

**E78 GROSSETO - FANO**  
**Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45) –**  
**Palazzo del Pero – Completamento**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FI 509**

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p>  <p><i>Marco Leonardini</i> Dott. Geol. Marco Leonardini Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) <b>GPI INGEGNERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p>  <p>cooprogetti</p> <p>(Mandante)</p>  <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p>  <p>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p> 
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	

**STUDI ED INDAGINI**

Geologia

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO                      LIV.PROG    ANNO <b>DPAN259</b> <b>D</b> <b>21</b>		<b>T00GE01GEORE01_B</b>		<b>B</b>	-
CODICE ELAB. <b>T00GE01GEORE01</b>					
<b>D</b>					
<b>C</b>					
<b>B</b>	Rev. a seguito istruttoria Prot. U.0115264.24-02-2022	Maggio '22	Salucci	Leonardi	Guiducci
<b>A</b>	Emissione	Gennaio '22	Salucci	Leonardi	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**1. NOTA**

LA STRADA DI COLLEGAMENTO S.R.73 -RACCORDO A1 AREZZO-BATTIFOLLE  
NON È OGGETTO DELLA PRESENTE VERIFICA DI OTTEMPERANZA

LA STRADA DI COLLEGAMENTO E 78 - S.R. 71 NON È OGGETTO DELLA PRESENTE  
VERIFICA DI OTTEMPERANZA

PROGETTAZIONE ATI:

## INDICE

<b>1. <u>PREMESSA</u></b> .....	<b>3</b>
<b>2. <u>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</u></b> .....	<b>4</b>
<b>3. <u>INDAGINI ESEGUITE</u></b> .....	<b>6</b>
3.1. CAMPAGNA DI INDAGINE 1994 – TRATTO “SAN ZENO-PALAZZO DEL PERO”, SUBTRATTO “SAN ZENO-AREZZO” .....	6
3.2. CAMPAGNA DI INDAGINE 1999-2000 – TRATTO “SAN ZENO - PALAZZO DEL PERO”, SUB TRATTO “SAN ZENO - AREZZO” .....	6
3.3. CAMPAGNA DI INDAGINE 2006 – “STRADA DI COLLEGAMENTO S.R. 73-RACCORDO A1 AREZZO-BATTIFOLLE” .....	7
3.4. CAMPAGNA DI INDAGINE 2008 – TRATTO “SAN ZENO - AREZZO” .....	8
3.5. CAMPAGNA DI INDAGINE 2021 – TRATTO “SAN ZENO - AREZZO” .....	9
<b>4. <u>DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO</u></b> .....	<b>10</b>
<b>5. <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE</u></b> .....	<b>11</b>
5.1. PREMESSA.....	11
5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI AREA VASTA .....	13
5.3. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO .....	14
5.3.1. <i>Litologie del substrato</i> .....	14
5.3.2. <i>Depositi continentali quaternari</i> .....	17
5.4. ELEMENTI TETTONICO-STRUTTURALI .....	21
5.5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELL’AREA .....	21
5.5.1. <i>Frana Ramo A – pk. 2+460 e 2+580</i> .....	22
5.6. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI .....	24
5.6.1. <i>Acquiferi permeabili per porosità</i> .....	25
5.6.2. <i>Acquiferi permeabili per fratturazione</i> .....	25
5.6.3. <i>Complessi idrogeologici</i> .....	25
5.6.4. <i>Letture piezometriche</i> .....	26
5.6.5. <i>Censimento pozzi</i> .....	27
<b>6. <u>PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME ARNO (AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL’APPENINO SETTENTRIONALE)</u></b> .....	<b>32</b>
<b>7. <u>INQUADRAMENTO SISMICO</u></b> .....	<b>38</b>
7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	38
7.2. PERICOLOSITÀ SISMICA.....	39

PROGETTAZIONE ATI:

7.3.	SISMICITÀ STORICA .....	42
7.4.	ASPETTI SISMOGENETICI .....	49
7.5.	MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE .....	52
7.6.	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA E STRATIGRAFICA .....	54
7.7.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	55
<b>8.</b>	<b><u>ANALISI DEL TRACCIATO DI PROGETTO</u></b> .....	<b>58</b>
8.1.	ASPETTI LITOLOGICI .....	58
8.1.1.	<i>Tratto San Zeno-Arezzo-Palazzo del Pero (ramo a) .....</i>	<i>58</i>
8.1.1.	<i>Strada di Collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle (ramo c).....</i>	<i>59</i>
8.1.2.	<i>Strada di Collegamento E78-S.R. 71 (ramo d) .....</i>	<i>59</i>
8.2.	CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....	59
8.2.1.	<i>Tratto San Zeno-Arezzo (ramo a).....</i>	<i>59</i>
8.2.2.	<i>Strada di collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle (ramo c).....</i>	<i>62</i>
8.2.3.	<i>Strada di collegamento E78-S.R. 71 (ramo d) .....</i>	<i>65</i>

