume Greve).

A completare la rete idrografica del territorio comunale vi sono circa 62 assi drenanti minori (borri, torrenti e rii) distribuiti in maniera pressoché omogenea su tutto il territorio comunale con una leggera prevalenza per la porzione centro occidentale del territorio in esame:

Qui di seguito vengono riportati gli assi drenanti principali e minori distinti per confluenze (Fig. 10):

- **Torrente Pesa:**
 - **Torrente Sugana:**
 - Borro Caldio;
 - Borro Suganella:
 - Borro del Cigliano;
 - Borro Gallice;
 - Borro Tagliafune;
 - Borro del Sardella;
 - Borro di Argiano;
 - Borro dei Bossoli:
 - Borro di San Pancrazio;
 - Borro di Paterno;
 - Borro dei tre borri;

- Borro del Fossato:
 - Borro delle Giuncaglie;
- Borro Canciulle;
- **Torrente Terzona:**
 - Torrente Solatio;
 - Borro di San Pietro di Sotto;
 - Borro di San Piansegoli;
 - Fosso di Orsumella:
 - Fosso della Gusciana;
 - Borro di Monno;
 - Borro di Sezzano;
 - Fosso di Recamino;
 - Borro di Cerratino;
 - Borro di Bradese;
- Borro del Boscone;
- Fosso di Fontiroli;
- Borro di Montecalvi;
- Rio di Fonte Spagnoli;
- Borro di Pergolato;
- Borro delle Tane:
 - Borro della Ragnaia;
- Borro delle Felci;
- Borro di Rialto;
- Borro del Lavatoio:
 - Fosso del Casino;
 - Borro di Macerata;

- **Fiume Greve:**
 - Borro Tremonti:
 - Borro delle Capitozze;
 - Borro di Rimore:
 - Borro della Fonte;
 - Borro di Greve;
 - Rio Fossatino:
 - Borro Doccia;
 - Borro delle Spugnole;
 - Borro del Cento;
 - Fosso Battaglia:
 - Fosso Stalbia;
 - Fosso delle Sughere;
 - Fosso Luiano:
 - Fosso di Santa Lucia di Vignole;
 - Fosso di Castiglione;
 - Fosso di Santa Lucia:
 - Fosso di Montignana;
 - Fosso della Terciana;
 - Borro delle Macerate;
 - Borro di Sant'Angelo;
 - Borro del Molinuzzo;
- **Torrente Virginio (affluente di destra del torrente Pesa – Loc. Ginestra F.na).**

Il torrente Pesa è affluente di sinistra del fiume Arno. Esso nasce sul Monte San Michele, fra le province di Siena e Firenze e si allunga per circa 53 km lungo i bacini della Toscana tirrenica fino a confluire nel fiume Arno. Nel suo percorso, dalla sorgente alla foce, attraversa vari comuni fra cui San Casciano in Val di Pesa, per un tratto di circa 14,2 km in direzione SSE-NNO. Nel suddetto tratto esso è alimentato da vari assi drenanti secondari fra cui i principali sono il torrente Terzona (affluente di destra – Loc. Calzaiolo) e il torrente Sugana (affluente di destra – Loc. Cerbaia). Preme mettere in evidenza, fra i vari affluenti del torrente Pesa anche il borro del Lavatoio (affluente di destra), posto a Sud del Comune di San Casciano in Val di Pesa, che insieme al fosso del Casino (affluente di destra del borro del Lavatoio) costituisce parte del limite amministrativo Sud del Comune in oggetto e il torrente Solatio (affluente di destra), posto a nord del Comune di San Casciano in Val di Pesa, che costituisce parte del limite amministrativo Nord del Comune sancascianese. Lo stesso torrente Pesa, nel tratto fra Ponterotto e Cerbaia, costituisce limite amministrativo Ovest e NO del territorio comunale in esame.



Fig. 10 – Mappa della rete idrica principale e secondaria: in blu i corsi principali e secondari. In azzurro le forme di erosione incanalata per rivoli.

Il fiume Greve è affluente di sinistra del fiume Arno. Esso nasce sul Monte Querciabella nel comune di Radda in Chianti e si allunga per circa 43 km fino a confluire nel fiume Arno. Nel suo percorso, dalla sorgente alla foce, esso lambisce il Comune di San Casciano in Val di Pesa, per un tratto di circa 18 km in direzione SE-NO (da Loc. Testi a Loc. Tavarnuzze). Nel suddetto tratto esso è alimentato da vari assi drenanti fra cui preme mettere in evidenza il borro Tramonti che costituisce parte del limite amministrativo Nord del Comune di San Casciano in Val di Pesa. Lo stesso fiume Greve, per tutto il suo tratto sancascianese costituisce limite amministrativo Est del territorio comunale in esame.

Il torrente Virginio è affluente di destra del torrente Pesa. Esso nasce nel comune di Tavarnelle in Val di Pesa e si estende per circa 22 km fino a confluire nel torrente Pesa presso l'abitato di Ginestra Fiorentina. Nel suo percorso, sorgente-foce, esso lambisce per un breve tratto (circa 3,7 km) il Comune di San Casciano in Val di Pesa, costituendo limite amministrativo SO del territorio comunale in esame.

7.2 - Studio idrologico – idraulico (a cura del Dott. Ing. Giacomo Gazzini e del Dott. Ing. Tiziano Staiano)

Per la definizione degli elementi necessari alla valutazione degli aspetti idraulici è stato quindi predisposto specifico studio idrologico-idraulico di supporto al nuovo P.S, redatto dal Dott. Ing. Giacomo Gazzini e dal Dott. Ing. Tiziano Staiano a cui si rimanda per i dettagli.

8 – IDROGEOLOGIA

8.1 - Inquadramento generale

La ricostruzione dell'assetto idrogeologico è finalizzata, secondo quanto stabilito al punto 2.1 - B.6 dell'allegato A del D.P.G.R. n.53/R, all'individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione, degli schemi della circolazione idrica sotterranea, delle eventuali interconnessioni tra acquiferi limitrofi e acque superficiali, con particolare riferimento alle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali. A tal fine, è stata utilizzata la banca dati comunale aggiornata dai nuovi elementi conoscitivi derivanti dagli elaborati dell' Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, dalla banca dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze, dalla banca dati del Servizio Idrologico Regionale, nonché i dati di Publiacqua spa e di ACQUE spa, gestori del servizio acquedottistico del comune di San Casciano in

Val di Pesa (Publiacqua spa) e dei comuni di Impruneta (Publiacqua spa), Scandicci (Publiacqua spa), Greve in Chianti (Publiacqua spa), Tavarnelle Val di Pesa (Publiacqua spa) e Montespertoli (ACQUE spa) limitrofi al comune di San Casciano in Val di Pesa.

Il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, come riportato nei capitoli riguardanti la geologia (capp.5.1 e 5.2), è caratterizzato dalla presenza, sia di depositi continentali/marini con diverso grado compattezza e/o addensamento, sia del substrato geologico lapideo. Da un punto di vista idrogeologico (permeabilità e vulnerabilità) i domini litologici suddetti presentano schemi di circolazione idrica sotterranea ed eventuali modalità di interconnessione fra acquiferi limitrofi, completamente diversi. Nel caso dei depositi terrigeni continentali/marini, la circolazione idrica sotterranea è influenzata dal grado di porosità efficace dei litotipi coinvolti (porosità primaria). Viceversa i litotipi facenti parte del substrato geologico lapideo risentono, in termini di circolazione idrica sotterranea, del grado e geometria della fratturazione dell'ammasso roccioso di cui fanno parte (porosità secondaria). Per i suddetti motivi, per la realizzazione della carta idrogeologica e delle permeabilità superficiali (permeabilità - Tavv. G.03) e della carta delle aree con problematiche idrogeologiche (vulnerabilità – Tavv. G.03 - PO) è stata impostata una classificazione del grado di permeabilità e del grado di vulnerabilità dei litotipi affioranti dipendente dal tipo di porosità prevalente (primaria o secondaria) del dominio geologico di appartenenza.

Sulla suddetta classificazione primaria, è stata impostata una seconda tipologia di classificazione basata sul grado di permeabilità (Tavv. G.03) o di vulnerabilità (Tavv. G.03 - PO) più o meno elevata.

Per quanto riguarda l'identificazione degli acquiferi presenti nel sottosuolo, il territorio di San Casciano in Val di Pesa è suddivisibile in due domini separati: dominio di fondovalle e dominio collinare. Per quanto riguarda il dominio collinare, dall'osservazione delle quote di filtraggio dei pozzi presenti (104 pozzi visualizzati - fonte ISPRA e Provincia di Firenze), non è rilevabile alcun acquifero superficiale significativo. In particolare, fra i pozzi presenti nel dominio collinare, non vi sono filtraggi a quote inferiori a -20 m da p.c.. La maggior parte dei filtraggi (circa il 70%) è ubicata fra -30 e -80 m da p.c. (Fig. 11).

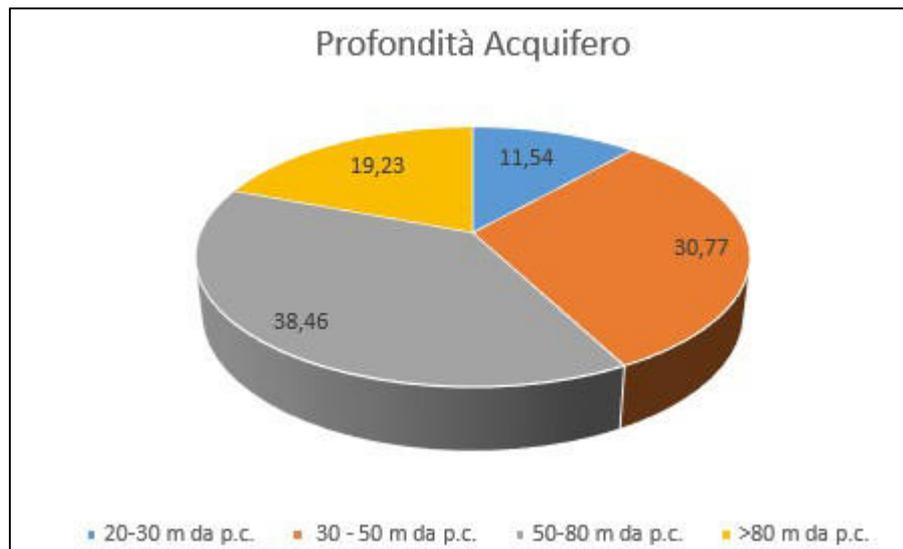


Fig. 11 – Distribuzione delle profondità dei filtraggi nei pozzi presenti nel dominio collinare del territorio di San Casciano in Val di Pesa.

In merito al dominio di fondovalle, dalla consultazione delle quote di filtraggio dei pozzi censiti lungo la valle della Pesa (unici dati disponibili – fonte ISPRA) si stima, per la valle della Pesa un acquifero multifalda a quote comprese fra circa -10 m da p.c. e circa -30 m da p.c.. Preme evidenziare che in loc. Cerbaia, in data 15 Gennaio 2015 sono state eseguite, a supporto della Variante al Piano Strutturale delle prove di pompaggio (una prova a gradini ed una prova a lunga durata – per i dettagli si rimanda al capitolo 8.3) al fine di definire con maggiore dettaglio la fascia di rispetto dei pozzi potabili ad uso acquedottistico – art.94, c.6 – D.Lgs 152/2006 e s.m.i.). Dallo studio piezometrico eseguito a supporto delle prove di pompaggio sono risultate quote piezometriche misurate, per la loc. di Cerbaia (campo pozzi di Publiacqua spa), correlabili con quelle rilevate per i pozzi censiti (quota piezometrica misurata nel 2015, circa -4,5 m da p.c. – quota piezometrica denunciata nella scheda ISPRA, pozzo 191092 circa -4,8 m da p.c.).

Per completare la carta idrogeologica e delle permeabilità superficiali sono stati inseriti i pozzi e le sorgenti censite presenti nel territorio comunale. Per quanto riguarda i pozzi potabili ad uso acquedottistico la fonte dati è stata la Soc. Publiacqua spa, per gli altri pozzi (non ad uso acquedottistico) la fonte dati è stato il portale internet della Provincia di Firenze, per quanto riguarda infine le sorgenti, la fonte dati è stato il portale del Servizio Idrologico Regionale. Sono stati inseriti inoltre gli invasi lacustri antropici, rilevati sulla base della tecnica di fotointerpretazione.

Negli elaborati cartografici inerenti le problematiche idrogeologiche (*Carta delle aree con problematiche idrogeologiche – Tavv. G.03 - PO*) sono state evidenziate le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non generare squilibri idrogeologici (punto 2.1-C.4 dell'allegato A del D.P.G.R. n.53/R). Particolare attenzione è stata posta all'individuazione delle aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (vulnerabilità da medio alta ad elevata). In seconda analisi, nei domini di fondovalle, è stato messo in evidenza il grado di disponibilità delle acque sotterranee suddividendo, i suddetti domini, in aree ad elevata disponibilità, aree a disponibilità prossima alla capacità di ricarica, aree a disponibilità inferiori alla capacità di ricarica e aree a disponibilità molto inferiori alla capacità di ricarica (fonte Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale – Bilancio Idrico).

Per completare la carta delle problematiche idrogeologiche sono stati inseriti i siti interessati da procedimenti di bonifica (fonte: ARPAT – portale SISBON), i pozzi e le sorgenti censite e gli invasi lacustri antropici. In merito ai pozzi, per quanto riguarda quelli potabili ad uso acquedottistico è stata messa in evidenza la fascia di rispetto prevista dall'art.94 c.6 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. La suddetta fascia di rispetto viene inserita al fine di mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse.

In fase di approvazione, nell'ambito della cartografica delle problematiche idrogeologiche (TAVV G03 - PO), per completezza di informazione, è stato implementato il database dei pozzi potabili ad uso acquedottistico, presenti nel territorio comunale sancascianese, con l'inserimento in cartografia dei pozzi, ad uso acquedottistico presenti nei comuni limitrofi a San Casciano in Val di Pesa e ubicati in prossimità del limite comunale di San Casciano in Val di Pesa. Per la suddetta implementazione le fonti dati sono state le società Publiacque spa e ACQUE spa gestori del servizio acquedottistico nei comuni rispettivamente di Tavarnelle Val di Pesa, Impruneta, Scandicci e Greve in Chianti per Publiacque spa e di Montespertoli per ACQUE spa. L'inserimento dei suddetti pozzi si è resa necessaria al fine di indicare le zone di rispetto dei pozzi potabili ad uso acquedottistico (ai sensi dell'art.94, c.6 del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.) presenti all'interno del limite comunale di San Casciano in Val di Pesa. ma derivanti da pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti all'interno di comuni limitrofi a San Casciano in Val di Pesa.

