



Pomarance



Monteverdi  
Marittimo

COMUNE DI POMARANCE  
COMUNE DI MONTEVERDI MARITTIMO

Provincia di Pisa

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

ai sensi dell'art.94 della L.R. 65/2014

Sindaco del Comune di Pomarance:

Avv. Ilaria Bacci

Sindaco e assessore all'Urbanistica  
del Comune di Monteverdi Marittimo:

Francesco Govi

Assessore all'urbanistica del Comune di Pomarance:

Arch. Paola Pierotti

Responsabile del Procedimento PSI:

Arch. Roberta Costagli

Responsabile del Settore Tecnico  
del Comune di Pomarance:

Arch. Roberta Costagli

Responsabili del Settore Tecnico  
del Comune di Monteverdi Marittimo:

Arch. Davide Pedrini

Geom. Alessandro Guarguaglini

Garante dell'informazione e della partecipazione:

Arch. Silvia Ribechini

Progettazione Urbanistica

Valutazione Ambientale Strategica VAS:

Arch. Graziano Masetani - STUDIO MASSETANI Architettura & Urbanistica

Arch. Massimo Bartolozzi

Collaboratori:

Pian. Terr. Fabio Mancini

Ing. Mattia Iannuzzi

Pian. Terr. Antoine Tallarico

Laureanda in Architettura Magistrale Veronica Braccini

Indagini agronomiche-forestali:

P.F.M. S.r.l. Società tra professionisti

Dottore Agronomo Guido Franchi

Dottore Agronomo Federico Martinelli

Dottore Agronomo Caterina Poli

Indagini geologiche:

Geoprogetti Studio Associato

Geol. Emilio Pistilli

Geol. Sergio Crocetti

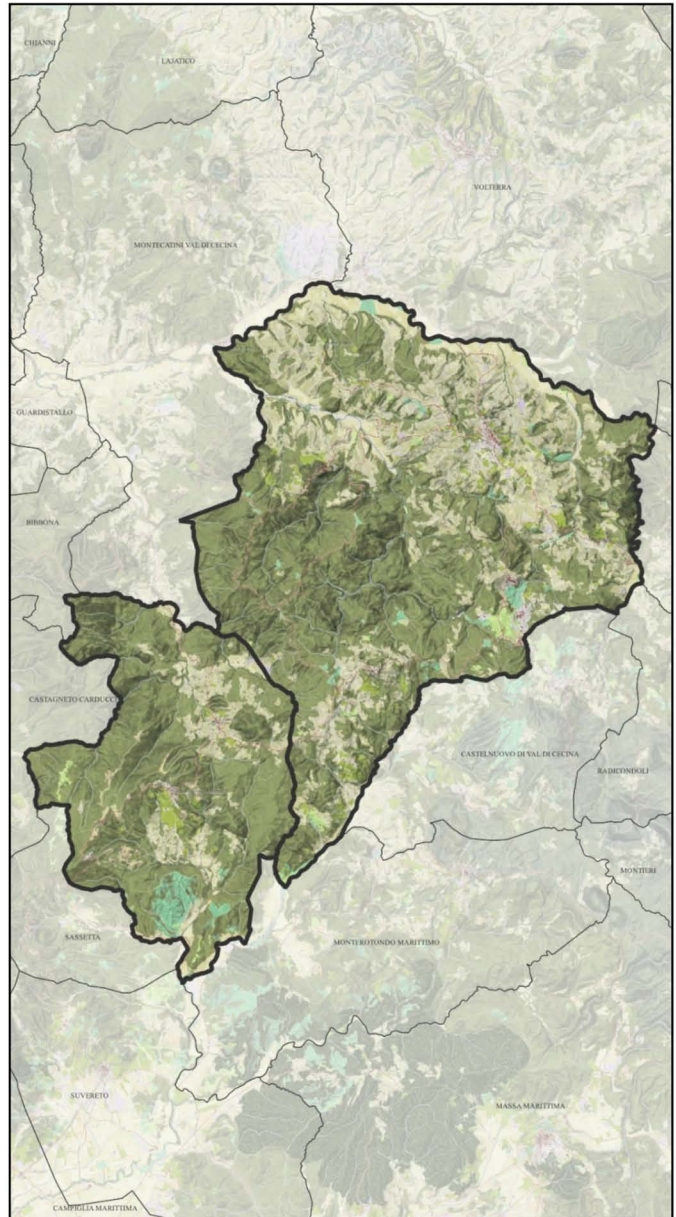
Indagini idrauliche:

Ing. Alessio Gabbielli

Indagini archeologiche:

Dott. Federico Salzotti

Archeotipo s.r.l.



Adozione

Data: Marzo 2024

Approvazione

**Q.C.**

**07 Rel**

**Pomarance**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

**Comune di Pomarance-Monteverdi Marittimo**  
**PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE**

Relazione geologica relativa al comune di Pomarance  
 ai sensi del D.P.G.R. 30/01/2020 n.5/R

*Indice generale*

<b>1.- PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.- METODOLOGIA D'INDAGINE.....</b>	<b>5</b>
<b>3.- ELABORATI GRAFICI ED ALLEGATI.....</b>	<b>7</b>
<b>4.- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>9</b>
<b>5.- CARTA GEOLOGICA - TAVOLA Q.C. 07A.....</b>	<b>10</b>
5.1 - ASSETTO GEOLOGICO E TETTONICO.....	10
5.2 - STRATIGRAFIA.....	14
5.2.1 Unità della serie Toscana non metamorfica.....	15
5.2.2 Unità del Dominio Ligure.....	15
5.2.1.1 Unità Tettonica delle Argille a Palombini.....	15
5.2.1.2 Unità Tettonica di Montaione.....	17
5.2.1.3 Unità Tettonica di Monteverdi M.mo-Lanciaia.....	17
5.2.3 Successione neogenica del versante tirrenico.....	19
5.2.3.1 Formazioni Mioceniche.....	19
5.2.3.2 Formazioni Plioceniche.....	23
5.2.4 Depositi continentali attuali e recenti.....	27
<b>6.- CARTA GEOMORFOLOGICA - TAVOLA Q.C. 07B.....</b>	<b>28</b>
6.1 – FORME E DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA.....	30
6.1.1 - Riporti.....	30
6.1.2 – Discarica.....	31
6.1.3 – Ex miniere.....	31
6.1.4 – Aree con evidenze di pregressa attività estrattiva, individuate mediante sopralluoghi ed analisi diacronica di foto aeree.....	33
6.2 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI ORIGINE FLUVIALE.....	34
6.2.1 – FDF - Fascia di dinamica fluviale.....	34
6.2.2 – Ruscellamento.....	34
6.2.3 – AL - Depositi alluvionali attuali, e AT - depositi alluvionali terrazzati.....	34
6.2.4 – Laghi.....	35
6.3 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI ORIGINE GRAVITATIVA.....	36
6.3.1 – Scarpate.....	36
6.3.2 – Biancane.....	36

6.3.3 – Coltri detritiche.....	37
6.3.4 – Frane.....	37
6.4 – CARTA DEI DISSESTI E DELLE AREE DI EVOLUZIONE PER IL TERRITORIO URBANIZZATO – TAVOLA Q.C. 07 B8 T.U.....	39
<b>7.- CARTA IDROGEOLOGICA – TAVOLA Q.C. 07 C.....</b>	<b>40</b>
7.1 - SORGENTI.....	41
7.2 - POZZI.....	41
7.3 - PIEZOMETRI.....	42
7.4 – RETICOLO IDROGRAFICO.....	43
7.5 – AREE IN SUBSIDENZA DA PROGETTO DI PAI.....	43
7.6 – SOVRASCORRIMENTI E FAGLIE PRESUNTE.....	43
7.7 – LAGHI.....	43
7.8 – TIPOLOGIA ACQUIFERI.....	43
<b>8. - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA – TAVOLA Q.C. 07D.....</b>	<b>45</b>
<b>9.- CARTA DELLE INDAGINI E DEI DATI DI BASE - TAVOLA Q.C. 07E.....</b>	<b>46</b>
<b>10.- CARTA GEOLOGICO-TECNICA - TAVOLA Q.C. 07F.....</b>	<b>48</b>
<b>11.- SEZIONI GEOLOGICO TECNICHE - TAVOLA Q.C. 07 G.....</b>	<b>51</b>
11.1 – MONTEGEMOLI.....	52
11.2 – MICCIANO.....	54
11.3 – LIBBIANO.....	55
11.4 – POMARANCE.....	56
11.5 - SAN DALMAZIO.....	58
11.6 – MONTECERBOLI-LARDERELLO.....	59
11.7 - SERRAZZANO .....	62
11.8 - LUSTIGNANO.....	64
<b>12.- CARTA DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE DEI DEPOSITI - TAVOLA Q.C. 07 H.....</b>	<b>65</b>
12.1 – MONTEGEMOLI.....	65
12.2 – MICCIANO.....	65
12.3 LIBBIANO.....	65
12.4 – POMARANCE.....	66
12.5 – SAN DALMAZIO .....	66
12.6 – MONTECERBOLI.....	67
12.7 – LARDERELLO.....	67
12.8 – SERRAZZANO.....	68
12.9 – LUSTIGNANO.....	68
<b>13.- CARTA DELLE MOPS – TAVOLA Q.C. 07 I E CARTA DELLE COLONNE MOPS – TAVOLA Q.C. 07 L .....</b>	<b>69</b>
<b>14.- CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO – TAVOLE Q.C. 07 M, Q.C. 07 N, Q.C. 07O.....</b>	<b>81</b>

<b>15.- CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA - TAVOLA Q.C. 07 P.....</b>	<b>84</b>
<b>16.- SALVAGUARDIE DEL TERRITORIO.....</b>	<b>86</b>
.- 16.1 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO IDRAULICO.....	86
16.1.1 <i>Riduzione del rischio idraulico.....</i>	86
16.1.2 <i>Impermeabilizzazioni.....</i>	86
16.1.3 <i>Fognature.....</i>	87
16.1.4 <i>Reticolo idrografico minore.....</i>	87
16.1.4 <i>Manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua.....</i>	88
16.1.5 <i>Realizzazione di locali interrati.....</i>	88
16.1.6 <i>Viabilità.....</i>	88
.- 16.2 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	88
16.2.1 <i>Pozzi.....</i>	88
16.2.2 <i>Protezione della risorsa idrica.....</i>	89
16.2.3 <i>Caratteristiche dei terreni per lo scarico sul suolo di reflui domestici.....</i>	90
16.2.4 <i>Utilizzazione agronomica.....</i>	90
.- 16.3 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....	91
16.3.1 <i>Modellamenti morfologici.....</i>	91
16.3.2 <i>Metodi di coltivazione del suolo.....</i>	91
16.3.3 <i>Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale.....</i>	91
<b>17.- CRITERI GENERALI DI TRASFORMABILITÀ E INDIRIZZI PER IL PIANO OPERATIVO DEFINITI AI SENSI DEL DPGR 30/01/2020 N.5/R.....</b>	<b>92</b>
.- 17.1 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI.....	92
17.1.1 <i>Aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4).....</i>	92
17.1.2 <i>Aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3).....</i>	93
17.1.3 <i>Aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2).....</i>	94
17.1.4 <i>Aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1).....</i>	94
.- 17.2 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI.....	94
17.2.1 <i>Aree caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S4).....</i>	94
17.2.2 <i>Aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3).....</i>	95
17.2.3 <i>Aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2).....</i>	97
17.2.4 <i>Aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1).....</i>	97
.- 17.3 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AL RISCHIO DI ALLUVIONI.....	97
.- 17.4 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE A PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA RISORSA IDRICA.....	98
17.4.1 <i>Piano di Gestione Acque delle acque e dei corpi idrici sotterranei del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale (Pdg).....</i>	99
<b>18.- CONCLUSIONI.....</b>	<b>100</b>

*Allegato 1 - Tabella di correlazione tra la numerazione dei dati di base inseriti nella carta Q.G.E ed i relativi allegati*

## **1. - PREMESSA**

La presente relazione riferisce circa gli esiti delle indagini geologiche redatte a supporto del Piano Strutturale Intercomunale di Pomarance e Monteverdi Marittimo, per la parte riguardante il territorio comunale di Pomarance.

Gli studi sono stati condotti unitamente al Collega Sergio Crocetti che ha curato la parte di indagini per il territorio comunale di Monteverdi Marittimo.

Per semplicità e praticità di consultazione, tenendo anche conto che i due territori si distinguono per i differenti caratteri geologici, geomorfologici e sismici, è stato deciso di tenere distinte sia le relazioni che le varie cartografie. Per queste ultime è stata comunque verificata la congruenza e la continuità dei tematismi riprodotti.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30/01/2020 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", del Progetto di Piano Assetto Idrogeologico e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), entrambi del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Gli approfondimenti relativi agli aspetti idraulici sono stati condotti dall'Ing Alessio Gabrielli, che ha verificato le portate critiche di alcuni corsi d'acqua, nei tratti di interesse, definendo le aree interessate dalle potenziali esondazioni, da cui discendono le definizioni di pericolosità idraulica rappresentate negli elaborati dello studio idrologico-idraulico.

## **2. - METODOLOGIA D'INDAGINE**

Lo studio del territorio comunale è stato condotto approfondendo il quadro delle conoscenze già disponibili, rappresentate dalle indagini geologico-tecniche di supporto al: Piano Strutturale approvato con D.C.C. n.42 del 29/06/2007, redatto ai sensi D.P.G.R. 26/R; Regolamento Urbanistico, approvato con D.C.C. n.67 del 07/11/2011, redatti ai sensi del D.P.G.R 53/R;

Per la caratterizzazione litotecnica dello spessore di terreno significativo ai fini della pianificazione urbanistica, i dati già a disposizione sono stati integrati con quelli estratti da indagini di supporto ad interventi edilizi specifici, reperiti presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale.

Il quadro conoscitivo e normativo di strumenti sovraordinati è invece rappresentato da:

- Cartografie e norme del PAI Bacino Fiume Arno, del PAI Bacino Toscana Costa e del Progetto di Piano - PAI "dissesti geomorfologici" relativamente agli aspetti geomorfologici;
- Cartografie e norme del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), relativamente agli aspetti idraulici.

Ulteriori dati a disposizione sono estraibili da:

- Database geologico del Continuum regionale;
- Data base ISPRA per pozzi e sondaggi profondi
- Catalogo frane IFFI
- Geoportale Nazionale
- Mappatura radar satellitare della Regione Toscana

Il comune di Pomarance è inoltre dotato di studi di microzonazione sismica di primo livello, redatti nel 2018 e finanziati dalla Regione Toscana. In conseguenza dell'aggiornamento del quadro conoscitivo geomorfologico, che ha costituito anche aggiornamento alle cartografie dell'Autorità Distrettuale, e dell'acquisizione di nuovi dati geognostici e sismici,

al fine di avere coerenza tra le varie cartografie, è stato necessario rivedere ed aggiornare anche gli studi di microzonazione sismica di primo livello.

A seguire, come richiesto dalla normativa, è stato redatto lo studio di microzonazione di secondo livello, con la restituzione delle cartografie dei fattori di amplificazione sismica per i diversi periodi di riferimento. Sulla base dei nuovi studi eseguiti è stata quindi redatta la carta di pericolosità sismica.

Relativamente agli aspetti geomorfologici e della pericolosità geologica, sono stati eseguiti una serie di sopralluoghi per verificare l'evoluzione dei dissesti già individuati nelle precedenti cartografie ed eventualmente cartografarne di nuovi.

Tutti i dati acquisiti sono stati riportati in cartografia utilizzando la base cartografia più dettagliata a disposizione, e predisposti per l'aggiornamento del quadro conoscitivo del PAI.

Le perimetrazioni sono state recepite dalla suddetta Autorità sia per gli aspetti geomorfologici che per quelli della pericolosità geologica e costituiscono aggiornamento del relativo quadro conoscitivo .

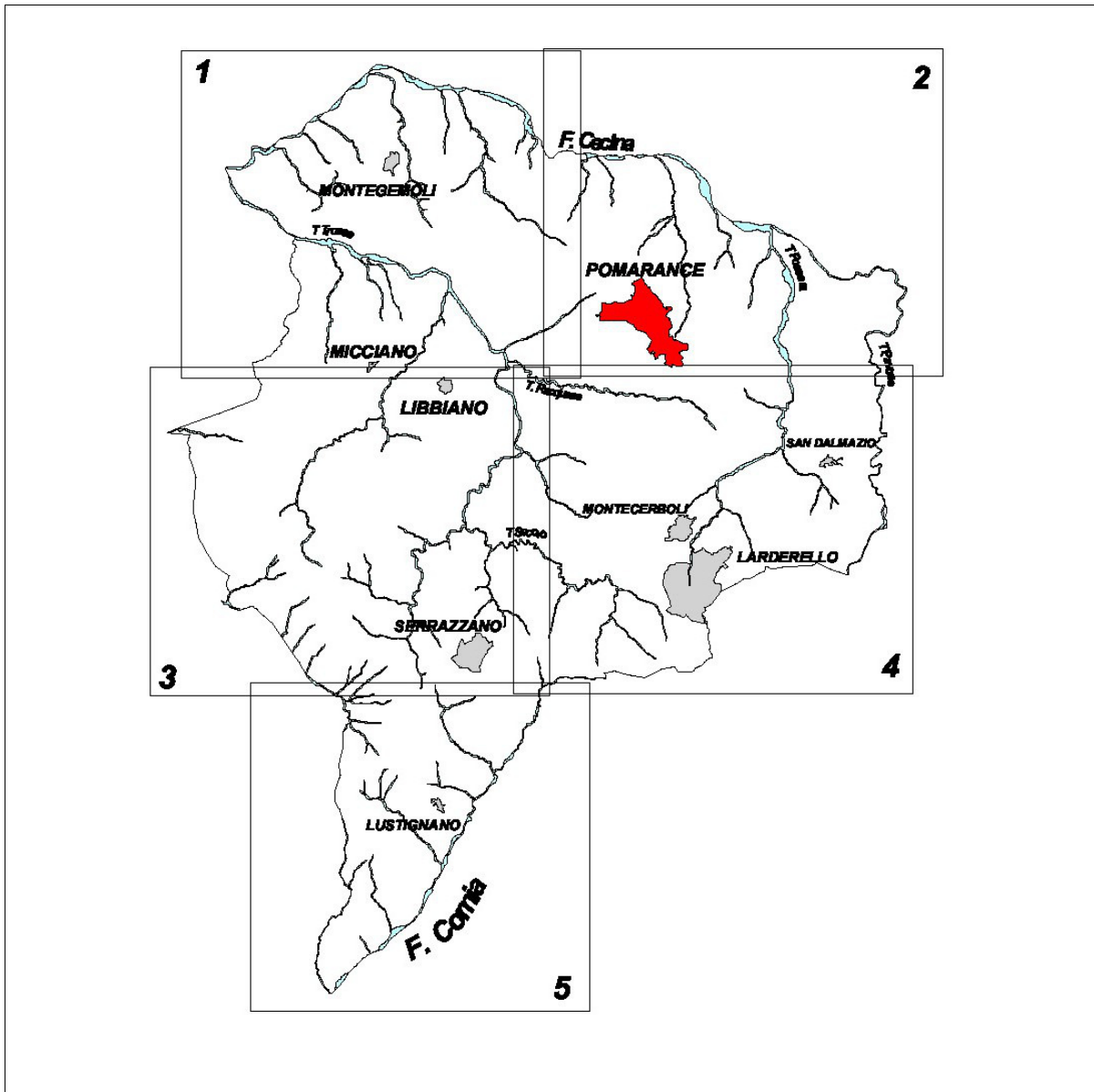
Tutti i dati raccolti nell'ambito del presente lavoro sono stati strutturati in ambiente GIS utilizzando il software free Qgis.

### 3. - ELABORATI GRAFICI ED ALLEGATI

Tutte le carte tematiche di base sono state elaborate alla scala del massimo dettaglio disponibile, utilizzando le ortofoto messe a disposizione sul sito della Regione Toscana, la C.T.R. 1:2.000 per i centri abitati, dove disponibile, e la C.T.R. 1:10.000 per l'intero territorio comunale.

La restituzione è stata realizzata in scala 1:10.000 o 1:5.000.

Per le tavole elaborate in scala 1:10.000 sono stati prodotti 5 riquadri di stampa per ogni tematismo, distribuiti territorialmente come rappresentato nella seguente immagine:





Oltre al presente documento, cifrato Q.C.07Rel, l'elenco degli elaborati prodotti è il seguente:

Q.C. 07 a	Carta Geologica	1:10.000
Q.C. 07 b	Carta Geomorfologica	1:10.000
Q.C. 07 b T.U.	Carta Geomorfologica del Territorio Urbanizzato	1:5.000
Q.C. 07 c	Carta Idrogeologica	1:10.000
Q.C. 07 d	Carta della Pericolosità geologica	1:10.000
Q.C. 07 e	Carta delle Indagini e dei Dati di Base	1:5.000
Q.C. 07 f	Carta Geologico Tecnica	1:5.000
Q.C. 07 g	Carta delle Sezioni Geologico Tecniche	1:1.000
Q.C. 07 h	Carta delle Frequenze fondamentali dei depositi	1:5.000
Q.C. 07 i	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	1:5.000
Q.C. 07 l	Carta delle Colonne MOPS	
Q.C. 07 m	Carta di Microzonazione Sismica – FA 0.1-0.5	1:5.000
Q.C. 07 n	Carta di Microzonazione Sismica – FA 0.4-0.8	1:5.000
Q.C. 07 o	Carta di Microzonazione Sismica – FA 0.7-1.1	1:5.000
Q.C. 07 p	Carta della Pericolosità sismica locale	1:5.000

I grafici ed i dati delle indagini riportate nelle Tavole Q.C. 07e (Carta delle Indagini e dei Dati di base) sono racchiusi negli allegati contenuti nella cartella “Q.C. 07 q1\_Cartella Indagini Pomarance”.

Gli aspetti relativi alla pericolosità idraulica sono stati interamente sviluppati dall'Ing. Idraulico Alessio Gabrielli.

#### **4. - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

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

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

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

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

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

## **5. - CARTA GEOLOGICA - TAVOLA Q.C. 07a**

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

- **Continuum della Carta Geologica Regionale**
- **Atlante dei Centri Abitati Instabili della Toscana** di P. Canuti, P. Focardi, R. Nardi & A. Puccinelli – Pubblicazione CNR – GNDCI N.2143 2000.
- **Carta Geologica della Provincia di Pisa redatta** dalla Amministrazione Provinciale di Pisa all'interno del P.T.C., alla scala 1:10.000.
- **Studio idrogeologico e Geomorfologico dei Bacini dei Fiumi Cecina e Fine** redatto dal Dipartimento di scienze della Terra dell'Università di Pisa.

Hanno costituito inoltre integrazione ai succitati rilievi le osservazioni condotte durante indagini puntuali che hanno consentito di aggiungere ulteriori dettagli rispetto al quadro delle conoscenze.

### **5.1 - Assetto geologico e tettonico**

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

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

Il sollevamento della catena appenninica, avvenuto progressivamente da Ovest verso Est, è stato seguito (dal Miocene superiore al Pleistocene) da movimenti tettonici che hanno portato, in un primo momento, alla formazione della cosiddetta "Serie ridotta" nella Toscana meridionale. Uno dei casi di Serie ridotta è rappresentato in Val di Cecina dalla sovrapposizione delle liguridi direttamente sulle formazioni calcaree della Serie Toscana.

In un secondo momento, a partire dal Tortoniano, il settore crostale corrispondente al margine tirrenico dell'Appennino, sottoposto ad una dinamica di progressivo



salmastro, dovuto all'aprirsi di nuove vie di comunicazione tra il Bacino di Volterra e il Mar Tirreno, che porta alla deposizione di varie litologie prima conglomeratiche poi argilloso marnoso e subordinatamente gessose.

