Comune di Abbadia San Salvatore

Provincia di Siena

PIANO STRUTTURALE

(art. 92 della L.R. 65/2014)

RELAZIONE GEOLOGICA

MARZO 2022

PIANO STRUTTURALE

(art. 92 della L.R. 65/2014)

RELAZIONE GEOLOGICA

Sindaco
Fabrizio Tondi

Ufficio di Piano
Antonio Petrucci - *Responsabile del Servizio edilizia e urbanistica*
Andrea Sabatini - *Responsabile del procedimento*
Sabrina Paradisi - *Garante dell'informazione e della partecipazione*

Progetto e
Procedura di VAS
Fabrizio Milesi

Collaborazione al progetto
Tommaso Di Pietro

Aspetti del territorio fisico
Geoeco studio associato:
Roberto Neroni
Enrico Neroni

Studi idraulici
Andrea sorbi
Niccolò Neroni

Aspetti archeologici
Archeòtipo Srl:
Federico Salzotti
Stefano Bertoldi

MARZO 2022

INDICE RELAZIONE

1 PREMESSA....2
2 RICHIAMI SULLA LEGISLAZIONE REGIONALE E PROVINCIALE IN MATERIA DI INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE....3
3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO GENERALE....4
4 CARTA GEOLOGICA....5
4.1 Metodologia di indagine....5
4.2 Stratigrafia e descrizione delle formazioni....5
5 CARTA GEOMORFOLOGICA....10
6 CARTA DELLE PENDENZE DEI VERSANTI....14
7 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI....14
7.1 Caratteristiche idrogeologiche....14
7.2 Vulnerabilità degli acquiferi....16
8 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA....19
8.1 Pericolosità geologica da DGPV....19
8.2 Pericolosità da dissesto del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. .20
8.3 Pericolosità geomorfologica PAI del Bacino dell'Ombrone....23
8.4 Carta della pericolosità geologica ai sensi della Normativa Regionale....24
9 CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE....26
10 BIBLIOGRAFIA....28

ELENCO CARTOGRAFIE

G1 - Carta geologica	scala 1:10.000
G2 - Sezioni geologiche	scala 1:10.000
G3 - Carta geomorfologica	scala 1:10.000
G4 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi	scala 1:10.000
G5 - Carta della pericolosità geologica	scala 1:10.000
G6 - Carta della pericolosità sismica locale	
– Capoluogo e Val di Paglia	scala 1:5.000

1 PREMESSA

Questo studio è stato commissionato dall'Amministrazione Comunale di Abbadia San Salvatore mediante Determinazione di affidamento di incarico professionale n° 288 del 27 dicembre 2019 ed ha per oggetto l'esecuzione del “Attività geologiche e tecniche di supporto al nuovo Piano Strutturale”, come previsto dal DPGR 30 gennaio 2020 n. 5/ R “Regolamento di attuazione dell’articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche".

In particolare, per l'espletamento del programma di lavoro è stato adottato, come metodologia di base, quanto espresso dalla Delibera n. 31 del 20 gennaio 2020 “Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche” .

I tematismi cartografici realizzati per l’intero territorio comunale in un’unica tavola sono stati i seguenti:

- G1 - carta geologica scala 1:10.000
- G2 - sezioni geologiche scala 1:10.000
- G3 - carta geomorfologica scala 1:10.000
- G4 - carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi scala 1:10.000
- G5 - carta della pericolosità geologica scala 1:10.000

Inoltre è stato redatto l’elaborato G6 - carta della pericolosità sismica locale per le sole aree urbanizzate in scala 1:5.000 contenente il Capoluogo e la Val di Paglia.
Le note illustrative, relative alle tavole elencate, sono contenute nel presente volume "Relazione tecnica".

Il presente supporto geologico si integra e completa gli elaborati prodotti anche da altri Professionisti in tema di rischio idraulico e rischio sismico.

In particolare:

- per il rischio idraulico gli elaborati prodotti appositamente per il presente P.S. dall’Ing. Niccolò Neroni e Ing. Andrea Sorbi, relativi al rischio idraulico per il Capoluogo e per l’insediamento della Val di Paglia;
- per il rischio sismico è stato utilizzato lo studio di Microzonazione sismica di 1° Livello realizzato dall’Unione dei Comuni Amiata – Val d’Orcia nel luglio 2018 mediante incarico affidato alla Fondazione Parsec ed a firma dei Geologi Andrea Borri e Andrea Fiaschi e dell’Ing. Luca Bechi. Tale studio è stato realizzato in scala 1:5.000 per l’area del Capoluogo e per la Val di Paglia, come previsto dalla Normativa vigente negli “Indirizzi e criteri generali per la Microzonazione sismica”. Tale studio ha comportato la redazione, oltre che di una relazione illustrativa, anche delle seguenti cartografie:
    1. carta geologica e geomorfologica, corredata di sezioni;
    2. carta delle indagini;
    3. carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica;
    4. carta delle frequenze fondamentali dei depositi;
    5. carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

La carta della pericolosità sismica viene da noi redatta tenendo conto degli elaborati sopra citati, con la loro stessa estensione areale, come richiesto dalla Normativa vigente.

2 RICHIAMI SULLA LEGISLAZIONE REGIONALE E PROVINCIALE IN MATERIA DI INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

La L.R. Toscana 10 novembre 2014, n. 65 - "Norme per il governo del territorio" all'art. 104 comma 2 prevede: " *In sede di formazione dei piani strutturali e delle relative varianti è verificata la pericolosità del territorio per gli aspetti geologici, idraulici e sismici, sono evidenziate le aree che risultano esposte ai rischi connessi con particolare riferimento alle aree urbanizzate e alle infrastrutture di mobilità. I documenti di verifica della pericolosità e delle aree esposte a rischio sono aggiornati a seguito di situazioni per le quali sia dichiarato lo stato di emergenza e costituiscono la base dei piani di emergenza oltre che della pianificazione territoriale e urbanistica."*

In data 30 gennaio 2020 con DPGR n. 5/R viene emanato il *"Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche".*

Nella stesura del supporto geologico – tecnico al Piano Strutturale abbiamo tenuto conto del Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, (di seguito: PAI), confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, approvato con D.P.C.M. del 10 novembre 2006.

Abbiamo inoltre tenuto conto del Piano Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone approvato con delibera di Consiglio Regionale n. 12 del 25 gennaio 2005. Il Piano è tutt'ora vigente e dal 2 febbraio 2017, con la pubblicazione in G.U. del decreto ministeriale n. 294 del 26 ottobre 2016, la competenza è passata all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appenino Settentrionale.

Per quanto riguarda il Bacino del Fiora non sono presenti normative o vincoli della relativa Autorità riguardanti il limitato settore di territorio comunale ricadente in tale bacino.

Nella stesura del Piano Strutturale sono state evidentemente considerate e cartografate, ove la notazione aveva rilevanza cartografica, le informazioni contenute e fornite le informazioni richieste nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena (il cosiddetto PTCP2010), approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 124 del 14 dicembre 2011. E' stato avviato il procedimento per il PTCP2020 ma al momento in cui scriviamo non è stato adottato ancora dal Consiglio Provinciale.

Inoltre con D.G.R. 8 ottobre 2012 n. 878 "Aggiornamento della classificazione sismica regionale di attuazione dell'O.P.C.M 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008" il Comune di Abbadia San Salvatore è stato fatto ricadere in zona sismica 2.

3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Abbadia San Salvatore occupa la parte meridionale della Provincia di Siena e confina con i Comuni di Piancastagnaio e San Casciano dei Bagni a sud, Radicofani ad est, Castiglion d'Orcia a nord, mentre verso ovest confina con i Comuni di Seggiano, Castel del Piano e Santa Fiora facenti parte della Provincia di Grosseto.

Il territorio comunale è totalmente compreso nel foglio n° 129 "Santa Fiora" dell'IGM in scala 1:100.000. Inoltre è compreso nelle seguenti sezioni CTR in scala 1:10.000: 320080, 320120, 321050, 321090, 321100, 321130, 321140.

Il Comune di Abbadia San Salvatore si estende per una superficie di 58,91 Km^2. Il settore occidentale si presenta completamente montuoso, con la vetta del Monte Amiata che raggiunge i 1.740 metri s.l.m. di altitudine, mentre verso est il territorio digrada fino alla ristretta piana alluvionale del Fiume Paglia, posto ad una quota di 310-400 metri s.l.m.

Il capoluogo di Abbadia San Salvatore si colloca quasi equidistante tra i due estremi, ad una quota di circa 820 metri s.l.m..

La morfologia del territorio è chiaramente determinata dalla natura geologica e litologica dei terreni, così come dai principali eventi geomorfologici che vi si esplicano.