Sempre nell'ambito delle problematiche idrogeologiche, sono state inserite le Zone Vulnerabili da Nitrati, così come indicate nella banca dati dell'Agenzia ARPAT.

8.2 - Carta Idrogeologica e delle Permeabilità Superficiali (Tavv. G.03)

Le formazioni geologiche presenti nel territorio comunale sancascianese possono essere qualitativamente classificate prevalentemente come permeabili per porosità (permeabilità primaria - depositi alluvionali recenti e depositi marini/continentali pliocenici/villafranchiani). Viceversa il substrato lapideo mesozoico/cenozoico è classificabile come a permeabilità secondaria (permeabilità per fratturazione).

Le formazioni idrogeologiche presenti, accomunate inizialmente per tipo di permeabilità, sono state distinte in classi, in funzione del grado di permeabilità più o meno elevato.

Per quanto riguarda il dominio di fondovalle e la porzione di dominio collinare caratterizzata da depositi marini/continentali sono state distinte cinque classi di permeabilità primaria (*permeabilità molto scarsa, medio-scarsa, media, medio-alta ed alta*). Alle suddetti cinque classi di permeabilità si è aggiunta una sesta classe (*permeabilità medio-alta associata a materiale detritico di modesta continuità laterale*) assegnata alle porzioni di dominio territoriale dove affiorano i terreni detritici legati a processi geomorfologici gravitativi di versante (frane attive e quiescenti).

Nel dominio collinare interessato dall'affioramento del substrato geologico, invece, sono state distinte tre classi di permeabilità secondaria (*permeabilità molto scarsa, medio scarsa e media*).

Gran parte del territorio comunale è caratterizzato da una permeabilità, sia primaria che secondaria, da medio a medio scarsa, associata prevalentemente a depositi marini/continentali costituiti in preminenza da conglomerati, sabbie limose e limi sabbiosi o da arenarie intervallate da livelli siltitici e marne per i materiali associati al substrato geologico. Si individuano poi due contesti idrogeologico opposti associati a permeabilità variabili da medio-alte ad alte (dominio di fondovalle caratterizzato da depositi alluvionali recenti) o a permeabilità molto scarse (depositi continentali/marini costituiti prevalentemente da frazioni granulometriche fini e coesive - argille e argille limose o materiale argillitico associato al substrato geologico). Qui di seguito si riportano le classi di permeabilità con le relative formazioni geologiche associate (Fig. 12).

Attraverso la consultazione della Banca Dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze e della Soc. Publicacqua spa (in merito ai potabili ad uso acquedottistico), è stato possibile individuare le principali captazioni autorizzate nel territorio comunale (735 pozzi censiti). Questa informazione è stata cartografata differenziando i pozzi potabili dagli altri usi. Qui di seguito si riportano i pozzi censiti suddivisi in base agli usi denunciati (Fig. 13).

Come visualizzabile dal grafico a torta sotto riportato (Fig. 13), la maggior parte dei pozzi censiti nel Comune di San Casciano in Val di Pesa è di tipo domestico (286 pozzi su 735 pozzi censiti), secondariamente, irriguo (164 pozzi su 735 pozzi censiti). Per quanto riguarda i pozzi potabili ad uso acquedottistico, consultando il database della Soc. Publicacqua spa (gestore del servizio

acquedottistico) vi sono nel territorio comunale sancascianese 37 opere di captazione prevalentemente ubicate lungo la valle della Pesa con due campi pozzi principali (a Cerbaia e in Loc. La Botte, circa 1 Km a NO dell'abitato di Calzaiolo).

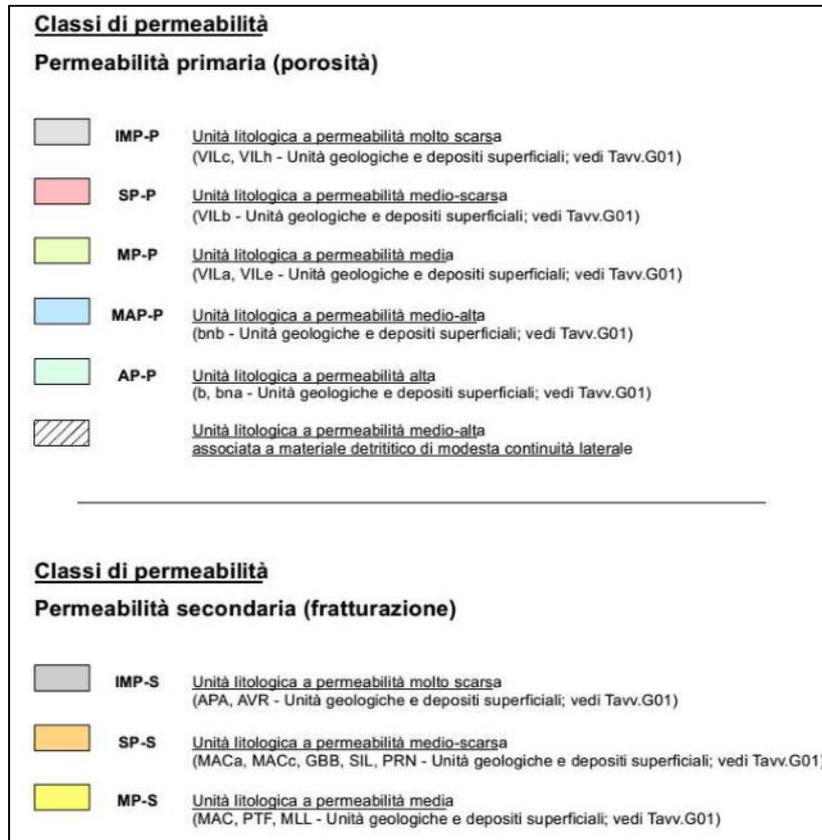


Fig. 12 – Legenda della Carta Idrogeologica e delle Permeabilità Superficiali – Classi di permeabilità

Sempre consultando il database della Regione Toscana, Servizio Idrologico Regionale, è stato possibile cartografare le sorgenti presenti nel territorio comunale in studio. Nel complesso vi sono 46 sorgenti distribuite in maniera omogenea su tutto il territorio comunale.

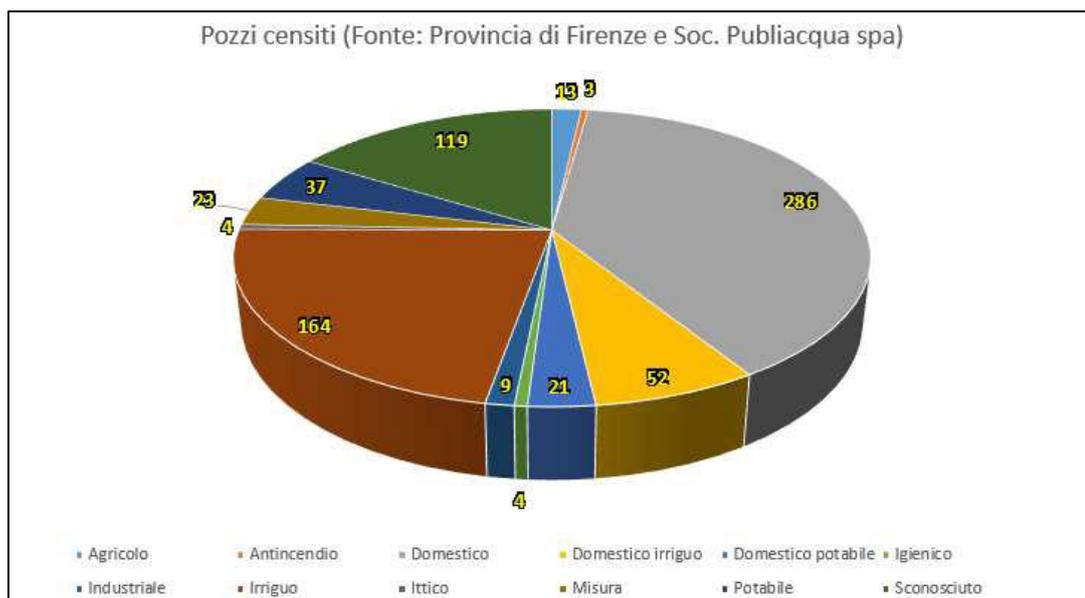


Fig. 13 – Pozzi censiti presenti nel Comune di San Casciano in Val di Pesa suddivisi per tipologia di uso

In merito all'identificazione degli acquiferi presenti nel sottosuolo, il territorio di San Casciano in Val di Pesa, come riportato nel capitolo precedente (vedi cap.8) è suddivisibile in due domini separati: dominio di fondovalle e dominio collinare. Per quanto riguarda il dominio collinare, dall'osservazione delle quote di filtraggio dei pozzi presenti (104 pozzi visualizzati - fonte ISPRA e Provincia di Firenze), non è rilevabile alcun acquifero superficiale. In particolare, fra i pozzi presenti nel dominio collinare, non vi sono filtraggi a quote inferiori a 20 m da p.c.. La maggior parte dei filtraggi (circa il 70%) è ubicata fra 30 e 80 m da p.c. (vedi Fig. 11).

In merito al dominio di fondovalle, dalla consultazione delle quote di filtraggio dei pozzi censiti lungo la valle della Pesa (unici dati disponibili – fonte ISPRA) si stima, per la valle della Pesa, un acquifero multifalda a quote comprese fra circa -10 m da p.c. a circa -30 m da p.c.. Preme evidenziare che in loc. Cerbaia, in data 15 Gennaio 2015, a supporto della Variante al Piano Strutturale, sono state eseguite delle prove di pompaggio (una prova a gradini ed una prova a lunga durata – per i dettagli si rimanda al capitolo 8.3) al fine di definire con maggiore dettaglio i parametri idrodinamici e statici della falda per la fascia di rispetto dei pozzi potabili ad uso acquedottistico – art.94, c.6 – D.Lgs 152/2006 e s.m.i.). Dallo studio piezometrico eseguito a supporto delle prove di pompaggio sono risultate quote piezometriche misurate (campo pozzi di Publicacqua spa in Località Cerbaia), correlabili con quelle rilevate per i pozzi censiti (quota piezometrica misurata nel 2015, circa -4,5 m da p.c. – quota piezometrica denunciata nella scheda ISPRA, pozzo 191092 circa -4,8 m da p.c.).

Infine, sono stati cartografati gli invasi lacustri antropici, rilevati sulla base della fotointerpretazione con visione stereoscopica basata su fotogrammi volo AGEA 2013 e verifica a terra (vedi cap.6.1).

8.2.1 – Studio Idrogeologico per la verifica delle caratteristiche idrodinamiche e statiche della falda della fascia di rispetto dei pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti in loc. Cerbaia

Nei giorni 15 e 16 Gennaio 2015, in loc. Cerbaia, zona campo pozzi di Publiacqua spa, a supporto della Variante al Piano Strutturale, sono state eseguite delle prove di portata al fine di definire le caratteristiche idrodinamiche e statiche della fascia di rispetto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. per i pozzi potabili ad uso acquedottistico.

L'area d'indagine è ubicata immediatamente ad Ovest dell'abitato di Cerbaia, in una porzione valliva fra il torrente Pesa e il torrente Solatio (Fig. 14). Nella porzione di territorio in oggetto sono presenti nove pozzi potabili indicati con le seguenti sigle:

- PO591;
- PO592;
- PO593;
- PO594;
- PO595;
- PO596;
- PO599;
- PO601;
- PO602;



Fig. 14 – Ubicazione dei pozzi potabili ad uso acquedottistico di proprietà della soc. Publicacqua spa

Le prove di portata (a gradini e a lunga durata) sono state eseguite nel pozzo PO595, mentre come pozzo di controllo è stato utilizzato il PO599.

Il pozzo PO595 presenta le seguenti caratteristiche:

- Profondità di 20 m (con boccapozzo a +0,50 m);
- Profondità del pozzo : - 15 m da b.p.;
- Portata di esercizio: circa 5 l/s;
- Livello statico: -4,94 , da b.p.

La distanza fra il PO595 e il PO599 è di circa 74 m.

La prova di portata a gradini è durata complessivamente circa 4 ore suddivisa in 4 step (gradini) di circa 1 ora ciascuna con portata di emungimento crescente come indicato qui di seguito (Fig. 15):

- 1° gradino:
 - 0,83 l/s;
- 2° gradino:
 - 1,83 l/s;
- 3° gradino:
 - 3,33 l/s;
- 4° gradino:
 - 5,9 l/s.

Al termine della prova, l'abbassamento complessivo del livello piezometrico nel pozzo PO595 è stato di circa -6,36 m da b.p. con la progressione riportata qui sotto (Fig. 15):

- 1° gradino:
 - -0,08 m da b.p.;
- 2° gradino:
 - -0,44 m da b.p.;
- 3° gradino:
 - -1,03 m da b.p.;
- 4° gradino:
 - -6,36 m da b.p..

Nel piezometro di riferimento (PO599) è stato rilevato un livello piezometrico di -6,90 m da b.p. dopo 10 minuti del primo gradino di prova (prima ora). Il livello si è assestato a -6,92 m da b.p. al quarto gradino di prova (quarta ora). Terminata la quarta ora di prova, la pompa del pozzo PO595 è stata fermata ed è stata monitorata la risalita piezometrica nel pozzo PO595 per un tempo complessivo di circa un'ora (Fig. 15).

Conclusa la prova di portata a gradini è stata realizzata la prova a lunga durata a portata costante, utilizzando lo stesso pozzo della prova a gradini (PO595). La prova a lunga durata si è protratta per circa 24 ore con una portata costante di 4,3 l/s. Al termine delle 24 ore di prova è stato registrato un abbassamento complessivo di circa -0,91 m da b.p. (Fig. 16).