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

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

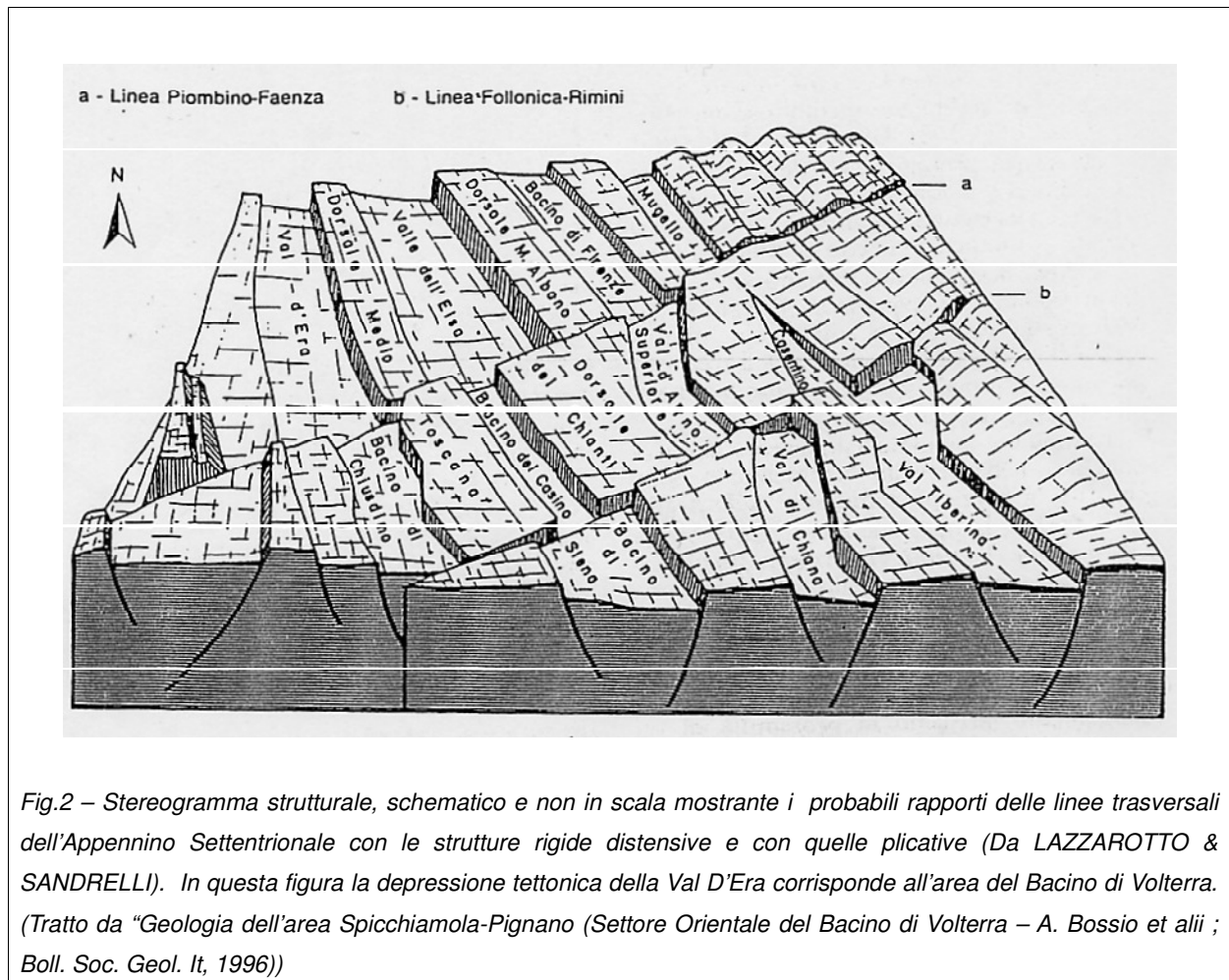
La situazione di crisi idrologica del Mediterraneo terminò con l'inizio del Pliocene inf. (Zancleano: 5,3 Ma) con la riapertura delle connessioni stabili con l'Oceano Atlantico che riportarono condizioni di mare aperto a salinità normale e la ripresa della sedimentazione marina a cui si accompagnò un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

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

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

Nell'intervallo di tempo corrispondente ai due cicli precedenti, pur essendo sempre attiva

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



Al precedente quadro paleogeografico corrisponde un assetto tettonico che dal basso all'alto risulta caratterizzato dalla presenza di quattro unità.

- Unità della Falda Toscana non metamorfica

Appartengono a questa unità formazioni sedimentarie marine formatesi tra il Trias e l'Oligocene sup. in diversi ambienti deposizionali: evaporitici, ambienti di piattaforma carbonatica, ambiente pelagico, ambiente di avanfossa.

Questa unità è rappresentata esclusivamente da un unico affioramento di Macigno presente all'estremità meridionale del territorio comunale.

- Unità del dominio ligure

Sono costituite da una successione di unità alloctone di età compresa dal giurese, al cretaceo ed all'eocene, nelle quali prevalgono i flysch; nell'area sono rappresentati in successione tettonica dall'unità ofiolitica del Flysch calcareo marnoso di Monteverdi Marittimo e Lanciaia, dalla unità di Montaione, a cui si sovrappone, in discordanza, l'unità ofiolitifera delle Argille a Palombini. Quest'ultima unità è molto ben rappresentata nella parte centrale del territorio comunale (ad est di Monterufoli) dove sono presenti estesi affioramenti di rocce ofiolitiche, in particolare serpentiniti.

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

- Unità neogeniche

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

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

- Depositi quaternari

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

## **5.2 - Stratigrafia**

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

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

### **5.2.1 Unità della serie Toscana non metamorfica**

#### Macigno

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

### **5.2.2 Unità del Dominio Ligure**

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

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

#### **5.2.1.1 Unità Tettonica delle Argille a Palombini**

##### Complesso ofiolitifero

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

##### Serpentiniti

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

##### Gabbri

Gli affioramenti di maggior estensione si rinvengono a nord-ovest di San Dalmazio e ad



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

### Basalti

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

### Diaspri (DSD)

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

### Calcari a Calpionelle (CCL)

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

### Argille a palombini (APA)

Questa formazione costituisce, insieme con le serpentiniti, la parte più cospicua del complesso ofiolitifero, all'interno del quale mostra con le altre unità litostratigrafiche quasi sempre rapporti tettonici. Le Argille a palombini sono generalmente sormontate da depositi

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

### **5.2.1.2 Unità Tettonica di Montaione**

#### **Formazione di Montaione (MIO)**

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

### **5.2.1.3 Unità Tettonica di Monteverdi M.mo-Lanciaia**

#### **Formazione di Lanciaia (CAA)**

Questa formazione si compone di quattro litofacies principali: breccie dette di Libbiano (CAAb), arenarie (CAAr), argilliti (CAAa) e calcari marnosi (CAAc), legate tra loro da rapporti latero-verticali. La presenza consistente di plancton calcareo è indicativa di un

ambiente di deposizione marino pelagico. Le due litofacies principali della formazione di Lanciaia (CAAb e CAAr) affiorano al di sopra di potenti spessori di rocce del complesso ofiolitico prevalentemente nel settore occidentale della carta, a sud-ovest di Libbiano, ed all'estremità nord-orientale del territorio comunale, in corrispondenza dell'abitato omonimo.

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

#### Formazione di Monteverdi Marittimo (MTV)

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

### **5.2.3 Successione neogenica del versante tirrenico**

#### **5.2.3.1 Formazioni Mioceniche**

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

#### **Conglomerati di Castello di Luppiano (LUP)**

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

#### **Formazione del Torrente Sellate**

Questa formazione si compone di tre litofacies:

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

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

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

Le Marne a Bithynia (SLTm) sono formate da marne e marne siltose-argillose di colore grigio scuro fittamente laminate ed intercalate a siltiti e argille grigie. Caratteristica di questa litofacies è la presenza di fossili rappresentati principalmente dagli opercoli di

Bithynia. L'ambiente di sedimentazione è di tipo lacustre, con acque poco profonde e talora poco ossigenate, a bassa energia.

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

#### Argille del T. Fosci (FOS)

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

#### Formazione della Spicchiaiola (SPC)

La formazione della Spicchiaiola affiora in prossimità del confine nord-occidentale del territorio comunale, subito a monte della confluenza del Torrente Possera nel Fiume Cecina. La formazione è costituita da argille debolmente sabbiose di colore grigio-nocciola nelle quali si intercalano arenarie calcaree giallo-ocra a grana medio-fine che aumentano di spessore e frequenza verso l'alto; presenti anche locali banchi di conglomerati poligenici, eterometrici ad elementi calcarei immersi in una matrice arenacea.

#### Formazione del T. Raquese (RAQ)

Le principali zone di affioramento sono ad ovest dell'abitato di Montegemoli e di Pomarance e sui versanti del T. Raquese dove giace in concordanza sulla Formazione del T. Sellate e sulle Argille del T. Fosci. L'unità in questione è costituita da argille grigie massicce con rari Pycnodonta navicularis; a nord-ovest di Pomarance sono presenti eccezionalmente livelli di arenarie e di conglomerati poligenici ((RAQc), ben litificati e con ciottoli di dimensioni non superiori ai 10-15 cm, derivanti da formazioni del Dominio Ligure.

Sempre nell'area di Pomarance, lungo il corso del T. Raquese ed in località Piano di Cecina, l'unità mostra alla base un pacco di strati argillosi e gessoarenitici in fitta alternanza che può raggiungere lo spessore di varie decine di metri (RAQg). Nel settore meridionale è presente un modesto affioramento di una litofacies argilloso arenacea ((RAQa) costituita da argille e argille-sabbiose, di colore grigio e grigio-nocciola con intercalazioni di arenarie. La spessore massimo della formazione si raggiunge nella zona di Montegemoli ed valutato intorno ai 100 m. Si può ritenere che il tratto inferiore dell'unità si sia depositato in ambiente lagunare salmastro mentre il tratto superiore sarebbe invece caratteristico di un ambiente marino.

### Calccare di Rosignano (ROS)

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

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

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

### Argille e gessi del Fiume Era Morta (EMO)

Questa formazione affiora estesamente nella parte settentrionale dell'area di studio, in riva sinistra del F. Cecina; essa poggia in concordanza sulla Formazione del T. Raquese ed è sormontata generalmente in continuità dai depositi pliocenici. L'unità è costituita da un potente intervallo di argille e argille-siltoso-marnose (EMO), massive o laminate, con

numerose intercalazioni e lenti di gesso (EMOg), di Conglomerato di Uignano (ULI) e Formazione di Podernuovo (POD). Solitamente la formazione delle Argille e gessi del F. Era Morta presenta alla base un livello continuo di gesso. In genere i gessi hanno struttura microcristallina (alabastro) o si presentano come un deposito clastico (gessoareniti); più raramente rappresenta un deposito primario (selenite). La formazione si è depositata, ad eccezione del livello evaporitico basale, in un ambiente lacustre, il cosiddetto "lago-mare", caratterizzato da acque dolci o a salinità molto ridotta che si è realizzato a seguito della crisi di salinità del Mediterraneo. L'espressione sedimentaria più tipica di questo evento è rappresentata dai gessi basali, depositati in ambiente marino caratterizzato da acque sovrassature.

#### Conglomerati di Uignano (ULI)

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

#### Formazione di Podernuovo (PDN)

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

### Conglomerati di Montebamboli (BAM)

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

### **5.2.3.2 Formazioni Plioceniche**

#### Conglomerati di Gambassi (GAM)

Questa unità, che prende il nome dai più estesi affioramenti dell'area di Gambassi T., affiora a sud-ovest di Serrazzano dove giace con contatto stratigrafico discordante sia sulle unità mioceniche (EMO a sud di Serrazzano) che sul substrato preneogenico. Questi conglomerati caratterizzano localmente la base delle successioni plioceniche; si presentano ben cementati e poco organizzati, con elementi da sub-arrotondati ad arrotondati, di dimensioni da 2 a 20 cm, costituiti da calcari, calcari silicei, diaspri, arenarie ed ofioliti immersi in una matrice sabbiosa. Lo spessore massimo raggiunge i 15 metri e l'ambiente di deposizione è marino di tipo costiero.

#### Calcareniti di S. Mariano (CMA)

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

#### Sabbie di S. Vivaldo (SVV)



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

### Formazione di Serrazzano (SRZ)

La formazione è presente in estesi affioramenti nell'area di Serrazzano-Montecerboli-Pomarance. Si tratta di argille, a volte sabbiose, ricche in macrofossili con ciottoli sparsi e frequenti lenti conglomeratiche. Nell'area di studio, in particolare nella zona di Serrazzano e della Fattoria di S. Ippolito, a nord-ovest di Montecerboli, i conglomerati sono maggiormente rappresentati (banchi di spessore massimo fino a 75 m) rispetto alle argille e sono stati cartografati indipendentemente (SRZc); questi conglomerati sono costituiti da elementi per lo più calcarei di dimensioni variabili, immersi in una matrice argilloso-sabbiosa color ocra. Nell'area di Serrazzano-Montecerboli sono presenti all'interno della formazione livelli di olistostromi (SRZo) di spessore decametrico, derivati dalle unità liguri (Formazione di Monteverdi M.mo, Argille a palombini e ofioliti). Lo spessore della formazione nel suo complesso si aggira intorno ai 120 metri; la deposizione si è realizzata in ambiente marino neritico esterno o epibatiale.

### Argille Azzurre (FAA)

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

Dalmazio mentre nel Bacino di Lustignano, al tetto del secondo ciclo sedimentario, si hanno i Conglomerati del Lago Boracifero (CLB).

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

#### Formazione di Lustignano (LST)

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

#### Formazione di S. Dalmazio (SDA)

L'unità comprende due membri tra loro eteropici: il Calcare di Pomarance (SDA1) e la Sabbie di Casetta (SDA2). Essa costituisce la base del secondo ciclo sedimentario pliocenico e poggia con contatto discordante e trasgressivo sulle Argille azzurre del primo ciclo, sulla Formazione di Serrazzano e sul substrato preneogenico; i rapporti con le Argille azzurre del secondo ciclo sono invece latero-verticali. Nell'area di S. Dalmazio l'unità

passa in continuità ai sedimenti lacustri del Villafranchiano inferiore (Formazione di Chiusdino). Le associazioni microfossilifere riconosciute nei due membri della Formazione di S. Dalmazio sono indicative di un ambiente marino costiero, quelle provenienti dalle intercalazioni argillose della parte superiore dell'unità testimoniano invece batimetrie maggiori, limite zona neritica interna/esterna.

#### Calcare di Pomarance (SDA1)

E' costituito da calcari detritico-organogeni di colore giallo, ben cementati ed a stratificazione in genere piano-parallela. Gli strati hanno spessori variabili da pochi decimetri a più di un metro, con intercalati livelli arenacei spessi al massimo 15-20 cm. Alla base dei calcari si rinviene solitamente un livello conglomeratico, con uno spessore massimo di 15 m, di colore giallo-arancio, ricco di Lamellibranchi e Gasteropodi e costituito da ciottoli di calcari ed arenarie calcaree fini, immersi in una matrice arenacea microconglomeratica. Questa litofacies raggiunge il suo spessore massimo, di circa 60 m, nell'affioramento in sponda sinistra del Torrente Pavone.

#### Sabbie di Casetta (SDA2)

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

#### Conglomerati del Lago Boracifero (CLB)

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

### Formazione di Chiusdino (CHD)

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

### **5.2.4 Depositi continentali attuali e recenti**

#### Depositi alluvionali terrazzati

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

#### Alluvioni attuali

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

#### Coltri detritiche

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

## **6. - CARTA GEOMORFOLOGICA - TAVOLA Q.C. 07b**

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

- Cartografie e norme del PAI Bacino Fiume Arno, del PAI Bacino Toscana Costa e del Progetto di Piano - PAI “dissesti geomorfologici” relativamente agli aspetti geomorfologici;
- Database geologico del Continuum regionale;
- Catalogo frane IFFI
- Mappatura radar satellitare della Regione Toscana
- Carta geomorfologica redatta a supporto del PS comunale

I caratteri geomorfologici di un territorio sono di gran lunga i più importanti nell’ottica di una corretta progettazione urbanistica in quanto forniscono la conoscenza dell’evoluzione territoriale recente, in stretta connessione con gli effetti antropici.

Pertanto la costruzione della nuova Carta geomorfologica ha richiesto una metodologia di lavoro complessa che ha seguito i seguenti “step”:

- Analisi diacronica delle ortofoto a disposizione sullo sportello cartografico della Regione Toscana;
- Rilevamento di campagna in scala 1:5.000 e 1:10.000 per la verifica diretta degli elementi individuati dalle ortofoto e l’individuazione di ulteriori caratteri geomorfologici
- Analisi dei dati geognostici esistenti (sondaggi, penetrometrie, pozzi, etc.);
- Controllo ed aggiornamento degli elementi geomorfologici riportati nella Carta Geomorfologica di corredo all’attuale P.S.;
- Controllo e verifica dei dissesti indicati nella Carta Geomorfologica Regionale;
- Stesura in scala 1:10.000 della nuova Carta Geomorfologica, in coerenza con i dati LIDAR nelle piccole fasce di territorio in cui questo è a disposizione;
- Costruzione della legenda a partire dalle indicazioni fornite dall’Autorità di Bacino Distrettuale nel Allegato 3 “Modalità per le proposte di revisione ed aggiornamento

delle mappe del PAI”.

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

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

#### *Forme influenzate dalla struttura in rocce massive*

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

#### *Forme influenzate dalla struttura in rocce stratificate*

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

#### *Forme delle colline neogeniche*

Sono presenti nella parte settentrionale ed all'estremità meridionale del territorio comunale

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

#### Aree di pianura alluvionale

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

I processi cartografati nella carta geomorfologica sono stati separati in funzione dell'origine in antropici, gravitativi, erosivi e sedimenti di origine fluviale.

Nella legenda relativa ai fenomeni gravitativi, le dizioni sono state integrate con le sigle dettate dall'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (FD2, R3, etc).

### **6.1 – Forme e depositi di origine antropica**

#### **6.1.1 - Riporti**

In cartografia sono segnalate numerose aree con presenza di riporti, spesso costituiti da residui di perforazione delle postazioni di sonda dell'Enel o, come in corrispondenza della zona industriale di Larderello, da materiale di risulta per la realizzazione dei piazzali industriali. Tra le aree con presenza di riporti è stata segnalata anche una ex discarica, denominata Burlino ed ubicata immediatamente ad Est della centrale Valle Secolo.

Questa area rientra tra i “siti esclusi dall’elenco delle aree da bonificare” allegato alla D.C.R. 384 del 1999 e, relativamente alle problematiche geomorfologiche, può essere perciò considerata alla stregua dei riporti detritici.

### **6.1.2 – Discarica**

E' stata segnalata la discarica attiva in località Bulera.

### **6.1.3 – Ex miniere**

In carta abbiamo segnalato i siti minerari derivati dal censimento della Provincia di Pisa elaborato in occasione della stesura del PTC.

L'importanza mineraria dell'Alta Val di Cecina, e pertanto anche del territorio comunale di Pomarance, è connessa principalmente alle diffuse mineralizzazioni cuprifere associate alle rocce ofiolitiche ed alle mineralizzazioni boracifere correlate ai soffioni di Larderello. Tra le risorse minerarie non si possono comunque non menzionare i famosi calcedoni della Fattoria di Monterufoli, mineralizzazioni silicee di grande pregio estetico, la cui escavazione è stata condotta ininterrottamente dal 1598 fino alla seconda metà del XIX secolo su commissione dell'Opificio Granducale delle Pietre Dure. Sempre nella zona di Monterufoli sono state inoltre coltivate nel passato alcune miniere di magnesite. E' da segnalare inoltre l'attività estrattiva dell'alabastro che ha interessato gli affioramenti miocenici presenti ad ovest di Pomarance. Tra le varie cave si deve menzionare quella di Stilano, una delle poche ancora aperte e per la quale è in corso un progetto di risistemazione. Il minerale qui estratto a cielo aperto è alabastro gessoso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ritrovato all'interno di strati di gesso, minerale dal quale l'alabastro deriva per ricristallizzazione, presenti nei depositi evaporitici del Miocene superiore.

Tra le mineralizzazioni cuprifere ebbero rilevanza primaria quelle sfruttate dalla miniera di Montecatini Val di Cecina anche se ne furono riconosciute molte altre, alcune delle quali nel territorio del Comune di Pomarance. Tra queste le principali sono concentrate nella zona a sud degli abitati di Micciano e Libbiano: nella zona del Fosso Linari ed in corrispondenza della confluenza del T. Secolo nel T. Trossa; alcune di queste, seppure per pochi anni, furono coltivate. Un'intensa attività di esplorazione interessò anche l'esteso affioramento di rocce serpentinosi nei pressi del Pod. La Corte, tra Sant'Ippolito e Montecerboli, dove la presenza di minerali di rame era stata segnalata già nel 1558. Nei



secoli successivi lo sfruttamento della risorsa avvenne con alterne fortune fino al periodo, compreso tra il 1857 ed il 1900, quando l'attività mineraria ebbe un nuovo impulso. Fu restaurato uno dei due pozzi realizzati in epoca medicea ed aperte numerose gallerie di ricerca; il pozzo, del diametro di 3,8 m ed ancora oggi osservabile, raggiungeva una profondità di 51 m ed aveva quattro piani di gallerie. Sempre in quegli anni fu realizzata una galleria di scolo, lunga 290 m circa, di cui è visibile l'ingresso in laterizio in riva sinistra del Botro della Guardiola, un piccolo affluente del Torrente Secolo. Attualmente l'area che fu interessata dall'attività estrattiva ricade all'interno del limite di concessione della cava di serpentiniti denominata Valle Secolo.

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

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

mondo, e la diminuzione della concentrazione dell'acido borico nel vapore portarono ad una graduale diminuzione dell'estrazione nei decenni successivi. La produzione di acido borico dal trattamento dei fluidi geotermici continuò tuttavia fino agli anni '60 quando valutazioni di carattere economico indussero la Società Chimica Larderello ad importare dalla Turchia la colemanite (un borato di calcio di formula  $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}5\text{H}_2\text{O}$ ), minerale da sottoporre a processi industriali per la produzione di boro utilizzando l'energia termica ottenuta dal vapore.

Agli inizi del 1900 si iniziò a studiare la possibilità di un utilizzo diretto del vapore per la produzione di energia elettrica e fu proprio nel 1904 che venne effettuata la prima prova da parte del Principe Ginori Conti che accoppiò una dinamo ad un motore azionato da vapore secco, accendendo le prime cinque storiche lampadine elettriche. Questo primo tentativo e gli esperimenti che seguirono negli anni successivi, consentirono al campo geotermico Larderello di raggiungere il primato nella produzione mondiale di energia elettrica da vapore endogeno. L'utilizzo diretto dei fluidi geotermici, ancor'oggi connesso principalmente alla produzione di energia elettrica, ha visto il diffondersi negli ultimi decenni di altre modalità di impiego tra le quali ci preme ricordare il teleriscaldamento per l'importanza che riveste sia dal punto di vista del risparmio energetico che del rispetto ambientale. Il teleriscaldamento, ovvero l'utilizzo della risorsa geotermica in reti di riscaldamento ad uso abitativo, è attualmente in funzione, oltre che nel Comune di Pomarance, anche in quello di Castelnuovo Val di Cecina e Monterotondo Marittimo.

#### **6.1.4 – Aree con evidenze di pregressa attività estrattiva, individuate mediante sopralluoghi ed analisi diacronica di foto aeree**

Si tratta di alcuni siti di pregresse attività estrattive, che in alcuni casi presentano ancora i segni di antiche estrazioni ma che spesso sono oramai rinaturalizzate e di difficile identificazione. In particolare abbiamo riportato le aree interessate dall'attività di estrazione di alabastro così come è stato possibile identificarle dallo analisi delle foto aeree risalenti agli anni 1954-1976-1982-1984-1986-1999, ed alcune aree interessate dall'attività di estrazione delle serpentini o di inerti. E' stata anche segnalata un vecchia cava di calcareniti utilizzata in passato per l'estrazione di singole lastre di calcareniti ad uso ornamentale.

## **6.2 - Forme, processi e depositi di origine fluviale**

### **6.2.1 – FDF - Fascia di dinamica fluviale**

In linea con le direttive del PAI del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, all'interno di questa classe sono state introdotte le forme legate alla possibile evoluzione del processo di erosione di sponda che sviluppano lungo l'intera asta dei Fiumi Cecina e Trossa, su gran parte del Fiume Cornia, dei Torrenti Possera, Trossa e Racquese e su alcuni tratti del Torrente Pavone.

### **6.2.2 – Ruscellamento**

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

### **6.2.3 – AL - Depositi alluvionali attuali, e AT - depositi alluvionali terrazzati**

I depositi alluvionali attuali sono prevalentemente concentrati nelle valli dei corsi d'acqua principali e fanno riferimento al Fiume Cecina, al Fiume Cornia, ed ai Torrenti Trossa, Pavone e Possera.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nella cartografia geomorfologica sono stati distinti i terrazzi più antichi, i terrazzamenti più giovani sono stati inglobati nelle alluvioni recenti.

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

#### **6.2.4 – Laghi**

Con questa dizione sono stati indicati tutti gli specchi d'acqua cartografati nella Carta Tecnica Regionale. Nella stragrande maggioranza dei casi si tratta di piccoli pelaghi di origine antropica ad uso irriguo.

### **6.3 - Forme, processi e depositi di origine gravitativa**

#### **6.3.1 – Scarpate**

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

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

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

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

Nella carta geomorfologica le scarpate non sono state distinte singolarmente ma inglobate all'interno di un areale più esteso che si allarga dai cigli fino a comprendere le aree circostanti, prive di rotture di pendenza ma comunque significativamente acclivi.

In ogni caso, quando all'interno di tali zone sono individuati fenomeni di dissesto, sia attivi che quiescenti, questi sono stati sempre individuati singolarmente e cartografati come frane (o complesse o di crollo).

#### **6.3.2 – Biancane**

In cartografia è stata inserita una piccola Biancana, presente poco a Nord dell'abitato di Montegemoli, immediatamente al margine della Strada Comunale.

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

### **6.3.3 – Coltri detritiche**

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

Questi estesi depositi colluviali si trovano principalmente nell'area di Montecerboli-Larderello in corrispondenza dei versanti Nord di Poggio le Franate e di Monte Vado la Lepre, ed a Nord dell'abitato di Micciano. In questi casi la presenza di coltri detritiche è direttamente legata alla costituzione del substrato rappresentato dal Flysch di Monteverdi Marittimo e dalle Argille a Palombini. Entrambe queste litologie, caratterizzate da fitte alternanze di livelli arenacei e argillitici, sono infatti facilmente erodibili e disaggregabili e danno luogo a corpi detritici caratterizzati da elementi lapidei di dimensioni pluricentriche.

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

### **6.3.4 – Frane**

La presenza di fenomeni franosi fa parte delle caratteristiche del territorio comunale e numerose sono le zone interessate. Per quanto riguarda lo stato di attività, le forme ed i processi franosi cartografati sono stati distinti in attivi e quiescenti.

I tipi di frana identificati sono stati raggruppati secondo le loro caratteristiche ed in base a quanto disposto dal PAI del Distretto dell'Appennino Settentrionale.

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

Tra le frane attive, in considerazione della presenza nei terreni argillosi di frequenti intercalazioni sabbiose, sono prevalenti le tipologie di frana per scivolamento (S3).

I versanti caratterizzati da morfologia pseudo calanchiva, con chiari segni di attività, in cui l'intensità dei processi erosivi è elevata, sono stati classificati all'interno della classe "FD3 - Aree soggette a franosità diffusa attiva"

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

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

Le frane di colamento, anch'esse abbondanti, si rinvengono in numero minore, mentre costituiscono una particolarità le frane di crollo (C3) dislocate essenzialmente ai margini dei fondovalli dei corsi d'acqua (Es. Fosso Adio, Torrente Trossa) che incidono formazioni litoidi .