PROGETTAZIONE ATI:

## **1. PREMESSA**

Il presente documento illustra le analisi e le conclusioni dello studio geologico riguardante le aree interessate dal progetto esecutivo della “S.G.C. E78, tratti San Zeno-Arezzo ” ( *Asse principale – A*), comprese le fasce attraversate rispettivamente dalla “Strada di collegamento E78-S.R. 71” (ramo D) e dalla “Strada di collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle” (Ramo C).

La presente relazione geologica fornisce la caratterizzazione lito-stratigrafica, geomorfologica, idrogeologica e lito-tecnica dell’area di interesse e delle unità dei terreni e delle rocce presenti nelle aree attraversate dall’infrastruttura, ed individua le problematiche legate all’interazione tra la medesima ed il territorio.

Lo studio eseguito è consistito nelle seguenti attività:

- una approfondita ricerca dei dati bibliografici esistenti sulla tratta
- acquisizione delle cartografie tematiche disponibili presso autorità di bacino (PAI) , comuni (Studi urbanistici comunali e Studi di Microzonazione sismica ), Ispra (cartografia geologica tecnica e archivio fenomeni franosi)
- accurato rilevamento geologico e geomeccanico di campagna eseguito su un corridoio a cavallo del nuovo tracciato autostradale
- analisi ed interpretazione dei risultati di campagne di indagini pregresse eseguite in passato sul tracciato autostradale fra il 199 e il 2008
- analisi ed interpretazione dei risultati di una nuova campagna di indagini geognostiche geofisiche e geotecniche eseguita nell’anno 2021.

Tutta la documentazione relativa alle campagne di indagine eseguite è contenuta in appositi elaborati allegati al presente progetto (T00GE00GEORE01\_A / T00GE00GEORE10\_A) mentre l’ubicazione di dettaglio è riportata negli specifici elaborati T00GE00GEOPU01/07\_A.

Gli studi e gli approfondimenti eseguiti hanno consentito di emettere i seguenti elaborati :

- T00GE01GEORE01 Relazione geologica geomorfologica ed idrogeologica
- T00GE01GEORE02 Rilievi geomeccanici
- T00GE01GEOCG01/07 Carta Geologica
- T00GE01GEOCG08/14 Carta Geomorfologica
- T00GE01GEOCI01/07 Carta Idrogeologica
- T00GE01GEOFG01/07 Profilo geologico
- T00GE02GEORE01 Relazione sismica
- T00GE02GEOCS01/02 Planimetria con classificazione sismica

PROGETTAZIONE ATI:

## **2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Lo studio geologico e la presente relazione, nonché tutti gli elaborati di attinenza geologica e gli elaborati grafici relativi, sono stati redatti nel rispetto delle seguenti principali normative tecniche nazionali e regionali:

- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** “ Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” e successive modifiche ed integrazioni
- **D.M. 11 marzo 1988** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- **Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483** “Legge 2 febbraio 1974, art. 1 – D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l’applicazione”
- **Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554**
- **DPR n.380 del 6.6.2001.** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274** “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- **OPCM n.3316 del 02.10.2003** recante modifiche e integrazioni dell’OPCM n. 3274
- **DGR Toscana n. 604 del 16 giugno 2003** ha per oggetto la riclassificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 -2003
- **OPCM n.3431 del 03.05.2005,** Norme Tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici.
- **NTC 23 settembre 2005** Nuove NTC, che contengono tutta la normativa italiana relativa alla progettazione degli edifici. Decreto Legislativo n.152 del 3.03.2006 “Tutela dell’ambiente”.
- **O.P.C.M. 3519 del 2006** Nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale, e ha definito i criteri che le Regioni devono seguire per aggiornare le afferenze dei Comuni alle 4 zone sismiche.
- **DM 14 gennaio 2008** Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. Le norme definiscono i principi per il progetto, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di

PROGETTAZIONE ATI:

incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. A fine gennaio 2008 una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri fornisce indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14 gennaio 2008

- **la DGR Toscana n. 878 2012** ha aggiornato la classificazione sismica del 2003
- - **la DGR 421 del 2014**, a seguito della fusione di 14 comuni, ha ulteriormente aggiornato la classificazione sismica della regione Toscana.
- **NTC 2018 – DM 08/2018** Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 8/2018 “ Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni “ entrato in vigore il 22 marzo 2018 che ha leggermente modificato le categorie di suolo e di cui in data 21 gennaio 2019 sono state pubblicate le istruzioni per l'applicazione.