L'elaborazione dei dati ha portato alla definizione dei seguenti parametri caratteristici del contesto idrogeologico in studio (Fig. 17):

- Trasmissività (T - spessore filtrato 13 m):
 - $3,935 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$;
- Coefficiente di immagazzinamento (S):
 - $1,164 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$;
- Permeabilità (k):
 - $3,027 \cdot 10^{-3} \text{ m}/\text{sec}$

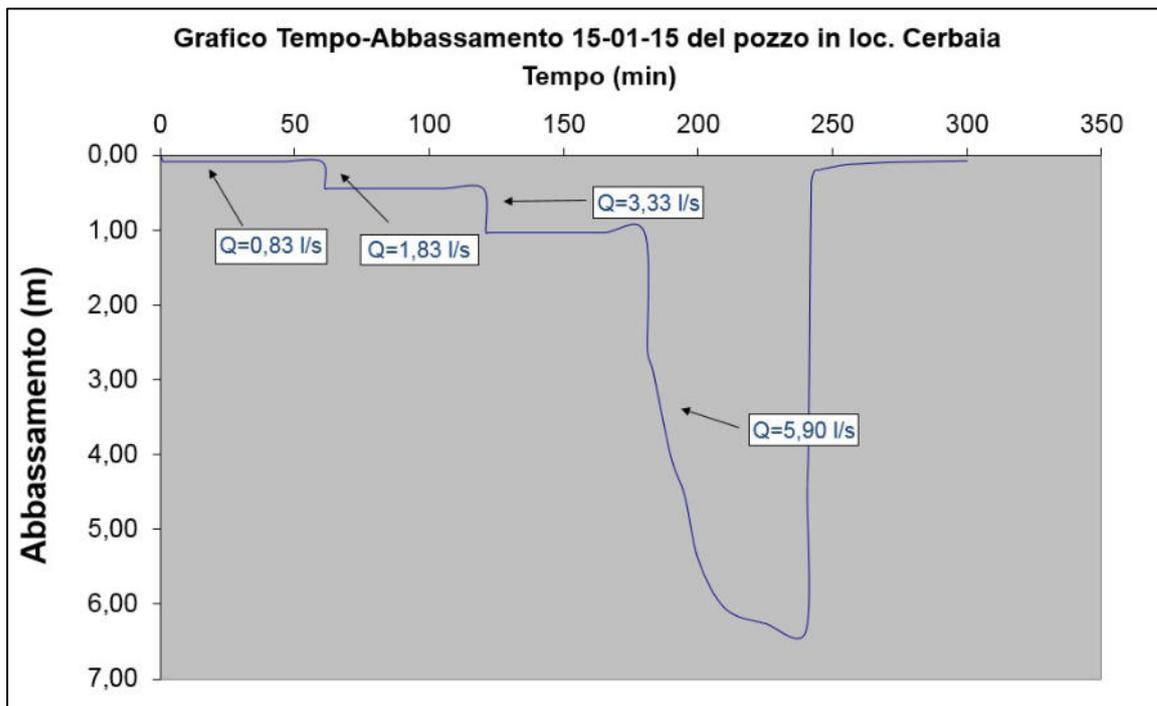


Fig. 15 – Grafico tempo abbassamento relativo alla prova di portata a gradini realizzata al pozzo PO595 del campo pozzi di Cerbaia

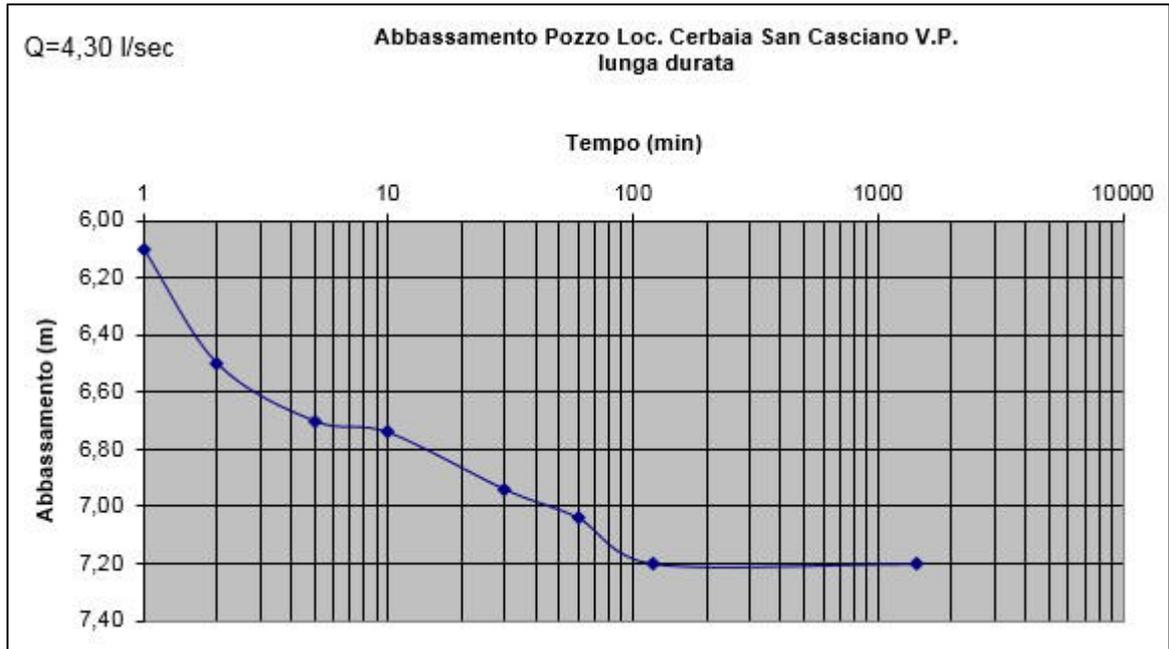


Fig. 16 - Grafico tempo abbassamento relativo alla prova a lunga durata a portata costante realizzata al pozzo PO595 del campo pozzi di Cerbaia

È stata inoltre definita la portata critica e ottimale del pozzo oggetto di prova:

- $Q_{ottimale}$: 5,03 l/s;
- $Q_{critica}$: 5,58 l/s.
-

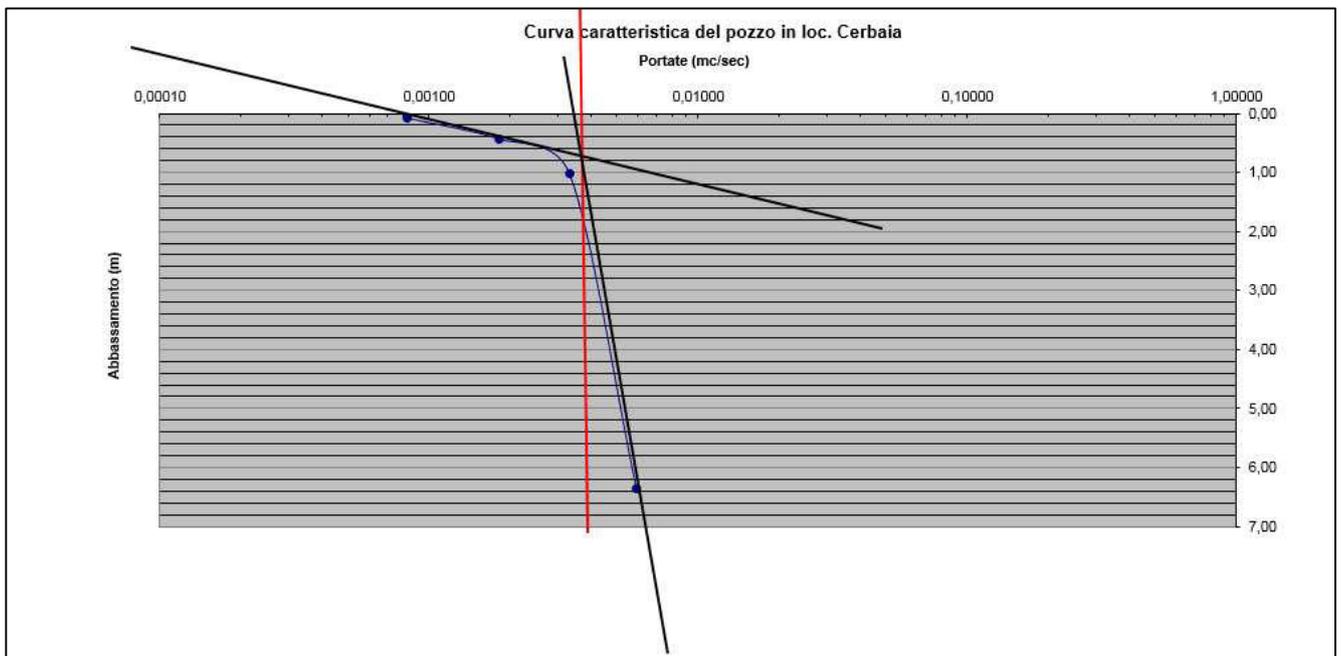


Fig. 17 - Curva caratteristica del pozzo PO595 in loc. Cerbaia

Per quanto riguarda la perimetrazione della fascia di rispetto per i pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti nel comparto d'indagine (ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii), è stata utilizzata la formula di Sichard per il calcolo del raggio di influenza di un pozzo:

$$R = C * \Delta h * \sqrt{k}$$

- R = raggio d'influenza (m)
- C = costante pari a 3000
- Δh = abbassamento massimo in esercizio (m)
- k = coefficiente di permeabilità (m/s)

Utilizzando l'abbassamento massimo registrato durante la prova di portata a lunga durata (con portata di emungimento d'esercizio di 4,3 l/s) abbiamo registrato un raggio d'influenza di circa 150 m. Considerando che la fascia di rispetto standard definita dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. è di 200 m e considerando inoltre che il campo pozzi di Cerbaia è un'opera fondamentale per l'approvvigionamento idrico del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, è stato scelto cautelativamente, per i pozzi potabili ad uso acquedottistico presenti nella periferia ovest di Cerbaia, di conservare la fascia di rispetto di 200 m definita dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) e attualmente in vigore.

8.2.2 – Carta delle aree interessate dal censimento delle bonifiche ambientali

Per una maggiore definizione delle caratteristiche del territorio di San Casciano in Val di Pesa, in termini di interazioni fra attività antropiche e dominio naturale, e ai fini della salvaguardia della risorsa idrica superficiale e sotterranea, è stata realizzata, nell'ambito della cartografia idrogeologica, una raccolta di tutti i siti interessati da procedimenti di bonifica ambientale censiti nel database di ARPAT (portale SISBON).

Nel territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa sono presenti n.12 siti interessati da procedimenti di bonifica, di cui n.7 con iter attualmente attivo.

Codice Regionale Condiviso	Denominazione	Indirizzo	Comune	Struttura Areat	Struttura Provinciale	In SIN/SIR	SIN/SIR	Motivo Inserimento	Stato Iter	Stato Iter Testo	Iter
FImp06	Fosso Tagliafune	-	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.7		NON_IN_ANAGRAFE/ITER_CHIUSO	
FI009	Discarica EX Sassi - Ponte Cappello	Loc. Ponte Cappello	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	PRB 384/99-C breve		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI086	Discarica Ponterotto	Loc. Ponterotto	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	PRB 384/99-C medio		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI-1197	Vignolini Costruzioni s.r.l. Via Volterrana (Proprietà Prunet)	Via Volterrana 160 - 50026 - San Casciano in Val di Pesa	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DLgs 152/06 Art.245		IN_ANAGRAFE/ITER_CHIUSO	
FI-1256	Area residenziale Claudio Carrara - Cisterna interrata di gasolio	Via Decimo 14	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DLgs 152/06 Art.245		NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI148	Toscoplast - Stampaggio materie plastiche	Loc. Bargino	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	PRB 384/99-medio		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI232	Impianto trattamento rifiuti "Le Sibille"	-	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.7		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI268	Deposito scorie Le Mandrie	Loc. Le Mandrie	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.7		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI279	Fattoria Il Palagio inquinamento pozzo	-	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.8		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI327	Ex Oleificio Sorelle Forri	-	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.7		IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO	
FI553	Ditta SAFI	-	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.7		NON_IN_ANAGRAFE/ITER_CHIUSO	
FI554	Sversamento Via Le Mandrie	Via Le Mandrie (Loc. Falciani)	(FI) SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Dip. Firenze	Città Metropolitana di Firenze	NO	-	DM 471/99 Art.7		NON_IN_ANAGRAFE/ITER_CHIUSO	

Per i dettagli sull'ubicazione cartografica dei siti interessati da procedimento di bonifica si rimanda agli elaborati a supporto del P.O.

9 - ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI

Sulla base degli elementi geologici e geomorfologici, debitamente cartografati, integrati con i risultati delle indagini geologico-tecniche e sismiche realizzate a supporto della Variante al PS in oggetto o raccolte nel database comunale, i vari litotipi presenti sono stati raggruppati in unità litotecniche che, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici, presentano caratteristiche geotecniche comuni. La classificazione delle unità litotecniche si è basata sulla “Legenda schematica per la definizione di Unità Litologico-tecniche nel “substrato” e nella “copertura” realizzata a supporto del Programma Valutazione degli Effetti Locali (VEL). Per i dettagli si rimanda al capitolo 9.2.

9.1 - Carta delle indagini, dei dati di base e indagini geofisiche (Tavv. G.04)

Ai fini dell'aggiornamento delle indagini geognostiche effettuate sul territorio comunale, in funzione della ricostruzione dettagliata del Modello geologico di sottosuolo e della stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), è stata realizzata, a supporto della Variante al P.S. (2017 – documentazione di riferimento per il nuovo P.S.) una approfondita ricerca bibliografica ed in rete.

Nello specifico sono stati consultati:

- Archivi comunali ed Indagini geologico-tecniche di supporto agli strumenti urbanistici vigenti;
- Portale del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), in particolare l'archivio 'Indagini del sottosuolo' (L. 464/84);
- Consultazione degli archivi della Regione Toscana, in particolare della Banca Dati del sottosuolo e della Banca Dati Geotermia (LaMMA), della Banca Dati indagini geotematiche (BDIG) e della Banca Dati stratigrafica della Toscana (SIRA);
- Consultazione dello studio di Microzonazione sismica di livello 1 realizzato a supporto della Variante al Piano Strutturale.

In totale sono stati raccolti i dati relativi a **n. 761** indagini geognostiche.

Le indagini coprono l'intero territorio comunale, con particolare concentrazione in corrispondenza dei centri abitati o nelle aree interessate da interventi edilizi. Le ubicazioni delle indagini sono state riportate nella carta delle indagini, dati di base e indagini geofisiche, in scala 1:10.000 e scala 1:2.000 (per le aree a maggiore densità di indagini), utilizzando la simbologia prevista dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1, Novembre 2018). I dati sono identificati univocamente con un numero o una sigla progressivi cui corrisponde la scheda disponibile nella raccolta dei dati di base allegata al presente studio in formato digitale.