Molto frequenti sul territorio sono le frane quiescenti (C2, FD2, S2) che costituiscono le forme ed i fenomeni in stasi che non avendo esaurito la loro evoluzione possono riattivarsi soprattutto a seguito di interventi antropici di modifica dell'equilibrio raggiunto oppure possono riattivarsi in quadri morfoclimatici o condizioni climatiche diverse da quelle attuali od eccezionali.

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

Nella classe "FD2 - Area potenzialmente instabile per deformazioni superficiali" sono stati inseriti fenomeni riferibili a deformazioni superficiali con caratteristiche plastiche, in cui si abbia evoluzione lenta o lentissima o con ricorrenza superiore ad intervalli decennali

I fenomeni appartenenti a questa classe rappresentano la tipologia maggiormente sviluppata nel territorio comunale .

All'interno di questa classe rientrano i soliflussi e alcune aree caratterizzate dalla presenza di

depositi di versante che risultano potenzialmente instabili per franosità.

Relativamente ai soliflussi, è da precisare che con questo termine abbiamo inteso classificare le zone interessate da movimenti lenti della porzione più superficiale dei terreni, non superiore ai due metri, che si manifestano con la deformazione dei versanti e la creazione delle tipiche montonature delle coltri argillose. In tali depositi, questo fenomeno, in forme più o meno accentuate è presente ovunque e spesso viene mascherato dall'attività agricola.

I casi in cui è stata rilevata una particolare intensità del soliflusso, l'intera area è stata classificata a franosità diffusa attiva (FD3).

#### **6.4 – CARTA DEI DISSESTI E DELLE AREE DI EVOLUZIONE PER IL TERRITORIO**

##### **URBANIZZATO – TAVOLA Q.C. 07 b8 T.U.**

Come richiesto al punto B.2) del D.P.G.R. 5/r, è stata redatta una carta geomorfologica di dettaglio, alla scala 1:5.000 denominata Q.C. 07 b T.U. Pomarance, per il solo Territorio Urbanizzato.

Dove possibile, e nel rispetto dei criteri indicati nel d.d. 4505/2017 è stata indicata la zona di distacco, la zona di scorrimento, la zona di accumulo e l'area di evoluzione del fenomeno franoso.

Per gli altri dissesti, di ridotta estensione, o classificati come franosità diffusa non è stato possibile indicarne le varie zone.



## **7. - CARTA IDROGEOLOGICA – TAVOLA Q.C. 07 c**

Nella Carta Idrogeologica, sono rappresentati i principali elementi di interesse idrogeologico, quali:

- Sorgenti con indicazioni anche di quelle ad uso idropotabile sia pubblico che private
- Pozzi ad utilizzo idropotabile
- Pozzi ad utilizzo civile, domestico, agricolo e per la produzione di beni e servizi
- Pozzi geotermici
- Piezometri installati da ASA Spa
- Aste del reticolo di riferimento della Regione Toscana, compresi i tratti tombati
- Tratti tombati derivanti da rilevamento specifico, non presenti nel reticolo di riferimento
- Aree in subsidenza come cartografate nel Progetto di PAI “Dissesti Geomorfologici” dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale
- sovrascorrimenti e faglie presunte
- Laghi di varia natura

Di sfondo ai suddetti elementi abbiamo elaborato una cartografia che classifica i litotipi in base ai possibili acquiferi presenti in ognuno di essi ed al relativo grado di vulnerabilità della risorsa idrica.

Per l'ubicazione dei dati puntuali (pozzi e sorgenti) abbiamo fatto riferimento al Database fornitoci dal Genio Civile del Valdarno inferiore, settore procedure tecnico autorizzative in materia di acque. Il Database è stato confrontato con quello messo a disposizione dall'Ente gestore delle acque ASA, e con quello dell'Autorità Idrica Toscana AIT. I casi dubbi sono stati condivisi con il responsabile del Genio Civile del Valdarno inferiore Geol. Giovanni Testa, pervenendo alle perimetrazioni riportate in cartografia.

In cartografia sono state riportate anche le fasce di rispetto di 200 metri ai sensi del D.L. 152/2006 per ogni punto di captazione di acque ad uso idropotabile. Considerando comunque la non coerenza tra i vari Database utilizzati, nei casi dubbi si rimanda alla

individuazione puntuale di tale fascia a partire dal punto di prelievo rilevato in sito.

### **7.1 - Sorgenti**

Le sorgenti sono del tutto assenti in corrispondenza degli affioramenti argillosi del pliocene e dei litotipi a granulometria fine miocenici. In queste zone sono numerosi gli invasi ed i modesti pelaghi ad utilizzo agrario.

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

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

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

Le sorgenti ad uso idropotabile sono state differenziate in base all'uso, in sorgenti idropotabili ad uso pubblico, comprensive delle sorgenti ad uso acquedottistico gestite da ASA spa, ed in sorgenti ad uso privato.

### **7.2 - Pozzi**

I pozzi rappresentati in cartografia sono stati suddivisi in base a loro utilizzo in:

- utilizzo idropotabile
- utilizzo civile
- utilizzo agricolo
- produzione di beni e servizi
- utilizzo domestico

La gran parte dei pozzi idropotabili ad uso pubblico sono localizzati nell'area di Purreta, nel fondovalle del Fiume Cecina. Di quest'ultimi 8 gravitano nell'area del comune di Volterra, ma sono stati comunque indicati in cartografia poiché la loro area di rispetto ricade all'interno del territorio comunale di Pomarance. I pozzi dell'area di Purreta attingono

all'interno della pianura alluvionale del Fiume Cecina, che sebbene sia di spessore non rilevante (10-15 metri all'inizio di Molino di Berignone, 20 metri nell'area di Saline) presenta una importante falda idrica. In questa zona il Fiume Cecina costruisce un alveo con caratteristiche torrentizie a fiumara che nel complesso è costituito da sabbie e ghiaie derivate dagli abbondanti affioramenti conglomeratici miocenici.

I pozzi ad uso domestico sono distribuiti in maniera più uniforme nel territorio, sempre comunque nei terreni con un certo grado di permeabilità.

In cartografia sono stati anche inseriti i numerosi pozzi geotermici che risultano concentrati nella porzione a Sud Est del comune.

### **7.3 - Piezometri**

In cartografia sono riportati quattro piezometri gestiti da ASA, denominati Santa Clara, ubicati nel fondovalle del Torrente Trossa poco ad Est del confine con il Comune di Montecatini Val di Cecina.

SIGLA	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	TIPO/GRADO DI PERMEABILITA'	GRADO VULNERABILITA' RISORSA IDRICA
<b>Afs</b>	Depositi alluvionali recenti/olocenici fini di fondo valle: limo-sabbiosi ghiaiosi e argillo sabbiosi	<b>Acquifero freatico e semi-freatico</b> in interscambio e/o ricarica con il reticolo idraulico superficiale. In corrispondenza dei fondi valle dei Fiumi Cecina, Cornia, e dei Torrenti Trossa e Possera , con una limitata estensione laterale.	<b>Porosità medio-elevata</b>	<b>ELEVATA</b>
<b>Aaf</b>	Complessi litoidi alloctoni, autoctoni, flyshoidi ed ofiolitici	<b>Acquifero artesiano di tipo fratturato.</b> Le fratture non sterili si rinvengono generalmente oltre i -30 m. Presenta una scarsa protezione di suolo, una buona capacità di infiltrazione e possono rappresentare serbatoi acquiferi che alimentano sorgenti di media portata come nel caso delle sorgenti Rocche, Rivivo e Celle. Sono considerate zone di ricarica idrogeologica.	<b>Fratturazione Intermedia</b>	<b>MEDIA</b>
<b>AaI</b>	Depositi pliocenici e pleistocenici a matrice sabbioso-limosa talora ghiaiosa	<b>Acquifero artesiano</b> a medio-bassa potenzialità protetto al tetto da sedimenti prevalentemente limo-argillosi. Si rinviene generalmente a profondità comprese fra -10 ed i -30m da p.c.	<b>Porosità Medio-bassa</b>	<b>BASSA</b>
<b>Ans</b>	Formazioni plioceniche, mioceniche, coltri detritiche in matrice limo-argillosa, flysch argillitici,	<b>Acquifero non significativo.</b> Sono rappresentate tutte quelle zone dove l'affioramento di formazioni da scarsamente permeabili ad impermeabili non permette la presenza di una significativa circolazione sotterranea di tipo freatico o artesiano. Talora in profondità è possibile individuare livelli acquiferi poco produttivi in orizzonti sabbiosi o fratturati comunque sempre oltre i -35/50 m.	<b>Porosità molto bassa e/o Fratturazione bassa</b>	<b>MOLTO BASSA</b>

#### **7.4 – Reticolo idrografico**

Il reticolo idrografico nel comune di Pomarance fa riferimento al reticolo idraulico e di gestione attualmente vigente, approvato con D.C.R. 55/2023, e individuato dalla Regione Toscana secondo la Legge 79/2012, comprensivo dei tratti tombati.

In sovrapposizione al reticolo di riferimento, con un tratto distintivo, è stato inserito un ulteriore tratto tombato in corrispondenza della porzione occidentale dell'abitato di Montecerboli, non segnalato nel suddetto reticolo di riferimento

#### **7.5 – Aree in subsidenza da Progetto di PAI**

Lungo il fondovalle el Fiume Cornia, da molino le Venelle verso monte fino alla confluenza con il Torrente Turbone, nel progetto di PAI “Dissesti Geomorfologici” dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale è segnalata una zona in subsidenza.

Nella realtà dei fatti l'intera area interessata dall'attività geotermica è interessata da importanti fenomeni di subsidenza, come è facilmente deducibile analizzando i dati satellitare messi a disposizione della regione Toscana. Tuttavia in campagna non si riscontrano e non si hanno informazioni circa lesionamenti di edifici dovuti a tale fenomeno.

#### **7.6 – Sovrascorrimenti e faglie presunte**

In cartografia sono riportati anche i principali sovrascorrimenti tra unità tettoniche e le faglie presunte, poiché in particolari condizioni questi lineamenti possono rappresentare vie preferenziali per lo scorrimento delle acque ipodermiche.

#### **7.7 – Laghi**

Con questa dizione sono stati indicati tutti gli specchi d'acqua cartografati nella Carta Tecnica Regionale. Nella stragrande maggioranza dei casi si tratta di piccoli pelaghi di origine antropica ad uso irriguo.

#### **7.8 – Tipologia acquiferi**

- La classificazione dei litotipi che fa da sfondo alla carta idrogeologica rappresenta la sintesi dell'assetto idrogeologico del territorio comunale, con l'individuazione dei principali

corpi idrici sotterranei e la definizione dell'esposizione della risorsa idrica (vulnerabilità).

Di seguito sono riportati gli acquiferi significativi che caratterizzano il territorio comunale, elencati sulla base della tipologia e del grado di vulnerabilità della risorsa sotterranea. Per vulnerabilità si è inteso la propensione dei suoli e degli acquiferi a subire inquinamenti da parte di agenti ed elementi immessi in ambiente da una qualsiasi attività dell'uomo (industriale, artigianale, civile etc) in funzione delle principali caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

- **Afs:** Acquifero di tipo freatico e semi-freatico ospitato nei depositi alluvionali recenti/olocenici fini di fondo valle caratterizzati da sedimenti misti, a tratti ghiaiosi. La consistenza di questo acquifero è limitata ad una ristretta fascia lungo gli alvei e pertanto in interscambio e/o ricarica con il reticolo idraulico superficiale.

Vulnerabilità molto elevata

- **Aaf:** Acquifero artesiano di tipo fratturato all'interno dei complessi flyshoidi ed ofiolitici. Le fratture non sterili si rinvengono generalmente oltre i -30 m.

Presenta una scarsa protezione di suolo, una buona capacità di infiltrazione e possono rappresentare serbatoi acquiferi che alimentano sorgenti di media portata. Talvolta le portate sono tali da poter essere sfruttate con opere di captazione.

Questi ammassi rocciosi fratturati sono considerati come zone di ricarica idrogeologica.

Vulnerabilità media

- **Aal:** Acquifero artesiano a medio-bassa potenzialità nei depositi pliocenici e pleistocenici a matrice sabbioso-limosa talora ghiaiosa, protetti al tetto da sedimenti prevalentemente limo-argillosi. Si rinvengono generalmente a profondità comprese fra -10 ed i -30m da p.c.

Vulnerabilità bassa

- **Ans:** Acquiferi non significativi. Si intendono tutte quelle zone dove l'affioramento di litologie da scarsamente permeabili ad impermeabili (formazioni plioceniche, mioceniche, flysch argillitici, coltri detritiche) non permette la presenza di una significativa circolazione sotterranea di tipo freatico o artesiano. Talora in profondità è possibile individuare livelli acquiferi poco produttivi in orizzonti sabbiosi o fratturati comunque sempre oltre i - 30/50 m.

Vulnerabilità molto bassa

## **8. - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA – TAVOLA Q.C. 07d**

L'analisi ragionata degli aspetti geologici, litotecnici e morfologici ha permesso di definire le condizioni di pericolosità geologica del territorio comunale, sulla base dei criteri dettati dal DPGR 30/01/2020 n.5/R.

Di seguito si riportano le situazioni delle varie classi di pericolosità:

**Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo;

**Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi;

**Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi;

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

Nella carta di pericolosità geologica sono stati inseriti anche i perimetri dell'Autorità di Bacino Distrettuale distinte nelle 3 classi presenti all'interno del territorio comunale P4, P3a e P2.

## **9. - CARTA DELLE INDAGINI E DEI DATI DI BASE - TAVOLA Q.C. 07e**

Le informazioni circa la costituzione del sottosuolo derivano dall'analisi delle indagini geognostiche e geofisiche derivate: dai precedenti strumenti urbanistici, dall'archivio comunale, dalla banca dati del PTC della Provincia di Pisa, dalla indagini sismiche condotte a supporto degli studi di microzonazione sismica di primo livello e da nuove indagini geofisiche eseguite nel gennaio del 2024, al fine di migliorare le conoscenze sulla risposta sismica del territorio in alcune aree interne al territorio urbanizzato, che erano carenti in tal senso.

Durante la campagna di indagini condotta nel febbraio 2024 sono stati realizzati:

- 7 misure di microtremori (HVSR),
- 7 profili sismici di superficie (MASW).

Tutti i dati disponibili sono stati selezionati in ragione della loro utilità per la definizione delle caratteristiche geologico-tecniche e sismiche del substrato del territorio, ottenendo:

- Banca Dati Geognostica: insieme di indagini geognostiche utili alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e tecniche del territorio, differenziate come segue:
  - sondaggi a carotaggio continuo
  - sondaggi a distruzione
  - saggi geognostici
  - prove penetrometriche statiche CPT
  - prove penetrometriche dinamiche leggere DPL
  - prove penetrometriche dinamiche medie DPM
  - prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH
  - prove penetrometriche dinamiche in foro SPT
- Banca Dati Geofisica: insieme di indagini geofisiche distribuite utili ad inquadrare al meglio le caratteristiche sismiche del territorio, differenziate come segue:
  - misure di microtremori a stazione singola HVSR

- profili sismici di superficie MASW
- misure di microtremori in array bidimensionale ESAC
- profili sismici a rifrazione
- indagine sismica down-hole
- indagini geoelettriche

Tutte le indagini sono state organizzate in un database strutturato come richiesto negli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" redatti dalla "Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica", versione 4.2.

Come è evidente dalla visione della Tavola Q.C. 07 e, parte delle indagini raccolte ricade all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato, all'interno del quale vengono circoscritti gli studi di Microzonazione Sismica. Questi dati hanno permesso comunque di caratterizzare a livello generale i depositi analizzati, contribuendo alla definizione del modello geologico di riferimento.

E' inoltre importante sottolineare che la numerazione delle singole indagini riportata all'interno della "Carta delle indagini e dei dati di base" rispetta le indicazioni degli Standard di rappresentazione di Microzonazione Sismica, e non è possibile risalire direttamente al report dell'indagine dal solo numero indicato nella carta.

Per tale motivo, in Appendice alla presente relazione, sono state inserite due tabelle di correlazione, una per le indagini puntuali e una per le indagini lineari, nelle quali alla sigla indicata in carta viene associato un campo in cui è riportato il nome del relativo documento allegato contenuto nella cartella "Q.C. 07 q1\_Cartella Indagini Pomarance", insieme ad alcuni campi contenenti le informazioni generali dell'indagine.

Tra le informazioni sono elencate il nome del documento di riferimento e la relativa pagina, in modo da risalire ai report delle indagini.



**10. - CARTA GEOLOGICO-TECNICA - TAVOLA Q.C. 07f**

La carta geologico tecnica prodotta in sede degli studi di microzonazione sismica di primo livello è stata elaborata a partire dalla carta geologica riclassificata secondo le indicazioni degli ICMS e degli standard di rappresentazione e archiviazione informatica.

In particolare le unità del substrato geologico sono state definite tenendo conto di:

- tipologia: lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi
- stratificazione se esistente (stratificato, no stratificato)
- grado di fratturazione o alterazione superficiale

In questa sede la carta geologico tecnica è stata aggiornata tenendo conto delle modifiche apportate alle frane dovute all'aggiornamento del quadro conoscitivo dell'Autorità di Bacino Distrettuale.

Le coperture sono state distinte in base alle granulometrie e agli ambienti deposizionali.

La tabella seguente riporta lo schema delle correlazioni effettuate per il substrato:

Tipologia dell'Unità	Tipo_gt	Formazione
AL		Argille a Palombini (APA)
AL		Lanciaia, membro CAAc
AL		Fiume Era morta, membro EMOG
AL		Monteverdi Marittimo (MTV)
AL		Torrente Raquese membro RaQg
CO		Torrente Fosci (FOS)
CO		Torrente Raquese (RAQ)
CO		Podernuovo (PDN)
CO		Serrazzano (SRZ)
CO		Argille azzurre (FAA)
CO		Chiusdino (CHD)
COS		Torrente Sellate membro SLTm
COS		Fiume Era Morta
GR		Serrazzano membro SRZc
GR		Torrente Sellate membro SLTc
GR		Uignano (ULI)

Tipologia dell'Unità	Tipo_gt	Formazione
GR		Podernuovo membro PDNc
GR		Gambassi (GAM)
GR		Lustignano (LST)
GR		Lustignano membro LST1
GR		Chiusdino membro CHD1
GRS		Montaione (MIO)
GRS		Lanciaia membro CAAr
GRS		Torrente Sellate membro SLTr
GRS		San Mariano (CMA)
GRS		San Dalmazio membro SDA1
GRS		San Dalmazio membro SDA2
LP		Gabbri (G)
LP		Serpentiniti (S)
SFAL		Serrazzano membro SRZo
SFAL		Lanciaia membro CAAb
SFAL		Montaione membro MIOb
SFLP		Basalti (B)

Le sigle utilizzate per il Tipo\_gt derivano dagli standard di microzonazione sismica ed hanno i seguenti significati:

Tipologia dell'Unità	Tipo_gt
CO	Coesivo sovraconsolidato
COS	Coesivo sovraconsolidato stratificato
AL	Alternanza di litotipi
SFAL	Alternanza di litotipi fratturato o alterato
GR	Granulare cementato
GRS	Granulare cementato stratificato
SFGRS	Granulare cementato stratificato fratturato o alterato
LP	Lapideo
SFLP	Lapideo fratturato o alterata

La tabella seguente riporta lo schema delle correlazioni effettuate per le coperture:

Tipologia dell'Unità Tipo_gt	Formazione	Stato di addensamento o di consistenza Stato	Ambiente genetico e deposizionale Gen
RI	Terreni con resti di attività antropica	14	zz

Le sigle utilizzate per il Tipo\_gt, per lo stato di addensamento e per l'Ambiente genetico deposizionale derivano dagli standard di microzonazione sismica ed hanno i seguenti significati:

Tipologia dell'Unità Tipo_gt	
RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
Stato di addensamento o di consistenza Stato	
14	Sciolto
Ambiente genetico e deposizionale Gen	
zz	Antropico

Nella Carta Geologico - Tecnica sono riportate inoltre le zone di attenzione per instabilità di versante distinte sulla base del loro stato di attività e della tipologia di movimento secondo le indicazioni riportate dagli Standard ICMS (vedasi figura a seguire).

<b>Instabilità di versante</b>	1 - crollo o ribaltamento	2 - scorrimento	3 - colata	4 - complessa	5 - non definito	CMYK
1 - attiva						50,70,0,0 (fondo trasparente)
2 - quiescente						0,75,90,0 (fondo trasparente)
3 - inattiva						0,51,100,1 (fondo trasparente)
4 - non definita						0,0,0,100 (fondo trasparente)

## **11. - SEZIONI GEOLOGICO TECNICHE - TAVOLA Q.C. 07 g**

Attraverso la carta geologica, le indagini disponibili e le indagini geofisiche di nuova esecuzione è stato ricostruito il modello di sottosuolo sia nelle frazioni che nel Capoluogo.

La qualità del modello, funzione della densità di indagini, risulta maggiore laddove queste ultime sono ben distribuite e in gran numero come nel caso dell'abitato di Pomarance, o dove il modello geologico del sottosuolo è relativamente semplice, come per gli abitati di Serrazzano e Lustignano.

Nelle altre aree il modello può presentare incertezze derivanti dalla complicata architettura strutturale delle formazioni geologiche affioranti. In questi settori il modello del sottosuolo scaturisce da correlazioni di tipo geologico e interpretazioni stratigrafiche; in questi casi sono risultati molto utili i dati dei sondaggi a carotaggio continuo e dei pozzi.

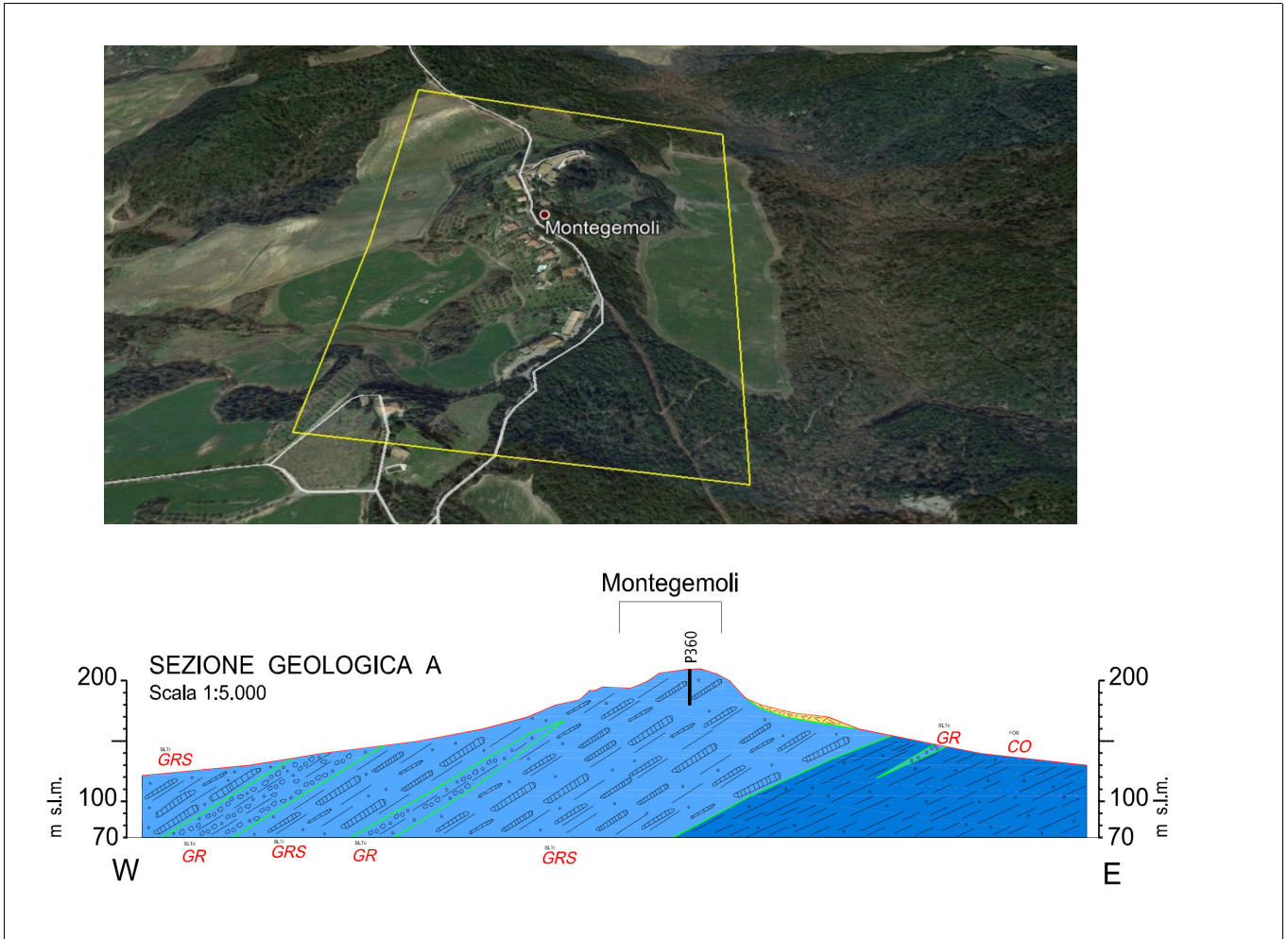
Le penetrometrie, sia statiche che dinamiche hanno consentito con una certa incertezza l'individuazione del bedrock geologico generalmente in corrispondenza di una terminazione per rifiuto strumentale.

Di grande utilità sono state invece le indagini geofisiche sia attive che passive.

Le numerose indagini di sismica passiva a disposizione si sono ben correlate con le prove esistenti; questo ha consentito di utilizzarle, seppur con cautela, nella ricostruzione del modello geologico e geofisico del sottosuolo.

In ciò che segue vengono dettagliati gli aspetti geologici, geomorfologici e sismici delle zone esaminate, procedendo da Nord verso Sud, inserendo per ognuno degli abitati un estratto della sezione geologica riportata nella Tavola Q.C. 07 g.