Ciò consente la suddivisione del territorio in oggetto in due importanti settori.

Quello occidentale costituisce un'ampia fascia dal Capoluogo fino alla cima del M. Amiata. Qui affiorano terreni di natura vulcanica sui quali i processi genetici ed erosivi hanno generato pendii ad elevata acclività.

Sempre in quest'area sono presenti i rilievi principali che mostrano quote variabili dai 1.740 metri del Monte Amiata ad oltre 1.615 metri del Corno di Bell'Aria.

L'altro settore, invece, è caratterizzato dalla presenza di terreni a composizione prevalentemente argillitico-argillosa nei quali i processi morfogenetici hanno prodotto un paesaggio con pendenze mediamente più dolci ma anche con forti incisioni calanchive e con gravi processi di instabilità in atto.

Tale settore comprende tutta l'area a valle del Capoluogo fino al corso del Torrente Paglia. Il corso d'acqua principale di quest'area, il Fiume Paglia, è allineato in direzione nord-nordovest - sud-sudest, e mostra un netto controllo strutturale, risultando allineato lungo l'asse del *graben* di Radicofani.

Gli altri corsi d'acqua mostrano un andamento sostanzialmente radiale rispetto alla vetta del Monte Amiata, un reticolo idrografico tipico delle regioni vulcaniche.

In generale l'idrografia dell'area è caratterizzata da un insieme di corsi d'acqua a carattere torrentizio che incidono profondamente i rilievi, determinando la tipica configurazione a "v" delle valli minori.

Solamente nel fondovalle maggiore il rilievo risulta più maturo, con una parte pianeggiante di limitata estensione caratterizzata da una fase deposizionale, piuttosto che da una fase erosiva.

Nella parte sudest del territorio comunale si nota una dolce dorsale "Il Puntone" (Poggio Pago – Poggio Cepponero) allungata in direzione nordovest-sudest e delimitata dai corsi del Fiume Paglia e del Fosso Minestrone.

Anche da un punto di vista della copertura vegetale i due settori presentano una netta suddivisione, con copertura prevalentemente boschiva, costituita prevalentemente da faggi e castagni, per il settore di monte, ed una presenza estensiva di prato-pascolo, aree seminative e boschi di conifere (per lo più di impianto relativamente recente) a valle dell'abitato, non a caso posto nel punto di cerniera tra i due "regni".

4 CARTA GEOLOGICA

4.1 Metodologia di indagine

Per la redazione della carta geologica abbiamo provveduto ad una accurata ricerca del materiale bibliografico disponibile e ad un successivo controllo in campagna dei dati acquisiti.

Unitamente alla cartografia sono state realizzate due sezioni geologiche con scala sia orizzontale che verticale 1:10.000.

Nelle formazioni ad assetto stratificato sono state rilevate misure di direzione ed immersione degli strati per la primaria importanza che questi dati rivestono nella valutazione del grado di stabilità dei versanti.

A causa della natura massiccia delle rocce presenti, dell'assetto strutturale spesso disturbato e delle estensive coperture detritiche, la quantità di tali informazioni è nel complesso modesta

Numerosi sono gli scritti geologici che hanno avuto per tema il territorio del comune di Abbadia San Salvatore e più in generale il massiccio amiatino e questo anche per la particolare natura dei luoghi che da sempre ha interessato gli studiosi.

Tutti le conoscenze geologiche e le pubblicazioni che da oltre un secolo hanno interessato l'area sono adesso confluiti sul sito Geoscopio della Regione Toscana che ha racchiuso in un continuum territoriale regionale tutte le conoscenze geologiche e geomorfologiche del territorio, dando corpo al Progetto CARG (Carta Geologica d'Italia) con il dettaglio della scala 1:10.000. Il progetto CARG ha anche provveduto a riordinare e razionalizzare la legenda geologica regionale.

Siamo quindi giunti alla carta geologica allegata al presente lavoro, che rappresenta la "summa" di tutto quanto attualmente disponibile in rete, anche grazie a nuove collocazioni stratigrafiche e strutturali. Le modifiche da noi apportate riguardano prevalentemente le coperture detritiche, in particolare nell'area del capoluogo.

4.2 Stratigrafia e descrizione delle formazioni

Diamo di seguito una descrizione di tutte le numerose Formazioni incontrate sul territorio comunale, a testimonianza della complessità geologica di questo territorio, suddivise per unità di appartenenza.

I terreni riconosciuti in campagna possono essere raggruppati nei seguenti Domini:

- Dominio Toscano;
- Dominio Ligure (suddiviso a sua volta in Dominio Ligure Interno – Unità di M. Gottero e Dominio Ligure Esterno – Unità di M. Morello ed Unità di Santa Fiora);
- Depositi marini pliocenici;
- Rocce magmatiche ed epiclastiche del M. Amiata (le Vulcaniti);
- Depositi olocenici.

DOMINIO TOSCANO

Falda Toscana

Nel territorio comunale di Abbadia San Salvatore questi terreni si rinvengono come brandelli strappati dal fondo del sovrascorrimento sui termini basali mesozoici e terziari.
Nell'area di interesse è stata individuata una sola formazione di piccole dimensioni appartenente al Dominio Toscano ed in particolare alla c.d. Falda Toscana: la Scaglia Toscana **(STO)** con al suo interno il Membro delle calcareniti di Montegrossi **(STO3)**.

Scaglia Toscana (STO) - Argilliti e argilliti siltose e marnose rossastre, verdastre o grigie, talvolta con sottili intercalazione di calcilutiti silicee e calcareniti grigie o verdastre; rare radiolariti rosse. **Membro delle calcareniti di Montegrossi (STO3)**: calcareniti a nummuliti . L'età è Cretaceo inferiore - Paleogene.

DOMINIO LIGURE

Nell'area di interesse sono state individuate due principali Unità Liguri: Dominio Ligure Interno, rappresentato dall'Unità di M. Gottero e Dominio Ligure Esterno, costituito dall'Unità di M. Morello e dall'Unità di Santa Fiora.
Nel territorio comunale di Abbadia San Salvatore questi terreni si rinvengono come copertura alloctona sovrascorsi sui terreni della Falda Toscana; essi giacciono generalmente sui termini basali mesozoici (anidriti triassiche), la cosiddetta "serie ridotta", o sui termini superiori cretaceo - miocenici (Scisti policromi - Flysch terziari).

Dominio Ligure Interno – Unità di M. Gottero

In tale Unità si possono distinguere una copertura sedimentaria ed un substrato ofiolitico. Le ofioliti rappresentano brandelli dell'originale fondo oceanico "ligure" trascinate nei vari sovrascorrimenti e movimenti. Al di sopra di tale fondo oceanico, in un ambiente quindi di mare profondo, si sono depositati prima depositi silicei ed in un secondo tempo, quando la profondità del bacino era diminuita, calcari finissimi ed argille. Le ofioliti possono essere suddivise in tre gruppi: Serpentine o Serpentiniti (peridotiti serpentinizzate) (PRN); Gabbri (GBB) e Basalti (BRG). Nell'area in esame sono stati riconosciuti e mappati esclusivamente alcuni affioramenti di basalti.

Argille a Palombini (APA) - Alternanza irregolare di argilliti e argilliti siltose in strati sottili, fissili, di color grigio-verdastro, marne e calcari silicei a grana finissima, di spessore non superiore al metro "Palombini". Subordinatamente compaiono arenarie torbiditiche calcareo - quarzose, ricche di fillosilicati, a cemento in prevalenza carbonatico con grana da media a finissima **(APAb)**. L'età è Cretaceo inferiore.
L'assetto strutturale di tali terreni è frequentemente disturbato con arricciamento, stiramento e frammentazione degli strati, con giaciture caotiche locali.

Basalti (BRG) – Basalti con strutture a pillow-lava. Sono rocce di color verde scuro e nero-bluastro; quando alterate assumono colori più chiari e la roccia diviene più friabile e di aspetto superficiale terroso. L'età è del Giurassico superiore.

Dominio Ligure Esterno – Unità di M. Morello, Unità di Santa Fiora

L'Unità di Santa Fiora può essere correlata con l'Unità di Monte Morello.
Tale Unità, costituita da diverse formazioni, è rappresentata nel territorio comunale dalla Formazione di Sillano - Santa Fiora e dalla Formazione della Pietraforte.

Formazione di Sillano - Santa Fiora (SIL) - Marne e calcari marnosi grigio-biancastri e grigio-nocciola intercalati ad argilliti e siltiti intensamente fogliettate di color grigio o marrone talora con patine manganesifere. Vi si ritrovano calcari fini raramente silicei, arenarie fini, calcareniti. L'età di tali terreni è Cretaceo superiore - Paleocene. Anche in questi terreni l'assetto strutturale appare spesso disturbato sino a locali giaciture caotiche.