La Carta delle Indagini rappresenta il tematismo previsto nell'ambito del vigente 53/R e degli studi di Microzonazione Sismica.

E' stata inoltre realizzata, sempre a supporto della Variante al P.S. (2017), in corrispondenza dei centri abitati principali, come da normativa, la Carta delle frequenze caratteristiche dei depositi, in scala 1:10.000 come indagine specifica per lo studio di Microzonazione Sismica. Tale elaborato riporta l'ubicazione di tutte le misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR), con i relativi valori della frequenza fondamentale (f_0) e dell'ampiezza dei picchi fondamentali (A_0).

Per una trattazione completa relativa agli aspetti sismici si rimanda alla specifica "*Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1*". Si ricorda che lo studio di microzonazione sismica di livello 1 a supporto del nuovo Piano Strutturale si basa sullo studio di MS1 effettuato a supporto della Variante al Piano Strutturale (2017) aggiornato sulla base dei nuovi rilievi geomorfologici e sulla base dei nuovi standard di rappresentazione tematica (ICMS – Versione 4.1 – Novembre 2018).

9.2 - Carta Litotecnica (Tavv. G.05)

La finalità di tale elaborato, in accordo con il Programma Valutazione degli Effetti Locali (VEL), è quella di raggruppare i vari litotipi individuati in Unità Litologico-Tecniche (ULT) sulla base delle loro caratteristiche fisico-meccaniche e di determinare la corrispondenza con i parametri che caratterizzano la litologia dal punto di vista della risposta sismica.

Il raggruppamento suddetto è stato infatti condotto utilizzando i dati derivanti dalle indagini geognostiche raccolte per i dati di base, pertanto in funzione delle loro caratteristiche fisico-strutturali e dei loro parametri geotecnici e geofisici, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici. Nella Carta Litotecnica (Tavv. G.05) sono inoltre riportati i terreni eterogenei derivanti da movimenti gravitativi di versante, al fine di fornire una ulteriore indicazione delle caratteristiche litostratigrafiche del territorio in esame.

Come è risultato dall'analisi approfondita dei dati di base e riportato nelle Sezioni rappresentative (Tavv. 7 e 7.1), il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa è suddivisibile in due domini litotecnici principali. Un dominio collinare/vallivo (porzione prevalentemente occidentale del territorio comunale) caratterizzato dalla presenza in affioramento di depositi continentali/marini costituiti principalmente da terreni a grana medio-grossolana (conglomerati e sabbie limose/limi sabbiosi) e subordinatamente da grana variabile da medio-fine a fine (limi, limi argillosi e argille limose) e un secondo dominio prettamente collinare (porzione orientale del territorio comunale) caratterizzato dalla presenza in affioramento del substrato geologico mesozoico/cenozoico costituito da alternanza più o meno caotiche di materiale lapideo e materiale pelitico in proporzioni variabili, a seconda della formazione geologica di appartenenza. In merito agli spessori dei terreni di copertura, rilevati sulla base dei dati di base visionati, per quanto riguarda i depositi alluvionali recenti presenti, lungo le principali valli fluviali, essi mostrano uno spessore variabile da qualche metro fino ad un massimo di 20 m lungo il principale asse drenante comunale, rappresentato dal torrente Pesa. In merito ai depositi continentali/marini pliocenici/villafranchiani e miocenici alla base essi mostrano uno spessore variabile da pochi metri (circa 15/20 m in prossimità delle zone di contatto fra depositi villafranchiani e substrato geologico) a spessori indefiniti (assenza di dati di base che raggiungono il substrato geologico) stimabili in circa 2000 m (Benvenuti M. et al., 2014). Preme comunque sottolineare che nella pubblicazione sopra citata si evidenziano spessori massimi di circa 2000 m di depositi marini pliocenici in riferimento ai bacini interni tirrenici della Toscana Settentrionale. La zona di San Casciano in Val di Pesa ha rappresentato nello Zancleano la linea di costa del mare Pliocenico. Per i suddetti motivi le profondità dei depositi pliocenici/villafranchiani presentano uno spessore che va da poche decine di metri in prossimità del contatto con il substrato lapideo affiorante fino a circa 2000 m nelle porzioni nord occidentali del territorio comunale.

Di seguito si riportano le Unità Litologico-Tecniche della Carta Litotecnica per la redazione della quale si è fatto riferimento alle indicazioni ed alla nomenclatura del Programma Valutazione Effetti Locali (VEL).

- **Unità Litologico-Tecnica A**
Materiale lapideo costituito da un unico litotipo non stratificato. Comprendono rocce non stratificate o con bancate di spessore superiore ai 3 m.

Unità A.r1-4:

Roccia lapidea costituita da materiale magmatico da estremamente a mediamente resistente. Sono inseriti in questa unità i *gabbari con filoni basini* (GBB) e le *peridotiti serpentinate con filoni gabbrici e basaltici* (PRN). Sono presenti come affioramenti nella porzione orientale del territorio comunale ed in particolare nei pressi della Loc. di Montecapri e della Loc. il Ferrone.

▪ **Unità Litologico-Tecnica B**

Materiale lapideo stratificato o costituito da alternanze di diversi litotipi. Comprende sia le rocce stratificate che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza), nonché quelle costituite da alternanze disordinate (caotiche).

Unità B3.r1/4p5/6.d4/5

Alternanza di roccia lapidea-pelite con rapporto r/p > 75%; i livelli lapidei sono mediamente resistenti mentre quelli pelitici sono deboli; discontinuità con spaziatura da fitta a molto fitta. Sono inseriti in questa unità la *Formazione di Monte Morello* (MLL), la *Pietraforte* (PTF), e il *Macigno* (MAC) nella sua tipologia arenaria quarzosa-feldspatica-micacea stratificata. Sono presenti come affioramenti nella porzione orientale del territorio comunale sia a Nord, nei pressi della Loc. di Romola (porzione centro meridionale dell'abitato), porzione nord della Loc. di Chiesanuova ed estremo NE del territorio comunale (rilievi collinari ad Ovest del Fiume Greve fino a pochi chilometri a sud del Cimitero di Guerra Americano), sia a Sud sui rilievi collinari che vanno dall'abitato di Mercatale in Val di Pesa fino approssimativamente alle loc. di Fornacelle e nella porzione S e SE del territorio comunale.

Unità B4.r1/4p5/6.d4/5

Alternanza di roccia lapidea-pelite con rapporto r/p compreso fra 25% e 75%; i livelli lapidei sono mediamente resistenti mentre quelli pelitici sono deboli; discontinuità con spaziatura da fitta a molto fitta. Sono inseriti in questa unità il *Macigno* (MACc) nella sua tipologia marnosa e marnoso-siltosa con intercalazioni di calcareniti e la *Formazione di Sillano* (SIL). Sono presenti come affioramenti nella porzione orientale del territorio comunale sia a Nord, nei pressi della Loc. di Romola (porzione settentrionale dell'abitato e zone limitrofe a NE e SE), sia a Sud e Sud Est sui rilievi collinari compresi fra il torrente Terzona e il fiume Greve a Sud dell'abitato di Mercatale in Val di Pesa (porzioni di territorio non comprese nell'unità B3.r1/4p5/6.d4/5

Unità Bc.r5/6

Complesso caotico di materiale lapideo e materiale pelitico; materiale da debole a molto debole. È inserita in questa unità l'Argille a Palombini (APA). Essa affiora in una fascia parallela ad un tratto del fiume Greve che va dalle zone limitrofe della Loc. Montecapri fino a pochi chilometri dopo la Loc. Le Sibille.

Unità Bc.r5/6.d4/5

Complesso caotico di materiale lapideo e materiale pelitico; materiale da debole a molto debole, discontinuità con spaziatura da fitta a molto fitta. Sono inseriti in questa unità il *Macigno* (MACa) nella sua tipologia caotica di olisostromi di materiale ligure e sub-ligure e le *Argille Varicolori* (AVR). Sono presenti come affioramenti nella porzione orientale del territorio comunale sia a Nord, nei pressi della Loc. di Chiesanuova (porzione meridionale dell'abitato e zone limitrofe a Sud e a Sud Est lungo il fiume Greve), sia ESE sui rilievi collinari prospicienti le loc. di Casellina e Castelli della Greve.

▪ **Unità Litologico-Tecnica C**

Materiale granulare cementato. Sono comprese rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in s.s..

Unità C2.r7

Conglomerati e brecce matrice sostenuti (matrice prevalentemente granulare – sabbiosa e/o sabbioso limosa); roccia debole, terreno lievemente cementato. Sono inseriti in questa unità le *Sabbie e Conglomerati* (VILe) e i *Conglomerati e ciottolami poligenici* (VILa). Esse affiorano in tutto il territorio centro occidentale del Comune di San Casciano in Val di Pesa ad eccezione delle aree di fondovalle e delle porzioni di affioramento del substrato geologico. Nel dettaglio è possibile mettere in evidenza una leggera prevalenza di affioramento della suddetta unità nelle porzioni centrali del territorio comunale rispetto alle porzioni occidentali.

▪ **Unità Litologico-Tecnica D**

Materiale coesivo consistente. Sono compresi terreni coesivi con consistenza elevata.

Unità D1.s2

Terreni prevalentemente coesivi (limi) da consistenti a molto consistenti. Sono inserite in questa unità le *sabbie, sabbie ciottolose, e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi* (VILb). Esse affiorano in tutto il territorio centro occidentale del Comune di San Casciano in Val di Pesa ad eccezione delle aree di fondovalle e delle porzioni di affioramento del substrato geologico. Essi costituiscono livelli di alternanza con l'unità C2.r7 con una prevalenza di affioramento nelle porzione SO del territorio comunale, oltre che in corrispondenza dell'abitato del capoluogo comunale. Preme mettere in evidenza che, nonostante la descrizione dell'unità geologica che illustra una composizione tipica dell'unità VILb prevalentemente granulare, dall'osservazione delle stratigrafie facenti parte del database comunale e di ISPRA (vedi allegato "Dati di Base") raccolte a supporto della Variante al Piano Strutturale in oggetto, è risultato una composizione della suddetta unità (VILb) nel territorio comunale sancascianese prevalentemente limosa e limosa argilloso. Questo ha portato alla scelta di inserire l'unità geologica VILb nell'unità litotecnica D1.s2.

▪ **Unità Litologico-Tecnica E**

Materiali granulari non cementati o poco cementati. Sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituito da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione

Unità E3.a3/4.t1

Sabbie limose/argillose da poco addensate a sciolte con presenza di frammenti secondari di dimensioni maggiori. Sono inserite in questa unità i *depositi alluvionali attuali* (b) e i *depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati* (bna). Esse affiorano in corrispondenza delle principali valli del territorio comunale, oltre in corrispondenza delle conoidi alluvionali presenti lungo le valli del torrente Pesa e del torrente Terzona.

▪ **Unità Litologico-Tecnica F**

Materiale con consistenza limitata o nulla. Sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza.

Unità F1.s3/4.t2

Limi e limi argillosi da consistenti a moderatamente consistenti con presenza di frazione sabbiosa. Sono inseriti in questa unità i *depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (ghiaia prevalente* - bnb). Essi affiorano in corrispondenza dei depositi terrazzati alluvionali nelle porzioni N e S dell'abitato di Cerbaia.

In sintesi il territorio comunale di San Casciano è costituito prevalentemente da depositi continentali e marini pliocenici/villafranchiani costituiti in preminenza da materiale granulare e coesivo aventi caratteristiche geotecniche da mediamente consistenti/addensati a consistenti/addensati fino a molto consistenti/addensati con rari episodi di cementazione. Subordinatamente è presente, in affioramento il substrato geologico mesozoico/cenozoico costituito da un'alternanza di materiale lapideo e pelitico stratificato o in un pattern caotico. Il suddetto materiale affiora prevalentemente nelle porzioni NE e E e SE del territorio comunale. In ultima analisi sono presenti, lungo le strette valli dei principali assi drenanti (Pesa, Virginio, Sugana, Greve, Terzona e Solatio), depositi alluvionali a granulometria variabile da granulare a coesiva da mediamente consistenti/addensati a scarsamente consistenti/addensati fino a sciolti. Infine, per completezza di informazione, sono state messe in evidenza, sulla base dello studio geomorfologico in oggetto (vedi cap.6), le coltri detritiche associate a forme geomorfologiche gravitative di versante (frane attive e quiescenti) aventi caratteristiche geotecniche da scarse a molto scarse.

Per concludere sono riportati anche i terreni eterogenei al fondo di laghi artificiali, cave e i siti interessati da procedimenti di bonifica.

Per quanto riguarda il fenomeno della liquefazione, ai sensi della normativa vigente (cap. 7.11.3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008), si intende con tale termine *"...quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate."* Un'opportuna verifica prevede il controllo dell'esistenza delle condizioni predisponenti il fenomeno, quali la magnitudo attesa, l'accelerazione massima in superficie e la presenza di *"sabbie monogranulari sature scarsamente addensate"*. In particolare, prendendo a riferimento il cap. 7.11.3.4.2. – "Esclusione della verifica a liquefazione" delle NTC2008, *la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:*

- *eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;*
- *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;*
- *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
- *depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
- *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.*

Nel territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, la presenza di sabbie monogranulari scarsamente addensate sotto falda si può verificare solo lungo le principali valli drenanti (torrente Pesa, torrente Sugana, torrente Terzona, torrente Virginio e fiume Greve). Osservando i sondaggi e le stratigrafie dei pozzi presenti nei suddetti domini di fondovalle (vedi allegato "Dati di base"), non risulta la presenza di sabbia pura sotto falda. Tuttavia, a livello cautelativo, considerando che la quota piezometrica della falda nei terreni alluvionali del torrente Pesa si attesta nell'intervallo -5/-10 m da p.c. (valori di misura del livello piezometrico statico effettuate nei pozzi del database ISPRA a supporto della denuncia di realizzazione del pozzo – vedi certificati riportati nell'allegato "Dati di Base" e nostre verifiche dirette), e prendendo a riferimento stratigrafie caratterizzate da una prevalenza di sabbie, ghiaie e sabbie limose nei primi 15 m di profondità da p.c., è possibile mettere in evidenza, in termini

di granulometria e condizioni idrogeologiche, una piccola area soggetta a potenziale liquefazione, circa 1,5 km a sud di Bargino. Alle suddette condizioni granulometriche ed idrogeologiche, secondo le NTC2008 (cap. 7.11.3.4.2), per il verificarsi del fenomeno della liquefazione, deve esserci anche determinate condizioni sismiche (magnitudo attesa superiore a 5 e accelerazioni massime attese al piano campagna superiori a 0,1g.).