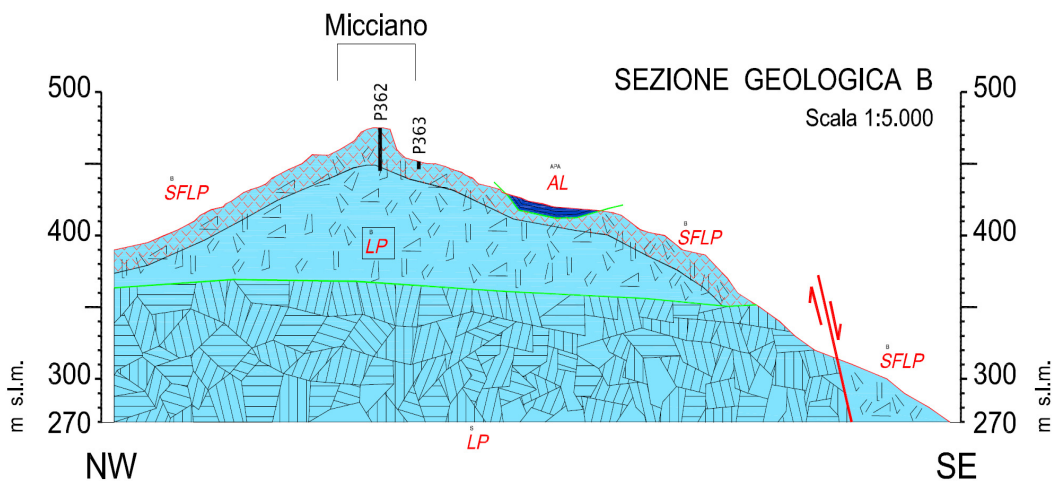
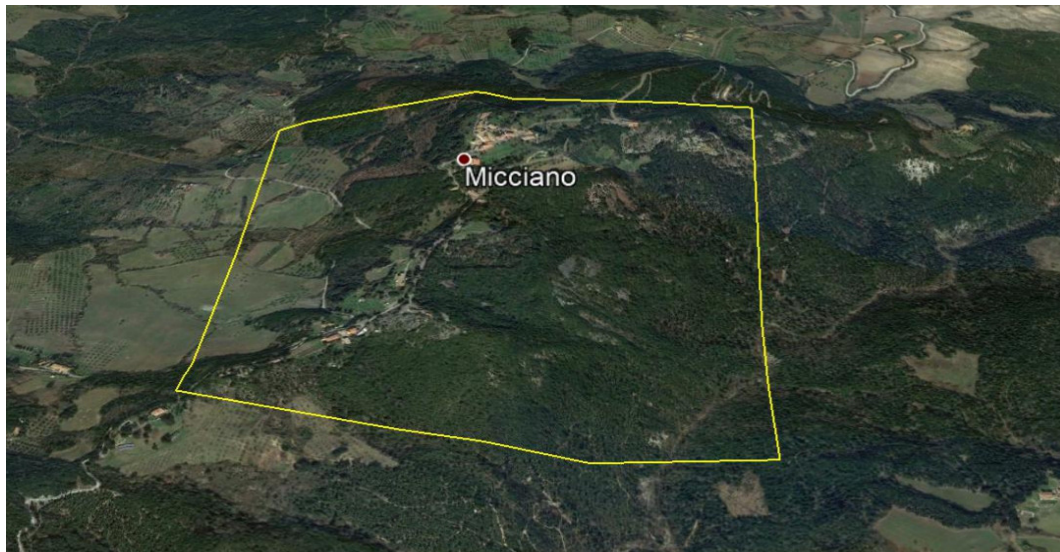
**11.1 – Montegemoli**



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

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

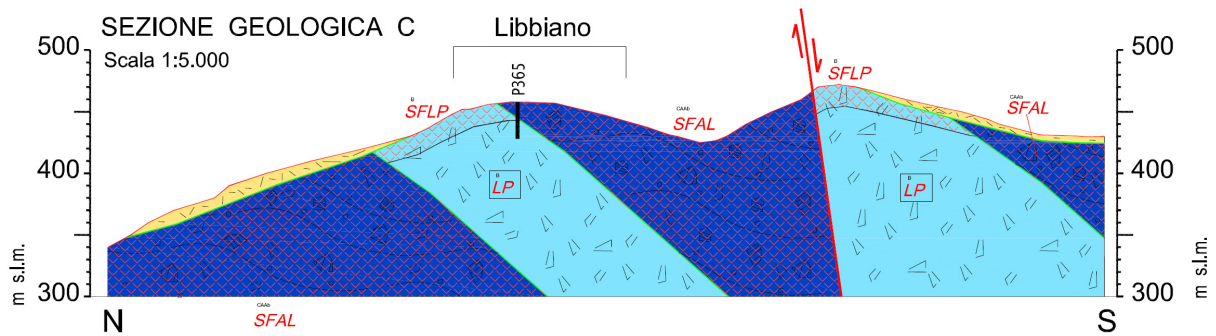
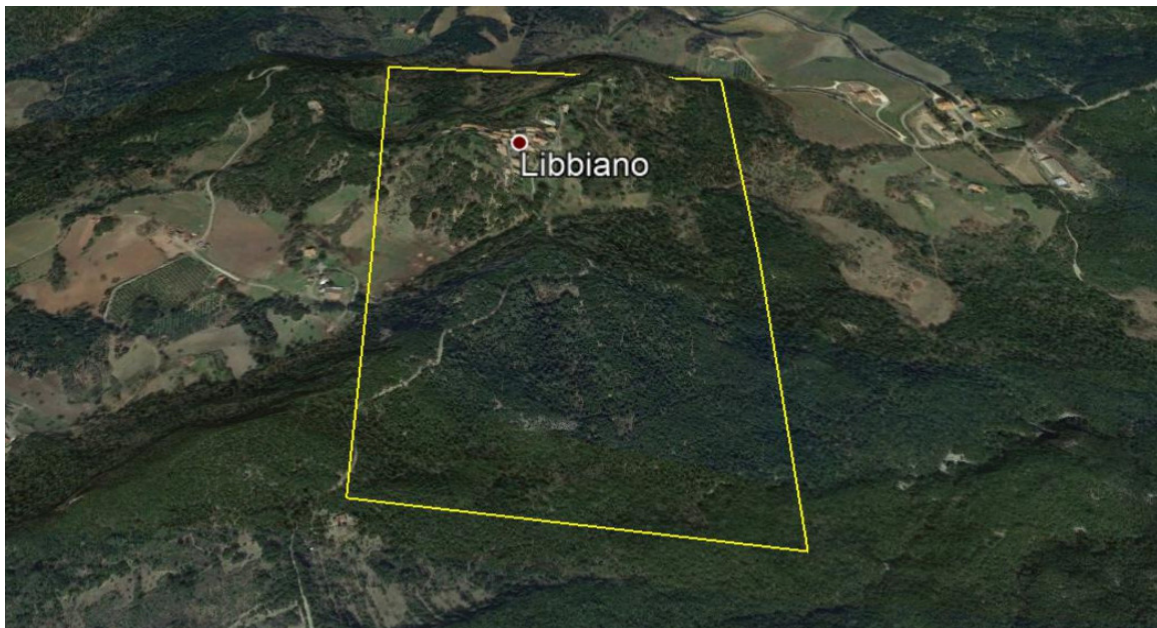
**11.2 – Micciano**



L'abitato di Micciano è ubicato sulla cresta di un versante molto acclive costituito interamente da ofioliti. I fenomeni di instabilità sono generalmente limitati alle aree più acclivi dove il substrato risulta intensamente fratturato e brecciato. In particolare segnaliamo la presenza di una frana quiescente che lambisce, con il ciglio, alcune porzioni dei fabbricati esistenti sul versante est del nucleo abitato. Tale fenomeno si estende verso valle all'interno di un'area che è stata terrazzata per permetterne la coltivazione, ma che ad oggi versa in condizioni di generale abbandono. Inoltre anche la scarpata che borda il piccolo pianoro su cui è ubicata la chiesa è interessata da locali dissesti con crolli di materiale roccioso, costituito da blocchi di basalti a pillows.

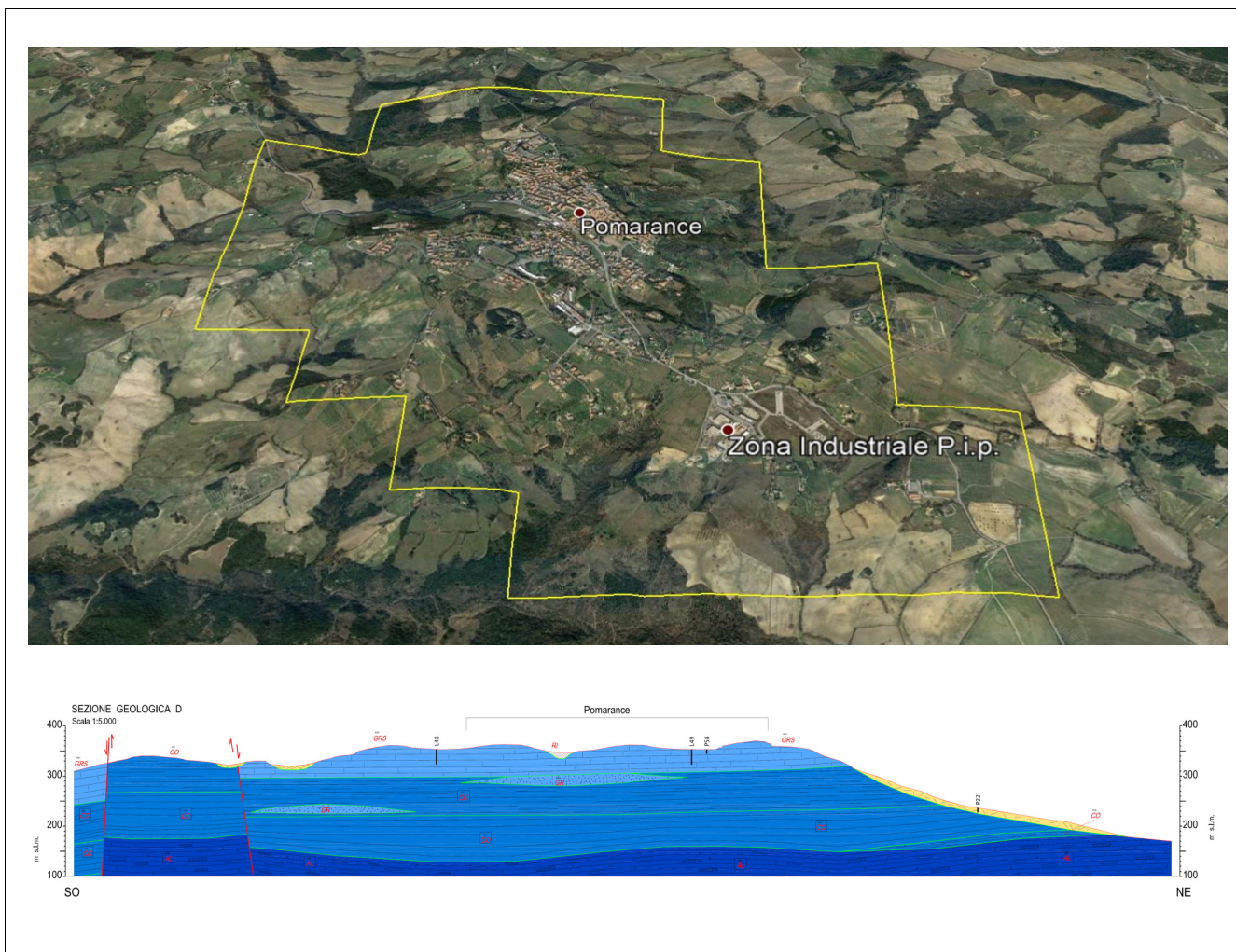


**11.3 – Libbiano**



Il substrato è costituito da basalti, spesso alterati in superficie per le particolari strutture a pillows, alternati a breccie costituite da ofioliti e rari calcari appartenenti alla formazione di Lanciaia nella litofacies delle Breccie di Libbiano (CAAb: legenda CARG; SFAL: legenda CGT) come rappresentato nella sezione C.

Lungo i versanti ed in corrispondenza dei tratti concavi, dove si raccolgono le acque superficiali, sono state cartografate alcune frane quiescenti la cui evoluzione non sembra comunque poter interessare l'abitato. E' stata inoltre cartografata una scarpata morfologica che si estende a nord dell'abitato, con altezza comprese tra 10 e 20 metri.

**11.4 – Pomarance**

L'abitato di Pomarance è ubicato su una superficie strutturale costituita da calcari detritico-organogeni che conferiscono alla parte sommitale del colle una morfologia tabulare. I pendii sottostanti si presentano limitatamente acclivi in accordo con la litologia argillosa del substrato. In particolare, lungo il versante nord-orientale dell'abitato, il passaggio tra i calcari sommitali che formano delle pareti sub-verticali ed i conglomerati e le argille sottostanti è marcato da una netta rottura di pendio, evidenziata in cartografia dalle scarpate morfologiche con altezze comprese tra 10 e 20 metri.

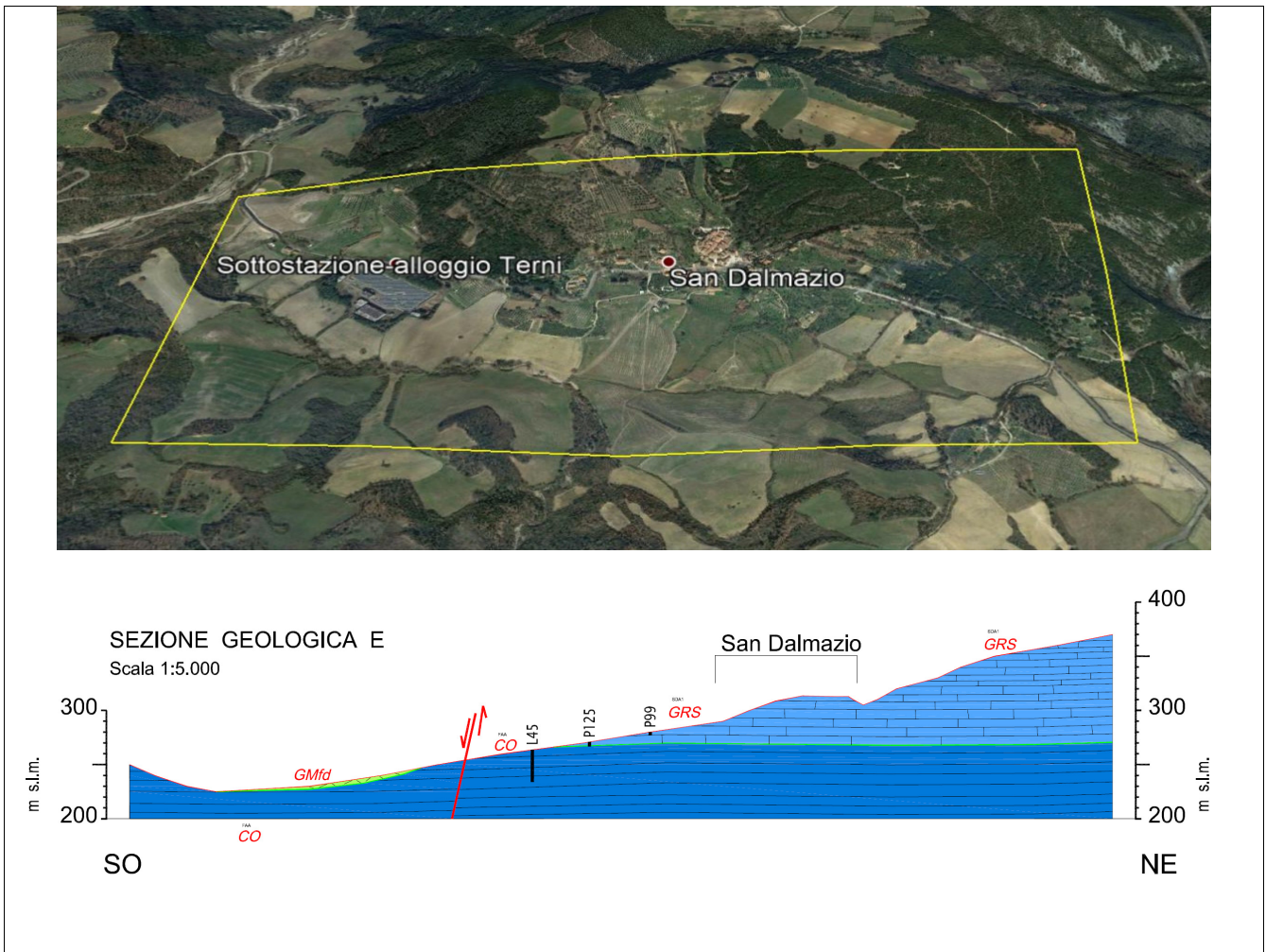
Nell'insieme la successione osservabile in corrispondenza dei versanti intorno all'abitato inizia dal basso con le formazioni mioceniche, qui rappresentate dalle argille e gessi del Fiume Era morta. Verso l'alto si ritrovano le argille azzurre FAA che migrano verso l'alto ad argille e sabbie con lenti di conglomerati (Formazione di Serrazzano). Al tetto della successione sono infine presenti le calcareniti sulle quali si sviluppa il paese. La sezione D ben rappresenta la successione stratigrafica descritta, anche se a luoghi, i conglomerati che si trovano a più altezze all'interno della formazione di Serrazzano possono presentare



maggior continuità e maggiori spessori rispetto a quanto riportato nella Sezione.

La risposta alle situazioni di disequilibrio è influenzata dalla litologia del substrato: all'interno delle argille inferiori si instaurano fenomeni di colamento, nel complesso delle sabbie con intercalazioni di marne ed argille il movimento è invece essenzialmente rototraslativo mentre nei conglomerati si instaurano fenomeni superficiali dovuti essenzialmente all'incoerenza del materiale ed al facile dilavamento della scarsa matrice limo-sabbiosa, nelle calcareniti infine si verificano frane di crollo che generano ripide pareti sub-verticali.

**11.5 - San Dalmazio**

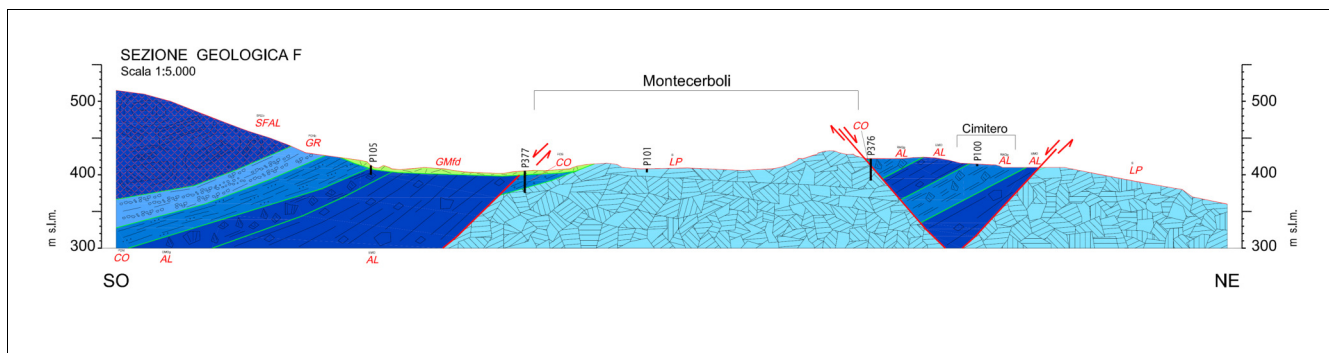


L'abitato si sviluppa sul versante meridionale della dorsale che costituisce lo spartiacque tra la valle del Torrente Possera, ad Ovest, e quella del T. Pavone, ad est, in corrispondenza di una placca di calcari detritico-organogeni che si estende a nord della S.P. di Montecastelli. A sud della viabilità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

**11.6 – Montecerboli-Larderello**



**Montecerboli**



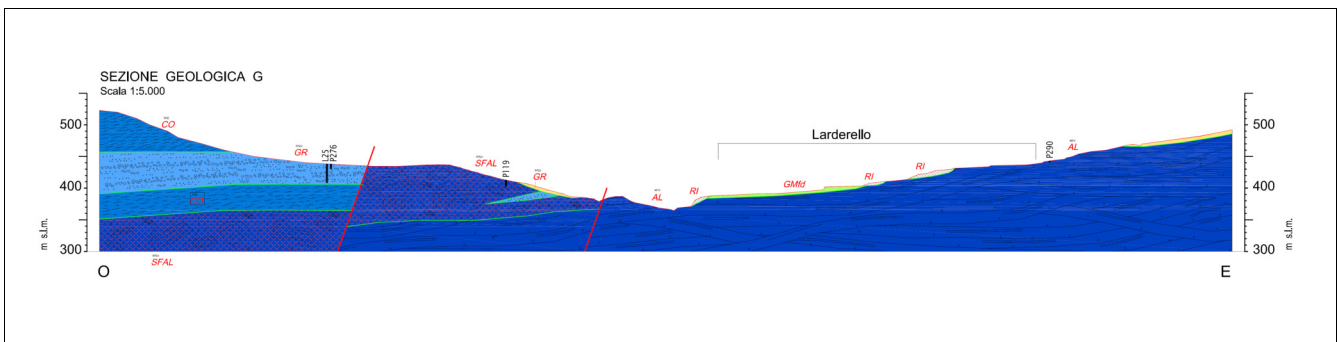
L’abitato di Montecerboli è ubicato sulla sinistra orografica del Torrente Possera: il centro storico dell’abitato e parte di quello nuovo insistono su un corpo ofiolitico costituito da rocce molto consistenti. Al di sopra del substrato roccioso poggiano sia i depositi lacustri del Miocene, formati da argille molto plastiche di colore grigio con sporadiche intercalazioni di livelli sabbiosi e marnosi, sia le bancate cementate di calcari ed arenarie. La zona meridionale del paese, nel tratto a monte del bivio tra la S.R. Sarzanese Valdera e la viabilità per Larderello, è invece impostata al di sopra di una coltre detritica



accumulatasi per il disfacimento dei litotipi provenienti dai versanti a monte.

I dissesti che interessano l'abitato e le zone circostanti sono favoriti dal forte contrasto di competenza tra le rocce ofiolitiche ed i depositi sovrastanti nei quali si individuano spesso movimenti che radicano proprio al contatto con il substrato. Tali condizioni determinano una elevata propensione al dissesto quando si combinano con una significativa circolazione di acqua. Quest'ultima dopo aver saturato la coltre detritica nelle sue porzioni meno acclivi, emerge al piede dell'accumulo detritico come testimoniato dalle numerose segnalazioni di risalita d'acqua all'interno dei locali interrati degli edifici qui costruiti.

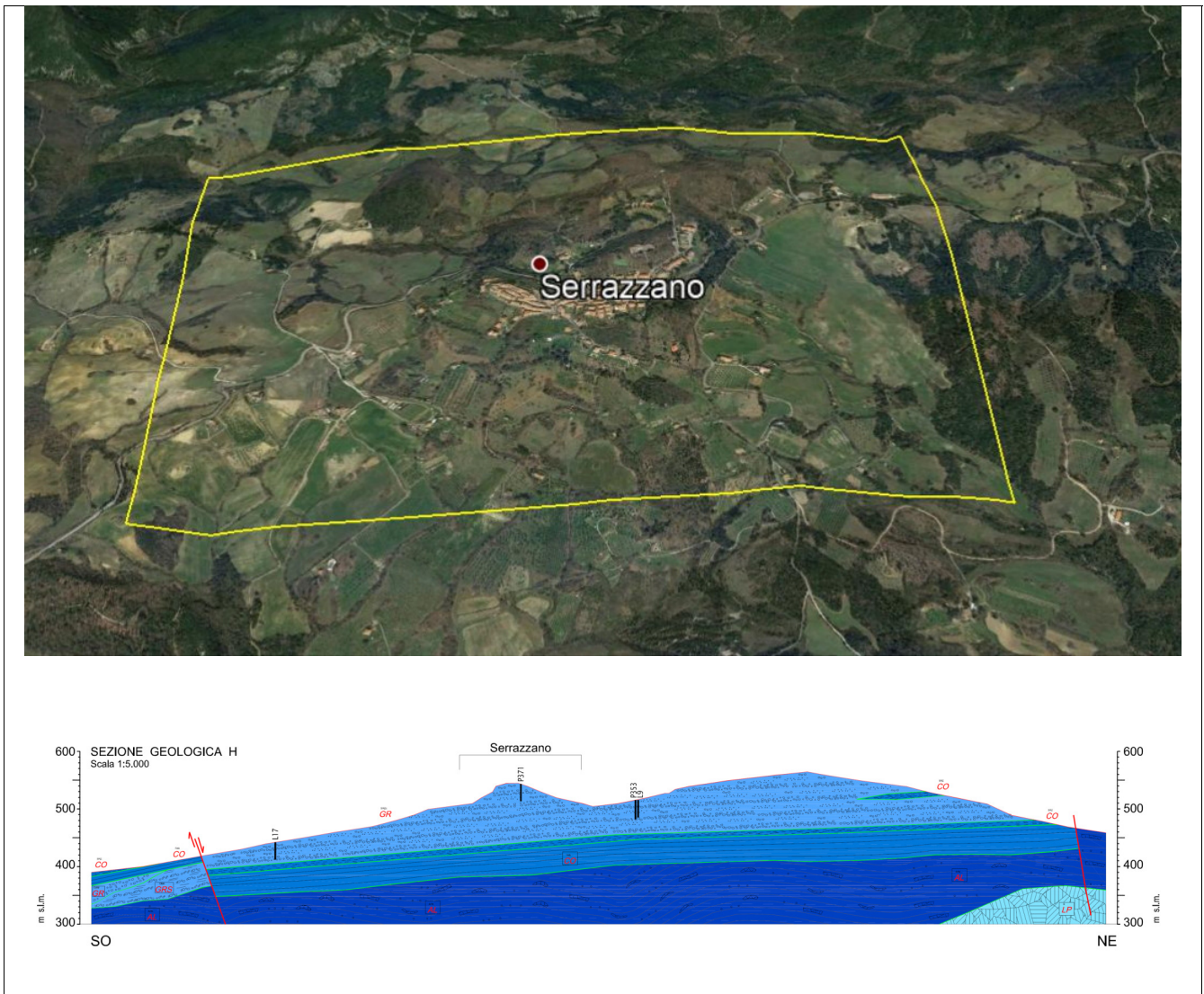
### Larderello



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

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

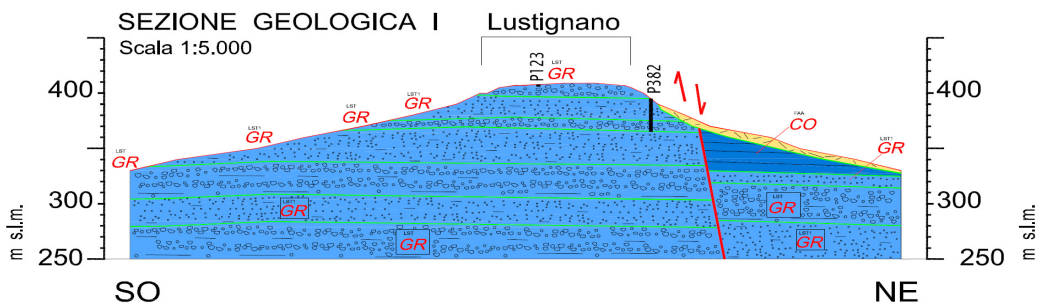
La morfologia della zona è in gran parte stata modificata per effetto di consistenti movimentazioni di terra, sia in scavo che in riporto, effettuate per la realizzazione delle strutture industriali esistenti. E' opportuno segnalare che la totalità delle frane attive rilevate nell'area ha come concausa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

**11.7 - Serrazzano**

L'assetto geomorfologico dell'intero abitato è strettamente connesso con le variazioni verticali del deposito conglomeratico che rappresenta la totalità del substrato. Tale deposito è costituito da ciottoli di dimensioni variabili, dai 5 cm ai 30 cm di diametro, immersi in una matrice ematitica a tratti cementata. I tipi litologici provengono dai complessi alloctoni, in grande prevalenza dalla formazione delle argille e dei calcari palombini. La morfologia dei luoghi dipende quindi dall'abbondanza di ciottoli e dal loro grado di cementazione. Difatti, in corrispondenza della scarpata principale che si estende immediatamente al di sotto del centro storico di Serrazzano, con altezze massime di circa 20 m, i conglomerati sono abbondanti e cementati dalla matrice sabbiosa rossastra. Immediatamente al di sotto di tale scarpata, il deposito conglomeratico presenta invece una minor quantità di ciottoli e nella matrice aumenta la percentuale argillosa.