Formazione della Pietraforte - (PTF) E' costituita da alternanze regolari dei seguenti litotipi:
1 arenarie calcarifere in strati in genere sottili fino ad un massimo di un metro;
2 argilliti grigio scure siltose foliettate, in straterelli alternati con l'arenaria di cui sopra;
3 rari calcari marnosi giallastri e puddinghe poligeniche varicolori (cicerchina) composte da granuli arrotondati fino a qualche millimetro di diametro. Questa ultima litologia si presenta dispersa in nubi nei banchi di arenaria.

Le microfacies contenute nella Formazione indicano il Cretaceo superiore.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

Sono depositi di facies marina s.l. anche se, per i sedimenti più grossolani (conglomerati e sabbie), si può ipotizzare un ambiente di sedimentazione prossimo alla linea di paleo-costa o addirittura continentale. Nel territorio comunale di Abbadia San Salvatore sono stati riconosciuti e mappati due principali litofacies:
- Conglomerati
- Argille.

I primi depositi sono legati alla presenza di una grande faglia normale (o famiglia di faglie) che corre sostanzialmente in direzione nord-sud, bordando verso ovest il cosiddetto graben di Radicofani. Questa notevole depressione, delimitata ad est da altre importanti faglie normali che fanno emergere ad est i terreni mesozoici della Serie Toscana del Monte Cetona, venne occupata dal mare pliocenico. In corrispondenza di questi allineamenti tettonici si vennero a creare grandi frane, sviluppatesi in ambiente sottomarino, che coinvolsero i terreni delle Unità Liguri generanti accumuli olistostromici di notevole estensione e spessore (FAAf e FAAc), mentre nel centro del "canale di Radicofani" si andavano accumulando depositi più fini, prevalentemente argillosi (FAA). In ambiente costale, legato alle variazioni di livello e poi alla regressione finale, si depositano invece materiali più grossolani (PLIb).

Argille azzurre: (FAA) argille ed argille siltose di colore grigio-azzurro localmente fossilifere, a cui talvolta si intercalano orizzonti di pochi centimetri di sabbie scarsamente cementate. (**FAAf**) Litofacies delle Argille azzurre con inglobati blocchi di calcari liguri. (**FAAc**) Olistostromi di materiale ligure proveniente prevalentemente dalla Formazione delle Argille a Palombini, in assetto caotico. Età: Zancleano - Piacenziano

Conglomerati (PLIb) - Conglomerati pliocenici, ghiaie e sabbie talora cementate. Zancleano-Piacenziano.

Rocce magmatiche ed epiclastiche del M. Amiata

L'attività vulcanica connessa con la fine della fase orogenetica portò alle manifestazioni effusive, in un intervallo di tempo da 330.000 a 138.000 anni fa (Pleistocene).
Le formazioni riconosciute in questo territorio comunale sono, dall'alto in basso, le seguenti:

- **Formazione delle Lave finali – Membro dell'Ermeta (OLF1)**
- **Formazione del Pianello – Membro del Pianello (PNL2)**
- **Formazione di Bellaria – Membro di Bellaria (BEL2)**
- **Formazione di Quaranta (QRT)**
- **Complesso Trachidacitico Basale (CTB)**

Formazione delle Lave finali – Membro dell'Ermeta (OLF1) - Colate di lava di composizione olivin–latitica, di colore marrone-rossastro con superficie a blocchi, contenente abbondanti inclusioni magmatiche mafiche arrotondate. Pleistocene

Formazione del Pianello – Membro del Pianello (PNL2) - Colate laviche massive a composizione latitica, di colore grigio, fortemente porfirica. Pleistocene

Formazione di Bellaria – Membro di Bellaria (BEL2) - Duomo esogeno costituito da lave massive di composizione da trachitica a trachidacitica, di colore variabile da grigio a rosa fino al rosso deciso, fortemente porfiriche. Pleistocene

Formazione di Quaranta (QRT) - Colate di lava clastogeniche e colate laviche a blocchi di composizione trachidacitica derivate dal collasso di un mega duomo endogeno. Pleistocene

Complesso Trachidacitico Basale (CTB) – Colate laviche a blocchi di composizione trachidacitica di colore da grigio chiaro a rosa. Pleistocene.

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

Sono state individuate le seguenti unità formazionali quaternarie:
- Terreni di riporto **(h5)**;
- Discarica mineraria **(h2)**;
- Discarica **(h1);**
- Corpo di frana
- Depositi di versante **(aa);**
- Depositi alluvionali, sia recenti **(bna)** che attuali **(b);**
- Depositi eluvio – colluviali **(b2a)**.

Terreni di riporto (h5) - Materiali di varia natura e dimensione, costituenti riporti, riempimenti e rilevati.

Discariche minerarie (h2) - Materiali di varia natura e granulometria derivanti direttamente o indirettamente dall'attività estrattiva. Si tratta prevalentemente delle discariche dello smarino delle miniere, costituito da vulcaniti, calcari più o meno marnosi, argilliti e tutti i litotipi della roccia cinabrifera incassante e/o costituente il substrato delle vulcaniti. E' possibile siano presenti anche materiali di scarto della lavorazione per l'estrazione del mercurio, quali scorie, rosticci, ecc..

Discarica (h1) - Discariche di rifiuti.

Corpo di frana - Accumuli per frane, colate, ecc. di matrice prevalentemente argillosa inglobanti massi vulcanitici e pezzame lapideo, blocchi e pacchi di strati di natura calcarea, calcareo-marnosa, siltitico - argillitica, calcarenitica ecc. derivanti dal disfacimento dei terreni del Dominio Ligure. Localmente sono presenti sabbie limoso-argillose legate al disfacimento delle vulcaniti. In alcuni casi i materiali vulcanici, costituiti da massi sparsi trasportati su un "tapis roulant" prevalentemente argilloso, si ritrovano anche a vari chilometri di distanza dalla base dell'edificio amiatino.

Depositi di versante (aa) - Depositi colluviali sabbioso-limoso con clasti vulcanici, legati al disfacimento delle vulcaniti.

Alluvioni - Le alluvioni, come già detto, si ritrovano lungo gli alvei dei principali corsi d'acqua presenti: Paglia, Minestrone, Cacarello, Formone. Ad una precedente fase deposizionale del Paglia sono da attribuirsi le alluvioni terrazzate presenti alla base della pendice in destra idrografica dell'attuale Val di Paglia. Tutti i depositi alluvionali sono di età olocenica. Gli spessori sono molto modesti, intorno a 3-4 metri.
Alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna) - Depositi fluviali terrazzati e non costituiti da ciottolami, sabbie ed argille limoso-sabbiose.
Alluvioni attuali (b) - Ciottolami, sabbie ed argille limose.

Depositi eluvio – colluviali (b2a) - Coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie) con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile.

5 CARTA GEOMORFOLOGICA

L'indagine geomorfologica si propone, attraverso un'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica geomorfologica.

Sulla carta, il cui scopo è quello di consentire una visione sistematica di tutte le forme del terreno e di evidenziare sia i rapporti esistenti tra la forma ed il processo che l'ha determinata sia la disposizione geometrica della stessa, sono stati riportati tutti quei fenomeni geomorfologici che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità delle aree in esame.

In sintesi la carta geomorfologica fornisce informazioni che consentono di delineare un quadro completo dello stato della dinamica morfologica del territorio studiato in un determinato momento.

La carta geomorfologica dell'intero territorio comunale è stata redatta in prima fase utilizzando le seguenti informazioni:

- carta geomorfologica facente parte del Piano Strutturale da noi redatto nel 2008;
- carte geomorfologiche di dettaglio in scala 1:2.000, limitate al Capoluogo, la Vetta e la Val di Paglia, da noi redatte e facenti parte del Regolamento Urbanistico del novembre 2011;
- il sito Geoscopio della Regione Toscana;
- la cartografia geomorfologica *"Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio frana"* facente parte del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico edito dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere;
- l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) presente nel sito istituzionale dell'ISPRA.

In secondo luogo abbiamo proceduto alla verifica diretta in campagna delle informazioni acquisite con ripetuti e metodici itinerari di rilevamento e sopralluoghi di controllo. In quella fase abbiamo provveduto ad arricchire i dati, relativi alle varie fenomenologie, forniti dalla bibliografia, con quelli più recenti attivati successivamente alla redazione delle ultime cartografie.

In particolare grazie a nuovi sopralluoghi sono stati meglio precisati i limiti di alcune fenomenologie gravitative interessanti la zona industriale dell'Esasseta e della parte centrale del territorio comunale di Abbadia.

Partendo quindi da questo materiale abbiamo realizzato la presente carta geomorfologica.