Per consentire una valutazione sulle problematiche di liquefazione, in termini sismici, sono state prese in esame le Mappe di Pericolosità Sismica elaborate dall'INGV, disponibili ed interattive sul sito. Effettuando l'analisi mediante il grafico di disaggregazione del valore di a_g (g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, si ottengono valori di magnitudo M medi sempre inferiori a 5 (circa 4.8) ed il contributo percentuale alla pericolosità per magnitudo attese superiori a 5 è intorno al 10% (Fig. 18).

Da tali elaborazioni si evince anche il valore stimato dell'accelerazione massima attesa al sito, compresa nel territorio fra 0.100 e 0.125 g (Fig. 19).

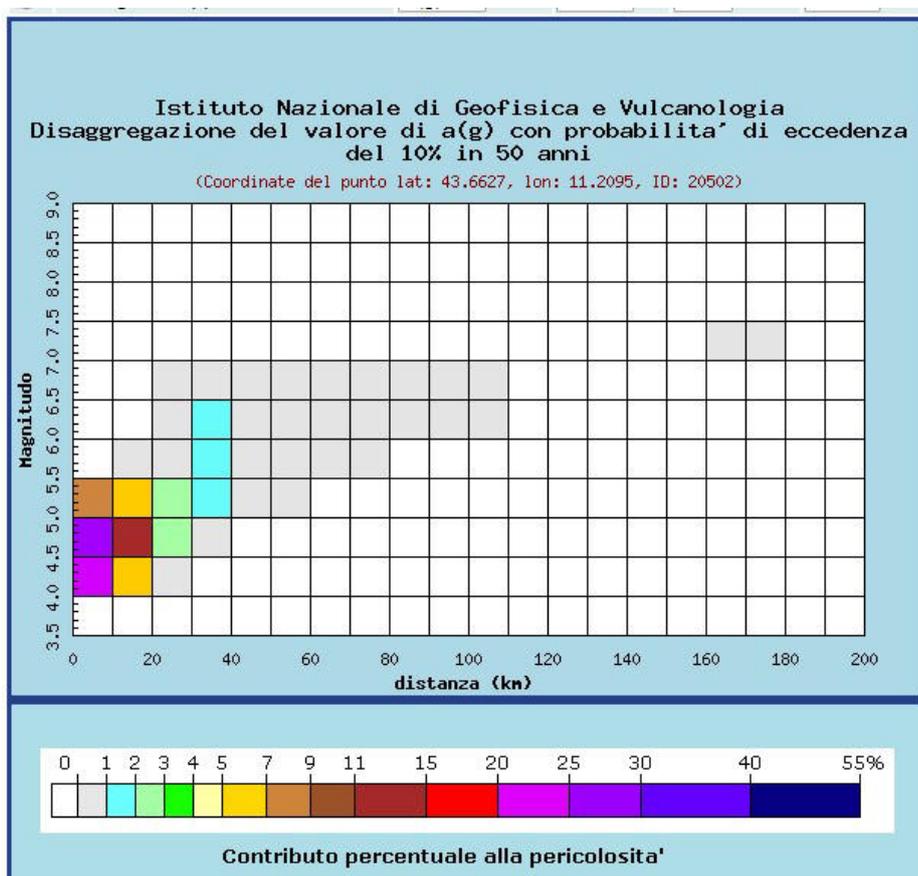


Fig. 18 – Grafico di disaggregazione del valore di a_g (g) con relativa gamma di contributo percentuale alla pericolosità

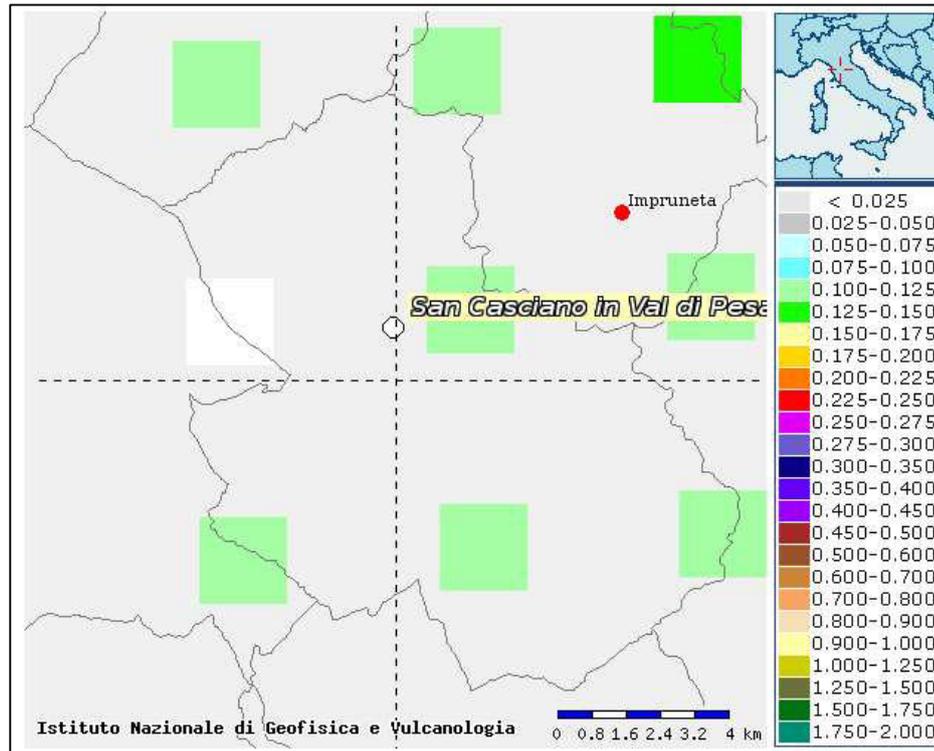


Fig. 19 – Mappa interattiva di accelerazione sismica (g)

Come, osservabile dai grafici soprariportati, il territorio di San Casciano in Val di Pesa, da un punto di vista sismico, presenta condizioni al limite soglia per il verificarsi del fenomeno della liquefazione. Come suddetto, a livello cautelativo, nella carta litotecnica e, conseguentemente nelle cartografie redatte a supporto dello studio di microzonazione sismica (vedi cap.10), nonché nella carta della pericolosità sismica locale (vedi cap.11), è stata comunque (per il principio di cautela), messa in evidenza una piccola area, circa 1,5 km a sud di Bargino avente, condizioni ai limiti delle soglie indicate dalla normativa vigente per il verificarsi del fenomeno di liquefazione.

10 - ELEMENTI CONOSCITIVI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Gli elementi prioritari evidenziati per la valutazione degli effetti locali e di sito, in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, sono quelli utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato. Lo studio di Microzonazione sismica di livello 1 a supporto del nuovo Piano Strutturale, come suddetto, è un aggiornamento del precedente studio realizzato a supporto della Variante al Piano Strutturale alla luce dei nuovi rilievi geomorfologici e sulla base dei nuovi standard di rappresentazione tematica. Al

fine di valutare gli effetti locali, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, è stato indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti (mediante la raccolta delle indagini che costituiscono la carta delle indagini), sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (punto B. 7 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R - direttive per la formazione del piano strutturale e relative varianti) e di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR).

Per i dettagli si rimanda alla "*Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS)*".

10.1 - Carta geologico-tecnica (Tavv. G.06)

Sulla base di una accurata revisione a scala di dettaglio delle cartografie già redatte, in particolare di quelle geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, unitamente all'elaborazione dei dati litologici, stratigrafici, litotecnici e sismici acquisiti, è stata elaborata e redatta la carta geologico-tecnica in scala 1:10.000, quale carta di sintesi ed elaborato propedeutico alla stesura della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

La Carta geologico-tecnica è stata realizzata), utilizzando la simbologia prevista dagli 'Standard Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1).

Nell'ambito di tale revisione è stata posta particolare attenzione alla mappatura dei depositi di copertura, alla ricostruzione dettagliata delle variazioni litologiche e di spessore all'interno di questi, alla presenza di aree instabili ed all'individuazione del substrato.

Sono stati indicati gli elementi puntuali geologici ed idrogeologici, l'indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o meno da sondaggi o pozzi, nonché la profondità della falda, nei punti dove rilevata.

Per quanto riguarda gli elementi lineari sono riportati gli elementi tettonici strutturali principali (faglie potenzialmente attive e inattive), gli orli di scarpata morfologica con altezza superiore ai 10 m e gli assi degli alvei abbandonati del torrente Pesa.

Le aree potenzialmente liquefacibili sono riportate nella Carta Litotecnica (Tavv. G.05).

Per quanto riguarda l'assetto geologico-tecnico, il territorio di San Casciano in Val di Pesa presenta, come detto anche capitolo dei precedenti, due domini con caratteristiche geotecniche ben distinte (terreni di copertura e substrato geologico)

Il substrato profondo, che costituisce un 'bedrock' dal punto di vista sismico, affiora nelle porzioni orientali del territorio comunale (porzione N e NE e porzione S e SE). Osservando i risultati delle

indagini sismiche realizzate a supporto dello studio di microzonazione sismica in oggetto, è possibile osservare evidenti aumenti di velocità delle Vs nel passaggio da terreni di copertura e substrato geologico (valori superiori ai 1000 m/s del substrato geologico rispetto a valori compresi fra 150 e 600/700 m/s per i terreni di copertura).

Per quanto riguarda invece i terreni di copertura, essi affiorano prevalentemente nelle porzioni centrali e occidentali del territorio comunale. Essi comprendono sia terreni alluvionali recenti con spessori massimi di 20 m che terreni marini/continentali pliocenici/villafranchiani con spessori che vanno da pochi decine di metri (15/20 m) in corrispondenza delle zone di passaggio fra terreni di copertura e substrato geologico, a profondità che raggiungono circa i -2000 m s.l.m. nelle aree Nord occidentali del territorio comunale

Di seguito si riportano le Unità Geologico-tecniche della Carta Geologico-tecnica per la redazione della quale si è fatto riferimento alle indicazioni ed alla nomenclatura degli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1).

Terreni di copertura

Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM)

Comprendono terreni con stato di addensamento da medio a medio alto costituiti da materiale prevalentemente granulare parzialmente cementato; sono costituiti da una predominanza di sabbie medio-fini, sabbie limose e limi sabbiosi e conglomerati; Sono presenti come affioramenti in tutto il territorio comunale (particolarmente nelle porzioni centrali – N e S)

Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (GC)

Comprendono terreni da scarsamente a moderatamente consistenti costituiti da materiale prevalentemente limoso sabbioso e argilloso, in subordine ghiaioso ;Sono presenti lungo le principali valli drenanti del territorio comunale

Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML)

Comprendono terreni da moderatamente consistenti a consistenti costituiti da materiale prevalentemente limoso argilloso con lenti ed intercalazioni sabbiose. Sono prevalentemente depositi marini/continentali pliocenici/villafranchiani affioranti nelle porzioni centrali e occidentali del territorio comunale. Fanno parte di questa classe geologico-tecnica anche i depositi coesivi fini alluvionali terrazzati presenti in porzioni dell'abitato di Cerbaia.

Argille inorganiche di media bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre (CL)

Comprendono terreni da moderatamente consistenti a consistenti costituiti da materiale

prevalentemente limoso argilloso e argilloso. Sono presenti nelle porzioni centrali e occidentali del territorio comunale con una prevalenza per le porzioni NO e SO del territorio comunale in corrispondenza delle quote inferiori dei rilievi collinari prospicienti le principali valli del territorio comunale.

Substrato geologico

Substrato lapideo (LP)

Comprendono rocce non stratificate costituite da litotipi prevalentemente magmatici. Sono presenti come affioramenti nella porzione orientale del territorio comunale ed in particolare nei pressi della Loc. di Montecapri e della Loc. il Ferrone.

Substrato lapideo stratificato (LPS)

Comprendono rocce prevalentemente arenacee e subordinatamente marnose e marnose siltose. Essi affiorano in prevalenza nelle porzioni settentrionali del territorio comunale e subordinatamente in piccole porzioni meridionali pochi chilometri ad Est della loc. di Fabbrica

Substrato costituito da alternanza di litotipi (AL)

Complesso caotico di materiale lapideo e materiale pelitico; costituito da argilliti e calcilutiti in prevalenza. L'unità geologico-tecnica affiora prevalentemente nella porzione centro-orientale e sud-orientale del territorio comunale nelle porzioni basse dei versanti collinari prospicienti la valle del fiume Greve.

Substrato costituito da alternanza di litotipi, stratificato (ALS)

Comprendono porzioni di substrato roccioso costituiti da materiale lapideo e pelitico stratificato calcareo marnoso o argillitico calcilutitico. L'unità affiora prevalentemente nelle porzioni S e SE del territorio comunale.

In merito agli elementi tettonici strutturali, nel territorio del comune di San Casciano in Val di Pesa, sono state cartografate faglie dirette, trascorrenti e sovrascorrimenti suddivisi sulla base del tipo di movimento relativo delle due parti separate dall'elemento tettonico e dal grado certezza dell'elemento tettonico stesso. Nel database della Regione Toscana (Database Geologico della Regione Toscana) gli elementi tettonici sono suddivisi, oltre sulla base del tipo di movimento, anche in base al grado di certezza dell'elemento tettonico cartografato:

- Elemento tettonico certo;
- Elemento tettonico fittizio;
- Elemento tettonico incerto;

Per la carta geologico-tecnica, gli 'standard di rappresentazione e archiviazione informatica' redatti dal DPC (versione 4.1), classificano gli elementi tettonici strutturali sulla base della tipo di movimento (faglia diretta, trascorrente e sovrascorrimenti), sullo stato di attività (attiva non attiva) e sul grado di bontà dell'elemento cartografato (elemento tettonico certo o presunto). Per realizzare la suddetta suddivisione, il territorio sancascianese è stato visionato il database delle faglie capaci del progetto ITHACA (fonte:ISPRA).