Le indagini di tipo geognostico, geofisico e geotecnico, sono state condotte in ottemperanza a specifiche procedure e normative tecniche di riferimento che vengono riportate nei rispettivi rapporti ed elaborati tecnici.

### 3. INDAGINI ESEGUITE

Il presente lavoro è basato su attività di studio e ricerca di tipo bibliografico, rilievi geologici e geomorfologici effettuati in sito integrata con i risultati di numerose campagne di indagini geognostiche e geotecniche.

Di seguito vengono elencati in sintesi i rilievi e le indagini geognostiche e geotecniche eseguiti in diverse campagne di indagine, lungo i vari tratti di progetto per la cui ubicazione precisa si rimanda agli elaborati T00GE00GEOPU01-07

#### 3.1. CAMPAGNA DI INDAGINE 1994 – TRATTO “SAN ZENO-PALAZZO DEL PERO”, SUBTRATTO “SAN ZENO-AREZZO”

Campagna eseguita nell'anno 1994 dalla ditta Geotecnica ANGELI ANGELO e costituita da n. 13 sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1-S13 spinti fino a profondità variabile da m 10 m a m 20.

Nell'ambito dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT, sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato, sono state eseguite prove di permeabilità Lefranc a carico variabile e sono stati posti in opera dei piezometri per il monitoraggio della falda.

I campioni di terreno indisturbato sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, consistenti in: analisi e prove di classificazione ed in prove meccaniche.

Nella tabella che segue si schematizza il dettaglio della suddetta campagna

SONDAGGIO/ ANNO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	SPT	PROVE LEFRANC	PIEZOMETRI (m)
S1-1994	19	10	3		19
S2-1994	18,3	6	3		18,3
S3-1994	20	12	3	1	
S4-1994	10	2	2		
S5-1994	12,2	3	2		12
S6-1994	10				10
S7-1994	10	3	1		
S8-1994	10		1		10
S9-1994	10		1	1	
S10-1994	10	2			
S11-1994	20	6	3		
S12-1994	20	7	2		18,7
S13-1994	10	1	1		

I tabulati relativi alla campagna di indagine dell'anno 1994 sono raccolti negli elaborati T00GE00GEORE01-02

#### 3.2. CAMPAGNA DI INDAGINE 1999-2000 – TRATTO “SAN ZENO - PALAZZO DEL PERO”, SUB TRATTO “SAN ZENO - AREZZO”

Campagna eseguita negli anni 1999-2000 dalla ditta ANGELO SICILIA e costituita da n. 20 sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1-S20 spinti fino a profondità variabile da m 10 m a m 30.

PROGETTAZIONE ATI:



Nell'ambito dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT e sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato.

I campioni di terreno indisturbato sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, consistenti in: analisi e prove di classificazione ed in prove meccaniche.

Le prove di laboratorio geotecnico sono state eseguite dalla ditta LAGIC Sas.

Nella tabella che segue si schematizza il dettaglio della suddetta campagna

SONDAGGIO/ ANNO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	SPT
S1-1999 - 2000	10	2	3
S2-1999 - 2000	10	2	3
S3-1999 - 2000	20,7	1	4
S4-1999 - 2000	16	2	2
S5-1999 - 2000	15,5	2	3
S6-1999 - 2000	26	1	2
S7-1999 - 2000	25	2	5
S8-1999 - 2000	22	3	4
S9-1999 - 2000	17	2	3
S10-1999 - 2000	10	2	3
S11-1999 - 2000	15	2	3
S12-1999 - 2000	17	1	3
S13-1999 - 2000	30	4	7
S14-1999 - 2000	30	1	2
S15-1999 - 2000	10	1	3
S16-1999 - 2000	30,1	2	6
S17-1999 - 2000	29	2	3
S18-1999 - 2000	15,2	2	3
S19-1999 - 2000	30	3	6
S20-1999 - 2000	28	4	7

I tabulati relativi alla campagna di indagine dell'anno 1999-2000 sono raccolti negli elaborati T00GE00GEORE01-02

### **3.3. CAMPAGNA DI INDAGINE 2006 – “STRADA DI COLLEGAMENTO S.R. 73- RACCORDO A1 AREZZO-BATTIFOLLE”.**

Campagna eseguita nell'anno 2006 dalla ditta TECNECO Srl e costituita da n. 8 sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1-S8 spinti fino a profondità variabile da m 10 a m 20.

Nell'ambito dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT, sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e semi disturbato, sono state eseguite prove di permeabilità Lefranc a carico variabile e sono stati posti in opera dei piezometri per il monitoraggio della falda.