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

**11.8 - Lustignano**



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



## **12. - CARTA DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE DEI DEPOSITI - TAVOLA Q.C. 07 h**

Al fine di definire le principali caratteristiche della risposta sismica delle aree in esame, sulla base delle misure di rumore sismico effettuate ed a disposizione è stata redatta la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi, in conformità a quanto previsto dalle specifiche tecniche.

Tale cartografia permette, se pur con un certo margine di affidabilità, di poter fornire indicazioni di massima per le successive analisi di risposta sismica locale.

In ciò che segue vengono esposte alcune considerazioni per ognuna delle aree analizzate.

### **12.1 – Montegemoli**

L'assetto geologico dell'abitato di Montegemoli è molto semplice essendo costituito da una monoclinale immergente verso OVEST, rappresentata da terreni granulari cementati e stratificati, le cui alternanze non sembrano dar luogo a fenomeni di amplificazione stratigrafica. A conferma di ciò le tre tromometrie eseguite nell'area P360, P361 e P589 non presentano picchi di amplificazione significativi nel grafico Frequenza-H/V.

### **12.2 – Micciano**

Le due tromometrie eseguite all'interno dell'abitato, sulla formazione dei basalti, P362 e P363 hanno evidenziato alcuni picchi compresi tra 7 ed 8 Hz con ampiezze prossime o superiori a 3. Ipotizzando che il primo spessore di basalti alterati, anche a causa della particolare struttura a pillows, possa avere velocità comprese tra 300 e 500 m/s, i picchi rilevati evidenzerebbero uno spessore di alterazione pari a circa 15 metri (intervallo compreso tra 10 e 18 metri), come riportato nella sezione B.

Nella carta geologico tecnica abbiamo individuato il centro storico di Micciano come corrispondente ad un picco isolato.

### **12.3 Libbiano**

La tromometria eseguita all'interno della formazione dei basalti, P366 non ha evidenziato alcun picco di amplificazione significativo nel grafico Frequenza-H/V come confermato anche dalla tromometria P566 eseguita più a Sud dell'area.

Al contrario, la tromometria P365 eseguita all'interno della formazione di Lanciaia, ha

evidenziato un picco a 10,94 Hz, con ampiezza leggermente inferiore a 3, probabilmente dovuto al primo spessore di brecce poggianti sui basalti.

La tromometria P565 eseguita più a Sud mostra un picco di grande ampiezza a frequenze maggiori da correlare ad una possibile riduzione dello spessore del livello di brecce.

Nella carta geologico tecnica abbiamo individuato il centro storico di Libbiano come corrispondente ad un picco isolato.

#### **12.4 – Pomarance**

L'elaborazione dei dati delle misure tromometriche, permette di formulare alcune considerazioni:

- Se le calcareniti si ritrovano a modeste profondità dal piano di campagna, sormontate da un primo spessore di terreni alterati, i fenomeni di amplificazione si possono verificare alla loro interfaccia. E' il caso delle tromometrie P367, P369, P379 e P414.
- Le amplificazioni maggiori rilevate dalle tromometrie, si ritrovano nella zona sud dell'abitato, in corrispondenza della zona artigianale (P351, P378 e P390). Confrontando tali dati con le evidenze geologiche, sembra di dover ricondurre queste amplificazioni all'interfaccia tra i conglomerati basali della formazione di Serrazzano ed i terreni sovrastanti.
- In alcuni casi, le amplificazioni sono dovute alla presenza di un primo spessore di depositi antropici (P386 e P381).

#### **12.5 – San Dalmazio**

La misura tromometrica eseguita all'interno dell'area ha registrato un picco di amplificazione a 6,47 Hz con valore pari a 3,78.

Ipotizzando valori di Vs pari a 300 m/s per il primo spessore di terreni, la profondità a cui si sviluppa l'amplificazione corrisponde a circa 12 metri. Analizzando la MASW eseguita nello stesso sito (L45), all'incirca questa profondità si genera un debole salto dei valori di Vs che passano da 310 a 400 m/s, probabilmente attribuibile al contatto tra i calcari di Pomarance della Formazione di San Dalmazio (SDA1) e i terreni coesivi sovraconsolidati relativi alla Argille Azzurre (FAA).

### **12.6 – Montecerboli**

La maggior parte delle tromometrie eseguite all'interno dei depositi che giacciono al di sopra delle serpentiniti (P377, P392, P585 e P586) hanno evidenziato la possibilità che si generino fenomeni di amplificazione stratigrafica con picchi prossimi o superiori a 3. Al contrario, le tromometrie eseguite all'interno delle serpentiniti (P358, P359, P376) non hanno messo in evidenza alcuna possibile amplificazione.

### **12.7 – Larderello**

Relativamente agli aspetti sismici legati alle possibili amplificazioni stratigrafiche, sono da registrare valori pressoché coerenti nelle tromometrie P352, P374, P375 e P389.

In particolare, la tromometria P389, segnala una amplificazione a 2,34 Hz pari a 3,62. Confrontando questi dati con quelli della MASW eseguita nello stesso sito L40, è ipotizzabile che l'interfaccia di possibile amplificazione corrisponda al salto di velocità sismica da 420 m/s a 800 m/s che si genera a circa 44 metri di profondità.

Questo salto sembra corrispondere al contatto tra le formazioni plioceniche, costituite principalmente da argille e conglomerati, ed i sottostanti banchi arenacei della formazione di Monteverdi Marittimo.

Si segnala inoltre, sebbene i dati siano pochi, che le tromometrie eseguite all'interno delle coltri detritiche P375 e P393, non registrano picchi di amplificazione dovuti al contatto tra la coltre e la sottostante formazione di Monteverdi Marittimo.

Infine, si rileva come il grafico della misura tromometrica P374 abbia un andamento molto particolare, paragonabile solo in parte a quelli delle altre misure eseguite a poca distanza (P389). In effetti, sembra che la misura sia affetta da disturbi antropici significativi nel range di frequente di interesse (quindi scala in classe B di qualità); inoltre a partire da circa 4 Hz, verso le frequenze più alte, il segnale diventa direzionale (si veda il grafico degli spettri delle singole componenti e il grafico della direzionalità H/V). Ne deriva che per frequenze superiori a 4 Hz la misura risulta essere in classe C (misura inaffidabile); per questo motivo, ai fini del presente studio è da considerare valido solo il picco riconosciuto a 1.66 Hz (sicuramente stratigrafico, anche se affetto da disturbi).

La tromometria P583, segnala una amplificazione a 5,89 Hz pari a 3. Confrontando questi

dati con quelli della MASW eseguita nello stesso sito (L127), è ipotizzabile che l'interfaccia di possibile amplificazione corrisponda al contrasto di velocità sismica legato al passaggio da 600 m/s a 500 m/s che si genera a circa 15 metri di profondità all'interno dei livelli di olistostromi appartenenti alla Formazione di Serrazzano.

### **12.8 – Serrazzano**

L'assetto geologico dell'abitato di Serrazzano è molto semplice ed è rappresentato nella sezione H. Le 5 tromometrie eseguite all'interno dell'area non presentano picchi di amplificazione significativi nel grafico Frequenza-H/V, ad eccezione della tromometria P410 che presenta un picco a frequenze leggermente inferiori a 1 Hz, indicativo della presenza di un contrasto di impedenza a profondità elevate.

### **12.9 – Lustignano**

Relativamente agli aspetti sismici legati alle possibili amplificazioni stratigrafiche, la tromometria eseguita all'interno dell'area non presenta picchi di amplificazione significativi nel grafico Frequenza-H/V.

**13. - CARTA DELLE MOPS – TAVOLA Q.C. 07 i E CARTA DELLE COLONNE MOPS – TAVOLA Q.C. 07 I**

Il D.P.G.R. 30/01/2020 n. 5/R prevede che nell'ambito dell'aggiornamento del quadro conoscitivo del Piano Strutturale venga realizzato uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1 nel caso in cui non siano disponibili studi precedenti, e/o di livello 2 nel caso in cui sia già disponibile uno studio di livello 1.

Il comune di Pomarance è già dotato di studi di microzonazione sismica di primo livello, redatti nel 2017 e finanziati dalla Regione Toscana.

Nel presente studio, è stato necessario rivedere ed aggiornare i suddetti studi di microzonazione sismica di primo livello. In conseguenza dell'aggiornamento del quadro conoscitivo geomorfologico, che ha costituito anche aggiornamento alle cartografie dell'Autorità di Bacino Distrettuale, e dell'acquisizione di nuovi dati geognostici e sismici, al fine di avere coerenza tra le varie cartografie.

Tutte le nuove informazioni acquisite nella fase di rilevamento e delle ulteriori indagini sismiche eseguite, riportate nelle cartografie geologiche prodotte, hanno permesso di aggiornare la carta MOPS: microzone omogenee in prospettiva sismica.

Questo elaborato individua le microzone nelle quali, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dei dati derivati da indagini sismiche, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica: amplificazione, instabilità di versante, liquefazione, ecc...

Nello specifico delle aree studiate, le microzone sono classificate in cinque categorie:

- a) Zone stabili
- b) Zone stabili suscettibili di amplificazione locali
- c) Zone di attenzione per instabilità di versante ZAfr
- d) Zone di attenzione per cedimenti differenziali ZAcD
- e) Zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti ZAid

La tavola QG. i è stata realizzata secondo gli standard di microzonazione sismica, identificando al suo interno le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali mediante l'uso di un retino a tinta unita; nei casi in cui le stesse zone siano interessate da dissesti geomorfologici (ZAfr), esse sono state cartografate adottando un sovrastante retino trasparente.

### **13.1 - Zone stabili**

Si tratta di aree molto limitate, con morfologia subpianeggiante (<15°), nelle quali affiora il substrato lapideo delle serpentiniti (LP). La colonna litostratigrafica è la numero 1012, equivalente a quella della zona stabile suscettibile di amplificazioni locali n.2001 relativa alle aree acclivi. Le aree comprendono una parte del centro storico di Montecerboli e una piccola zona ubicata subito fuori dal centro abitato di Montecerboli. In via cautelativa è stato deciso di limitare le zone stabili ai soli affioramenti di LP (rappresentato dalle serpentiniti), escludendo le altre categorie (GR, AL e CO).

### **13.2 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Tali zone corrispondono a tutte le colonne stratigrafiche che è stato possibile ricostruire nell'area esaminata, accorpando le unità geologiche in base alla classificazione dettata dagli standard di rappresentazione ed informatizzazione informatica versione 4.

Nello studio di microzonazione del 2018 erano state distinte 30 zone. Nel presente studio, l'area indagata è stata ristretta leggermente rispetto a quanto fatto nel 2018, pur mantendola sempre più estesa rispetto al limite del territorio urbanizzato, al fine di limitare l'entità delle nuove indagini da eseguire. Le zone sono state quindi ridotte in numero passando da 30 a 20, eliminando le zone 2, 7, 8, 10, 17, 20, 21, 22, 26 e 30.

In ogni caso, per coerenza con gli studi del 2018, le restanti zone conservano la numerazione originaria.

Qui di seguito si riportano le descrizioni delle colonne stratigrafiche rappresentative delle microzone. Le colonne sono riportate in una specifica tavola denominata: Q.C. 07 I.

ZONE	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2001 (Z1)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da <i>substrato lapideo</i> (LP) su pendenze mediamente superiori a 15°, tali da non escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.	I valori di $V_{s_{eq}}$ della copertura si attestano leggermente sopra i 400 m/s, sulla base dell'indagine in sito. Sono stati registrati picchi di amplificazione non significativi (cioè con $A < 3$ ).	P358 8,4Hz A1,8  P359 28Hz A2,0	L33 430 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &lt; 30m</u> Vs=500 m/s f0=non significativo, assunto <1Hz	1
<b>2002 (Z2)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					
<b>2003 (Z3)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da substrato granulare cementato (GRS) all'interno del quale possono ritrovarsi banchi di terreni granulari (GR) con spessori massimi di 40 metri e lenti di terreni coesivi sovraconsolidati (COS) con spessori massimi di circa 10 metri.	I valori di $V_{s_{eq}}$ della copertura si attestano leggermente sotto i 400m/s, sulla base dell'indagine in sito. Sono stati registrati picchi di amplificazione non significativi (cioè con $A < 3$ ).	P360 1,8Hz A2,0  P361 2,7Hz A1,7  P589 22,2Hz A1,9	L124 385 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &lt; 30m</u> Vs=300 m/s f0=non significativo, assunto <1Hz	1
<b>2004 (Z4)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da <i>substrato lapideo</i> (LP) sormontato da un primo spessore di substrato alterato SFLP, con spessori compresi tra 5 e 15 metri. Nello specifico la colonna corrisponde ai basalti affioranti a Micciano e a Libbiano, che in superficie appaiono sempre alterati, anche per le caratteristiche strutture a pillows.	I valori di $V_{s_{eq}}$ della copertura si attestano a circa 500 m/s sulla base delle indagini in sito. Si registra un picco con $f_0 \sim 7.5 - 8$ Hz probabilmente da ricollegarsi al passaggio tra il substrato lapideo consistente sottostante e il primo spessore di substrato alterato. Si è scelto di assumere il valore di frequenza minore in via cautelativa.	P362 8,1Hz A3,6  P363 7,4Hz A3,0  P366 1,2Hz A1,8	L91 472 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &lt; 30m</u> Vs=500 m/s f0=7,5Hz	1,5
<b>2005 (Z5)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da <i>substrato lapideo</i> (LP) sormontato da un primo spessore di substrato con alternanza di litotipi (AL), con spessori tra 5 e 100 metri.	Le valutazioni sulle velocità della copertura $V_{s_{eq}}$ hanno mostrato valori che si attestano poco sotto i 300 m/s ed è stato scelto di utilizzare, in maniera cautelativa, il valore di $f_0$ relativo al 75° percentile per la definizione del valore di amplificazione FA in ragione all'assenza di tromometrie relative a questa zona, rappresentative di un possibile contrasto tra le Argille a Palombini (APA) ed il substrato lapideo (B).	Nessuna	L70 289 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &lt; 30m</u> Vs=300 m/s f0=75° percentile	1,8

ZONE	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2006 (Z6)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da <i>substrato lapideo</i> (LP) sormontato da un primo spessore di substrato con alternanza di litotipi fratturati o alterati (SFAL), con spessori tra 10 e 100 metri.	I valori di $V_{seq}$ della copertura si attestano leggermente sotto i 500 m/s, sulla base dell'indagine in sito. Sono stati registrati picchi di amplificazione non significativi (cioè con $A < 3$ ).	P365 10,9Hz A2,9  P565 18,8Hz A10,7  P566 3,4Hz A1,4  P588 3,7Hz A2,4	L116 461m/s (Vs equival.)  L131 462 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &lt; 30m</u> Vs=500 m/s f0=non significativo, assunto <1Hz	1
<b>2007 (Z7)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					
<b>2008 (Z8)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					
<b>2009 (Z9)</b>	Caratterizzata per l'intera colonna da terreni coesivi sovraconsolidati, interrotti da terreni granulari cementati stratificati con spessori compresi tra 10 e 15 metri. Nella parte alta sono presenti lenti di terreni granulari cementati con spessori compresi tra 5 e 10 metri.	I valori di $V_{seq}$ della copertura si attestano leggermente sotto i 300m/s, sulla base dell'indagine in sito. Sono stati registrati picchi di amplificazione non significativi (cioè con $A < 3$ ).	P587 2,6Hz A2,2	L130 280 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300 m/s f0=non significativo, assunto <1Hz	1
<b>2010 (Z10)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					



<b>ZONE</b>	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2011 (Z11)</b>	Caratterizzata nella parte bassa da litotipi coesivi sovraconsolidati (CO) con subordinati livelli granulari cementati (GR), sormontati da terreni granulari cementati stratificati (GRS) con subordinati livelli coesivi sovraconsolidati (CO).	Le valutazioni sulle velocità della copertura $V_{s30}$ hanno mostrato valori differenti, che si attestano mediamente tra 400 e 600 m/s. Si è scelto di assumere il valore minore in via cautelativa. Sono inoltre presenti numerose indagini HVSR con valori differenti dei picchi di amplificazione. In via cautelativa si è scelto di utilizzare il picco a 4,7 Hz.	P379 12Hz A4,9  P386 4,7Hz A3,5  P387 4,6Hz A2,8  P405 0,5Hz A3,7  P414 7,2Hz A3,5  P414 35,9Hz A4,2	L28 477 m/s (Vs 30)  L42 418 m/s (Vs 30)  L44 456 m/s (Vs 30)  L53 416 m/s (Vs 30)  L 98 577 m/s (Vs 30)  L99 541 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=500m/s f0=4,5Hz	1,6
<b>2012 (Z12)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da alternanze di litotipi coesivi (AL). La colonna è rappresentata dalla formazione del flysch di Monteverdi Marittimo MTV.	Il substrato sismico nell'area presenta profondità variabili; infatti, in alcune indagini si attesta intorno ai 20-25 metri di profondità mentre ulteriori indagini hanno registrato valori delle onde Vs maggiori a 800 m/s solo a profondità superiori ai 30 metri dal p.c. In ragione al contesto stratigrafico dell'area e sulla base delle indagini in sito, si è scelto di utilizzare un valore medio $V_{s_{eq}}$ della copertura mediamente pari 450 – 500m/s. Le indagini HVSR non hanno registrato picchi di amplificazione significativi (cioè con $A < 3$ ).	P352 2,1Hz A2,8  P375 1,7Hz A2,7  P393 4,0Hz A2,4  P404 5,6Hz A2,3	L8 560 m/s (Vs 30)  L20 450 m/s (Vs equival.)  L44 456 m/s (Vs 30)  L50 361 m/s (Vs equival.)	<u>Abaco &lt;30m</u> Vs=500m/s f0=non significativo, assunto <1Hz	1,6

ZONE	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2013 (Z13)</b>	Caratterizzata nella parte bassa da litotipi coesivi sovraconsolidati (CO) con subordinati livelli granulari cementati (GR), sormontati da terreni granulari cementati (GR).	Le valutazioni sulle velocità della copertura $V_{s30}$ hanno mostrato valori che si attestano tra 480 e 620 m/s, ma si è scelto di assumere il valore minore in via cautelativa.  Le indagini HVSR presentano picchi molto variabili. Nella definizione dei valori di Fa, visto il contesto stratigrafico descritto, è stato scelto di utilizzare il picco significativo più rappresentativo dell'area situato a frequenze $f_0$ leggermente inferiori a 1 Hz relativo al passaggio profondo tra i litotipi coesivi relativi alle Argille Azzurre (FAA) e le Argille a Palombini (APA).	P353 26,9Hz A2,8  P370 12,2Hz A2,2  P371 2,5Hz A1,9  P372 4Hz A1,9  P378 5,1Hz A3,8  P410 0,75Hz A3,4	L9 478 m/s (Vs 30)  L52 623 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=500 m/s $f_0 < 1\text{Hz}$	1,1
<b>2014 (Z14)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da terreni coesivi sovraconsolidati, interrotti nella sequenza da un livello di AL e da lenti di terreni granulari (GR). La colonna corrisponde alla sequenza dalle argille azzurre (FAA) alla formazione di Serrazzano (SRZ), che affiora principalmente nella zona di Pomarance.	Le valutazioni sulle velocità della copertura $V_{s30}$ hanno mostrato valori che si attestano tra 330 e 430 m/s.  Le indagini in sito presentano picchi molto variabili. Nella definizione dei valori di Fa di questa zona, visto il contesto stratigrafico descritto, è stato scelto di utilizzare il picco significativo più cautelativo situato a frequenze $f_0$ comprese tra 1 e 2 Hz, probabilmente legato al passaggio tra le argille azzurre (FAA) e i terreni sovrastanti.	P367 16,3Hz A3,4  P368 1,66Hz A3,4  P385 4,7Hz A2,7  P391 9,2Hz A3	L37 329 m/s (Vs 30)  L42 418 m/s (Vs 30)  L120 433 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=500 m/s $f_0 = 1,5\text{ Hz}$	1,3
<b>2015 (Z15)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da alternanza di litotipi (AL) coesivi consistenti, sormontati da un primo spessore di terreni coesivi sovraconsolidati (CO) con lenti di terreni granulari cementati (GR).	I valori di $V_{s30}$ della copertura si attestano a circa 300 m/s sulla base delle indagini in sito. Si registra un picco significativo con $f_0 \sim 3\text{Hz}$ probabilmente da ricollegarsi al passaggio tra i terreni coesivi e le Argille e gessi del Fiume Era Morta (EMO).	P376 8,6Hz A2,8  P585 2,8Hz A3,4	L128 306 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300 m/s $f_0 = 2,5\text{ Hz}$	1,7

<b>ZONE</b>	<b>Descrizione generale</b>	<b>Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica</b>	<b>Misure di frequenza</b>	<b>Misure di Vs</b>	<b>Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)</b>	<b>FA 0105</b>
<b>2016 (Z16)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da terreni coesivi sovraconsolidati (CO), sormontati da terreni granulari cementati (GR) con spessori minori di 40 metri e da terreni granulari cementati stratificati (GRS) con spessori di circa 20 metri. In superficie la colonna termina con terreni coesivi sovraconsolidati (CO) con spessori inferiori a 10 metri.	Le valutazioni sulle velocità della copertura Vs <sub>30</sub> hanno mostrato valori che si attestano generalmente intorno ai 400 m/s.  Le indagini HVSR presentano picchi molto variabili con 7 Hz<f0<9 Hz, per cui nella definizione dei valori di Fa, visto il contesto stratigrafico descritto, è stato scelto di utilizzare il picco significativo più cautelativo situato a frequenze f0 minori. Tale picco è legato al passaggio tra i conglomerati basali della formazione di Serrazzano (SRZc) ed i sovrastanti terreni coesivi superficiali .	P351 7,2Hz A6,5  P354 25,2Hz A1,8  P390 9,1 Hz A4,1	L4 522 m/s (Vs 30)  L7 375 m/s (Vs 30)  L41 366 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s f0=7,5 Hz	2
<b>2017 (Z17)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					
<b>2018 (Z18)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da terreni coesivi sovraconsolidati (CO), con lenti di terreni granulari cementati (GR), sormontati da terreni granulari cementati stratificati (GRS) appartenenti .	Le valutazioni sulle velocità della copertura Vs <sub>30</sub> hanno mostrato valori che si attestano intorno a 350 e 400 m/s. Si registra un picco di amplificazione con f0~6,5 Hz legato probabilmente al contatto tra i terreni granulari cementati rappresentati dai calcari di Pomarance (SDA1) e i terreni coesivi sovraconsolidati delle Argille Azzurre (FAA).	P394 6,5Hz A3,8	L45 339 m/s (Vs 30)  L68 416 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s f0=6,5 Hz	2
<b>2019 (Z19)</b>	Caratterizzata in tutta la colonna da terreni granulari cementati (GR).	Le valutazioni sulle velocità della copertura Vs <sub>30</sub> hanno mostrato valori che si attestano intorno a 440 m/s.  Le indagini HVSR non hanno registrato picchi di amplificazione significativi (cioè con A<3).	P382 21,8Hz A2,4  P582 2,6Hz A2,5	L125 441 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=500m/s f0=non significativo, assunto <1Hz	1,1
<b>2020 (Z20)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					
<b>2021 (Z21)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					
<b>2022 (Z22)</b>	Presente negli studi di microzonazione di primo livello del 2018, ma eliminata nello presente studio.					