Prima di passare all'analisi dei processi morfogenetici ed alle relative forme, è opportuno specificare la distinzione che generalmente si adotta tra le forme attive e le forme quiescenti o inattive.

Per fenomeni attivi si intendono quelli in evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in un breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al

ciclo stagionale, ma che possono abbracciare intervalli di tempo maggiori. Si citano ad esempio l'azione erosiva delle acque incanalate, oppure fenomeni legati alla dinamica gravitativa sui versanti come frane attive o franosità diffuse, che possono mostrare diversa velocità nei vari periodi dell'anno o nell'arco di più anni.

A tal proposito si può osservare, grazie ad un'analisi pressoché continua del territorio del Comune di Abbadia San Salvatore a partire dai primi anni '90, che molte delle frane indicate inizialmente come inattive o quiescenti sono passate rispettivamente a quiescenti e attive anche grazie all'utilizzo dell'osservazione satellitare operata dalla Regione Toscana che negli ultimi anni ha permesso di individuare spostamenti millimetrici.

Sono stati individuati e distinti tre principali gruppi di forme e dei corrispondenti processi morfogenetici che le hanno generate:

1. **FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE DOVUTI ALLA GRAVITÀ**;
2. **FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI;**
3. **FORME, DEPOSITI ED ATTIVITÀ ANTROPICHE**.

FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE DOVUTI ALLA GRAVITÀ

Il primo dei tre raggruppamenti comprende tutti i processi in atto o pregressi su versante le cui cause principali si possono individuare nell'acclività del versante stesso, nella litologia presente, nella sua giacitura, coadiuvate dall'azione erosiva delle acque superficiali e nella presenza di fratture e faglie.

Fanno parte di questo gruppo le scarpate attive e non attive,

Sono stati annotati tutti i movimenti franosi in atto **(a1a)** o quiescenti **(a1q)**, attualmente stabili ma con indizi di possibili movimenti, presenti nell'area.

Si tratta per lo più di frane di scivolamento o scorrimento, la cui estensione areale è talvolta notevole, anche in virtù della frequente coalescenza fra fenomeni attigui. Sono state individuate e distinte anche alcune frane di colamento.

Le poche forme di frana riconosciute come attualmente inattive sono state indicate come "Corpo di frana quiescente antica **a1q(II)**" e comprende quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere poco probabili evoluzioni in senso dinamico.

Per ciascun movimento franoso sono state rappresentate cartograficamente le parti che lo compongono, ove riconoscibili: nicchia di distacco ed il corpo della frana. La nicchia di distacco, di individuazione planimetrica quasi sempre arcuata, separa a monte del fenomeno la massa in frana da quella stabile con esposizione del substrato. Il corpo della frana è costituito dall'insieme dei terreni mobilizzati immediatamente sottostanti alla zona di distacco fino alla zona di accumulo; nelle frane con componente rotazionale può presentare alle spalle di quest'ultima una o più depressioni allungate con temporaneo ristagno di acqua. La zona di accumulo si presenta con struttura

caotica e di forma variabile a seconda della tipologia del processo e delle caratteristiche litologiche dei terreni coinvolti.

Dove le frane sono di dimensioni così limitate da impedire una loro rappresentazione cartografica completa, è stato semplicemente indicato il punto dove il movimento si innesta sul pendio e la direzione principale del movimento gravitativo stesso. In quest'ultima categoria di piccole frane puntuali rientrano anche frane di crollo, talvolta legate anche a manufatti ammalorati.

In vaste zone dove sono presenti più fenomeni franosi di piccola o media dimensione e non si riconosce una specifica nicchia di distacco ed un corpo di frana ben delimitato, si è provveduto a delimitare l'area comprendente tutti i movimenti definendola "franosità diffusa" **(Fd)**.

Sono state inoltre segnalate le zone dove i versanti presentano movimenti lenti di spessori di terreno contenuti che possono però talora coinvolgere anche l'intero pendio; non si tratta di movimenti franosi veri e propri, ma di deformazioni plastiche del terreno imbibito a seguito di fenomeni di rigonfiamento/ritiro a carattere stagionale, sintomi che testimoniano una certa propensione al dissesto del versante (soliflussi e creep) **(i)**. Ove riconosciuti sono stati anche indicati i soliflussi localizzati.

Infine sono state indicate le Deformazioni Gravitative Profonde di Versante **(DGPV)** tipo “rock block slide”. In tale ambito sono state indicate anche le “Trincee di frana o di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (DGPV)”.

FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

All'interno di questo gruppo sono stati raccolti tutti i fenomeni geomorfologici legati all'azione erosiva dell'acqua incanalata e non. Sono state messe in evidenza le aree dove è attivo un processo erosivo dovuto ad un ruscellamento profondo **(E)** o superficiale **(Es)**, cioè le aree in cui le acque superficiali non incanalate svolgono attività erosiva lungo i versanti.

Sono state anche individuate le zone caratterizzate da un'azione erosiva concentrata svolta dalle acque superficiali incanalate; in alcune aree sono stati riconosciuti processi calanchivi **(Ec)**.

Un processo fluviale evidente riguarda il ruscellamento concentrato, ossia l'attività esercitata dall'acqua lungo i versanti, incanalata in letti definiti lungo i quali prevalgono i processi erosivi su quelli deposizionali. Sono inoltre state evidenziate, lungo le aste dei principali corsi d'acqua, gli orli di scarpata fluviale e le zone che presentano erosione di sponda; le ripe in erosione, infatti, sono aree in cui prevale l'azione erosiva delle acque come fattore modellante dell'andamento del corso del fiume.

È stato riconosciuto l’andamento di alcuni paleoalvei nella piana del Fiume Paglia ed evidenziata una conoide **(CON)** alluvionale allo sbocco del Torrente Pagliola nella valle del Fiume Paglia.

Infine sono state delimitate le piane di esondazione attiva **(In)**.

FORME, DEPOSITI ED ATTIVITÀ ANTROPICHE

Nel terzo ed ultimo raggruppamento sono stati raccolti i processi geomorfologici legati all'azione dell'uomo.

Sono stati individuati i processi antropici che incidono maggiormente sul territorio: le aree intensamente modellate dall'uomo **(RIM)**, spesso denudate per cause diverse ed esposte quindi ad un'accelerata erosione e modellamento del rilievo.

Sono stati individuati i riporti legati principalmente a rilevati stradali e dighe in terra **(h5)**.

Sono stati inoltre segnalati gli orli di scarpata artificiale, le discariche **(h1)** e gli accumuli di detrito minerario **(h2)**.

Sono stati evidenziati alcuni imbocchi di gallerie minerarie (imbocco galleria VIII subito a valle della strada per l'Ermeta, imbocco galleria Italia subito sotto il centro abitato a valle della strada per Podere Terra Bianca e l'imbocco della galleria 1 nella zona industriale sotto Esasseta). È stato anche indicato con apposito simbolo un pozzo di aerazione della galleria Italia, posto in via Po subito sotto il Villaggio Orivolo, che durante il 2005 è improvvisamente crollato creando una depressione circolare nel terreno; il pozzo di aerazione è stato tombato e poi il terreno in superficie protetto con una soletta in cemento.

Infine sono stati individuati i corpi d'acqua artificiali **(W)**.

6 CARTA DELLE PENDENZE DEI VERSANTI

La carta delle pendenze dei versanti è stata redatta a suo tempo con le classi di pendenza definite dalla Deliberazione n° 94 del 12.02.1985 del Consiglio Regionale concernente le "Indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica".

In più si è tenuto conto della Modalità di redazione della Carta delle pendenze dei versanti del PTC della Provincia di Siena, che propone differenti valori limite delle classi di pendenze ed individua anche le classi tra 35 e 50 % e superiore a 50%.

La carta non è modificata rispetto a quella fornita nel precedente Piano Strutturale e non viene quindi riproposta.

7 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

E' stata realizzata una carta idrogeologica con sovrapposte le vulnerabilità dei terreni che individua sia i produttori potenziali di inquinamento che i punti soggetti ad inquinamento.

7.1 Caratteristiche idrogeologiche

In carta è stata riportata l'ubicazione dei pochi pozzi privati misurati ubicati nelle alluvioni di fondovalle del Fiume Paglia.

A causa del limitato numero di pozzi presenti sul territorio investigato e la natura prevalentemente collinare dello stesso non è stato possibile ricostruire l'andamento delle linee isofreatiche, indicative della profondità della falda freatica dal piano campagna e della direzione di flusso della falda stessa. Di ogni pozzo censito sono state raccolte informazioni relative all'ubicazione ed alle caratteristiche costruttive.

Dai dati raccolti, presentati nelle tabelle riassuntive allegate, si può comunque ricavare una prima indicazione sul livello dell'acqua nei depositi alluvionali recenti.