PROGETTAZIONE ATI:

I campioni di terreno indisturbato sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, consistenti in: analisi e prove di classificazione ed in prove meccaniche presso il laboratorio ELLETIPI srl.

Nella tabella che segue si schematizza il dettaglio della suddetta campagna

SONDAGGIO/ ANNO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONI INDISTURBATI+ DISTURBATI	SPT	PIEZOMETRI (m)
S1-2006	30	2+4	5	30
S2-2006	30	2+2	5	27
S3-2006	25	3+2	4	24
S4-2006	6,5		1	6
S5-2006	30	0+5	5	28,5
S6-2006	30	1+5	7	28,7
S7-2006	25	2+2	1	23,5
S8-2006	25	2+4	7	21

Ad integrazione dei sondaggi sono state eseguite anche :

-n. 8 prove penetrometriche statiche con punta elettrica tipo CPTe (denominate CPTe2-CPTe8, CPTe8b) spinte alla max profondità di 19,20 metri dal piano campagna

- n. 2 Prospezioni sismiche a rifrazione (ml 240) (Stesa AB ml 96, distanza intergeofonica 4 m, Stesa CD ml 144, distanza intergeofonica 6 m)

I tabulati relativi alla campagna di indagine dell'anno 2006 sono raccolti negli elaborati T00GE00GEORE05/06

### 3.4. CAMPAGNA DI INDAGINE 2008 – TRATTO “SAN ZENO - AREZZO”

Campagna eseguita nell'anno 2008 dalla ditta Geotecnica Lavori srl e costituita da n. 6 sondaggi a carotaggio continuo, denominati SD, SI, SL, SE, SK, SM, spinti fino a profondità variabile da m 20 m a m 29,5 e n. 1 sondaggio a distruzione di nucleo denominato SLD e spinto fino alla profondità di mt 12 dal p.c.

Nell'ambito dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT, sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato, sono state eseguite prove pressiometriche e sono stati posti in opera dei piezometri per il monitoraggio della falda e un inclinometro per il monitoraggio di un dissesto.

Le prove pressiometriche sono state eseguite dalla ditta Geoanalisi srl mentre le letture inclinometriche sono state eseguite dalla ditta Terra Snc.

I campioni di terreno indisturbato sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, consistenti in: analisi e prove di classificazione ed in prove meccaniche.

Ad integrazione dei sondaggi sono stati eseguiti anche n 12 pozzetti esplorativi (denominati PZ1-PZ2, PZ4-PZ11, PZ13, PZ18) spinti fino a profondità compresa tra m 1,70 e m 3,50 e nell'ambito dei quali sono state eseguite n. 8 prove di carico su piastra (nei pozzetti esplorativi PZ1-PZ2, PZ4-PZ5, PZ7, PZ9-PZ11)

Nella tabella che segue si schematizza il dettaglio della suddetta campagna

SONDAGGIO/ ANNO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	SPT	PRESSIOMETRICHE	INCLINOMETRI (m)	PIEZOMETRI (m)
SD - 2008	25	10	2	1		20
SE - 2008	20	2	1	1		15
SI - 2008	20	7		1	20	
SL - 2008	20	3	3			15
SK - 2008	20	5		1		15
SM - 2008	29,5	4	6			15
SId - 2008	12					12

I tabulati relativi alla campagna di indagine dell'anno 2008 sono raccolti negli elaborati T00GE00GEORE03/04

### 3.5. CAMPAGNA DI INDAGINE 2021 – TRATTO “SAN ZENO - AREZZO”

Campagna eseguita nell'anno 2021 dalla RTI 3TI Progetti Italia - Geoconsol Srl – Geofisica Misue Snc- Pizzi Terra rl – Geoplanning e servizi Srl e costituita da n. 23 sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino a profondità variabile da m 15 m a m 35.

I dieci sondaggi eseguiti sull'asse principale sono stati denominati con la sigla Asseguita da un numero progressivo, i 10 sondaggi eseguiti sulla “Strada di collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle” (Ramo C) sono stati denominati con la sigla CS seguita da un numero progressivo, mentre i tre sondaggi eseguiti sulla “Strada di collegamento E78-S.R. 71” (ramo D) sono stati denominati con la sigla DS seguita da un numero progressivo.

Nell'ambito dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT, sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e sono stati posti in opera dei piezometri per il monitoraggio della falda.

I campioni di terreno indisturbato sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, consistenti in: analisi e prove di classificazione ed in prove meccaniche eseguite presso il laboratorio GEOPLANNING Srl.