<b>ZONE</b>	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2023 (Z23)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da alternanze di litotipi (AL) addensati, sormontati da alternanze di litotipi fratturati (SFAL), con spessori compresi tra 10 ed 80 metri, al cui interno si ritrovano lenti di terreni granulari cementati (GR) con spessori compresi tra 5 e 10 metri.	I valori di $V_{S30}$ della copertura si attestano a circa 350 m/s sulla base delle indagini in sito. Si registra un picco con $f_0 \sim 6$ Hz, relativo un contrasto di velocità presente all'interno dei livelli di olistostromi appartenenti alla Formazione di Serrazzano (SRZo).	P583 5,8Hz A3,0	L127 351 m/s (Vs equivalente)	<u>Abaco &lt; 30m</u> Vs=300m/s $f_0=5,5$ HZ	1,8
<b>2024 (Z24)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da alternanze di litotipi fratturati (SFAL) con spessori tra 10 ed 80 metri, sormontati da terreni coesivi sovraconsolidati (CO) con spessori di circa 40 metri. La colonna si chiude in superficie con terreni granulari cementati (GR) con spessori compresi tra 30 ed 80 metri.	I valori di $V_{Sequival}$ della copertura si attestano a circa 300 – 350 m/s sulla base delle indagini in sito. Si registra un picco con $f_0 = 2,3$ Hz probabilmente da ricollegarsi a passaggio tra i membri pliocenici della Formazione di Serrazzano (SRZ) e la formazione del flysch di Monteverdi Marittimo (MTV).	P389 2,3Hz A3,6	L25 280 m/s (Vs 30)  L26 349 m/s (Vs 30)  L40 300 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s $f_0=2,5$ HZ	1,7

<b>ZONE</b>	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2025 (Z25)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da alternanze di litotipi fratturati (SFAL) con spessori tra 10 ed 80 metri, sormontati da terreni coesivi sovraconsolidati (CO) con spessori di circa 40 metri. Verso l'alto la colonna prosegue con terreni granulari cementati (GR) con spessori compresi tra 30 ed 80 metri e si chiude con terreni corsivi sovraconsolidati con spessori di circa 60 metri. All'interno di questi ultimi possono ritrovarsi lenti di terreni granulari cementati (GR) e/o di alternanze di litotipi fratturati (SFAL) con spessori compresi tra 5 e 15 metri.	I valori di $V_{s30}$ della copertura si attestano a circa 350 m/s sulla base delle indagini in sito. Si registra un picco con $f_0 \sim 1,5$ Hz. Come per la zona 2024, tale picco potrebbe essere legato al passaggio tra le argille plioceniche della Formazione di Serrazano (SRZ) e gli strati arenacei del flysch di Monteverdi (MTV).	P374 2,3Hz A3,7	L85 335 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s $f_0=1,5$ HZ	1,4
<b>2027 (Z27)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da litotipi lapidei (LP) con spessori superiori a 100 metri, sormontati da litotipi coesivi e coesivi stratificati sovraconsolidati (CO, COS) con spessori compresi tra 20 e 30 metri.	I valori di $V_{s30}$ della copertura si attestano tra 390 – 420 m/s sulla base delle indagini in sito, per via cautelativa è stato preso in considerazione il valore minore. Si registrano picchi a frequenze $f_0$ comprese tra circa 4 e 6 Hz, probabilmente da attribuire al passaggio tra i depositi coesivi e le serpentiniti. In via cautelativa è stato preso in considerazione il picco a frequenza minore, corrispondente ad una maggiore profondità del contrasto tra i litotipi coesivi e il substrato lapideo.	P377 4,1Hz A4,8  P392 5,6Hz A3,6	L43 389 m/s (Vs 30)  L95 416 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s $f_0=4,5$ HZ	1,7
<b>2028 (Z19)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da litotipi lapidei (LP) con spessori superiori a 100 metri, sormontati da alternanze di litotipi coesivi consistenti (AL), con spessori compresi tra 20 e 130 metri.	I valori di $V_{s30}$ della copertura si attestano a 380 m/s sulla base delle indagini in sito. L'indagine HVSR non ha registrato picchi di amplificazione significativi (cioè con $A < 3$ ).	P584 2,7Hz A2,5	L126 380 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s $f_0$ =non significativo, assunto <1Hz	1,1

ZONE	Descrizione generale	Considerazioni inerenti le valutazioni di frequenza-velocità sismica	Misure di frequenza	Misure di Vs	Ambito abaco utilizzato (ambiti Vs cop. e F0)	FA 0105
<b>2029 (Z29)</b>	Caratterizzata nella parte bassa della colonna da alternanze di litotipi coesivi consistenti (AL), con spessori compresi entro 40 metri. La colonna prosegue con terreni coesivi sovraconsolidati con spessori di circa 30 metri, e si chiude con terreni granulari cementati stratificati con spessori compresi tra 10 e 15 metri.	I valori di $V_{s30}$ della copertura si attestano a 340 m/s sulla base delle indagini in sito. Si registra un picco con $f_0 \sim 2,5$ Hz, probabilmente da ricollegarsi al passaggio tra i terreni coesivi e le Argille e gessi del Fiume Era Morta come già evidenziato per la Zona 2015.	P586 2,5Hz A2,9	L129 323 m/s (Vs 30)	<u>Abaco &gt; 30m</u> Vs=300m/s $f_0=2,5$ HZ	1,7

### **13.3 - Zone di attenzione per instabilità di versante ZAfr**

Nella carta MOPS sono state rappresentate le frane suddivise per tipologia e sulla base della successione litologica sottostante

### **13.4 - Zone di attenzione per cedimenti differenziali ZAcD**

Le coltri detritiche ed i riporti cartografati nella carta geologico-tecnica, sono state individuate come zone in cui sono possibili fenomeni di cedimenti differenziali. Queste zone sono state individuate principalmente nell'area di Montecerboli-Larderello, nella quale diversi fabbricati presentano fenomeni di lesionamenti dovuti a cedimenti differenziali.

### **13.5 - Zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti ZAid**

Gli standard prevedono di identificare con apposita dizione le aree nelle quali si ha sovrapposizione di più fenomeni di instabilità. Nello specifico dell'area esaminata, questa

condizione si verifica ogni qual volta una frana si sviluppa all'interno di una area più ampia con coltre detritica.

### ***13.6 - Considerazioni sulla suscettibilità alla liquefazione***

La liquefazione è un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello della falda perde temporaneamente resistenza e si comporta come un liquido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

Essa ha luogo quando la pressione dei pori aumenta fino a eguagliare la pressione intergranulare. L'incremento della pressione neutra è indotto dalla tendenza di un materiale sabbioso a compattarsi quando è soggetto ad azioni cicliche di un sisma, con conseguente aumento del potenziale di liquefazione del terreno.

Il fenomeno di liquefazione può essere ottenuto dalla combinazione di:

#### **FATTORI PREDISPONENTI**

- Terreno saturo, non compattato, non consolidato, sabbioso limoso o con poca argilla;
- Distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in sito.

#### **FATTORI SCATENANTI**

- La sismicità: magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione in superficie.

Generalmente la liquefazione si verifica in depositi recenti di sabbia e sabbia siltosa, depositi che spesso si trovano negli alvei fluviali o aree di costa.

I terreni suscettibili al fenomeno di liquefazione sono:

- Suoli non coesivi e saturi (*sabbie e limi, occasionalmente ghiaie*) con contenuti di fini plastici relativamente basso;
- Suoli costituiti da particelle relativamente uniformi;
- Depositii sabbiosi recenti (*Olocenici*).

Il substrato delle aree analizzate nel presente studio è caratterizzato da terreni molto consistenti, litoidi o con alternanze di litotipi per i quali non sono ipotizzabili fenomeni di liquefazione. Anche i terreni della serie neogenica autoctona non sono più recenti del Pliocene, e le porzioni granulari di questa successione sono sempre da fortemente addensate a cementate, tanto da poter escludere fenomeni di liquefazione.

Relativamente alle coltri detritiche segnalate in cartografia, queste derivano dal disfacimento di terreni con forti variabilità litologiche e granulometriche. Ne consegue che

anche le coltri detritiche sono costituite da materiali con ampia distribuzione granulometrica, spesso con presenza non trascurabile di granulometrie ruditiche, e/o con percentuali elevate di materiali con componente coesiva.

Nel contesto del presente lavoro, la valutazione relativa alla suscettibilità alla liquefazione è puramente qualitativa ed in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovrà comunque essere verificata la stabilità nei confronti della liquefazione come richiesto dalle NTC/2018.



#### **14. - CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO – TAVOLE Q.C. 07 m, Q.C. 07 n, Q.C. 07o**

Le Tavole Q.C. 07 m, Q.C. 07 n e Q.C. 07 o presentano gli esiti dello studio di microzonazione sismica di secondo livello. Ciascuna tavola mostra i fattori di amplificazione di sito prendendo in esame periodi differenti di oscillazioni (T) delle strutture tra  $0,1 < T < 0,5s$  (Tavola m),  $0,4 < T < 0,8s$  (Tavola n) e  $0,7 < T < 1,1s$  (Tavola o).

Considerando il contesto edilizio del territorio in esame, l'ambito del periodo T di interesse significativo a fini urbanistici è quello rappresentato nella tavola m (0,1 - 0,5 secondi); pertanto proprio questo elaborato rappresenta la base per la redazione della carta di pericolosità sismica locale (Tavola Q.C. 07 p).

Fondamentale, per la costruzione delle carte, è la disponibilità di dati ( $f_0$  e  $V_s$ ) necessari per la corretta applicazione degli abachi.

Difatti per la definizione del fattore di amplificazione sismica nelle aree analizzate, si è fatto uso degli abachi regionali che, tramite un approccio semplificato, consentono di quantificare l'amplificazione attesa nelle zone "stabili suscettibili di amplificazione".

Tali abachi si differenziano sulla base dei seguenti fattori:

- 1) Area geografica;
- 2) Tipologia dell'input sismico;
- 3) Presenza di substrato sismico a profondità maggiore o minore a 30m;
- 4) Tipo di fattore di amplificazione.

Per la realizzazione della Carta MS si è pertanto proceduto ad assegnare alle varie Microzone individuate nello studio di Livello 1, i valori del Fattore di Amplificazione secondo la procedura indicata nelle Specifiche Tecniche Regionali (2021).

Il fattore di amplificazione (fattore di amplificazione di Housner – FA), che si distingue in FA (0.1-0.5 s), FA (0.4 – 0.8 s) e FA (0.7-1.1 s), è funzione delle classi relative ai valori dei due parametri rappresentativi dalla situazione sismo-stratigrafica locale ovvero della frequenza fondamentale ( $f_0$ ) e della velocità media  $V_{s30}/V_{sh}$ .

Per ciascuna Microzona sono state definite le condizioni al contorno ( $A_g$  e profondità del substrato) ed individuate le misure di rumore presenti nonché le indagini sismiche utili alla definizione della  $V_s$  necessarie alla determinazione delle classi di frequenza e velocità per l'utilizzo degli abachi.

Il Comune di Pomarance fa parte della Macroarea Toscana Interna i cui abachi di riferimento sono riportati di seguito:

## Toscana Interna (Substrato sismico > 30m)

### Valore di $a_g$ (Tr=475 anni) $\geq 0.125g$

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs (m/s)	<200	1.0	1.3	2.0							1.2
	300	1.1	1.4	1.7	1.8	1.7	1.7	2.0	2.0	1.8	1.4
	500	1.1	1.3	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	1.7	1.6	1.4
	700	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2
	≥800	1.0	1.0	1.0					1.2	1.1	1.0

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs (m/s)	<200	1.5	1.9	2.3							1.8
	300	1.4	1.8	2.1	1.8	1.7	1.5	1.7	1.7	1.8	1.7
	500	1.2	1.6	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6	1.6	1.5
	700	1.0	1.2	1.5	1.4	1.2	1.4	1.3	1.1	1.2	1.2
	≥800	1.0	1.2	1.2					1.1	1.1	1.1

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs (m/s)	<200	2.0	2.5	2.1							2.2
	300	1.5	2.0	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8
	500	1.2	1.7	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
	700	1.1	1.4	1.3	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
	≥800	1.1	1.3	1.1					0.9	1.0	1.2

### CLASSI

velocità (m/s)		Vs < 200		Vs ≥ 200		frequenza (Hz)	
		300	200 ≤ Vs < 400	500	400 ≤ Vs < 600		
		700	600 ≤ Vs < 800				

f0 < 1	
1.5	1 ≤ f0 < 2
2.5	2 ≤ f0 < 3
3.5	3 ≤ f0 < 4
4.5	4 ≤ f0 < 5
5.5	5 ≤ f0 < 6
6.5	6 ≤ f0 < 7
7.5	7 ≤ f0 < 8
	≥ 8

## Toscana Interna (Substrato sismico ≤ 30m)

### Valore di $a_g$ (Tr=475 anni) $\geq 0.125g$

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs (m/s) IPIVA	<200	1.1	1.5	1.9	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	1.5	1.9
	300	0.7	1.3	1.8	2.1	2.0	1.8	1.8	1.7	1.5	1.8
	500			1.5	1.7	1.7	1.6	1.4	1.5	1.3	1.4
	700				1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	≥800										

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs (m/s) IPIVA	<200	1.3	2.3	2.4	1.9	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	2.2
	300	1.0	2.1	2.2	1.8	1.4	1.2	1.2	1.2	1.1	1.9
	500			1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	700					1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1
	≥800										

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	
Vs (m/s) IPIVA	<200	2.0	2.4	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	2.0
	300	1.6	2.0	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.3
	500			1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
	700					1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	≥800										

### CLASSI

velocità (m/s)		Vs < 200		Vs ≥ 200		frequenza (Hz)	
		300	200 ≤ Vs < 400	500	400 ≤ Vs < 600		
		700	600 ≤ Vs < 800				

f0 < 1	
1.5	1 ≤ f0 < 2
2.5	2 ≤ f0 < 3
3.5	3 ≤ f0 < 4
4.5	4 ≤ f0 < 5
5.5	5 ≤ f0 < 6
6.5	6 ≤ f0 < 7
7.5	7 ≤ f0 < 8
	≥ 8

Analizzando la tavola m si evidenzia come i massimi valori di amplificazione, pari a 2 si raggiungano nella zona dell'abitato di san Dalmazio in corrispondenza della Formazione di San Dalmazio (SDA1) e nella porzione a sud dell'abitato di Pomarance, in cui l'amplificazione è molto probabilmente da attribuire al contrasto che si genera all'interfaccia tra i conglomerati basali della Formazione di Serrazzano ed i sovrastanti terreni coesivi.

La presenza di amplificazioni significative, con valori compresi tra 1,7 e 1,8 sono state evidenziate in corrispondenza dell'area di Montecerboli-Larderello, in cui le formazioni plioceniche sono a diretto contatto con le serpentiniti o con il flysch di Monteverdi, e nella porzione orientale di Micciano, in relazione ad un possibile contrasto di impedenza tra le Argille a Palombini (APA) e i sottostanti basalti.

Valori di amplificazione medi, compresi tra 1.5 e 1.6, si riscontrano in corrispondenza di Pomarance e degli abitati di Libbiano e Micciano, dove si registra un contrasto di impedenza al passaggio tra i Basalti inalterati e un loro primo spessore alterato a fratturato.

Valori di amplificazione compresi tra 1.3 e 1.4 sono invece stati evidenziati nella porzione occidentale di Larderello e Pomarance.

Infine, si registra l'assenza di amplificazioni o la presenza di amplificazioni minime con fattori prossimi all'unità, in corrispondenza degli abitati di Montegemoli, Serrazzano, Lustignano, in parte dell'abitato di Libbiano, nella zona dove affiorano le breccie odfiolitiche della Formazione di Lanciaia, e in corrispondenza di San Dalmazio e dell'area Larderello – Montegemoli, lì dove affiorano i Gabbri (G) e il flysch della Formazione di Monteverdi (MTV).

## **15. - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA - TAVOLA Q.C. 07 p**

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di microzonazione sismica di livello 1 e di livello 2 ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità sismica all'interno delle aree MOPS secondo i criteri dettati dal D.P.G.R. 5/R, che sono riassunti di seguito:

### **Pericolosità sismica molto elevata (S4):**

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie (*non presenti nelle zone di studio*);
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti (*studi non presenti ed assenza di notizie storiche*);
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

### **Pericolosità sismica locale elevata (S.3):**

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione (data la forte variabilità dimensionale dei depositi alluvionale del Fiume Cecina e dei suoi affluenti, ghiaie, sabbie e limi, non si ritiene possibile lo sviluppo di fenomeni di liquefazione dinamica in occasione di eventi sismici);
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ ) > 1.4;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, e come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Relativamente alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ ) > 1.4 è stato fatto riferimento alla carta "m" riferita al periodo di oscillazione di interesse urbanistico-edilizio.

### **Pericolosità sismica locale media (S.2):**

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz.
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ ) < 1.4;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

### **Pericolosità sismica locale bassa (S.1):**

- zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Dall'analisi della tavola p, risulta essere prevalente la classe di pericolosità sismica elevata (S.3) all'interno della quale ricadono ampie aree con possibilità di fenomeni di amplificazione, in particolare in corrispondenza dell'abitato di Pomarance, Micciano e della porzione di territorio compreso tra l'abitato di Montecerboli e Larderello.

All'interno di questa classe ricadono anche le porzioni di territorio in cui insistono fenomeni di dissesto geomorfologico quiescenti e fenomeni di instabilità per cedimento differenziale legati alla presenza di un primo spessore di coltre detritica, affiorante in maniera estesa nell'area Montecerboli-Larderello.

La classe di pericolosità sismica (S.2),ricomprende parte della località di Serrazzano, Lustignano e Montegemoli e ridotte porzioni di territorio in corrispondenza dell'area Larderello – Montecerboli.

La classe di pericolosità sismica S.4 ricomprende piccole porzioni di territorio caratterizzate da fenomeni di dissesto attivi, presenti in particolar modo nei dintorni dell'abitato di Montegemoli, nel settore nord-occidentale di Pomarance, nell'area Larderello-Montecerboli ed in misura minore lungo i versanti ai margini dell'abitato di San Dalmazio e Libbiano.

La classe di pericolosità sismica S.1 è limitata ad una porzione del centro storico di Montecerboli, e ad una piccola zona subito fuori di esso in cui il substrato lapideo in affioramento presenta pendenze inferiori a 15°.

## **16. - SALVAGUARDIE DEL TERRITORIO**

### **.- 16.1 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO IDRAULICO**

#### **16.1.1 Riduzione del rischio idraulico**

- Le trasformazioni in progetto dovranno essere volte alla riduzione del rischio idraulico, attraverso l'eventuale realizzazione di opere di messa in sicurezza e/o mitigazione idraulica rispetto agli eventi di piena con tempo di ritorno duecentennale, o comunque secondo quanto stabilito dalla L.R. 41/2018 e s.m.i. per la specifica fattispecie di intervento.
- Per tutti gli interventi ricadenti nelle aree classificate in pericolosità da alluvione media P2 o elevata P3 nella "Carta della Pericolosità da alluvioni" oggetto di nuova verifica nell'ambito del Piano Strutturale il dimensionamento di dette opere dovrà essere effettuato secondo i criteri di analisi idrologica ed idraulica di cui alla Relazione Idrologico-Idraulica allegata al Piano Strutturale, anche tramite approfondimenti idraulici di maggior dettaglio.
- Per tutti gli interventi ricadenti nelle aree classificate in pericolosità da alluvione media P2 o elevata P3 nella "Carta della Pericolosità da alluvioni" e/o in prossimità di corsi d'acqua compresi nel Reticolo Idrografico di riferimento della Regione Toscana ma non oggetto di verifica nell'ambito del Piano Strutturale dovranno essere condotti approfondimenti sulle condizioni di rischio idraulico locale coerenti, in termini di metodologia applicata, ai criteri di analisi idrologica ed idraulica di cui alla Relazione Idrologico-Idraulica allegata al Piano Strutturale.

#### **16.1.2 Impermeabilizzazioni**

- La realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate, all'interno di zone soggette a Piano Attuativo, dovrà essere subordinata ad uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento dei picchi di piena e della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne, o invasi di prima pioggia, dispositivi clapet, al fine di assicurare quanto più possibile l'invarianza idraulica e il non aumento del rischio nelle aree adiacenti.
- Particolari accorgimenti dovranno essere posti anche nella progettazione delle superfici coperte, preferendo le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua.
- I nuovi spazi pubblici o privati destinati a viabilità pedonale o meccanizzata sono realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di

tutela dei beni culturali e paesaggistici.

- E' vietato il convogliamento delle acque piovane in fognatura o nei corsi d'acqua, quando sia tecnicamente possibile il loro convogliamento in aree permeabili, senza determinare fenomeni di ristagno e/o di instabilità.

### **16.1.3 Fognature**

- Le reti fognarie di nuova realizzazione per le acque bianche, dovranno essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità (in modo da mantenerle vuote nei periodi asciutti) e bassa pendenza (per ridurre la velocità del flusso).
- Le acque raccolte dai pluviali delle coperture dovranno, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h).
- Qualora sia previsto il convogliamento delle acque defluenti dalle fosse campestri nella fognatura pubblica, dovranno essere previsti manufatti per l'abbattimento del trasporto solido per preservare nel tempo la funzionalità delle condotte sotterranee.

### **16.1.4 Reticolo idrografico minore**

- Qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore esterno al Reticolo individuato dalla L.R. 79/2012 (sul quale gli interventi sono di competenza regionale) dovrà essere supportato da uno studio che dimostri la funzionalità del sistema drenante e le eventuali modifiche da apportare. L'indagine dovrà essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali.
- Anche i tombamenti, laddove ammissibili, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera.
- In generale tutti gli interventi non dovranno essere limitati alla conservazione dello stato attuale ma prevedere il miglioramento dell'assetto idraulico complessivo.
- La realizzazione di nuove strade o accessi carrabili (in rilevato e non) dovrà mantenere inalterata l'efficienza del reticolo idrografico, verificando le sezioni idrauliche preesistenti ed intervenendo in caso di insufficienza.
- Per gli interventi riguardanti i corsi d'acqua inseriti nel Reticolo Idrografico e di gestione della Regione Toscana, vale quanto previsto dalla L.R. 79/2012 e dalla L.R. 41/2018.

#### **16.1.4 Manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua**

- I proprietari dei fondi interessati da corsi d'acqua o linee di drenaggio sono tenuti alla loro manutenzione senza apportare modifiche alle caratteristiche funzionali, nonché al ripristino delle stesse nei casi di non funzionamento. Sui corsi d'acqua non ricompresi nel Reticolo Idraulico definito ai sensi della L.R. 79/2012, nonché sulle fossette campestri, gli interventi di alterazione del tracciato e/o di copertura dell'alveo potranno avvenire solo per comprovata necessità e dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera. Eventuali solchi da erosione venutisi a creare in seguito ad eventi anche eccezionali dovranno prontamente essere ripristinati, avendo cura di aumentare il volume delle affossature, per evitare il ripetersi del fenomeno.
- Per quanto riguarda i corsi d'acqua inseriti nel Reticolo Idrografico e di gestione della Regione Toscana, vale quanto previsto dalla L.R. 79/2012 e dalla L.R. 41/2018.

#### **16.1.5 Realizzazione di locali interrati**

- I locali interrati sono ammessi alle condizioni di quanto indicato dalla L.R. 41/2018.

#### **16.1.6 Viabilità**

- La realizzazione di nuova viabilità non dovrà costituire ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali. Eventuali rilevati stradali dovranno essere corredati da specifici studi che prevedano la ricucitura del reticolo idrografico minore ed analizzino l'interazione del nuovo manufatto con la distribuzione delle acque in caso di esondazione dai corsi d'acqua limitrofi.
- Da tali studi dovranno emergere le soluzioni da adottare per non incrementare il livello di rischio idraulico nelle aree circostanti.
- Per le aree interessate da pericolosità da alluvione, vale quanto previsto dalla L.R. 41/2018.

### **.- 16.2 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

#### **16.2.1 Pozzi**

- I nuovi pozzi che attingono dalla falda freatica superficiale dovranno prevedere l'impermeabilizzazione della zona attigua al pozzo stesso, da realizzarsi mediante un marciapiede della larghezza minima di 50 cm. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale, la bocca-pozzo dovrà essere collocata ad



un'altezza minima di 60 cm dal piano di campagna; qualora sia mantenuta al di sotto del piano di campagna, la bocca-pozzo dovrà essere inserita in un pozzetto a tenuta stagna, protetta da un tombino.

- I pozzi profondi dovranno prevedere il corretto isolamento degli acquiferi attraversati e l'impermeabilizzazione superficiale, da ottenersi mediante corretta cementazione dei primi metri di profondità, in ottemperanza del D.P.G.R. 50/R/2015 e del D.P.G.R. 61/R/2016.
- Intorno ai pozzi ed alle sorgenti, anche se non captate, dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto all'interno della quale sono vietati lo scarico diretto nel terreno tramite subirrigazione o pozzi assorbenti, la fertirrigazione, lo spandimento di acque vegetative nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrato di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili.
- La realizzazione di nuovi pozzi è soggetta a quanto definito dal T.U. n. 1775/1933, dal DPGR 50/R/2015 e dal D.P.G.R. 61/R/2016.