Oltre ai pozzi ad uso privato sono stati riportati nella presente cartografia tutti i punti di presa ad uso acquedottistico presenti sul territorio comunale. Sono presenti sorgenti, opere di prese in galleria (tura) e captazioni di acque superficiali.
In relazione al D.Lgs. n. 152 del 10.2.2006, che sancisce le norme per la tutela delle risorse idriche destinate a consumo umano, è stata delineata la zona di rispetto dei suddetti punti di presa modificandone la forma in funzione della tipologia, della morfologia del terreno e di valutazioni idrogeologiche.

La campagna di misurazione è stata condotta nel settembre 2002 e settembre 2003, in periodi di precipitazioni generalmente modeste e con il Fiume Paglia in magra.

Considerati i pochissimi dati a disposizioni sono stati riportati anche due dati riferiti al marzo 1993.

I pozzi e piezometri riportati in carta sono superficiali ed evidenti risultano i loro rapporti con le aste fluviali principali. I pozzi sono di largo diametro, con rivestimenti in muratura o ad anelli.

I pozzi nella piana alluvionale del Fiume Paglia non superano generalmente profondità di 4-5 metri; questi valori indicano una falda superficiale di modesta entità e confermano un limitato spessore del materasso alluvionale, sul quale si posseggono scarse informazioni idrogeologiche, che sembra oscillare tra 3 e 4 metri. La profondità della falda dal piano campagna del fondovalle oscilla tra 1,5 e 3 metri.

La geometria sembra mostrare una falda freatica alimentata dalla superficie e da monte, con i principali corsi d'acqua e specialmente il Fiume Paglia che funzionano da assi drenanti. Infatti in più punti il corso del Fiume Paglia risulta in erosione, incidendo i terreni posti al di sotto del modesto materasso alluvionale. Presumibilmente solo in occasioni di rare piene si potrà assistere ad una inversione del flusso della falda freatica, con il corso d'acqua che alimenta la stessa.

Per quanto riguarda la produttività dell'acquifero di fondovalle, pur risultando presumibilmente la permeabilità delle alluvioni di fondovalle medio-alta, essa risulta modesta a causa della carenza di consistente ricarica ed a causa del limitato spessore dell'acquifero saturo. La poca acqua presente nell'acquifero risulta comunque legata a quella presente nel corso del Fiume Paglia.

L'acquifero principale nel territorio comunale di Abbadia San Salvatore e nell'intero settore meridionale della provincia di Siena e della Toscana meridionale è costituito dal massiccio del Monte Amiata.

Il corpo delle differenti rocce vulcanitiche giustapposte e variamente fratturate, vuoi per fenomeni di raffreddamento che di tettonica, crea un importante acquifero capace di contenere una grande quantità di acqua.

La struttura stessa dell'ammasso vulcanico, con camini e fenditure centrali profondi dai quali risalirono i magmi che poi si sono giustapposti sino al limite esterno attuale dei depositi vulcanici, crea una sorta di immenso recipiente. Le isopieze dell'acquifero vulcanico mostrano quote assolute nella parte montana intorno a 1200 metri s.l.m. sino ad arrivare a quote di circa 850 metri s.l.m. all'altezza dell'abitato di Abbadia San Salvatore, che segna il limite orientale delle colate trachitiche e trachidacitiche.

La ricarica avviene dalla superficie e la morfologia della falda sposa la morfologia del terreno addolcendone il rilievo. La soggiacenza rispetto al piano di campagna è massima in vetta al Monte Amiata e si aggira intorno ai 300/400 metri e tende a diminuire spostandosi verso valle dove si stabilizza intorno ai 60/100 metri per poi annullarsi ai bordi dell'ammasso dove sono presenti infatti moltissime sorgenti.

In carta sono state riportati i limiti delle aree sensibili di classe 1 e 2 così come definiti nel PTC2010 della Provincia di Siena, senza modificazione alcuna. Per quanto riguarda i vincoli e le prescrizioni delle aree sensibili si rimanda alla normativa del PTCP.

7.2 Vulnerabilità degli acquiferi

In sede di P.S. abbiamo ridefinito con maggiore precisione la vulnerabilità degli acquiferi per l'intero territorio comunale.

Per tale cartografia si è adeguato opportunamente i nuovi limiti alle informazioni di maggior dettaglio raccolte durante la campagna di acquisizione dei dati geologici, geognostici e nella campagna idrogeologica.

In virtù quindi dei dati litologici e idrogeologici è stata adottata la seguente suddivisione.

Ev - La rete o falda acquifera contenuta nelle vulcaniti (basalti, trachiti, etc..) molto tettonizzate è stata valutata come E – elevata. Rientra in questa classificazione l'intero ammasso vulcanico del Monte Amiata, considerata l'importanza di tale acquifero e la presenza di fratture interessanti l'intero ammasso che potrebbero veicolare sostanze inquinanti provenienti dalla superficie o, peggio, da scarichi nel sottosuolo.
I complessi detritici naturali e antropici, di permeabilità da media a medio-alta, in continuità spaziale con le vulcaniti amiatine, sono stati considerati di vulnerabilità elevata come il corpo delle vulcaniti.

Ea - La vulnerabilità delle aree alluvionali di fondovalle è stata valutata anch'essa come E - elevata; siamo di fronte infatti ad un acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a medio-fine, con discrete caratteristiche idrogeologiche.
La protezione è modestissima. Come riportato nel paragrafo sull'idrogeologia la falda è superficiale e la parte superiore del materasso alluvionale, quella al di sopra della tavola d'acqua, presenta quindi uno spessore molto modesto.
La superficie della falda appare drenata dal corsi d'acqua esistenti e soprattutto dal Fiume Paglia, che in più punti ha scavato al di sotto del modesto materasso alluvionale presente.
Risulta evidente l'estrema sensibilità dell'area rispetto ad un inquinante idroveicolato proveniente dalla superficie. Le permeabilità sia verticali che orizzontali sono da medio-alte a medio-basse ed il tempo di arrivo di un eventuale inquinante ad un pozzo sarebbe molto breve. Si tratta comunque di un acquifero locale molto modesto e per tale ragione è stato distinto dall'acquifero del Monte Amiata che ha valenza strategica.

MB - La limitata rete acquifera in arenarie più o meno fessurate ed in conglomerati a cemento non carbonatico sono stati inseriti in classe di vulnerabilità medio-bassa. Si tratta comunque di acquiferi limitati nello spazio e dalle permeabilità ridotte.

B – Sono stati inseriti in classe di vulnerabilità bassa i basalti di aspetto massiccio, presenti in un piccolo affioramento presso Casa Fanano.

BB - Le altre rocce presenti sul territorio comunale possono essere considerate acquitardi o acquicludi, per cui la loro vulnerabilità è stata considerata bassa o bassissima. Rientrano quindi in vulnerabilità bassa le reti acquifere eventualmente contenute nei corpi detritici presenti a valle del capoluogo. Sono invece da considerarsi acquicludi, cioè corpi sostanzialmente privi di circolazione idrica, tutti quei terreni marnosi ed argillosi (APA, SIL, argille plioceniche) presenti nella parte centrale ed orientale del territorio comunale.

In carta, oltre alle informazioni sopra indicate, sono state riportate anche le notazioni riguardanti le aree di rispetto e di protezione dei punti di prelievo di acque ad uso acquedottistico esistenti.

Non sono state riportate in carta le zone di tutela assoluta intorno ai punti di prelievo ad uso acquedottistico ai sensi del D.Lgs. n. 152 del 10.2.2006. Tale area ha un raggio di 10 metri intorno all'opera di captazione ed alla scala utilizzata non è rappresentabile. Tale area è adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio. Essa deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche.

In cartografia in particolare sono state individuate:

- le zone di rispetto intorno alle opere di presa dell'acquedotto, sempre ai sensi del D.Lgs. n. 152 del 10.2.2006 e della normativa del PTCP. Nel caso di pozzi e opere di presa in galleria (tura) è stata creata una zona di rispetto circolare di 200 metri di estensione, mentre per le sorgenti e le captazioni da corsi d'acqua, la forma è asimmetrica con la massima estensione verso monte. Per le sorgenti nella zona di Fosso Canali - Casa Cachino, essendo presenti più punti di presa vicini, le relative zone di rispetto sono andate a formare un'unica area, definita con criteri morfologici ed idrogeologici. In tali zone sono presenti limitazioni all'uso del territorio, quali, tra gli altri, l'interdizione all'accumulo di concimi organici, apertura di cave e pozzi, lo spandimento di pesticidi e fertilizzanti, discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate, il pascolo e lo stazzo del bestiame. Si rimanda comunque alle normative citate, che definiscono le finalità di tali zone di rispetto e le limitazioni all'uso del territorio ai fini della conservazione della qualità delle acque, in particolare quelle destinate a consumo umano;

- la zona di protezione delle opere di presa dell'acquedotto. In conformità alle citate normative si è definita una vasta area di protezione e anche di eventuale riserva d'acqua che interessa l'intero corpo delle vulcaniti. Anche in tali zone sono presenti limitazioni all'uso del territorio.