Nella tabella che segue si schematizza il dettaglio della suddetta campagna

SONDAGGIO/ ANNO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONI INDISTURBATI- RIMANEGGIATI	SPT	Down hole (m)	PIEZOMETRI (m)
AS01 - 2021	20	3-1	3		
AS02 - 2021	15	2-2	3		15
AS03 - 2021	20	1-1	3		19,5
AS04 - 2021	15	1-1	3		15
AS05 - 2021	20	1-1	3		
AS06 - 2021	20	0-2	3		20
AS07 - 2021	25	0-2	3		25

PROGETTAZIONE ATI:

AS08 - 2021	35	0-1	3	35	
AS09 - 2021	15	1-0	2		15
AS10 - 2021	25	0-2	6		
CS01 - 2021	35	3-0	3	35	
CS02 - 2021	30	3-0	3		30
CS03 - 2021	35	3-0	3	35	
CS04 - 2021	35	3-0	3	35	
CS05 - 2021	30	3-0	3		30
CS05bis - 2021	30	3-0	3		30
CS06 - 2021	35	2-0	3	35	
CS07 - 2021	30	3-0	3		30
CS08 - 2021	30	3-0	3		30
CS09 - 2021	35	3-0	3	35	
DS01 - 2021	20	1-0	3		20
DS02 - 2021	30	3-0	3		30
DS03 - 2021	20	1-0	3		20

In corrispondenza di tutti i punti di esecuzione di carotaggi sono state eseguite propedeuticamente ai lavori delle indagini elettromagnetiche finalizzate alla individuazione di eventuali corpi sepolti.

Ad integrazione dei sondaggi geognostici sono state eseguite anche le seguenti indagini:

- -n. 4 prospezioni masw (A\_MASW1/2/3/4)
- -n. 10 prospezioni di sismica a rifrazione (A\_Sism 01-02-03-04 e C\_Sism 01-02-03 e D\_Sism 01-02-03 )
- -n. 6 prove Down hole nei fori dei sondaggi AS08-CS01-CS03-CS04-CS06-CS09).
- N. 16 pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico, denominati APZ\_01-02-03-04-05-08-09-10-12, CPZ01-02-03-05-08, DPZ\_01-02 e spinti fino alla profondità di mt 4 dal p.c. All'interno di tutti i pozzetti è stata eseguita una prova di carico su piastra e sono stati prelevati campioni di terreno rimaneggiato.

I tabulati relativi alla campagna di indagine dell'anno 2021 sono raccolti negli elaborati T00GE00GEORE07/10

#### **4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'asse viario di progetto, inserito nell'itinerario internazionale di collegamento Grosseto – Fano (E78), attraversa trasversalmente la terminazione nord-orientale della Regione Toscana, in provincia di Arezzo. Esso si sviluppa complessivamente in direzione W-E tra la Valdichiana, la Piana di Arezzo e la parte occidentale del preappennino tosco-umbro.

L'asse viario ha inizio in località San Zeno, posta in prossimità del limite orientale della Valdichiana quindi, dopo aver superato, all'interno di uno stretto fondovalle, il modesto rilievo pelitico-arenaceo

PROGETTAZIONE ATI:

di San Zeno e Olmo, si immette nella piana di Arezzo, a sud-est della città: qui termina il tratto “San Zeno-Arezzo” comprendente presso il termine lo svincolo Arezzo.

Nel suo percorso il corridoio di progetto attraversa territori disciplinati dalle Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Fiume Tevere.

Insieme all’asse viario suddetto, il presente progetto riguarda anche due tratti stradali di collegamento tra lo svincolo “San Zeno” della S.G.C. E78 ed altra viabilità importante dell’area: “Strada di collegamento E78-S.R. 71” a sud-est dello svincolo e dalla “Strada di collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle” a nord-ovest dello svincolo. Entrambi i tratti stradali di collegamento si sviluppano presso il bordo orientale della Val di Chiana, in un territorio essenzialmente pianeggiante.

Il primo tratto, partendo dallo svincolo San Zeno, con un percorso curvilineo orientato verso sud-est, si va ad innestare mediante una rotatoria nella S.R. Umbro-Casentinese nei pressi della località Madonna di Mezza Strada.

Il secondo tratto inizia nei pressi dello svincolo San Zeno, dopo un tratto di collegamento parallelo al tratto San Zeno-Arezzo della lunghezza di circa 600 m. Con un tracciato grosso modo rettilineo, orientato N-S circa, della lunghezza di m 4.050 circa, termina in località San Giuliano dove si va ad innestare mediante una rotatoria nella S.P. 21 e da essa, mediante un’altra rotatoria, al raccordo Arezzo-Battifolle.