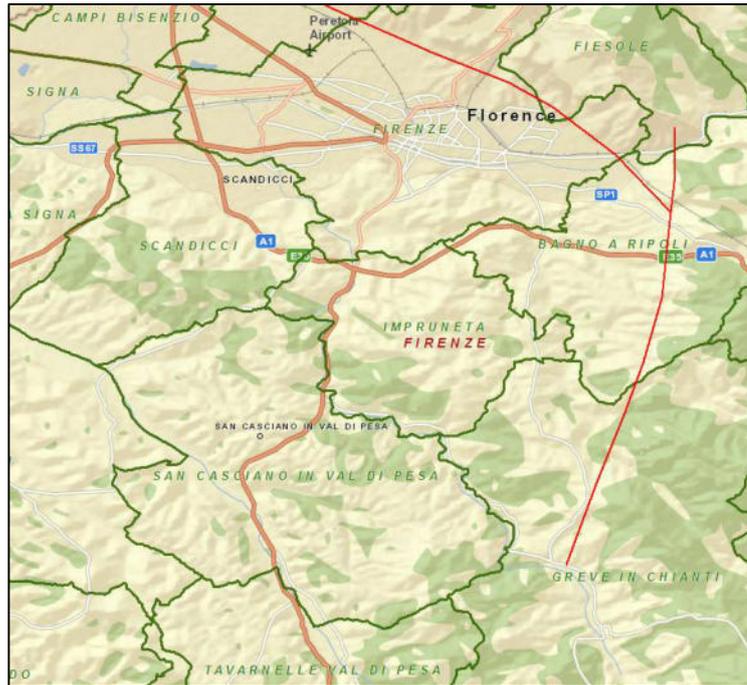
Nel territorio di San Casciano in Val di Pesa non sono presenti faglie attive capaci (Fig. 20).

Fig. 20 – Estratto carta delle faglie attive capaci (in rosso) del Progetto ITHACA (fonte ISPRA).

In assenza di ciò si è optato per suddividere le faglie rilevate dal progetto geologico CARG (vedi Tavv.G.01), in potenzialmente attive, quelle che sono state classificate dalla Regione Toscana come certe, e non attive quelle che sono state classificate dalla Regione Toscana come incerte, fittizie o sepolte.

Gli elementi tettonici potenzialmente attive e non attive si riscontrano prevalentemente nella porzione S e SO del territorio sancascianese.

10.2 - Carta delle sezioni geologico-tecniche (Tavv.7 e 7.1)

Per una completa ricostruzione del modello geologico-tecnico del territorio comunale in esame, oltre alla classificazione dei litotipi affioranti in terreni di copertura e substrato geologico rigido con le sottoclassificazioni messe in evidenza nel capitolo precedente (vedi cap.10.1) gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) prevedono la realizzazione di sezioni geologico-tecniche rappresentative degli elementi geologico-strutturali del territorio in esame, orientante sia trasversalmente che longitudinalmente.

Nel caso del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa si è optato per la realizzazione di 30 sezioni geologico-tecniche (3 rappresentative di tutto il territorio comunale e 27 rappresentative delle condizioni specifiche delle condizioni geologico-tecniche dei centri abitati significativi). Di seguito

si illustrano le sezioni geologico-tecniche realizzate con le relative orientazioni (Fig. 21):

- **Sezione A-A'**
 - Orientata da OSO a ENE a partire dal torrente Pesa a valle della Loc. di Talente fino a al fiume Greve presso il Cimitero di Guerra Americano;
- **Sezione B-B'**
 - Orientata da OSO a ENE a partire dal torrente Virgino a valle della Loc. Murlo Nuovo fino a al fiume Greve presso i Castelli della Greve Pesa;
- **Sezione C-C'**
 - Orientata da NNO a SSE a partire dalla periferia ovest dell'abitato della Romola fino a al borro Lavatoio ad est della Loc. Sambuca in Val di Pesa;
- **Sezione CB-C'B'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Cerbaia e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione CB1-C'B'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di Cerbaia e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione RM-R'M'**
 - Orientata da O a E attraverso l'abitato di Romola e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione RM1-R'M'1**
 - Orientata da N a S attraverso l'abitato di Romola e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione CN-C'N'**
 - Orientata da N a S attraverso l'abitato di Chiesanuova e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione CN1-C'N'1**
 - Orientata da E a O attraverso l'abitato di Chiesanuova e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SP-S'P'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Spedaletto e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SP1-S'P'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di Spedaletto e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SC-S'C'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso la porzione meridionale dell'abitato del Capoluogo comunale e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SC1-S'C'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato del Capoluogo comunale e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SC2-S'C'2**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso la porzione settentrionale dell'abitato del Capoluogo comunale e aree limitrofe prossimali;

- **Sezione PT-P'T'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Ponterotto e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione PT1-P'T'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di Ponterotto e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SZ-S'Z'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di San Pancrazio e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione SZ1-S'Z'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di San Pancrazio e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione CZ-C'Z'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Calzaiolo e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione CZ1-C'Z'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di Calzaiolo e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione MC-M'C'**
 - Orientata da NO a SE attraverso l'abitato di Mercatale in Val di Pesa e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione MC1-M'C'1**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso la porzione settentrionale dell'abitato di Mercatale in Val di Pesa e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione MC2-M'C'2**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso la porzione meridionale dell'abitato di Mercatale in Val di Pesa e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione BG-B'G'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Bargino e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione PG-P'G'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Pergolato e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione PG1-P'G'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di Pergolato e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione MF-M'F'**
 - Orientata da OSO a ENE attraverso l'abitato di Montefiridolfi e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione MF1-M'F'1**
 - Orientata da NNO a SSE attraverso l'abitato di Montefiridolfi e aree limitrofe prossimali;
- **Sezione TT-T'T'**
 - Orientata da ONO a ESE attraverso l'area industriale di Testi aree limitrofe prossimali;
- **Sezione TT1-T'T'1**
 - Orientata da NNE a SSO attraverso l'area industriale di Testi e aree limitrofe prossimali;

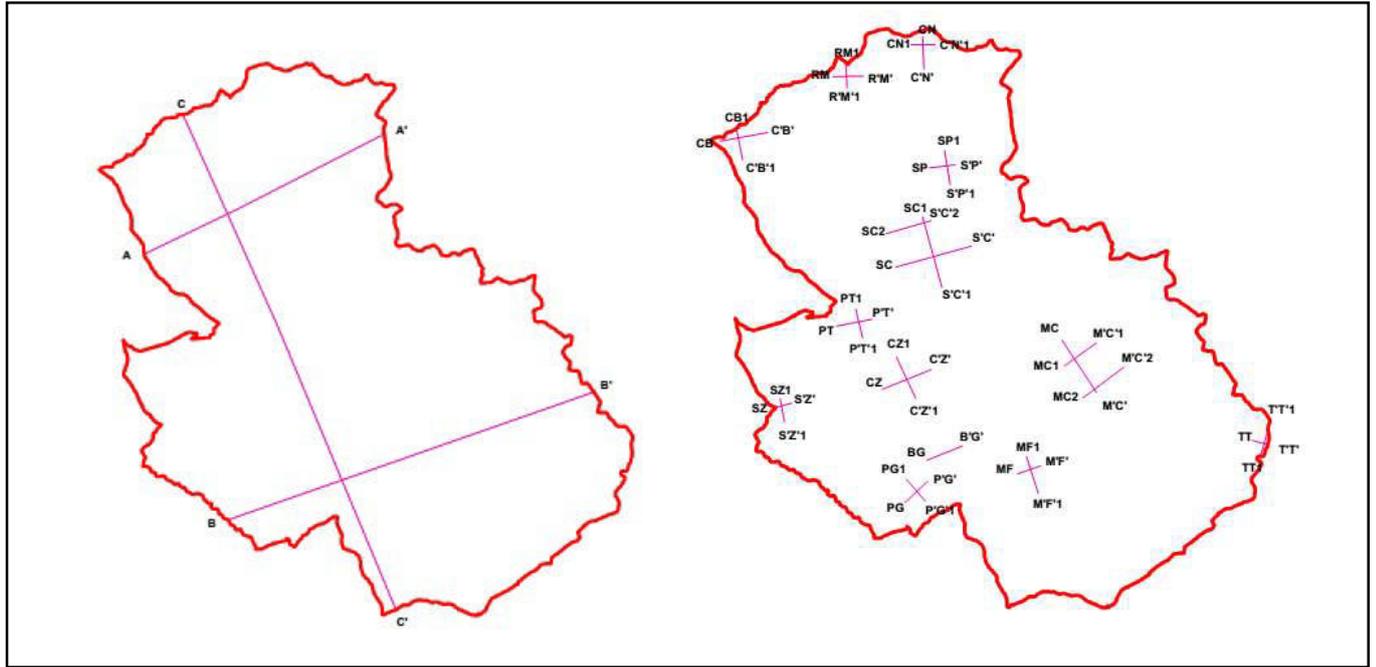


Fig. 21 – Ubicazione delle sezioni geologico-tecniche rappresentative

10.3 - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Tavv.G.08)

Dalle indagini specifiche di natura geofisica effettuate per lo studio di Microzonazione Sismica (a supporto della Variante al Piano Strutturale) è stata realizzata, in corrispondenza dei centri abitati significativi, la carta delle frequenze fondamentali dei depositi, in scala 1:10.000. Tale elaborato riporta l'ubicazione di tutte le misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSr), con i relativi valori della frequenza fondamentale (f_0) e dell'ampiezza dei picchi fondamentali (A_0).

Per le metodologie di indagine ed i risultati completi relativi alle indagini geofisiche si rimanda all'Indagine geofisica riportata in allegato 1 nella "**Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1**".

La campagna di misure strumentali è stata realizzata in corrispondenza dei centri abitati significativi individuati dall'Amministrazione Comunale e distribuita in maniera uniforme, tenendo conto della distribuzione delle altre indagini pregresse disponibili e delle condizioni litostratigrafiche del sito.

La rappresentazione grafica scelta è stata quella semplificata con l'ubicazione dei punti di misura distinti con dei cerchi di colore variabile in funzione della frequenza del picco e con raggio variabile in funzione dell'ampiezza, secondo la legenda tipo riportata nell'Appendice 3 dell'Allegato A della Deliberazione 25 novembre 2013 n. 971 L.R. 58/2009 – OPCM 4007/2012 ART.2 COMMA 1. LETT. A – Studi di microzonazione sismica. Approvazione delle nuove specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica; ad uno stesso punto di misura sono stati

talvolta associati più cerchi a seconda del numero di picchi fondamentali individuati.

Lo scopo di tale indagine è stato quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

Inoltre l'elaborazione dei risultati ottenuti ha fornito indicazioni e conferme ai fini della ricostruzione del modello geologico di sottosuolo per la stesura delle MOPS, con particolare riferimento al confronto tra lo spessore delle coperture stimate e le frequenze fondamentali (*Albarello et al.*, 2010).

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle frequenze naturali di vibrazione di un deposito.

Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione denominata frequenza fondamentale di risonanza, che dipende dallo spessore H della copertura e dalla velocità media delle Vs della stessa secondo la relazione:

$$v = V_s/4H$$

L'interpretazione delle misure eseguite consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza fra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e le variazioni litologiche presenti nel sottosuolo.

L'interpretazione delle misure H/V deve essere sempre tarata sulla base di indagini dirette, che consentano una correlazione con la stratigrafia di sottosuolo.

Come emerge dai risultati ottenuti dalle misure sismiche realizzate, si conferma l'assetto geologico di sottosuolo descritto nei capitoli precedenti (vedi capp. 5.2, 9.2 e 10.1).

Per i dettagli dei risultati si rimanda all'allegato 1 nella "**Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1**".

Nel presente elaborato è opportuno mettere in evidenza una generale tendenza alla diminuzione delle frequenze passando dalle porzioni di territorio dove il substrato geologico affiora verso le aree periferiche del territorio comunale dove il substrato geologico tende ad approfondirsi sotto la copertura dei depositi continentali/marini pliocenici Villafranchiani.

In particolare i valori più bassi si registrano nelle loc. di Cerbaia (circa 0,5 hz), mentre i valori più elevati si registrano in zona Mercatale in Val di Pesa (valori compresi fra 5 e 10 hz).

10.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS (Tavv.G.09)

La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) individua, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dell'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici, le microzone ove possono verificarsi diverse tipologie di effetti locali o di sito prodotti dall'azione sismica.

In particolare nella valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico è stata posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area;
- individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido, accompagnata da una stima approssimativa della profondità ed una stima del contrasto di impedenza sismica atteso;
- individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte;
- presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

L'elaborazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) è stata realizzata solo sui centri urbani maggiormente significativi, individuati dal Comune di San Casciano in Val di Pesa e rappresentati dalle seguenti aree urbanizzate:

- Cerbaia;
- La Romola
- Chiesanuova;
- Spedaletto;
- San Casciano in Val di Pesa;
- Ponterotto;
- Calzaiolo;
- San Pancrazio;
- Bargino;
- Pergolato;
- Mercatale in Val di Pesa;
- Montefiridolfi;
- Testi.

La carta è stata redatta tenendo conto delle indicazioni fornite negli indirizzi e criteri di microzonazione sismica, nelle specifiche tecniche regionali e nel rispetto degli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1 – Novembre 2018).

Nello specifico la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) individua e caratterizza:

1. zone stabili: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base.
2. zone stabili suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.
3. zone di attenzione per le instabilità: zone suscettibili di riattivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

Come già detto, il territorio di San Casciano in Val di Pesa, è costituito da due domini ben definiti: terreni di copertura (alluvionali e marini/continentali affioranti prevalentemente nella porzione occidentale del territorio comunale) e substrato geologico (affiorante prevalentemente nella porzione orientale del territorio comunale). Da un punto di vista della classificazione delle aree urbane maggiormente significative in microzone omogenee in prospettiva sismica, il territorio comunale in oggetto, è suddivisibile in zone stabili (lapidee e costituite da alternanze di litotipi) e zone stabili suscettibili di amplificazione sismica (zona 0 – substrato molto fratturato o alterato, zona 1 – depositi alluvionali poggiati su substrato pliocenico/villafranchiano, zona 2 – depositi marini/continentali con in affioramento terreni prevalentemente coesivi, zona 3 – depositi marini/continentali con in affioramento terreni prevalentemente granulari). In aggiunta alle suddette zone stabili si impostano le zone di attenzione per instabilità di versante (frane attive e quiescenti). All'interno del dominio delle zone stabili suscettibili di amplificazione sismica è possibile distinguere le aree in cui lo spessore dei depositi marini/continentali è superiore ai 50 m (zona 1, zona 2 e zona 3) e zone in cui lo spessore è inferiore ai 50 m (zona 4, zona 5 e zona 6). Tali zone sono state individuate incrociando i risultati delle indagini geofisiche e geotecniche. In particolare prendendo a riferimento i risultati delle indagini geofisiche HVSR sono stati estrapolati i valori di picco H/V rappresentativi del possibile passaggio fra terreni di copertura e substrato lapideo. Successivamente dalle indagini geofisiche MASW, ubicate in prossimità delle indagini geofisiche HVSR, sono stati estrapolati valori di Vs medi rappresentativi dello spessore

di terreno indagato. Incrociando i due valori attraverso la formula riportata sopra ($v = V_s/4H$) sono stati ricavati valori di profondità del possibile contatto fra terreni di copertura e substrato lapideo. Tali valori sono stati confrontati, infine con i risultati delle indagini geognostiche presenti in prossimità delle indagini geofisiche suddette (in particolare stratigrafie di sondaggi e di pozzi). Il suddetto studio ha permesso di evidenziare, nelle aree prossimali al contatto geologico fra terreni di copertura e substrato geologico (vedi Loc. di Romola e Loc. di Mercatale in Val di Pesa), i comparti con profondità di contatto superiore o inferiore ai 50 m.