Sono stati individuati e riportati in carta quegli elementi che possono costituire produttori reali e potenziali di inquinamento, potenziali ingestori e viacoli di inquinamento (cioè punti di potenziale immissione di inquinamento in falda) e preventori e/o riduttori dell'inquinamento stesso. Nel primo elenco dei produttori reali si collocano distributori o depositi carburante, officine meccaniche, cimiteri e le aree da bonificare secondo il piano regionale. Queste ultime sono state aggiornate eliminando le bonifiche già portate a termine per la zona della miniera.

Tra i potenziali ingestori sono state riportate le aree destinate all'escavazione

Si annoverano infine nel secondo elenco dei preventori/riduttori, il depuratore, le discariche e le zone di rispetto e protezione delle opere di captazione degli acquedotti pubblici.

POZZI E PIEZOMETRI

N°	Data	Località	Quota m s.l.m.	Livello statico relativo	Livello statico assoluto	Prof. m	Note
				m	m s.l.m.		
1	Mar-93	Zona Industriale Val di Paglia	384.1	1.5	382.6	4.15	Pozzo ad anelli tombato
2	Set-03	Zona Industriale Val di Paglia	370.0	2.6	367.4	4.65	Pozzo ad anelli
3	Mar-93	La Centrale	349.6	>3.3	<346.3	3.3	Pozzo in muratura, umidità al fondo. Non più trovato nei successivi sopralluoghi
4	set-03	Piana alluvionale del T. Pagliola	423.0	>2.5		2.5	Pozzo in muratura, secco
5	Set-03	Zona Industriale Val di Paglia	364.1	1.6	362.5	8.0	Piezometro
6	Feb-02	Zona Industriale Val di Paglia	365.9	1.9	364.0	8.0	Piezometro
7	Feb-02	Pozzo Pian dei Renai	1168				Pozzo profondo

SORGENTI E DERIVAZIONI AD USO ACQUEDOTTISTICO

N°	Località	Quota m s.l.m.	Data	Portata Q l/s	Temp. C°	Elettro-conduttività	Note
1	Fosso di Fonte Risola o Fosso Canali	850					Serie di sorgenti a lato del Fosso di Risola (Fosso Canali)
2	Fosso di Fonte Risola o Fosso Canali (Monco)	863	01.02.83 09.05.83 27.07.83 27.09.83	4.0 6.0 3.0 2.5	12.0 11.0 11.2 11.2	56 90	Opera di derivazione con cabina di presa in c.a. in sinistra del Fosso di Fonte Risola (Fosso Canali)
3	Fosso dell'Acqua Gialla	906	01.02.83 09.05.83 27.07.83 27.09.83	24.0 24.0 24.0 24.0	9.5 10.0 11.0 10.0	56 100	Captazione in una galleria della miniera (livello XXII) occlusa artificialmente (tura); l'acqua viene sollevata in superficie con un pozzo ubicato in una stazione di pompaggio in sinistra del Fosso dell'Acqua Gialla
4	Altone (Bottino?)	900	01.01.21 01.02.83 09.05.83 27.07.83 29.09.83	12.0 8.0 4.0 2.5 2.5	 9.0 10.0 10.0 10.0	 78 90	Sorgente; la misura del 1921 è relativa a Trabucco (Le sorgenti del M. Amiata. Mondo Sott.) nell'ipotesi che l'Altone coincida col Bottino
5	Pastore	880	02.02.83 05.05.83 26.07.83 27.09.83	4.0 4.0 3.2 3.0	10.0 10.0 10.0 10.0	66 90	Sorgente
6	Galleria VIII	987	10.10.56 22.05.57 27.10.57 19.07.58 02.02.83 09.05.83 26.07.83 29.09.83 21.02.88	0.91 1.08 0.65 0.77 2.5 2.5 3.0 2.5 0.5	 13.0 11.0 13.0 13.0 10.6	 351 325 96	Due sorgenti in galleria (VIII) a circa 660 metri dall'imbocco; captate ed allacciate ad una condotta che esce nel piazzale antistante l'imbocco. Da un pozzetto di raccolta si dipartono due condotte, una delle quali allacciata all'acquedotto. La portata delle sorgenti è di circa 3-7 l/s. Le portate in tabella sono relative alle prese idropotabili, esclusa quella dello 02/88 relativa all'uscita dalla galleria

8 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La carta della pericolosità geologica rappresenta la sintesi di tutti gli elaborati cartografici redatti e di tutte le conoscenze geologiche e geomorfologiche acquisite sul territorio investigato.

Il suo scopo fondamentale è di indicare sia l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni presenti, sia il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

E` chiaro che il grado di pericolosità attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dalla interazione di numerosi fattori ambientali. Tali fattori, che dipendono essenzialmente dai caratteri fisici del territorio, possono causare sia un danno diretto che rappresentare una potenziale minaccia ad intere aree.

Di conseguenza nella carta della pericolosità si prevede non solo l'individuazione dei settori interessati da fenomeni ancora attivi ma anche la delimitazione di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

8.1 Pericolosità geologica da DGPV

Il territorio comunale di Abbadia San Salvatore è interessato da Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (di seguito: DGPV – in inglese DSGM Deep Seated Gravity Movements).

Geoscopio individua tre aree soggette a fenomeni DGPV, riconosciuti del tipo “rock block slide” (o “scorrimenti in blocco di roccia”)”

I DGPV del tipo “rock block slide” interessano grandi volumi di materiale e non comportano una eccessiva frammentazione degli ammassi rocciosi. Questa tipologia di movimento è caratterizzata dallo scorrimento per distanze variabili di grandi blocchi che possono arrivare a coinvolgere un intero versante, raggiungendo in questo caso dimensioni enormi. Essendo interessati grandi volumi di roccia il movimento si verifica anche su modeste pendenze lungo superfici di discontinuità generalmente legate all'assetto litostrutturale con giaciture a franapoggio.

I DGPV individuati sono stati fatti ricadere in pericolosità geologica G.3 (elevata) con una notazione cartografica tuttavia differente dall’altra pericolosità geologica per distinguerla dalla pericolosità derivante da fenomeni superficiali di versante.

8.2 Pericolosità da dissesto del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Gran parte del territorio comunale di Abbadia San Salvatore ricade nel bacino del Fiume Tevere (Fiume Paglia, Torrente Pagliola, Torrente Minestrone e affluenti minori).

L'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha emanato il Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, adesso confluito nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, approvato con D.P.C.M. del 10 novembre 2006.

Come per i PAI emanati dalle altre Autorità di Bacino il Piano contiene indicazioni, normative e vincoli riguardanti sia la problematica specificamente idraulica che le fenomenologie gravitative interessanti i versanti.

Il territorio comunale di Abbadia San Salvatore ricade nelle tavole 189, 190, 207 e 208 del Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Per la parte geomorfologica il PAI censisce 3 aree a rischio di frana R3 nell' *"Atlante delle situazioni di rischio da frana"*. Le tre aree individuate sono prossime al capoluogo di Abbadia San Salvatore, con relativa sigla identificativa.

Tali aree sono state indicate nella cartografia di Piano Strutturale nella Carta della Pericolosità geologica.

Per la realizzazione di interventi su tali aree sono presenti limitazioni e vincoli, riportati nell'art. 15 delle Norme del PAI, allegato alla presente relazione.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha poi un proprio abaco di attribuzione della pericolosità che viene riportato di seguito ed adottato con *"Decreto n. 18/2018 dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale" – Adozione del progetto di Variante al Piano di Bacino del fiume Tevere – VI stralcio funzionale per l'Assetto Idrogeologico – PAI*.

Al momento della chiusura della presente relazione tale Variante al PAI del Bacino del Fiume Tevere non risulta ancora approvato. Ciononostante il suo contenuto è cogente in seguito all'adozione e comporta limitazioni alla realizzazione di taluni interventi edilizi, meglio specificati in seguito.