## **5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

### **5.1. PREMESSA**

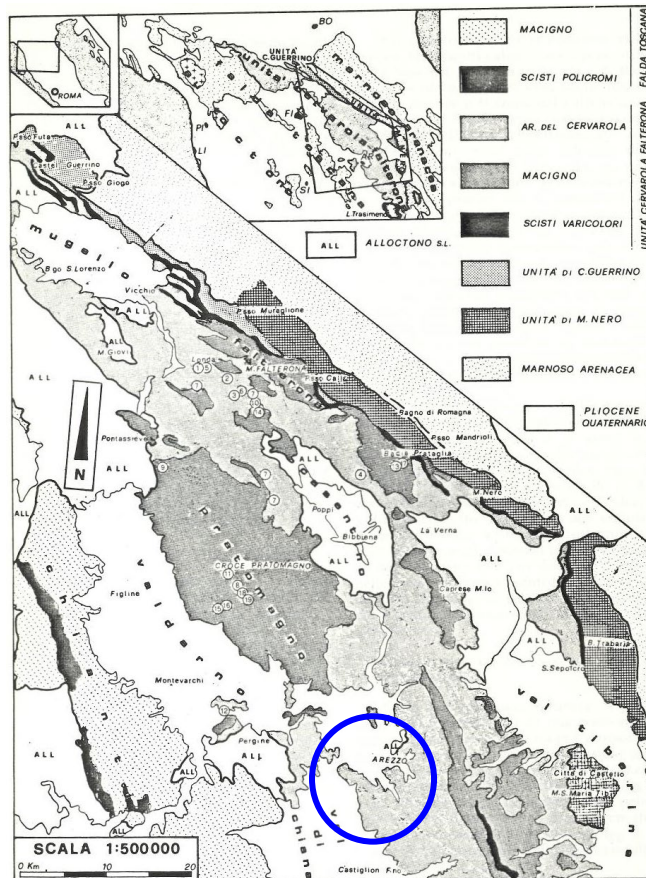
L’area studiata è compresa nei fogli della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000: 114 “Arezzo” e 115 “Città di Castello” e nelle Sezioni 288100, 288140, 288150 della Carta Geologica della Toscana (D.G.P.T.A. Servizio Geologico Regionale & CNR).

L’itinerario stradale di progetto attraversa trasversalmente, come accennato, da W a E, la terminazione occidentale della Val di Chiana, la Piana di Arezzo e la porzione occidentale del Sub-Appennino Tosco-Umbro. Il tracciato si sviluppa in questo modo quasi integralmente in direzione perpendicolare rispetto agli assi tettonici della catena preappenninica, disposta strutturalmente in direzione NW-SE.

Procedendo da W verso E dapprima l’itinerario attraversa l’estremità nord-orientale della Val di Chiana, tra le località Boscherino e San Zeno. La depressione, con orientamento appenninico parallelo agli assi tettonici, è il prodotto dei processi distensivi originatisi nel “Villafranchiano” (Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore), ed è colmata da sedimenti continentali fluviali del Pleistocene superiore affioranti ai lati, coperti da sedimenti fluvio-palustri olocenici occupanti la parte centrale più depressa della valle, tuttavia non attraversata dal tracciato.

Procedendo ulteriormente verso nord-est, terminata la Val di Chiana, il tracciato attraversa un piccolo lembo, residuo a nord della catena di M. Lignano, costituita dalla formazione di natura torbitica del Macigno del Chianti (Oligocene Sup. – Miocene Inf.); in realtà il tracciato è impostato in una stretta vallecola colmata in parte da alluvioni recenti oloceniche che incide il rilievo in questione. Tale rilievo è parte della catena Sub-Appenninica Tosco-Umbra, costituita dalle formazioni della Falda Toscana, quali il Macigno del Chianti e il Macigno del Mugello, denominato

storicamente anche con la dizione di Arenarie del Cervarola, attraversata dall'infrastruttura nel tratto compreso tra Arezzo e Palazzo del Pero (**Figura 5-1**).



**Figura 5-1 - Settore di territorio interessato dall'itinerario di progetto indicato dall'ellisse. (Da: BRUNI & PANDELI, 1980)**

Le unità della Falda Toscana verso nord-est, ma al di fuori del settore interessato dallo studio, si accavallano su quelle dell'autoctono umbro, lungo una linea di sovrascorrimento denominata "Fronte del Cervarola", attivatasi nel corso della tettonica traslativa miocenica.