#### **16.2.2 Protezione della risorsa idrica**

- Nelle zone di rispetto dei pozzi di approvvigionamento idropotabile, ai sensi del DLgs 152/2006 e ss.mm.ii. sono vietati:
  - la dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
  - l'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
  - lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
  - la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
  - le aree cimiteriali;
  - l'apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
  - l'apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
  - la gestione di rifiuti;
  - lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
  - i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
  - i pozzi perdenti;
  - il pascolo e la stabulazione di bestiame.
- Nelle zone di rispetto sono disciplinate queste strutture e attività:

- fognature;
- edilizia residenziale e opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie e infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.

### **16.2.3 Caratteristiche dei terreni per lo scarico sul suolo di reflui domestici**

Nelle zone servite da fognatura nera afferente al pubblico sistema di depurazione è fatto obbligo di provvedere ad allacciarsi alla stessa, ai sensi dell'art. 14 della Legge Regionale n.20/2006. In ogni caso l'attivazione di un nuovo scarico, che non può essere per giustificati motivi allacciato alla pubblica fognatura o nel caso di assenza di rete fognaria pubblica afferente al pubblico sistema di depurazione, deve essere preventivamente autorizzata con atto formale. In base all'art. 4 della Legge Regionale, è di competenza del Comune il rilascio dell'autorizzazione allo scarico non in pubblica fognatura di acque reflue domestiche ed assimilabili.

È vietato lo smaltimento su suolo dei reflui domestici tramite subirrigazione:

- nelle aree di frana attiva;
- nelle zone con pendenze > 15%;
- in prossimità dei corsi d'acqua per una fascia di ampiezza pari alla larghezza del corso d'acqua stesso, misurato al piede esterno dell'argine o, ove mancante, dal ciglio di sponda, maggiorata di ml. 10,00 per ogni sponda;
- nelle zone con falda prossima al piano campagna;
- nei suoli a bassissima permeabilità - impermeabili .

In deroga, la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento su suolo delle acque reflue è subordinata alla presentazione di adeguata documentazione tecnica (rilievi di dettaglio, prove tecniche, relazione geologica, etc.) che attesti la sussistenza localizzata di condizioni differenti da quelle indicate negli appositi elaborati comunali.

L'utilizzo del pozzo disperdente non è ammesso per gli insediamenti di nuova costruzione. I pozzi ancora in esercizio dovranno essere progressivamente sostituiti con impianti appropriati.

### **16.2.4 Utilizzazione agronomica**

Le procedure e le modalità di utilizzazione agronomica degli effluenti ammessi, sono dettate al Titolo IV del Regolamento Regionale 46/R, del 2008.

**.- 16.3 – SALVAGUARDIE DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

**16.3.1 Modellamenti morfologici**

- Gli interventi sul territorio che modifichino l'assetto originario dei luoghi (riporti e sbancamenti, viabilità in rilevato, piazzali etc.), devono essere supportati da studi di approfondimento del contesto geomorfologico dell'area in oggetto, che entrino nel merito degli effetti di tali trasformazioni sui territori circostanti.
- Qualora l'intervento ricada nelle Classi G3 e G4 di Pericolosità Geologica l'indagine geologica dovrà contenere opportune verifiche di stabilità del versante, per una esaustiva valutazione della fattibilità delle trasformazioni previste.
- Qualora l'intervento ricada nelle classi P4 e P3a dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, la fattibilità dell'intervento dovrà essere verificata preliminarmente ai sensi delle norme del PAI.
- La gestione dei terreni escavati (riutilizzo in loco o in altra sede, smaltimento) dovrà essere condotta secondo le direttive del DPR 13 giugno 2017 n. 120 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo).

**16.3.2 Metodi di coltivazione del suolo**

- Al fine di contenere e/o ridurre l'erosione superficiale delle zone coltivate, sono da privilegiare le disposizioni di nuove colture e di nuove affossature disposte secondo direttrici a bassa pendenza. Ciò per ridurre l'energia delle acque superficiali, il ruscellamento superficiale ed il trasporto solido delle acque incanalate.

**16.3.3 Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale**

- I Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale (PAPMAA) dovranno contenere un'indagine geologico-tecnica che analizzi la compatibilità delle trasformazioni con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche ed idrauliche dell'area d'intervento.

## **17. - CRITERI GENERALI DI TRASFORMABILITÀ E INDIRIZZI PER IL PIANO OPERATIVO DEFINITI AI SENSI DEL DPGR 30/01/2020 N.5/R**

Nell'ambito dei Piani Operativi e dei Piani Attuativi discendenti dal presente Piano Strutturale dovranno essere definite nel dettaglio i criteri per la trasformabilità del territorio e per la realizzazione di interventi edilizi ed infrastrutturali. Qui di seguito sono riportati i criteri principali riferiti al DPGR 30/01/2020 n.5/R che concorrono, insieme alle altre norme sovraordinate (tra cui le discipline del PAI, del PGA e del PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, del PTC della Provincia di Livorno) a cui dovrà essere fatto riferimento.

### **.- 17.1 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI**

Qui di seguito sono indicati i criteri riferiti al DPGR 5/R/2020 ai quali vanno aggiunti, per le aree interessate, i condizionamenti contenuti nelle Norme del Progetto di PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

#### **17.1.1 Aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.
  - a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione, come definiti dalla l.r. 41/2018, o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:
    - a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
    - a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
    - a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza. La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.
  - a bis) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione, come definiti dalla l.r. 41/2018, o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in

sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:

a bis.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a bis.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto; a bis.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

b) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

### **17.1.2 Aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza. La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente. Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

**17.1.3 Aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2), le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

**17.1.4 Aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

**.- 17.2 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI****17.2.1 Aree caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S4)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), in sede di piano operativo, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:
  - per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione, così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m.3907/2010. Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione delle "zone di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ" e delle "zone di rispetto a liquefazione – ZRLQ";
  - nel caso di zone di instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione sono effettuati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche per la predisposizione di verifiche di stabilità del versante, tenuto conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" -FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.
- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4) si fa riferimento ai seguenti criteri:

- nelle aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata alla preventiva realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4) da accertare in funzione dell'esito delle verifiche geotecniche in fase di rilascio del titolo abilitativo;
- relativamente alle aree di instabilità di versante attive, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione, è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza, secondo le indicazioni di cui al paragrafo 3.1.1, lettera a) del DPGR 5/R/2020. Agli interventi sul patrimonio esistente, si applicano i criteri definiti al paragrafo 3.1.1 lettera b) dello stesso DPGR 5/R/2020;
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

### **17.2.2 Aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:
  - per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuati indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI), così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, approvate con la deliberazione della Giunta regionale 23 febbraio 2015, n.144 (Redazione delle specifiche tecniche regionali per la Microzonazione sismica). Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione della "zona di suscettibilità a liquefazione -ZSLQ" e della "zona di rispetto a liquefazione – ZRLQ";
  - nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
  - in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini

geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione.
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche,, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" -FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010
- Nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:
  - realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
  - realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.
- Per le aree caratterizzate dalla classe di pericolosità sismica locale elevata (S3), è necessario rispettare i seguenti criteri:
  - per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a



NTC2018, punto 7.11.3.4);

- per le aree di instabilità di versante quiescenti, la fattibilità di interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche di stabilità di versante e alla preventiva realizzazione, qualora necessario, degli interventi di messa in sicurezza individuati al paragrafo 3.1.1, lettera a). La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente è subordinata a quanto indicato al paragrafo 3.1.1 punto b) del DPGR 5/R/2020;
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

#### **17.2.3 Aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

#### **17.2.4 Aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale bassa (S1), non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

### **.- 17.3 – CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AL RISCHIO DI ALLUVIONI**

- La caratterizzazione delle aree a pericolosità da alluvioni di cui alla "Carta della pericolosità da alluvioni" del Piano Strutturale è effettuata secondo la seguente classificazione:
- Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r. 41/2018 e s.m.i.

- Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r. 41/2018 e s.m.i.
- Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs. 49/2010.
- Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r. 41/2018, secondo le indicazioni di cui al precedente Par. 16.1.1.
- Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r. 41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

**17.4 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE A PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA RISORSA IDRICA**

- Nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i seguenti criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino:
  - la fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste.
  - la fattibilità degli interventi è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.

**17.4.1 Piano di Gestione Acque delle acque e dei corpi idrici sotterranei del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale (PdG)**

Il PdG, approvato con DPCM 27 ottobre 2016, pubblicato in G.U. n.25 del 31 gennaio 2017, è interamente consultabile sul sito [www.appenninosettentrionale.it](http://www.appenninosettentrionale.it), e rappresenta lo strumento di pianificazione e gestione della risorsa idrica nel distretto dell'Appennino Settentrionale previsto dalla dir. 200/60/CE.

Finalità del Piano è il raggiungimento del buono stato ambientale per tutti i corsi idrici, superficiali e sotterranei.

Tutte le schede dei corpi idrici con la descrizione delle fragilità rilevate sono consultabili sul sito [www.appenninosettentrionale.it](http://www.appenninosettentrionale.it) e nel relativo MapStore.

Le nuove previsioni non dovranno produrre deterioramenti dei corpi idrici interessati, né essere causa del non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di gestione.

## **18. - CONCLUSIONI**

Il presente studio geologico, condotto ai sensi del DPGR 30/01/2020 n.5/R ha permesso di aggiornare il quadro conoscitivo di riferimento del territorio comunale di Pomarance, fornendo le indicazioni circa le criticità degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici su cui basare le scelte di pianificazione territoriale.

Tali studi risultano coerenti anche con i contenuti del Progetto di PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, del quale hanno contribuito ad aggiornare il quadro conoscitivo e le valutazioni di pericolosità.

Sono stati inoltre indicati i criteri per la definizione della fattibilità degli interventi da attuarsi nelle fasi pianificatorie successive, tra cui Piani Operativi e Piani Attuativi.

Ponsacco, aprile 2024

Geol. Emilio Pistilli  
*Geoprogetti studio associato*

**TABELLA DI CORRELAZIONE TRA LA NUMERAZIONE  
DEI DATI DI BASE INSERITI NELLA CARTA  
Q.C. 07 e1\_ CARTA DELLE INDAGINI E DEI DATI DI BASE  
ED I RELATIVI ALLEGATI  
INDAGINI PUNTUALI DA P1 A P589  
INDAGINI LINEARI DA L1 A L131**

Sigla	Tipologia	Profondità indagine (m)	VS30 / Vseq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
P1	CPT	11,8		P_3021.pdf	1
P2	CPT	11,6		P_3022.pdf	1
P3	CPT	11,8		P_3023.pdf	1
P4	DN	0,8		P_3945.pdf	1
P5	DN	9,9		P_3946.pdf	1
P6	DN	6,8		P_3947.pdf	1
P7	DN	1,3		P_3948.pdf	1
P8	DN	6,0		P_3950.pdf	1
P9	DN	7,0		P_3951.pdf	1
P10	DN	5,0		P_3952.pdf	1
P11	DN	6,0		P_3953.pdf	1
P12	DN	5,0		P_3954.pdf	1
P13	DN	6,0		P_3955.pdf	1
P14	DN	1,1		P_4028.pdf	1
P15	DN	2,4		P_4029.pdf	1
P16	DN	2,5		P_4030.pdf	1
P17	DN	3,5		P_4258.pdf	1
P18	DN	6,6		P_4259.pdf	1
P19	DN	2,0		P_4260.pdf	1
P20	DN	5,2		P_4301.pdf	1
P21	DN	4,6		P_4302.pdf	1
P22	SDS	4,7		P_6235.pdf	1
P23	SS	18,1		P_6498.pdf	1
P24	SS	25,0		P_6499.pdf	1
P25	SS	8,0		P_6500.pdf	1
P26	SS	6,0		P_6505.pdf	1
P27	SS	5,5		P_6506.pdf	1
P28	SS	5,0		P_6507.pdf	1
P29	T	1,9		P_6747.pdf	1
P30	T	1,3		P_6748.pdf	1
P31	SS	9,0		P_6749.pdf	1
P32	SS	9,0		P_6750.pdf	1
P33	DL	4,0		PS_N6.pdf	1
P34	CPT	3,6		PS_N8.pdf	1
P35	DS	3,3		PS_N9.pdf	1
P36	DS	5,4		PS_N20.pdf	1
P37	DS	3,6		PS_N40.pdf	1
P38	DS	5,1		PS_N41.pdf	1
P39	DS	6,6		PS_N42.pdf	1
P40	CPT	5,0		PS_N43.pdf	1
P41	DS	3,9		PS_N44.pdf	1
P42	DS	1,5		PS_N45.pdf	1
P43	T	1,8		PS_N46.pdf	1
P44	DL	4,6		PS_N47.pdf	1
P45	DL	4,6		PS_N48.pdf	1
P46	T	0,5		PS_N49.pdf	1
P47	DL	6,0		PS_N50.pdf	1
P48	T	2,0		PS_N51.pdf	1
P49	DL	7,8		PS_N52.pdf	1
P50	DL	6,3		PS_N56.pdf	1
P51	T	1,5		PS_N57.pdf	1
P52	DS	10,2		PS_N58.pdf	1
P53	SS	9,0		PS_N59.pdf	1
P54	SS	9,0		PS_N60.pdf	1
P55	T	5,0		PS_N61.pdf	1
P56	CPT	10,4		PS_N62.pdf	1
P57	DL	8,8		PS_N64.pdf	1
P58	SS	9,0		PS_N65.pdf	1
P59	T	2,2		PS_N66.pdf	1
P60	SS	15,0		PS_N68.pdf	1
P61	T	4,0		PS_N69.pdf	1
P62	SS	18,2		PS_N70.pdf	1
P63	SS	12,2		PS_N71.pdf	1
P64	DS	1,8		PS_N72.pdf	1
P65	DS	4,0		PS_N73.pdf	1
P66	DL	0,8		PS_N74.pdf	1
P67	DS	7,2		PS_N76.pdf	1
P68	DS	3,3		PS_N78.pdf	1
P69	DS	2,4		PS_N79.pdf	1
P70	DS	9,6		PS_N86.pdf	1
P71	DL	1,5		PS_N87.pdf	1
P72	DL	1,4		PS_N88.pdf	1
P73	DS	1,0		PS_N89.pdf	1
P74	DS	3,3		PS_N91.pdf	1
P75	T	3,0		PS_N92.pdf	1
P76	DL	3,0		PS_N93.pdf	1
P77	DL	6,8		PS_N94.pdf	1
P78	CPT	5,6		PS_N95.pdf	1
P79	DS	7,5		PS_N96.pdf	1

<b>Sigla</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Profondità indagine (m)</b>	<b>VS30 / Vseq (m/s)</b>	<b>Documento di riferimento</b>	<b>A pagina</b>
P80	T	2,8		PS_N97.pdf	1
P81	DL	3,4		PS_N99.pdf	1
P82	SS	11,0		PS_N100.pdf	1
P83	CPT	5,4		PS_N101.pdf	1
P84	DL	4,1		PS_N102.pdf	1
P85	CPT	1,4		PS_N103.pdf	1
P86	CPT	3,6		PS_N104.pdf	1
P87	DL	2,8		PS_N105.pdf	1
P88	DL	1,9		PS_N106.pdf	1
P89	DL	4,0		PS_N113.pdf	1
P90	DS	5,0		PS_N114.pdf	1
P91	DL	4,4		PS_N115.pdf	1
P92	DS	5,7		PS_N116.pdf	1
P93	DL	3,0		PS_N117.pdf	1
P94	T	2,8		PS_N118.pdf	1
P95	DL	1,1		PS_N120.pdf	1
P96	DL	0,9		PS_N121.pdf	1
P97	DS	1,8		PS_N122.pdf	1
P98	DS	4,2		PS_N123.pdf	1
P99	DS	3,0		PS_N124.pdf	1
P100	T	3,0		PS_N130.pdf	1
P101	DS	4,9		PS_N132.pdf	1
P102	DL	7,0		PS_N133.pdf	1
P103	DS	4,2		PS_N134.pdf	1
P104	SS	9,0		PS_N135.pdf	1
P105	SS	13,0		PS_N136.pdf	1
P106	SS	10,5		PS_N137.pdf	1
P107	SS	12,0		PS_N138.pdf	1
P108	DL	4,2		PS_N139.pdf	1
P109	CPT	4,8		PS_N140.pdf	1
P110	DL	6,8		PS_N141.pdf	1
P111	DL	1,3		PS_N142.pdf	1
P112	DS	4,0		PS_N143.pdf	1
P113	DS	6,0		PS_N144.pdf	1
P114	SS	10,0		PS_N145.pdf	1
P115	SS	11,0		PS_N146.pdf	1
P116	SS	20,0		PS_N147.pdf	1
P117	SS	16,0		PS_N148.pdf	1
P118	SS	12,0		PS_N149.pdf	1
P119	SS	10,2		PS_N150.pdf	1
P120	SS	12,0		PS_N151.pdf	1
P121	SS	7,0		PS_N152.pdf	1
P122	SS	5,0		PS_N153.pdf	1
P123	DL	2,0		PS_N158.pdf	1
P124	DS	2,4		2004-08-1.pdf	1
P125	DS	4,2		2004-09-1.pdf	1
P126	SS	11,0		2004-27-S1.pdf	1
P127	CPT	1,8		2004-27-1.pdf	1
P128	CPT	3,6		2004-27-2.pdf	1
P129	CPT	5,4		2004-27-3.pdf	1
P130	DS	7,5		2004-27-4.pdf	1
P131	CPT	5,6		2004-27-5.pdf	1
P132	SS	9,0		2004-101-S1.pdf	1
P133	SS	8,5		2004-101-S2.pdf	1
P134	DS	4,2		2004-101-3.pdf	1
P135	DS	2,4		2004-101-4.pdf	1
P136	DS	3,6		2004-101-5.pdf	1
P137	DS	3,6		2004-101-6.pdf	1
P138	DS	6,3		2004-101-7.pdf	1
P139	DS	3,6		2005-25-1.pdf	1
P140	DS	5,1		2005-25-2.pdf	1
P141	CPT	5,0		2005-25-3.pdf	1
P142	DS	6,6		2005-25-4.pdf	1
P143	DS	3,9		2005-25-5.pdf	1
P144	DS	1,5		2005-25-6.pdf	1
P145	SS	15,0		2005-123-S1.pdf	1
P146	SS	8,3		2005-123-S2.pdf	1
P147	SS	6,7		2005-123-S3.pdf	1
P148	DS	5,7		2005-123-4.pdf	1
P149	DS	9,6		2005-123-5.pdf	1
P150	CPT	7,0		2005-123-6.pdf	1
P151	DS	11,1		2005-123-7.pdf	1
P152	CPT	7,0		2005-123-8.pdf	1
P153	CPT	7,8		2005-123-9.pdf	1
P154	CPT	5,6		2005-123-10.pdf	1
P155	CPT	7,2		2005-123-11.pdf	1
P156	CPT	5,8		2007-24-1.pdf	1
P157	CPT	4,6		2007-24-2.pdf	1
P158	CPT	10,0		2007-66-1.pdf	1

Sigla	Tipologia	Profondità indagine (m)	VS30 / Vseq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
P159	CPT	6,2		2007-66-2.pdf	1
P160	DS	1,2		2009-34-1.pdf	1
P161	DS	3,6		2009-34-2.pdf	1
P162	DS	6,6		2009-34-3.pdf	1
P163	DS	4,2		2009-34-4.pdf	1
P164	DS	1,0		2009-34-5.pdf	1
P165	DS	3,6		2009-34-6.pdf	1
P166	CPT	6,8		2009-041-1.pdf	1
P167	CPT	7,8		2009-041-2.pdf	1
P168	CPT	5,8		2009-041-3.pdf	1
P169	DS	7,0		2009-041-4.pdf	1
P170	DS	5,2		2009-041-5.pdf	1
P171	DS	9,6		2009-84-1.pdf	1
P172	DS	3,6		2009-84-2.pdf	1
P173	DS	9,6		2009-84-3.pdf	1
P174	DS	6,3		2009-84-4.pdf	1
P175	DS	7,8		2009-84-5.pdf	1
P176	DS	2,2		2010-049-1.pdf	1
P177	DS	1,8		2010-049-2.pdf	1
P178	DS	1,2		2010-049-3.pdf	1
P179	SS	10,0		2010-049-S1.pdf	1
P180	CPT	7,0		2011-022-1.pdf	1
P181	CPT	7,6		2011-023-1.pdf	1
P182	CPT	7,8		2011-77-1.pdf	1
P183	DS	1,5		2011-130-1.pdf	1
P184	DS	2,4		2011-130-2.pdf	1
P185	DS	5,4		2012-055-1.pdf	1
P186	DS	3,6		2012-055-2.pdf	1
P187	DS	1,5		2012-58-1.pdf	1
P188	T	0,9		2012-58-2.pdf	1
P189	T	0,9		2012-58-3.pdf	1
P190	T	0,3		2012-58-4.pdf	1
P191	T	0,3		2012-58-5.pdf	1
P192	T	0,9		2012-58-6.pdf	1
P193	T	0,4		2012-58-7.pdf	1
P194	DS	2,0		2015-05-1.pdf	1
P195	DS	2,6		2015-05-2.pdf	1
P196	SS	21,0		2015-90-S1.pdf	1
P197	SP	9,0		2015-90-2.pdf	1
P198	SP	4,0		2015-90-3.pdf	1
P199	DS	3,6		2016-051-1.pdf	1
P200	DS	5,1		2016-051-2.pdf	1
P201	DS	4,8		2016-051-3.pdf	1
P202	DS	6,2		2016-91-1.pdf	1
P203	DS	5,0		2016-91-2.pdf	1
P204	SM	1,4		2016-91-3.pdf	1
P205	SM	1,7		2016-91-4.pdf	1
P206	SM	1,0		2016-91-5.pdf	1
P207	SM	1,0		2016-91-6.pdf	1
P208	SM	1,0		2016-91-7.pdf	1
P209	DS	9,6		2017-25-1.pdf	1
P210	DS	2,0		PC_17_2005-1.pdf	1
P211	DS	1,2		PC_17_2005-2.pdf	1
P212	DS	1,2		PC_17_2005-3.pdf	1
P213	DN	2,4		PC_21_2005-1.pdf	1
P214	DN	3,3		PC_13_2006-1.pdf	1
P215	DN	2,8		PC_13_2006-2.pdf	1
P216	CPT	6,0		PC_21_2006-1.pdf	1
P217	CPT	10,8		PC_21_2006-2.pdf	1
P218	CPT	11,6		PC_21_2006-3.pdf	1
P219	CPT	4,4		PC_21_2006-4.pdf	1
P220	CPT	4,4		PC_21_2006-5.pdf	1
P221	CPT	8,4		PC_21_2006-6.pdf	1
P222	CPT	8,6		PC_21_2006-7.pdf	1
P223	CPT	10,0		PC_21_2006-8.pdf	1
P224	DN	3,0		PC_25_2006-1.pdf	1
P225	DN	3,8		PC_38_2006-1.pdf	1
P226	DN	1,5		PC_38_2006-2.pdf	1
P227	DN	1,1		PC_38_2006-3.pdf	1
P228	DN	2,7		PC_11_2007-1.pdf	1
P229	DN	8,0		PC_15_2007-1.pdf	1
P230	DN	7,0		PC_15_2007-2.pdf	1
P231	DN	7,0		PC_15_2007-3.pdf	1
P232	DN	6,8		PC_38_2007-1.pdf	1
P233	DN	2,3		Pe_154_2007-1.pdf	1
P234	DN	1,4		Pe_154_2007-2.pdf	1
P235	DN	0,4		PC_18_2008-1.pdf	1
P236	DN	1,0		PC_18_2008-2.pdf	1
P237	DN	0,4		PC_18_2008-3.pdf	1