In particolare all'art. 1 del Decreto di cui sopra si prescrive:

l. Per le aree di versante interessate da dissesto per movimenti gravitativi individuate nell'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi" non oggetto di valutazione del livello di rischio e, quindi, non incluse nell'elaborato "Atlante delle situazioni di rischio da frana" è effettuata la prima attribuzione della pericolosità. Tale attribuzione è condotta mediante applicazione semplificata dei criteri contenuti nell'allegato alle presenti norme recante "Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana", individuando le fasce di pericolosità da dissesto per fenomeni gravitativi. AII'"Inventario dei fenomeni franosi" si applica la seguente tabella di prima attribuzione della pericolosità:

Livello di pericolosità		Stato di attività	Tipo di fenomeno
P4	Pericolosità molto elevata	Fenomeno attivo	Frana per crollo o ribaltamento; *debris flow* (colata di detrito); orlo di scarpata di frana
P3	Pericolosità elevata	Fenomeno attivo	frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso; frana non cartografabile.
		Fenomeno quiescente	frana per crollo o ribaltamento; frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); *debris flow* (colata di detrito); orlo di scarpata di frana; frana non cartografabile.
P2	Pericolosità media	Fenomeno attivo	Falda e/o cono di detrito; area a calanchi di erosione
		Fenomeno quiescente	Falda o cono di detrito
		Fenomeno inattivo	frana per crollo o ribaltamento; frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); *debris flow* (colata di detrito); orlo di scarpata di frana; frana non cartografabile.
P1	Pericolosità bassa	Fenomeno inattivo	Falda o cono di detrito
		Fenomeno presunto	frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; falda e/o cono di detrito; *debris flow* (colata di detrito); frana presunta; orlo di scarpata di frana;

Tabella 1 – Abaco dell'attribuzione della pericolosità ai sensi del PAI del Fiume Tevere

Alle pericolosità così ricavate si applicano le previsioni di cui agli artt. 11, 14 e 15 con le seguenti corrispondenze:

- fasce a pericolosità P4: art. 14;
- fasce a pericolosità P3 : art. 15;
- fasce a pericolosità P2: art. 11;
- fasce a pericolosità P I: art. 11.

Per comodità di consultazione riportiamo gli articoli 14 e 15 delle NTA della Variante al PAI dell'Autorità di Bacino del Tevere relativi alle fasce a più alta pericolosità\rischio in quanto le sole a porre limiti agli interventi possibili.

*"**Art. 14**. Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R4*
***1** Il P.A.I. individua nell'elaborato "Atlante delle situazioni di rischio da frana" le situazioni di rischio ove si applicano le norme di cui ai commi 2 e 3.*
***2** Nelle zone individuate a rischio molto elevato per fenomeni franosi, identificate come R4, fatto salvo quanto previsto all'art. 4, commi 2, e ferme restando le limitazioni poste in essere dall'autorità regionale competente in materia di pubblica incolumità, sono ammessi esclusivamente:*
a) gli interventi edilizi di demolizione senza ricostruzione prevedendo la possibilità di delocalizzare edifici e previsioni urbanistiche secondo quanto previsto all'art. 4 comma 2;
b) gli interventi sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 3 del DPR 380/2001 e s.m.i., nonché le opere interne agli edifici e quelle relative all'abbattimento delle barriere architettoniche, comportanti anche la modifica di destinazione d'uso ma senza aumento del carico urbanistico;
c) gli interventi di consolidamento volti alla riduzione del livello di rischio e di pericolosità;
d) gli interventi necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici, delle attrezzature ed infrastrutture esistenti con possibilità di prevedere aumenti di superfici e volumi per la realizzazione di manufatti, opere o modificazioni finalizzati esclusivamente a migliorare la tutela della pubblica incolumità a condizione che non aumenti il livello di rischio;
e) gli interventi non altrimenti localizzabili per nuove infrastrutture a rete ed impianti tecnologici, per sistemazioni di aree esterne, recinzioni ed accessori pertinenziali agli edifici, alle infrastrutture ed alle attrezzature esistenti, purché non comportino la realizzazione di nuove volumetrie;
f) le pratiche per la corretta attività agricola e forestale con esclusione di ogni intervento che aumenti il livello di rischio;
g) gli interventi volti alla bonifica dei siti inquinati;
***3** Gli interventi di cui alle lettere c), d) ed e) del comma 2 sono sottoposti alla preventiva autorizzazione dell'autorità competente.*

***Art. 15.** Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R3*
***1** Nelle zone individuate a rischio elevato per fenomeni franosi, identificate come R3 nell'elaborato "Atlante delle situazioni a rischio di frana" fatto salvo quanto previsto all'art. 4, comma 2 e ferme restando le limitazioni poste in essere dall'Autorità regionale competente in materia di pubblica incolumità, sono ammesse esclusivamente:*
a) tutti gli interventi consentiti nelle zone a rischio molto elevato di cui all'art. 14, commi 2 e 3;
b) gli interventi edilizi sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, di ristrutturazione edilizia, così come definiti dalle normative vigenti, finalizzati all'adeguamento ed al miglioramento sismico, alla prevenzione sismica, all'abbattimento delle barriere architettoniche, al rispetto delle norme in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro,

nonché al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie, funzionali, abitative e produttive, comportanti anche modesti aumenti di superficie e volume e cambiamento di destinazione d'uso purché funzionalmente connessi a tali interventi;
c) l'installazione di manufatti leggeri prefabbricati di modeste dimensioni al servizio di edifici, infrastrutture, attrezzature e attività esistenti.

8.3 Pericolosità geomorfologica PAI del Bacino dell'Ombrone

Una modesta parte nordorientale del territorio comunale di Abbadia San Salvatore ricade nel bacino dell'Ombrone (Fosso Formone, Formoncino e affluenti minori).

Con la delibera di Consiglio Regionale n. 12 del 25 gennaio 2005 è entrato in vigore il PAI dell'ex bacino regionale Toscano dell'Ombrone. Il Piano è tutt'ora vigente e dal 2 febbraio 2017, con la pubblicazione in G.U. del decreto ministeriale n. 294 del 26 ottobre 2016, la competenza è passata all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appenino Settentrionale.

L'articolo 24 del PAI *"Adeguamento degli strumenti di governo del territorio*; chiede che le amministrazioni pubbliche adeguino i propri strumenti di governo del territorio alle disposizioni del Piano dell'Autorità di Bacino ed in particolare fornisce direttive per la definizione di aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (PFME) e aree a pericolosità geomorfologica elevata (PFE) per le aree ricadenti nel bacino ma non perimetrate dall'Autorità di Bacino.

Sulla base delle norme abbiamo proceduto all'individuazione delle suddette aree, secondo la classificazione proposta dal PAI.

Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (PFME): sono state classificate come PFME le aree interessate da fenomeni franosi attivi, includendo, ai sensi dell'art. 16 del norme del PAI, le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni. Non sono presenti nel territorio oggetto di studio altri processi che possano rientrare in tali aree.

Aree a pericolosità geomorfologica elevata (PFE): sono state classificate come PFE le aree interessate da fenomeni franosi quiescenti e relative aree di influenza e le aree con indizi di instabilità (aree instabili "i" della carta geomorfologica). Sono state infine inserite in tale classe le aree interessate da intensi fenomeni erosivi.

Per le prescrizioni riguardanti la realizzazione di qualunque tipo di intervento in tali aree si rimanda alle norme del citato Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino di rilievo regionale Ombrone approvato con Deliberazione del 25 gennaio 2005 n. 12.

8.4 Carta della pericolosità geologica ai sensi della Normativa Regionale

Andando ad una descrizione delle classi di pericolosità geomorfologica abbiamo:

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

Sono state inserite in classe G.4 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane attive comprensive del corpo di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto;
- aree a franosità diffusa, cioè ove non possono essere definiti i numerosi corpi di frana presenti, con relative aree di possibile evoluzione del dissesto;
- frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto;
- scarpate attive di consistente altezza (con relativa area di possibile evoluzione ed influenza);
- ripe fluviali in cui siano in atto fenomeni di erosione laterale di sponda da parte dei corsi d'acqua (con relativa area di possibile evoluzione);
- aree calanchive;
- aree interessate da fenomeni di erosione profonda;
- alvei con accentuata tendenza all'approfondimento.

In queste zone dovranno privilegiarsi interventi tesi alla bonifica e al recupero ambientale dei luoghi stessi. In ogni caso qualsiasi progetto di opera che incida su tali terreni dovrà essere preceduto già a livello di strumento pianificatorio da una dettagliata campagna geognostica e di monitoraggio strumentale a livello di area nel suo complesso e, se del caso, da un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, miglioramento dei terreni e tecniche fondazionali, accompagnato da un programma di controlli e monitoraggio necessari per verificare l'esito favorevole di tali interventi.