Lungo il tracciato progettuale la Carta Geologica d'Italia riporta un reticolo di faglie, rientranti nei due sistemi principali tra loro ortogonali di direzione NW-SE e NE-SW, sub-verticali, la cui formazione è imputabile alle fasi tettoniche distensive plio-pleistoceniche e che hanno dato origine anche alle principali valli fluvio-lacustri e alle valli intermontane. Lungo tali direttrici si sono chiaramente impostati anche numerosi tronchi torrentizi che risultano, quindi, disposti secondo segmenti tra loro perpendicolari: questa caratteristica interessa l'intera catena preappenninica tosco-umbra, tra la Valdichiana e la Val Tiberina.

Per quanto concerne i due tratti stradali di collegamento descritti in precedenza, essi si sviluppano presso il bordo orientale della Val di Chiana, in un territorio essenzialmente pianeggiante, quasi a ridosso dei rilievi arenaceo-marnosi posti ad oriente.

Il primo tratto si svolge interamente in pianura, interessando i depositi fluvio-lacustri pleistocenici.

Anche il secondo tratto, nella sua prima metà, si svolge in pianura ed interessa i depositi fluvio-lacustri pleistocenici poi, nella seconda metà, arriva ad intercettare il piede del rilievo posto ad oriente, ed impostato nella formazione delle Arenarie del Cervarola. Nell'ultima parte, all'estremità nord, entra nuovamente nella pianura, interessando i depositi alluvionali olocenici e attraversando mediante viadotto il Canale Maestro della Chiana.

## **5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI AREA VASTA**

Geologicamente, l'area oggetto del presente studio, fa parte della fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale costituito da una struttura complessa di falde e sovrascorrimenti.

In questo settore si sviluppano le formazioni alloctone cosiddette Liguridi, appartenenti ad un ambiente di tipo pelagico (Bacino Ligure), riferibili ad un periodo di deposizione compreso tra il Cretacico superiore e l'Eocene.

L'esistenza di un oceano compreso tra le masse continentali europea e africana è confermata dalla presenza di serie basaltiche ed ofioliti, alla base dei sedimenti in questione, ben rappresentate nella fascia montuosa ligure-emiliana.

Circa 30 milioni di anni fa di anni per l'effetto di una rotazione con fulcro in prossimità dell'attuale Liguria, il blocco sardo-corso iniziò a ruotare in senso antiorario fino a raggiungere la sua attuale posizione intorno a 18 milioni di anni fa; mentre la sua appendice meridionale continuò a migrare fino a posizionarsi all'estremo sud della penisola (Calabria e Sicilia). Questo processo, che prende il nome di "sfenocasma ligure-piemontese", provocò l'avanzamento delle Unità Liguridi verso E e il loro accavallamento sulle unità autoctone del Dominio Toscano Interno, il quale si scollò dal suo basamento al livello delle evaporiti triassiche accavallandosi a sua volta alle Unità dal Dominio Toscano Esterno.

Questo processo veniva, allo stesso tempo, accompagnato dalla messa in posto di ingenti quantità di materiale torbiditico che si andava accumulando in allungate fosse marine parallele al fronte della sommersa.

L'avanzata del ricoprimento ligure terminò in tempi diversi da luogo a luogo, ma quasi sempre in un periodo di tempo compreso tra i 10 e i 5 milioni di anni fa; dopo di che fu coinvolto insieme al substrato autoctono in ulteriori fasi tettoniche e processi di sollevamento.

A partire dal Tortoniano superiore un'inversione tettonica (da compressiva a distensiva) portò alla formazione di bacini neogenici riempiti da depositi fluvio lacustri (Mugello, Valdarno Superiore, Valdarno Medio) e depositi marini (Valdarno Inferiore).

Le caratteristiche delle forme appenniniche assumono quindi aspetti diversi fra i bacini a Nord dell'Arno, dove prevalgono formazioni geologiche rigide, e i bacini a Sud dell'Arno dove si hanno grandi estensioni di terreni argillosi.

Ovunque però si è verificata una marcata azione erosiva caratterizzata dall'incisione dei depositi alluvionali.

Il Bacino corrispondente al sistema di pianura intermontana di Arezzo ed alla Val di Chiana deve la sua genesi ed evoluzione, durante l'orogenesi dell'Appennino, alla formazione di due alti strutturali, corrispondenti ad anticlinali, che delimitano il bacino: la dorsale Alpe di Poti - M. Murlo – Pratomagno, a est, e che continua fino ai rilievi di Cortona (Monte Castel Giudeo e Alta S.Egidio),

PROGETTAZIONE ATI:

ed i Monti del Chianti, a ovest, e Di Rapolano - Cetona a sud ovest. Gli elementi strutturali che caratterizzano le due dorsali sono la Falda Toscana e l'Unità Cervarola - Falterona, entrambe differenziate durante le fasi mioceniche del corrugamento appenninico dove affiorano in prevalenza di unità torbiditico-arenacee e subordinatamente argilloso-marnose. L'elemento strutturale più importante della zona meridionale della Val di Chiana è rappresentato dalla dorsale Rapolano - Monte Cetona, che separa il bacino neoautoctono Siena-Radicofani da quello della Val di Chiana. In questa dorsale allungata in direzione nord – sud, di notevole interesse geologico e morfologico, affiorano le formazioni mesozoiche sormontate dalle successioni toscana e ligure s.l..