Per la definizione delle zone, la loro perimetrazione e gli approfondimenti sugli aspetti di carattere sismico si rimanda alla specifica "*Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di microzonazione sismica (MS) di Livello 1*".

Preme sottolineare nuovamente, che il presente studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 non è supportato da nessuna indagine geotecnica o geofisica nuova rispetto a quelle già catalogate ed utilizzate per lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 realizzato a supporto della Variante al Piano Strutturale. In questa fase è stato semplicemente aggiornato il quadro delle forme geomorfologiche gravitative sulla base dei nuovi rilievi geomorfologici e sono stati revisionati i layout delle mappe in base ai nuovi standard di rappresentazione.

11 – CARATTERIZZAZIONE GEOTERMICA

In aggiunta agli elaborati previsti dalla normativa vigente (L.R.n.65 del 10 Novembre 2014 e D.P.G.R. n.53/R del 25 ottobre 2011) e descritti nei capitoli precedenti, in accordo con l'Amministrazione Comunale e per una migliore gestione ambientale del territorio con lo scopo di promuovere l'utilizzo di fonti rinnovabili per la climatizzazione degli insediamenti civili ed industriali e per le bonifiche ambientali e come incremento spontaneo del quadro conoscitivo (per possibili e futuri elementi programmatori dell'A.C.) sono state realizzate le seguenti carte:

- Carta delle temperature attese nel sottosuolo (Tavv.G.10);
- Carta del tetto del potenziale serbatoio (Tavv.G.11);
- Carta del potenziale geotermico di bassa entalpia (Tavv. G.12);

Per quanto riguarda le aree soggette a procedimenti di bonifica si rimanda al cap. 8.2.2.

In merito alle cartografie riguardanti il tema della Geotermia esse possono essere classificate in due categorie:

- Carte della Geotermia a media-alta entalpia:
 - Carta delle temperature attese nel sottosuolo (Tavv.G.10);
 - Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico (Tavv. G.11);
- Carta della Geotermia a bassa entalpia:
 - Carta del potenziale geotermico di bassa entalpia (Tavv.G.12).

L'energia Geotermica è una fonte di energia pulita, alternativa e rinnovabile che si basa sul "motore termico" della Terra, ovvero sul calore emesso dalla Terra. Il flusso di calore terrestre medio è circa 65 mW/m² (Meloni A., 2005). A livello globale, il flusso di calore geotermico, ha dei valori che, localmente, rappresentano delle anomalie rispetto al valore medio suddetto.

Ai sensi del D.Lgs. 20 del 11/02/2010 le risorse geotermiche sono classificate come segue:

- Risorse geotermiche ad alta entalpia
 - (T del fluido reperito > 150 °C)
- Risorse geotermiche a media entalpia
 - (T del fluido reperito compreso tra 90 °C e 150 °C)
- Risorse geotermiche a bassa entalpia
 - (T del fluido reperito < 90 °C)

Le risorse geotermiche presentano applicazioni pratiche nella vita sociale delle popolazioni comunali, provinciali e regionali. Come è osservabile nella Fig. 22, a seconda della temperatura del fluido reperito (bassa, media o alta entalpia), si possono realizzare progetti che vanno dalle centrali elettriche e a ciclo binario (alta entalpia) fino alla realizzazione di sistemi di riscaldamento/raffreddamento di terme e piscine, forniture di acqua calda domestica e riscaldamento serre (bassa entalpia), teleriscaldamento cittadino.

Promuovere l'utilizzo di questa risorsa sul territorio significa anche produrre mappe in grado di indicare le caratteristiche geotermiche del sottosuolo, al fine di agevolare l'individuazione delle aree più promettenti.

Per la realizzazione delle cartografie elencate ad inizio capitolo, sono state consultate le cartografie messe a disposizione dal Ministero dello Sviluppo Economico (Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche) sul portale UNMIG, per quanto riguarda la risorsa geotermica a media ed alta entalpia.

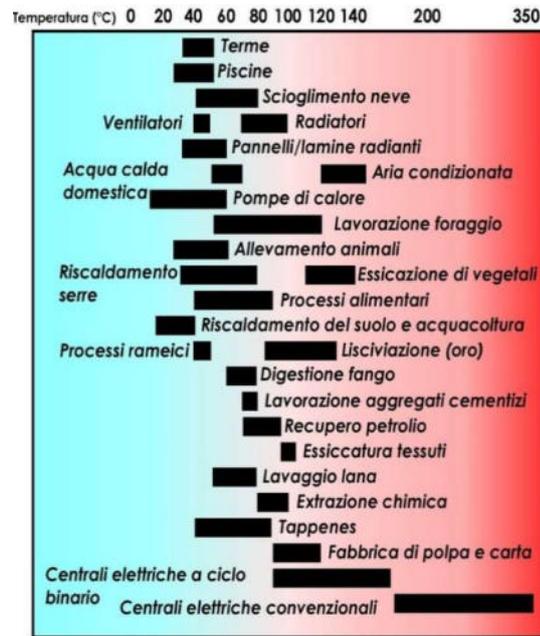


Fig. 22 – Applicazioni della risorsa geotermica in base all'entalpia del fluido reperito (Dickson M.H., 2004)

L'Inventario delle risorse geotermiche nazionali, previsto dalla Legge 9 dicembre 1986, n.896, abrogata dal Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n.22, è stato realizzato nel 1988 da ENEL, ENI-AGIP, CNR e ENEA con il coordinamento del Ministero. Il progetto, realizzato secondo le specifiche illustrate nel seguente documento, è costituito da un insieme di rapporti regionali con relativi elaborati grafici, dal database delle sorgenti geotermiche e dal database dei pozzi. Nel 1994 sono stati eseguiti alcuni aggiornamenti relativi alla valutazione del potenziale geotermico nazionale e di alcune aree del paese. Recentemente, tramite una convenzione tra l'UNMIG e l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR i dati che costituiscono l'Inventario delle risorse geotermiche nazionali sono stati trasformati in formato elettronico al fine di rendere disponibile la loro consultazione on-line.

Mentre per quanto riguarda la risorsa geotermica a bassa entalpia è stata realizzata ex novo una cartografia per l'intero territorio comunale e sono state visionate le seguenti pubblicazioni:

- Consultazione Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze e Tecnologie Applicate all'Ambiente, sezione tecnologie innovative per la gestione del territorio (Ciclo XXV): *"Impianti di geoscambio: studio della conducibilità termica e criteri di applicabilità in Provincia di Siena"* di A. Pasquini, T. Colonna e G. Massa (2013).
- Consultazione articolo "Proposta di metodologia per la mappatura della potenzialità geotermica a bassa entalpia – Il caso di studio del conoide della Stura di Lanzo" di L. Ferrero; D.A. De Luca – Università degli Studi di Torino (2010).

11.1 – Geotermia a media ed alta entalpia

11.1.1 – Carta delle temperature attese nel sottosuolo (Tavv.G.10)

Per la realizzazione della Carta delle temperature attese nel sottosuolo è stato consultato il database cartografico del Ministero dello Sviluppo Economico (Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche – portale UNMIG). In particolare sono state visionate le carte delle temperature attese al tetto del potenziale serbatoio e alle profondità di 1000, 2000 e 3000 m da p.c.

Nel territorio di San Casciano in Val di Pesa sono state evidenziate le seguenti classi di temperatura suddivise in base alla profondità di interesse:

- Temperature al tetto del potenziale serbatoio:
 - Temperature < 50 °C;
 - Temperature > 50 °C;
- Temperature a 1000 m di profondità da p.c.:
 - Temperature < 50 °C;
 - Temperature > 50 °C;
- Temperature a 2000 m di profondità da p.c.:
 - Temperature comprese fra 50 °C e 80 °C;
 - Temperature comprese fra 80 °C e 100 °C;
 - Temperature comprese fra 100 °C e 150 °C;
- Temperature a 3000 m di profondità da p.c.:
 - Temperature < 100 °C;
 - Temperature fra 100 °C e 150 °C;
 - Temperature > 150 °C.

Per avere una stima della profondità del potenziale serbatoio all'interno del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa, si rimanda al capitolo successivo (cap. 12.1.2).

Per quanto riguardano le temperature attese alla profondità del potenziale serbatoio, il territorio di San Casciano in Val di Pesa ricade all'interno della classe con temperature attese maggiori di 50 °C. Allargando la scala di osservazione alla Provincia di Firenze, il quadro termico rimane pressoché costante con temperature comprese fra 50° C e 100 °C per tutto il territorio provinciale ad eccezione di tre porzioni con temperature attese inferiori a 50 °C (fascia SE-NO, presente sul margine NE del territorio provinciale a partire da un'area compresa fra Firenze e Montelupo Fiorentino e che si protrae in direzione NO verso l'Appennino Tosco-Emiliano, Fascia SE-NO ad Est del territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa a partire circa dall'abitato dell'Impruneta e che si protrae in direzione SE verso il margine SE del territorio regionale, Fascia SE-NO che dal margine SO del territorio provinciale.

Per quanto riguardano le temperature attese alla profondità di circa 1000 m da p.c., il territorio

di San Casciano in Val di Pesa ricade a cavallo dell'isoterma di 50 °C. In particolare la porzione NO del territorio comunale, che comprende gli abitati di Cerbaia e la Romola, ricade nella classe di temperature attese inferiori a 50 °C mentre il resto del territorio comunale ricade nella classe di temperature attese superiori a 50 °C.

Per quanto riguardano le temperature attese alla profondità di circa 2000 m da p.c., il territorio di San Casciano in Val di Pesa ricade fra le isoterme di 80 °C e 100 °C. Le tre fasce termiche ($T < 80$ °C, T comprese fra 80 °C e 100 °C e T superiori a 100 °C), a livello regionale presentano un andamento approssimabile alla direzionalità SE-NO con la fascia di temperature inferiori a 80 °C ad E, SE e NE del territorio comunale sancascianese, la fascia di temperature superiore ai 100 °C ad O e SO del territorio comunale sancascianese e la fascia di temperature comprese fra 80 °C e 100 °C nella porzione territoriale intermedia che include il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa.

Per quanto riguarda le temperature attese alla profondità di circa 3000 m da p.c., il territorio di San Casciano in Val di Pesa ricade fra le isoterme di 100 °C e 150 °C. L'andamento delle fasce ricalca pressappoco quello descritto per la carta delle temperature a 2000 m di profondità da p.c., con la fascia delle temperature inferiori a 100 °C a NE ed E rispetto al territorio comunale sancascianese e la fascia delle temperature superiori a 150 °C nella porzione SE del territorio provinciale fiorentino a SE del Comune di San Casciano in Val di Pesa.

11.1.2 – Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico (Tavv.G.11)

Per la realizzazione della Carta delle temperature attese nel sottosuolo è stato consultato il database cartografico del Ministero dello Sviluppo Economico (Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche – portale UNMIG). In particolare è stata visionata la carta delle profondità del potenziale serbatoio geotermico.

Nel territorio di San Casciano in Val di Pesa sono state evidenziate le seguenti classi di profondità del potenziale serbatoio geotermico:

- Serbatoio geotermico a profondità inferiori a – 400 m s.l.m.;
- Serbatoio geotermico a profondità comprese fra – 400 m s.l.m. e -800 m s.l.m.;
- Serbatoio geotermico a profondità comprese fra – 800 m s.l.m. e -1200 m s.l.m.;
- Serbatoio geotermico a profondità comprese fra – 1200 m s.l.m. e -1600 m s.l.m.;
- Serbatoio geotermico a profondità comprese fra – 1600 m s.l.m. e -2000 m s.l.m.;
- Serbatoio geotermico a profondità superiori a -2000 m s.l.m.

Nel territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa si osserva un graduale approfondimento del reservoir geotermico andando da SE (loc. Testi) a N – NNO.

Qui di seguito si riporta la suddivisione dei principali centri urbani presenti nel territorio sancascianese suddivisi in base alla profondità del reservoir geotermico:

- Profondità < a -400 m s.l.m.:
 - Testi;
- Profondità comprese fra -400 m s.l.m. e -800 m s.l.m.:
 - Nessun centro urbano significativo;
- Profondità comprese fra -800 m s.l.m. e -1200 m s.l.m.:
 - Ponterotto;
 - Mercatale in Val di Pesa;
 - Montefiridolfi;
 - Bargino;
 - Pergolato;
 - San Pancrazio;
- Profondità comprese fra -1200 m s.l.m. e -1600 m s.l.m.:
 - Ponterotto;
 - Calzaiolo;
- Profondità comprese fra -1600 m s.l.m. e -2000 m s.l.m.:
 - Spedaletto;
 - San Casciano in Val di Pesa;
- Profondità superiori a -2000 m s.l.m.:
 - Chiesanuova;
 - Romola;
 - Cerbaia.

11.2 – Geotermia a bassa entalpia

11.2.1 – Carta del potenziale geotermico di bassa entalpia (Tavv.G.12)

Tra le principali fonti rinnovabili di energia primaria si sta recentemente affermando l'utilizzo del calore del sottosuolo sfruttato mediante impianti geotermici a bassa entalpia associati a pompe di calore per il riscaldamento e il raffreddamento di abitazioni, locali pubblici, attività agricole, commerciali e industriali.