Pericolosità geomorfologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

Sono state inserite in classe G.3 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco;
- aree interessate da fenomeni di soliflusso, creep;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a reggipoggio o a franapoggio più inclinata del pendio, se intensamente fratturate;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica, indicativamente con pendenze superiori a 10°;
- terreni sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa indicativamente con pendenze superiori a 15°;
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati, indicativamente con pendenze superiori a 20°;

- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità, indicativamente con pendenze superiori al 50 %;
- corpi d'acqua e relativi paramenti di valle;
- fenomeni di dissesto gravitativo minori, non cartografabili, talvolta legati ad ammaloramenti di opere antropiche;
- scarpate di erosione non attive o quiescenti e scarpate attive di limitata altezza;

In sintesi, si collocano in questa classe tutte quelle aree per cui esistono indizi di passati o potenziali dissesti ed in cui si rende necessario un approfondimento degli studi. In funzione della tipologia dell'intervento, esso dovrà essere supportato in fase di progettazione esecutiva da indagini che dovranno essere condotte a livello di "area nel suo complesso". Sono inoltre da prevedersi interventi di presidio e miglioramento dei terreni (a livello di esecuzione di eventuali sbancamenti di progetto) o della rete idraulica e di drenaggio sia superficiale che profondo e/o l'adozione di tecniche fondazionali e di opere speciali di consolidamento.

Pericolosità geomorfologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto. Sono state inserite in classe G.2 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologico-geomorfologiche:

- aree con erosione superficiale;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica, indicativamente con pendenze inferiori a 10°;
- terreni sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa indicativamente con pendenze inferiori a 15°;
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità e terreni ghiaiosi addensati, indicativamente con pendenze inferiori a 20°;
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità, indicativamente con pendenze inferiori al 50 %.

Nella classe G.2 sono comprese le aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno tuttavia essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Tali zone sono in genere quelle collinari meno acclivi, dove non si osservano evidenze di instabilità. Si collocano inoltre in questa classe le aree con roccia affiorante o a litologia compatta, a scarsa pendenza in relazione al contesto litostratigrafico, o con irrilevante copertura detritica e alteritica.

Pericolosità geomorfologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfo-evolutivi.

Tale pericolosità non è presente nel territorio comunale di Abbadia San Salvatore data l'esiguità delle aree pianeggianti.

9 CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

La pericolosità sismica valuta i fattori locali che possono incrementare la vulnerabilità del territorio durante eventi sismici attraverso 4 classi di pericolosità come definite nel D.P.G.R. 5/R del 30 gennaio 2020.

La presente carta della pericolosità sismica, limitata alle aree urbanizzate secondo quanto previsto dal par. B.6 della Delibera n. 31 del 20 gennaio 2020 *"Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche."* costituisce la sintesi di tutte le informazioni derivanti dagli studi di MS di livello 1 realizzati.

La classificazione è stata limitata ai principali ambiti urbani e industriali/artigianali presenti nel comune, costituiti dal capoluogo e dalla Val di Paglia:

Pericolosità Sismica Locale Molto Elevata. ***S.4***

Rientrano nella pericolosità sismica S.4 le aree in cui sono presenti fenomeni gravitativi attivi, cioè aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Inoltre è stato inserita in S.4, differenziandola in cartografia dalle sopra descritte S.4, la zona MOPS 2024, derivante dagli studi di Microzonazione sismica di 1° Livello appositamente realizzato dalla Regione Toscana e dall'Unione dei Comuni Amiata – Val d'Orcia nel luglio 2018 mediante incarico affidato alla Fondazione Parsec ed a firma dei Geologi Andrea Borri e Andrea Fiaschi e dell'Ing. Luca Bechi. Tale MOPS è caratterizzata da uno strato di alterazione e/o fratturazione (SFLP) del substrato lapideo rigido (LP) con profondità superiori a 30 m.

Infatti tale situazione è stata studiata in dettaglio nella "Relazione geotecnica" facente parte del *Progetto di adeguamento del complesso didattico L. da Vinci nel Comune di Abbadia S. Salvatore* ed a firma del Prof. Ing. Vincenzo Fioravante della ISMGEO di Ferrara del dicembre 2008. Tale relazione ha messo in evidenza un potenziale di rottura per liquefazione elevato in 6 prove CPTU su 8 prove CPTU eseguite. Si tratta quindi di un rischio reale e certificato che può indurre cedimenti indotti dalla liquefazione anche superiori a 10 cm.

La suddetta zona S.4, oltre alla problematica del rischio di liquefazione, rientra anche tra le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna. Per quest'ultima problematica rientrerebbe in classe di pericolosità sismica locale S.3.

Pericolosità Sismica Locale Elevata. **S.*3***

Rientrano nella pericolosità sismica S.3 le aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici .

Inoltre è stata inserita in pericolosità sismica S.3 un'area, differenziandola in cartografia dalle sopra descritte S.3, costituita dalle zone MOPS 2025 e 2026, derivanti

dagli studi di Microzonazione sismica di 1° Livello, ridisegnate tuttavia sulla base dell'estensione dei corpi detritici dei depositi di versante e degli affioramenti derivanti dalla cartografia geologica.

Tali MOPS sono caratterizzate rispettivamente da uno strato di alterazione e/o fratturazione (SFLP) del substrato lapideo rigido (LP) con profondità comprese tra 15 e 30 m e da uno strato di alterazione e/o fratturazione (SFLP) del substrato lapideo rigido (LP) con profondità comprese tra 5 e 15 m.

L'area risulta quindi in pericolosità sismica locale S.3 sia in quanto potenzialmente suscettibile di liquefazione dinamica sia perché suscettibile di forte amplificazione sismica a causa dell'alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna.

Pericolosità Sismica Locale Media. ***S.2***

Rientrano in pericolosità sismica locale ***S.2.*** le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un modesto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, come individuate dagli studi di MS.

Pericolosità Sismica Locale Bassa. ***S.1***

Non sono presenti aree a Pericolosità Sismica Locale Bassa in quanto non risultano affioranti nella zona di specifica indagine di MS litotipi assimilabili al substrato rigido in aree con pendenze modeste.

Firenze, marzo 2022

_____
Dott. Geol. Enrico Neroni

10 BIBLIOGRAFIA

Abbate et alii. (1982) - Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale 1:250.000 e relative Note Illustrative

AQUATER (1988) – Società Italiana Miniere S.p.A.. Miniera di Abbadia S. Salvatore (SI) – Studio idrogeologico.

Bertini G., Pandeli E., Principe C. e Manzella A. (2008) – Tettonica gravitativa nell'area del Monte Amiata. CNR Rapporto interno IGG-CNR n. 10477.

Boccaletti M. et alii – (1987). Note illustrative della Carta strutturale dell'Appennino Settentrionale - CNR Progetto Finalizzato Geodinamica, SELCA, Firenze.

Bortolotti V. et alii (1970) - Geological map of the northern Appennines and adjoining areas. Scales 1:500.000. LAC. Firenze.

Calamai A., Cataldi R., Squarci P. & Taffi L. (1970) – Geology, Geophisics and Hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields. – Geothermics Vol. 1°.

Coccia F. (1982) - Attività sismica in Toscana durante il cinquantennio 1930 - 1980. Edizioni del Palazzo.

Coltorti M. & Firuzabadì D. (2010) - La deformazione gravitativa profonda (DSGM) del versante orientale del Monte Amiata: un geosito ed un itinerario geomorfologico in Toscana meridionale - Convegno nazionale "Il patrimonio geologico: una risorsa da proteggere e valorizzare".

Casagli N. et alii (2013) Progetto DIANA. Dati inteferometrici per l'analisi ambientale: frane e subsidenza. – Università degli Studi di Firenze – Dipartimento Scienze dela Terra - https://www.dst.unifi.it/vp-161-progetto-diana.html

Fioravante V. (2008) – Progetto di adeguamento del complesso didattico L. da Vinci – Abbadia San Salvatore – Relazione geotecnica. ISMGEO -Ferrara

Geoscopio (2022) **–** Cartografia Geologica Nazionale e Carta Geomorfologica Regionale (Autori Vari) – http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html

Liotta D. (1993) – Carta geologica del settore centro-meridionale del bacino di Radicofani (Provincia di Siena) – scala 1:25.000. Pubbl. del Dip. Scienze della Terra – Università degli Studi di Siena.

Mazzuoli R. & Pratesi M. (1963) – Rilevamento e studio chimico-petrografico delle rocce vulcaniche del M. Amiata – Atti Soc. Tosc. Scienze Nat., 70.

Pandeli E., Bertini G., Castellucci P., Morelli M. e Monechi S. (2005) **-** The sub-ligurian and ligurian units of the Monte Amiata geothermal region (south-eastern Tuscany): new stratigraphic and tectonic data and insights into their relationships with the Tuscan Nappe. Bollettino Società Geologica Italiana, Special Issue, 3, 55-71.

Principe C., Lavorini G. & Vezzoli L.M. (2017) – Il Vulcano di Monte Amiata. Regione Toscana

Rappuoli D. (2009) – Indagine geognostica in via Remedi ad Abbadia San Salvatore. Comunità Montana Amiata Val d'Orcia – Regione Toscana