Sigla	Tipologia	Profondità indagine (m)	VS30 / Vseq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
P238	DN	1,3		PC_18_2008-4.pdf	1
P239	DN	2,7		PC_04_2009-1.pdf	1
P240	DN	3,7		PC_04_2009-2.pdf	1
P241	DN	2,8		PC_04_2009-3.pdf	1
P242	DN	2,7		PC_04_2009-4.pdf	1
P243	DN	1,2		PC_05_2009-1.pdf	1
P244	DN	1,1		PC_05_2009-2.pdf	1
P245	DN	1,1		PC_05_2009-3.pdf	1
P246	DN	0,6		PC_07_2009-1.pdf	1
P247	DN	0,4		PC_07_2009-2.pdf	1
P248	DN	2,2		PC_08_2009-1.pdf	1
P249	DN	2,6		PC_08_2009-2.pdf	1
P250	DN	1,0		PC_03_2010-1.pdf	1
P251	DN	0,5		PC_03_2010-2.pdf	1
P252	DN	0,9		PC_03_2010-3.pdf	1
P253	SS	22,0		PC_09_2010-S1.pdf	1
P254	SS	25,0		PC_09_2010-S2.pdf	1
P255	SS	22,4		PC_09_2010-S3.pdf	1
P256	SS	25,0		PC_09_2010-S4.pdf	1
P257	SS	12,2		PC_09_2010-S5.pdf	1
P258	SS	2,0		PC_09_2010-S6.pdf	1
P259	SS	2,0		PC_09_2010-S7.pdf	1
P260	SS	1,6		PC_09_2010-S8.pdf	1
P261	SS	2,5		PC_09_2010-S9.pdf	1
P262	DN	0,6		PC_10_2010-1.pdf	1
P263	DN	0,2		PC_10_2010-2.pdf	1
P264	DN	7,0		PC_10_2010-3.pdf	1
P265	DN	0,8		PC_10_2010-4.pdf	1
P266	DN	5,0		PC_10_2010-5.pdf	1
P267	DN	1,1		PC_10_2010-6.pdf	1
P268	DN	0,8		PC_10_2010-7.pdf	1
P269	DN	0,8		PC_10_2010-8.pdf	1
P270	DS	1,8		PC_11_2010-1.pdf	1
P271	DS	3,0		PC_11_2010-2.pdf	1
P272	DS	3,0		PC_11_2010-3.pdf	1
P273	CPT	6,6		Pe_211_2010-1.pdf	1
P274	CPT	7,4		Pe_211_2010-2.pdf	1
P275	CPT	6,2		Pe_211_2010-3.pdf	1
P276	CPT	8,0		Pe_211_2010-4.pdf	1
P277	DN	4,8		PC_02_2011-1.pdf	1
P278	DN	3,3		PC_02_2011-2.pdf	1
P279	DN	5,6		PC_08_2012-1.pdf	1
P280	DN	5,6		PC_08_2012-2.pdf	1
P281	DN	1,3		PC_09_2012-1.pdf	1
P282	DN	2,0		PC_09_2012-2.pdf	1
P283	DN	1,0		PC_15_2012-1.pdf	1
P284	DN	1,7		PC_15_2012-2.pdf	1
P285	DN	0,8		PC_01_2013-1.pdf	1
P286	DS	1,4		PC_04_2013-1.pdf	1
P287	DS	2,2		PC_04_2013-2.pdf	1
P288	DS	2,4		PC_04_2013-3.pdf	1
P289	DS	5,0		PC_04_2013-4.pdf	1
P290	DS	2,6		PC_04_2013-5.pdf	1
P291	DS	4,8		PC_04_2013-6.pdf	1
P292	DS	8,4		PC_04_2013-7.pdf	1
P293	DS	9,6		PC_04_2013-8.pdf	1
P294	DS	8,2		PC_04_2013-9.pdf	1
P295	DS	6,4		PC_04_2013-10.pdf	1
P296	DN	5,0		DIA_158_08_1.pdf	1
P297	DN	4,4		DIA_158_08_2.pdf	1
P298	DS	4,2		PC_08_2014_1.pdf	1
P299	DS	1,2		PC_08_2014_2.pdf	1
P300	DS	1,0		PC_08_2014_3.pdf	1
P301	DS	1,2		PC_08_2014_4.pdf	1
P302	DS	3,0		PC_09_2014-1.pdf	1
P303	DS	5,2		PC_09_2014-2.pdf	1
P304	SS	15,0		PC_10_2014-S1.pdf	1
P305	DN	4,1		PC_11_2014-1.pdf	1
P306	DN	4,0		PC_11_2014-2.pdf	1
P307	DN	2,7		PC_13_2014-1.pdf	1
P308	DN	2,3		PC_13_2014-2.pdf	1
P309	DN	1,2		PC_13_2014-3.pdf	1
P310	DN	2,2		PC_13_2014-4.pdf	1
P311	DN	6,9		PC_06_2015-1.pdf	1
P312	DN	6,4		PC_06_2015-2.pdf	1
P313	DN	7,9		PC_06_2015-3.pdf	1
P314	DS	5,8		PC_07_2015-1.pdf	1
P315	DS	4,0		PC_07_2015-2.pdf	1
P316	DN	0,9		PC_02_2016-1.pdf	1

Sigla	Tipologia	Profondità indagine (m)	VS30 / Vseq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
P317	DN	4,8		PC_05_2016-2.pdf	1
P318	DN	5,5		PC_05_2016-1.pdf	1
P319	DN	6,7		PC_01_2017-1.pdf	1
P320	DN	7,6		PC_01_2017-2.pdf	1
P321	DN	4,3		PC_01_2017-3.pdf	1
P322	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S1.pdf	1
P323	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S2.pdf	1
P324	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S3.pdf	1
P325	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S4.pdf	1
P326	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S5.pdf	1
P327	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S6.pdf	1
P328	SS	15,0		FRANAPOMARANCE-S7.pdf	1
P329	SS	10,0		Sond09_1.pdf	1
P330	SS	10,0		Sond09_2.pdf	1
P331	SS	10,0		Sond09_3.pdf	1
P332	SS	10,0		Sond09_4.pdf	1
P333	SS	10,0		Sond09_5.pdf	1
P334	SS	10,0		Sond09_6.pdf	1
P335	SS	10,0		Sond09_7.pdf	1
P336	SS	50,0		Sond09_8.pdf	1
P337	CPT	7,4		09-CPT1.pdf	1
P338	CPT	5,8		09-CPT2.pdf	1
P339	DS	9,9		09-DIN-3.pdf	1
P340	DS	9,9		09-DIN-4.pdf	1
P341	DS	9,6		09-DIN-5.pdf	1
P342	CPT	10,0		09-CPT6.pdf	1
P343	CPT	1,8		09-CPT7.pdf	1
P344	CPT	5,0		09-CPT8.pdf	1
P345	CPT	10,8		09-CPT9.pdf	1
P346	DS	2,7		09-DIN-10.pdf	1
P347	SDS	357,8		pozzo1943.pdf	1
P348	DH	21,0	551	2015-90-DH.pdf	1
P349	HVSR	45,3		2011-23-TR.pdf	1
P350	HVSR	23,0		2011-26-TR.pdf	1
P351	HVSR	45,5		2011-77-TR.pdf	1
P352	HVSR	18,7		2012-55-TR.pdf	1
P353	HVSR	33,5		2015-05-TR.pdf	1
P354	HVSR			2010-92-TR.pdf	1
P355	HVSR	37,5		2010-49-TR.pdf	1
P356	HVSR	43,0		2016-051-TR.pdf	1
P357	HVSR	35,0		2016-91-TR.pdf	1
P358	HVSR	30,8		2012-58-TR1.pdf	1
P359	HVSR	32,8		2012-58-TR2.pdf	1
P360	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	7
P361	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	11
P362	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	15
P363	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	19
P364	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	23
P365	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	27
P366	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	31
P367	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	35
P368	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	39
P369	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	43
P370	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	47
P371	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	51
P372	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	55
P373	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	59
P374	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	63
P375	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	67
P376	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	71
P377	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	75
P378	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	79
P379	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	83
P380	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	87
P381	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	91
P382	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	95
P383	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	99
P384	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	103
P385	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	107
P386	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	111
P387	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	115
P388	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	119
P389	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	123
P390	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	127
P391	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	131
P392	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	135
P393	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	139
P394	HVSR			HVSR_Pomarance_MS2018.pdf	143
P395	ESAC_SPAC		329	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	4

Sigla	Tipologia	Profondità indagine (m)	VS30 / Vseq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
P396	ESAC_SPAC		319	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	13
P397	ESAC_SPAC		715	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	22
P398	ESAC_SPAC		300	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	31
P399	ESAC_SPAC		355	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	40
P400	ESAC_SPAC		418	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	50
P401	ESAC_SPAC		389	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	59
P402	ESAC_SPAC		456	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	68
P403	ESAC_SPAC		339	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	77
P404	HVSR			HVSR01_Larderello_Gistri	1
P405	HVSR			HVSR02_Pomarance_Gistri	1
P406	DS	0,9		DIN01_Serrazzano_Gistri	1
P407	DS	0,9		DIN01bis_Serrazzano_Gistri	1
P408	DS	9,6		DIN02_Serrazzano_Gistri	1
P409	DS	4,5		DIN03_Serrazzano_Gistri	1
P410	HVSR			HVSR03_Serrazzano_Gistri	1
P411	DS	0,8		DIN04_Lustignano_PSI_Edilizia	1
P412	DS	2,4		DIN06_Lustignano_PSI_Edilizia	1
P413	DS	1,4		DIN05_Lustignano_PSI_Edilizia	1
P414	HVSR			HVSR05_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P415	CPT	9,6		CPT01_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P416	DS	3,6		DIN07_Podernuovo_PSI_Edilizia	1
P417	DL	5,3		DIN10_Pod.Bruciano_PSI_Edilizia	1
P418	DL	3,0		DIN11_Pod.Bruciano_PSI_Edilizia	1
P419	DS	4,4		DIN12_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P420	DS	0,4		DIN13_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P421	DS	3,2		DIN14_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P422	DS	2,4		DIN15_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P423	DS	0,4		DIN16_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P424	DS	5,0		DIN17_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P425	DL	0,9		DIN18_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P426	DL	0,5		DIN19_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P427	DL	1,2		DIN20_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P428	DL	1,6		DIN21_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P429	DS	1,5		DIN22_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P430	DS	0,6		DIN23_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P431	DS	0,9		DIN24_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P432	DS	0,9		DIN25_Pomarance_PSI_Edilizia	1
P433	DS	2,8		DIN26_Pod.SanQuirico_PSI_Edilizia	1
P434	DL	0,4		DIN28_Pomarance_PSI_Urbanistica	1
P435	DL	0,6		DIN27_Pomarance_PSI_Urbanistica	1
P436	DL	1,0		DIN29_Pod.Miciolaia_Serenella	1
P437	DL	0,7		DIN30_Pod.Miciolaia_Serenella	1
P438	DS	7,4		DIN31_Pod.SantaBianca_Serenella	1
P439	DS	6,4		DIN32_Pomarance_Serenella	1
P440	DS	5,4		DIN33_Pomarance_Serenella	1
P441	DS	5,4		DIN34_Pomarance_Serenella	1
P442	DS	5,4		DIN35_Pomarance_Serenella	1
P443	SS	16,2		S1_Pomarance_Serenella	1
P444	DS	7,0		DIN36_FornaceLustignano_Serenella	1
P445	DS	8,0		DIN37_FornaceLustignano_Serenella	1
P446	DS	1,4		DIN38_Libbiano_Serenella	1
P447	DS	1,0		DIN39_Libbiano_Serenella	1
P448	SC	4,0		SC_Pomarance_Serenella	1
P449	SP	29,6		S2_Farinello_Serenella	1
P450	SI	29,9		S3_Farinello_Serenella	1
P451	SP	29,0		S4_Farinello_Serenella	1
P452	SP	29,9		S5_Farinello_Serenella	1
P453	SC	6,6		SC1_Farinello_Serenella	1
P454	SC	3,9		SC2_Farinello_Serenella	1
P455	DS	4,6		DIN40_SanDalmazio_Serenella	1
P456	DS	2,4		DIN41_SanDalmazio_Serenella	1
P457	DS	6,2		DIN42_SanDalmazio_Serenella	1
P458	DS	3,8		DIN43_SanDalmazio_Serenella	1
P459	DS	7,4		DIN44_SanDalmazio_Serenella	1
P460	DS	3,0		DIN45_SanDalmazio_Serenella	1
P461	S	12,0		S6_Gallerone_Serenella	1
P462	SC	1,8		SC_Gallerone_Serenella	1
P463	DL	8,9		DIN45bis_Serrazzano_Serenella	1
P464	DL	4,5		DIN46_Serrazzano_Serenella	1
P465	DL	7,3		DIN47_Serrazzano_Serenella	1
P466	DL	7,7		DIN48_Serrazzano_Serenella	1
P467	SI	27,0		S7_Farinello_Serenella	1
P468	SS	27,6		S8_Farinello_Serenella	1
P469	SI	27,0		S9_Farinello_Serenella	1
P470	SP	15,0		S10_Farinello_Serenella	1
P471	SPT	2,5		S8_Farinello_Serenella	1
P472	SS	30,0		S11_Farinello_Serenella	1
P473	SS	25,0		S12_Farinello_Serenella	1
P474	SI	30,0		S13_Farinello_Serenella	1

Sigla	Tipologia	Profondità indagine (m)	VS30 / Vseq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
P475	SS	30,0		S14_Farinello_Serenella	1
P476	SS	30,0		S15_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P477	SS	30,0		S16_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P478	DS	15,0		DIN49_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P479	DS	15,0		DIN50_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P480	DS	15,0		DIN51_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P481	DS	15,0		DIN52_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P482	DS	15,0		DIN53_PaduleSerrazzano_Serenella	1
P483	SS	15,0		S17_Vallesecolo_Serenella	1
P484	SS	10,0		S18_Vallesecolo_Serenella	1
P485	SPT	3,5		SPT_Vallesecolo_Serenella	1
P486	SPT	6,5		SPT_Vallesecolo_Serenella	1
P487	SPT	8,0		SPT_Vallesecolo_Serenella	2
P488	SPT	9,5		SPT_Vallesecolo_Serenella	2
P489	SPT	11,0		SPT_Vallesecolo_Serenella	2
P490	SPT	12,5		SPT_Vallesecolo_Serenella	3
P491	SPT	3,5		SPT_Vallesecolo_Serenella	3
P492	SPT	5,0		SPT_Vallesecolo_Serenella	4
P493	SPT	8,0		SPT_Vallesecolo_Serenella	4
P494	SPT	9,5		SPT_Vallesecolo_Serenella	4
P495	SC	6,4		SC_S18_Vallesecolo_Serenella	1
P496	SC	5,0		SC_S17_Vallesecolo_Serenella	1
P497	DL	6,6		DIN54_NuovaSerrazzano_Serenella	1
P498	DL	5,2		DIN55_NuovaSerrazzano_Serenella	1
P499	DS	3,9		DIN56_Vallesecolo_Serenella	1
P500	DS	1,2		DIN57_Vallesecolo_Serenella	1
P501	DS	0,9		DIN58_Vallesecolo_Serenella	1
P502	DS	6,0		DIN59_PomarancaNord_Serenella	1
P503	DS	5,8		DIN60_PomarancaNord_Serenella	1
P504	CPT	4,4		CPT06_PomarancaNord_Serenella	1
P505	CPT	5,0		CPT07_PomarancaNord_Serenella	1
P506	CPT	11,2		CPT08_PomarancaNord_Serenella	1
P507	SS	9,0		S19_PomarancaNord_Serenella	1
P508	DS	7,0		DIN61_loc.Boschino_Serenella	1
P509	CPT	6,0		CPT09_loc.Boschino_Serenella	1
P510	CPT	6,0		CPT10_TrossaOvest_Serenella	1
P511	CPT	6,0		CPT11_TrossaOvest_Serenella	1
P512	DS	7,2		DIN62_LagoniRossi_Serenella	1
P513	DL	0,8		DIN63_Gallerone_Serenella	1
P514	DL	0,6		DIN64_Gallerone_Serenella	1
P515	DL	0,8		DIN65_Gallerone_Serenella	1
P516	DL	1,2		DIN66_Montegemoli_Serenella	1
P517	DL	0,8		DIN67_Montegemoli_Serenella	1
P518	DL	1,3		DIN68_Montegemoli_Serenella	1
P519	DS	1,4		DIN69_Micciano_Serenella	1
P520	DS	1,0		DIN70_Micciano_Serenella	1
P521	DS	1,4		DIN71_Pomaranca_Serenella	1
P522	SS	15,0		S20_Pomaranca_Serenella	1
P523	HVSR	0,0		HVSR06_Pomaranca_Serenella	1
P524	DS	2,8		DIN72_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P525	DS	11,8		DIN73_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P526	DS	3,2		DIN74_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P527	DS	8,2		DIN75_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P528	DS	8,0		DIN76_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P529	DS	12,0		DIN77_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P530	DL	7,4		DIN78_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P531	DL	3,7		DIN79_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P532	DL	7,5		DIN80_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P533	DL	4,0		DIN81_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P534	S	10,0		S21_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P535	SC	1,7		SC1_S21_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P536	SC	9,5		SC2_S21_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
P537	DS	7,2		DIN82_PomarancaStadio_Bassanello	1
P538	DS	1,6		DIN83_PomarancaStadio_Bassanello	1
P539	DS	3,6		DIN84_PomarancaStadio_Bassanello	1
P540	HVSR	0,0		HVSR07_Pomaranca_ScuolaMedia	1
P541	HVSR	0,0		HVSR08_Pomaranca_ScuolaMedia	1
P542	ESAC_SPAC	0,0	565	ESAC1_Pomaranca_ScuolaMedia	1
P543	SC	15,0		S1_frana_Santa Lina	1
P544	SC	15,0		S2_frana_Santa Lina	1
P545	SC	19,0		S3_frana_Santa Lina	1
P546	S	10,0		S1_frana micciano_costagli	1
P547	SS	3,7		S2_frana micciano_costagli	1
P548	SS	8,0		S3_frana micciano_costagli	1
P549	HVSR			17.028 HVSR1	1
P550	HVSR			18.054 HVSR1	1
P551	HVSR			20.036 HVSR1	1
P552	HVSR			21.103 HVSR2	1
P553	HVSR			21.103 HVSR1	1

<b>Sigla</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Profondità indagine (m)</b>	<b>VS30 / Vseq (m/s)</b>	<b>Documento di riferimento</b>	<b>A pagina</b>
P554	HVSR			16.012 HVSR1	1
P555	CPT	6,6		16.001 CPT1	1
P556	CPT	6,8		16.012 CPT1	1
P557	CPT	5,6		16.012 CPT2	1
P558	CPT	6,6		17.007 CPT1	1
P559	DS	7,0		17.007 DPSH1	1
P560	DS	9,9		17.028 DPSH1	1
P561	DS	1,2		21.103 DPSH1	1
P562	DS	6,0		21.103 DPSH2	1
P563	DS	3,0		21.103 DPSH4	1
P564	DS	2,6		21.103 DPSH3	1
P565	HVSR			HVSR09_LibbianoSUD	1
P566	HVSR			HVSR10_LibbianoSUD	1
P567	DS	1,0		SANTA BARBARA_DPSH	1
P568	DS	4,0		SANTA BARBARA_DPSH	5
P569	DS	4,2		Santa barbara Cavalli_DPSH	2
P570	DS	3,6		Santa barbara Cavalli_DPSH	5
P571	DS	2,7		Santa barbara Cavalli_DPSH	8
P572	DS	10,0		podere_il_pozzo_S1	1
P573	DS	3,4		podere_il_pozzo_penetrometrie	1
P574	DS	3,0		podere_il_pozzo_penetrometrie	5
P575	DS	6,6		podere_il_pozzo_penetrometrie	2
P576	DS	5,6		podere_il_pozzo_penetrometrie	3
P577	DS	2,0		podere_il_pozzo_penetrometrie	4
P578	DS	5,6		podere_il_pozzo_penetrometrie	12
P579	DS	1,8		podere_il_pozzo_penetrometrie	11
P580	DS	1,2		podere_il_pozzo_penetrometrie	13
P581	DS	2,5		podere_il_pozzo_penetrometrie	8
P582	HVSR			j24001.01.08_pmr	21
P583	HVSR			j24001.01.08_pmr	30
P584	HVSR			j24001.01.08_pmr	39
P585	HVSR			j24001.01.08_pmr	48
P586	HVSR			j24001.01.08_pmr	57
P587	HVSR			j24001.01.08_pmr	66
P588	HVSR			j24001.01.08_pmr	77
P589	HVSR			j13.004.01.08_mgm	12

Sigla	Tipologia	Vs30 /VsEq (m/s)	Documento di riferimento	A pagina
L1	SR		Comune1.pdf	1
L2	SR		Comune2.pdf	1
L3	MASW	522	Comune3.pdf	1
L4	MASW	522	Comune4.pdf	1
L5	MASW	333	Comune5.pdf	1
L6	MASW	419	Comune6.pdf	1
L7	MASW	375	Comune7.pdf	1
L8	MASW	560	Comune8.pdf	1
L9	MASW	478	Comune9.pdf	1
L10	MASW	359	Comune10.pdf	1
L11	SR		Comune11.pdf	1
L12	MASW	477	Comune12.pdf	1
L13	ERT		Comune13.pdf	1
L14	MASW	506	Comune14.pdf	1
L15	MASW	417	Comune15.pdf	1
L16	MASW	397	Comune16.pdf	1
L17	SR		Comune17.pdf	1
L18	SR		Comune18.pdf	1
L19	SR		Comune19.pdf	1
L20	MASW	490	Comune20.pdf	1
L21	MASW	683	Comune21.pdf	1
L22	ERT		Comune22.pdf	1
L23	ERT		Comune23.pdf	1
L24	ERT		Comune24.pdf	1
L25	MASW	280	Comune25.pdf	1
L26	MASW	363	Comune26.pdf	1
L27	MASW	542	Comune27.pdf	1
L28	MASW	477	Comune28.pdf	1
L29	MASW	260	Comune29.pdf	1
L30	MASW	449	Comune30.pdf	1
L31	MASW	374	Comune31.pdf	1
L32	SEV		Comune32.pdf	1
L33	MASW	803	Comune33.pdf	1
L34	SR		Comune34.pdf	1
L35	SR		Comune35.pdf	1
L36	SR		Comune36.pdf	1
L37	MASW	329	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	3
L38	MASW	319	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	12
L39	MASW	715	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	21
L40	MASW	300	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	30
L41	MASW	355	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	39
L42	MASW	418	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	49
L43	MASW	389	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	58
L44	MASW	456	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	67
L45	MASW	339	MASW-ESAC_Pomarance_MS2018.pdf	76
L46	SR		RIFRAZIONE_Pomarance_MS2018.pdf	2
L47	SR		RIFRAZIONE_Pomarance_MS2018.pdf	10
L48	SR		RIFRAZIONE_Pomarance_MS2018.pdf	18
L49	SR		RIFRAZIONE_Pomarance_MS2018.pdf	26
L50	MASW	361	MASW01_Larderello_Gistri	1
L51	MASW	558	MASW02_Pomarance_Gistri	1
L52	MASW	623	MASW03_Serrazzano_Gistri	1
L53	MASW	413	MASW05_Pomarance_PSI_Edilizia	1
L54	MASW	251	MASW06_Podernuovo_PSI_Edilizia	1
L55	MASW	352	MASW07_Scorzanera_PSI_Edilizia	1
L56	MASW	537	MASW08_Pod.Bruciano_PSI_Edilizia	1
L57	MASW	563	MASW09_Pomarance_PSI_Edilizia	1
L58	MASW	723	MASW10_Pomarance_PSI_Edilizia	1
L59	MASW	448	MASW11_Pomarance_PSI_Edilizia	1
L60	MASW	377	MASW12_Pod.SanQuirico_PSI_Edilizia	1
L61	MASW	682	MASW13_Pomarance_PSI_Urbanistica	1
L62	MASW	863	MASW14_Pod.Miciolaia_Serenella	1
L63	MASW	407	MASW15_Pod.SantaBianca_Serenella	1
L64	SR		SR1_Pomarance_Serenella	1
L65	MASW	457	MASW16_FornaceLustignano_Serenella	1
L66	MASW	252	MASW17_Libbiano_Serenella	1
L67	SR		SR2_SanDalmazio_Serenella	1
L68	MASW	416	MASW19_SanDalmazio_Serenella	1
L69	MASW	350	MASW20_Gallerone_Serenella	1
L70	MASW	462	MASW21_Micciano_Serenella	1
L71	SR		SR3_Micciano_Serenella	1
L72	MASW	325	MASW22_Serrazzano_Serenella	1
L73	SR		SR4_Farinello_Serenella	1

<b>Sigla</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Vs30 /Vs<sub>eq</sub> (m/s)</b>	<b>Documento di riferimento</b>	<b>A pagina</b>
L74	ERT		ERT1-4_Farinello_Serenella	1
L75	ERT		ERT1-4_Farinello_Serenella	1
L76	ERT		ERT1-4_Farinello_Serenella	1
L77	ERT		ERT1-4_Farinello_Serenella	1
L78	MASW	620	MASW23_Farinello_Serenella	1
L79	SR		SR5-6_PaduleSerrazzano_Serenella	1
L80	SR		SR5-6_PaduleSerrazzano_Serenella	1
L81	ERT		ERT5-6_PaduleSerrazzano_Serenella	1
L82	ERT		ERT5-6_PaduleSerrazzano_Serenella	1
L83	MASW	320	MASW24_PaduleSerrazzano_Serenella	1
L84	MASW	320	MASW25_Vallesecolo_Serenella	1
L85	MASW	335	MASW26_Vallesecolo_Serenella	1
L86	MASW	486	MASW28_PomarancoNord_Serenella	1
L87	SR		SR7_PomarancoNord_Serenella	1
L88	MASW	357	MASW29_loc.Boschino_Serenella	1
L89	MASW	502	MASW30_TrossaOvest_Serenella	1
L90	MASW	484	MASW31_LagoniRossi_Serenella	1
L91	MASW	472	MASW32_Micciano_Serenella	1
L92	SR		SR8_Micciano_Serenella	1
L93	MASW	687	MASW33_Pomaranco_Serenella	1
L94	MASW	420	MASW34_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
L95	MASW	416	MASW35_MontecerboliLarderello_Bassanello	1
L96	MASW	323	MASW36_PomarancoStadio_Bassanello	1
L97	MASW	565	MASW37_Pomaranco_ScuolaMedia	1
L98	MASW	577	HS_1	1
L99	MASW	541	HS_2	1
L100	SR		SRAA' Santa Lina	1
L101	SR		SRBB' Santa Lina	1
L102	MASW	377	BB M1-12 Santa Lina	1
L103	SR		SRAA' Santa Lina	1
L104	MASW	427	CC M1-12 Santa Lina	1
L105	MASW	344	BB M1-6 Santa Lina	1
L106	MASW	350	BB M6-12 Santa Lina	1
L107	MASW	435	16.012 MASW1	1
L108	MASW	393	17.007 MASW1	1
L109	MASW	354	17.028 MASW1	1
L110	MASW	408	18.054 MASW1	1
L111	MASW	403	20.036 MASW1	1
L112	MASW	515	21.103 MASW1	1
L113	SR		MICC3_sismica	1
L114	SR		MICC1_sismica	1
L115	SR		MICC2_sismica	1
L116	MASW	461	MASW38 - Holisurface_Libbiano sud	1
L117	MASW	442	MASW1_Farinello_Serenella	1
L118	MASW	531	MASW04_Lustignano_PSI_Edilizia	1
L119	MASW	782	SANTA BARBARA_MASW	1
L120	MASW	433	Santa barbara Cavalli_MASW	1
L121	MASW	476	podere_il_pozzo_MASW	1
L122	ERT		podere_il_pozzo_ERT	1
L123	ERT		podere_il_pozzo_ERT	1
L124	MASW	385	j13.004.01.08_mgm	10
L125	MASW	441	j24001.01.08_pmr	19
L126	MASW	380	j24001.01.08_pmr	37
L127	MASW	351	j24001.01.08_pmr	28
L128	MASW	306	j24001.01.08_pmr	46
L129	MASW	323	j24001.01.08_pmr	55
L130	MASW	280	j24001.01.08_pmr	64
L131	MASW	462	j24001.01.08_pmr	74