Un aspetto fondamentale per una pianificazione adeguata in campo geotermico è la conoscenza delle caratteristiche geotermiche del sottosuolo. Nel caso specifico, la realizzazione di una carta delle potenzialità geotermiche permette, a soggetti privati e pubblici, di individuazione con

maggior facilità le aree più promettenti a supporto della realizzazione di progetti geotermici da realizzare nel territorio sancascianese.

Per potenziale geotermico (espresso in W) si intende la stima quantitativa dell'energia producibile in un determinato contesto geologico e idrogeologico. Supponendo un gradiente geotermico costante per tutta la profondità indagata, la stima del potenziale geotermico è rappresentata dalla sommatoria dei prodotti fra potenza specifica di estrazione (W/m) dei litotipi presenti nel sottosuolo e spessore dei suddetti litotipi (Ferrero L., 2010).

La profondità massima indagata per tutto il territorio comunale, a livello perforativo, è stata di 160 m da p.c. Nel Comune di San Casciano in Val di Pesa vi sono in totale 105 pozzi con associata stratigrafia, aventi una profondità di perforazione fra circa 50 m e circa 160 m. I suddetti pozzi presentano una distribuzione areale piuttosto omogenea su tutto il territorio comunale (Fig. 23).

In merito alla potenza specifica di estrazione, la classificazione dei litotipi messi in evidenza nelle suddette stratigrafie di riferimento, si è basata sulla Tab. 2 riportata qui sotto (Tinti F., 2008).

Per ogni stratigrafia di riferimento (Fig. 23), come suddetto, è stata eseguita la sommatoria dei prodotti fra spessore dei litotipi rilevati e relativa potenza specifica di estrazione:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j * h_j$$

- λ_j = Potenza specifica di estrazione (W/m) dell'*j*-esimo strato nella stratigrafia di riferimento
- h_j = spessore del *j*-esimo strato di riferimento
- n = numero totale di strati nella stratigrafia di riferimento

Il prodotto fra *j*-esimo valore di potenza specifica di estrazione e il relativo spessore del *j*-esimo litotipo ha tenuto conto della presenza o meno di acqua di falda al suo interno, in quanto la tabella dei valori di potenza specifica di estrazione distingue fra terreni sotto falda e terreni asciutti.

Dall'analisi puntuale summenzionata, sono stati stimati i seguenti range di potenziale geotermico per il territorio comunale di San Casciano in Val di Pesa: per 1800 h di estrazione si passa da valori di circa 2200 W in terreni marini/continentali pliocenici/villafranchiani con prevalenza di litotipi coesivi a valori ben superiori a 6000 W nel substrato geologico a prevalente composizione arenacea. Per 2400 h di estrazione i valori di potenziale geotermico si abbassano lievemente passando da circa 2000 W in terreni marini/continentali pliocenici/villafranchiani con prevalenza di litotipi coesivi a poco sopra i 7000 W nel substrato geologico a prevalente composizione arenacea.

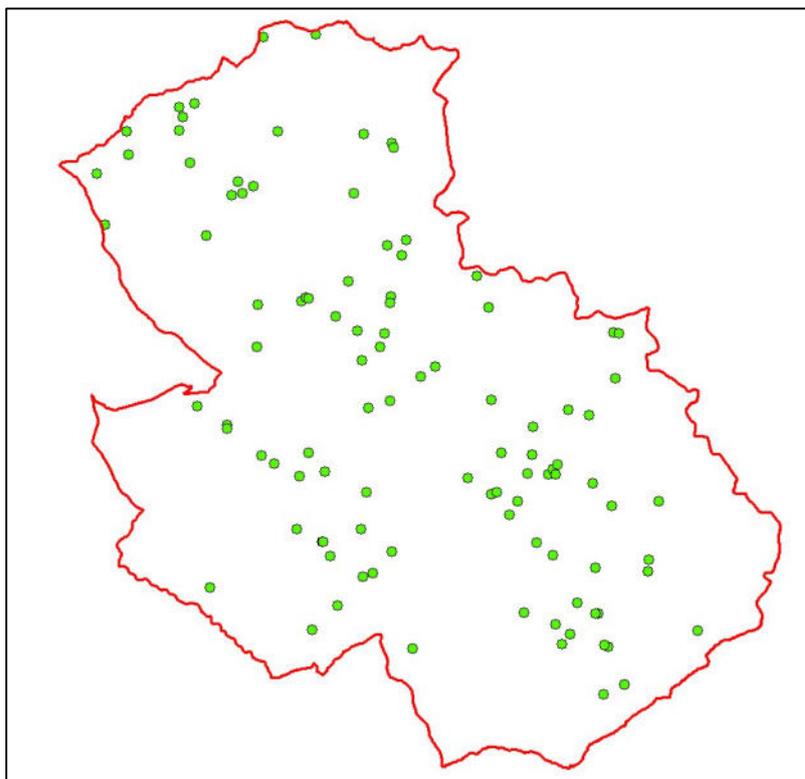


Fig. 23 – Ubicazione dei pozzi con stratigrafia allegata, aventi una profondità superiore a circa 50 m

I suddetti valori puntuali sono stati interpolati secondo il metodo kriging con modello esponenziale di semivariogramma (Fig. 24).

L'interpolazione ha rispettato l'andamento sopra descritto con valori minimi in corrispondenza di litotipi coesivi marini/continentali pliocenici/villafranchiani e valori massimi in corrispondenza del substrato geologico a composizione prevalentemente arenacea.

Tipo di sottosuolo	Quota specifica di estrazione	
	W/m su 1800 h	W/m su 2400 h
Valori generali*		
Sottosuolo povero e sedimenti secchi ($\lambda < 1.5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$)	25	20
Sottosuolo roccioso e sedimenti saturi d'acqua ($1.5 < \lambda < 3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$)	60	50
Roccia consolidata con elevata conducibilità termica ($\lambda > 3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$)	84	70
Tipi di rocce		
Ghiaia e sabbia secche	< 25	< 20
Ghiaia e sabbia sature d'acqua	65 – 80	55 – 65
Ghiaia e sabbia con un notevole flusso di acqua di falda	80 – 100	80 – 100
Argilla	35 – 50	30 – 40
Calccare	55 – 70	45 – 60
Arenaria	65 – 80	55 – 65
Rocce magmatiche silicee (es: granito)	65 – 85	55 – 70
Rocce magmatiche basiche (es: basalto)	40 – 65	35 – 55
Gneiss	70 – 85	60 – 70
* Questi valori possono variare significativamente a seconda della struttura della roccia (fessure, filiazione, alterazione ecc.)		

Tab. 2 – Potenza specifica di estrazione di diversi materiali su 1800 ore di estrazione e su 2400 ore di estrazione (Tinti F., 2008)

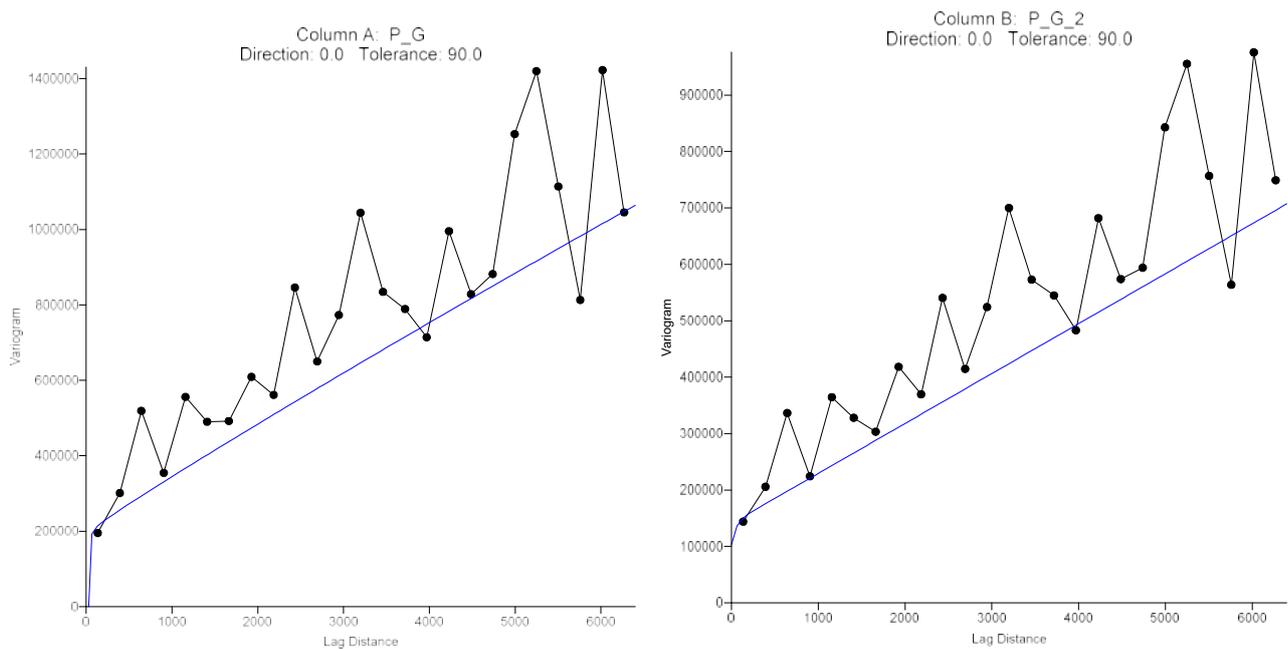


Fig. 24 – Semivariogrammi del potenziale geotermico. A destra semivariogramma per valori su 1800 h di estrazione. A sinistra semivariogramma con valori su 2400 h di estrazione.

Nel dettaglio i valori minimi (fra 2000 e 3500 W) si riscontrano nella porzione occidentale del territorio sancascianese coinvolgendo le località di San Pancrazio, Bargino, San Casciano in Val di Pesa oltre che una piccola porzione territoriale sul margine sud-orientale del territorio comunale nei pressi della Loc. del Ferrone. I valori massimi (fra 5000 e 7000 W che testimoniano quindi una ottima potenzialità per lo sfruttamento geotermico per raffrescamento e riscaldamento) si riscontrano, invece, nella porzione N e NE del territorio comunale coinvolgendo le località di Romola e Chiesanuova e nella porzione sud orientale del territorio comunale a SE di Mercatale in Val di Pesa.

12 - VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA, SISMICA E DI PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

Il territorio comunale è stato classificato e suddiviso in funzione dello stato di pericolosità, ai sensi del Regolamento 53/R/2011.

Attraverso la sintesi delle conoscenze, le analisi e gli approfondimenti sono state caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite quelle già individuate nei piani di bacino.

Il territorio comunale è stato quindi caratterizzato in aree omogenee in funzione della pericolosità geologica, idraulica e, per le aree urbanizzate, della pericolosità sismica locale.

Certaldo, Febbraio 2021

Il Tecnico

Dott. Geol.

Alessandro MURRATZU



BIBLIOGRAFIA

- Amadesi, E. B. (2005). Aerofotogrammetria. *Diffusione e sperimentazione della cartografia del Telerilevamento e dei sistemi informativi geografici, come tecnologie didattiche applicate allo studio del territorio e dell'ambiente - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.*
- Benvenuti M. et al., 2. (2014). Hinterland basin development and infilling through tectonic and eustatic processes: latest Messinian-Gelasian Valdelsa Basin, Northern Apennines, Italy. *Basin Research*, 387-402.
- Benvenuti M., P. M. (1999). Sedimentary facies analysis in paleoclimatic reconstructions. Examples from the Upper Miocene-Pliocene successions of south-central Tuscany (Italy). *Hominoid Evolution and Climatic Change in Europe. Vol.1: Climatic and Environmental Changes in the Neogene of Europe*, 355-377.
- Bonini, M. &. (2002). Extension and compression in the Northern Apennines (Italy) hinterland: evidence from the Late Miocene-Pliocene Siena-Radicofani Basin and relations with basement structures. *Tectonics*, 1-28.
- Bonini, M. (2007). Deformation patterns and structural vergence in brittle-ductile thrust wedges: an additional analogue modelling perspective. *J. Struct. Geol.*, 141-158.
- Brogi, A. (2011). Bowl-shaped basin related to low-angle detachment during continental extension: the case of the controversial Neogene Siena Basin. *Tectonophysics*, 54-76.
- Brogi, A. L. (2005). Crustal structures in the geothermal areas of southern Tuscany (Italy): insights from the CROP 18 deep seismic reflection lines. *J. Volcanol. Geoth. Res.* , 60-80.
- Carmignani, L. &. (1990). Crustal extension in the Northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane core complex. *Tectonics*, 1257-1303.
- Carmignani, L. D. (1994). Tertiary extensional tectonics in Tuscany (Northern Apennines, Italy). *Tectonophysics*, 295-315.
- Decandia, F. L. (1998). The Crop03 traverse: insights on postcollisional evolution of Northern Apennines. *Società Geologica Italiana - Memorie*, 427-439.
- Dickson M.H., F. M. (2004). Cos'è l'energia geotermica.
- Elter, P. G. (1975). Tensional and compressional areas in the recent (Tortonian to present) evolution of the Northern Apennines. *Boll. Geofis. Teor. App.* , 3-18.
- Ferrero L., D. L. (2010). Proposta di metodologia per la mappatura della potenzialità geotermica a bassa entalpia - Il caso di studio del conoide della Stura di Lanzo.
- Jolivet, L. A.-B. (2008). Subduction, convergence and the mode of backarc extension in the Mediterranean region. *Bull. Soc. Geol. Fr.* , 525-550.
- Martini, e. a. (2001). Neogene-Quaternary basins of the inner Apennines and Calabria arc. *Anatomy of the orogen: Northern Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*, 375-400.
- Martini, I. &. (1993). Tectono-sedimentary characteristics of Late Miocene-Quaternary extensional basins of the Northern Apennines, Italy. *Earth-Sci- Rev.*, 197-233.
- Meloni A. (2005). Il Flusso di Calore.
- Pascucci, V. M. (1999). Seismic stratigraphy of the Miocene-Pleistocene sedimentary basins of the Northern Tyrrhenian Sea and Western Tuscany. *Basin Research*, 337-356.
- Sani, F. B. (2009). Late Pliocene-Quaternary evolution of outermost hinterland basins of the Northern Apennines (Italy) and their relevance to active tectonics. *Tectonophysics*, 336-356.
- Sestini, G. (1970). Postgeosynclinal deposition. *Sed. Geol.*, 481-520.
- Tinti F. (2008). Geotermia per la climatizzazione.