Nel Quaternario inferiore, sollevamenti a blocchi e basculamenti verso est provocano la regressione marina che trasforma la Val di Chiana in un grande lago, con la parte più profonda verso est. I movimenti differenziali esumano, quindi, la soglia di Chiani e contribuiscono alla deviazione del paleo - Arno verso nord-ovest e al riempimento del bacino di Arezzo; la riduzione di portata idrica ed il forte apporto di sedimenti dai torrenti minori portano alla progressiva estinzione del lago, con la presumibile eccezione della parte più profonda, corrispondente all'attuale Lago Trasimeno. La riorganizzazione dell'idrografia procede con l'instaurarsi del moderno Arno che, per erosione e subsidenza, si abbassa rispetto alla Val di Chiana, con l'incisione dei depositi del bacino di Arezzo.

L'alto tasso di sedimentazione nella Val di Chiana e la soglia di Chiani mantengono la valle sospesa rispetto al Valdarno, mentre la sua relativa subsidenza ostacola lo sviluppo di un reticolo diretto verso il Tevere. Gli elevati deflussi idrici nel bacino della Val di Chiana determinano vaste aree paludose.

Il bacino di Arezzo non si discosta da questo modello in quanto il suo bordo meridionale è delimitato da uno di questi allineamenti, l'allineamento Arbia-Val Marecchia, che è appunto una faglia trasversale che si sviluppa dall'area di Larderello fino alla costa marchigiana.

Le strutture fondamentali che delimitano ad ovest e ad est il territorio comunale di Arezzo sono la dorsale dei Monti del Chianti e la dorsale Protomagno -Alpe di Poti.

Il bacino di Arezzo è occupato per gran parte da depositi quaternari che hanno, per loro natura, obliterato le evidenze dell'attività tettonica, ma ad un'attenta analisi dell'assetto stratigrafico si evidenziano strutture sia degli affioramenti del substrato che dei depositi fluvio-lacustri.

Ovunque però si è verificata una marcata azione erosiva caratterizzata dall'incisione dei depositi alluvionali.

### **5.3. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO**

#### **5.3.1. LITOLOGIE DEL SUBSTRATO**

##### **5.3.1.1. Arenarie del Cervarola (ac)**

La formazione è costituita da una regolare alternanza di siltiti, arenarie fini e marne argillose; le arenarie sono generalmente di esiguo spessore (3 - 4 cm), ma possono raggiungere spessori anche di 20 - 30 cm.

Sono frequentemente laminate e presentano controimpronte alla base tipo "groove casts". Talvolta si ritrovano fra gli strati arenacei delle intercalazioni di calcari marnosi con liste e noduli di selce;

PROGETTAZIONE ATI:



altre intercalazioni sono costituite da scisti nerastrati e lenti marnose. L'età è ascrivibile all'Oligocene superiore-Miocene inferiore.

La coltre di alterazione è rappresentata da un ammasso costituito da uno scheletro di clasti e blocchi arenacei e marnosi in matrice sabbiosa-argillosa, ma non mancano ampie porzioni di formazione non destrutturata, in cui sono ancora intatte le strutture originarie, come la stratificazione, e l'ammasso è solo affetto da un allentamento con ampliamento delle fratture e propagazione in profondità del processo di ossidazione.



**Foto 5-1: Affioramento delle Arenarie di Cervarola sul versante montuoso posto in sinistra del Ramo A presso la pk. 2+500**



**Foto 5-2: Affioramento delle Arenarie di Cervarola in località Madonna di Mezza Strada, presso la rotatoria del Ramo D.**

La formazione è interessata da numerose dislocazioni per faglia diretta orientate in direzione appenninica (NW-SE), che attraversano il substrato e che vengono intercettate circa ortogonalmente dal tracciato stradale. Esse “sbloccano” la formazione delle Arenarie del Cervarola e non se ne conoscono i rigetti. Oltretutto il rilievo attraversato dal tratto San Zeno Arezzo e la serie di rilievi attraversata dal tratto Arezzo-Palazzo del Pero, sono separati dalla piana di Arezzo che rappresenta una depressione tettonica ai cui margini sono collocate importanti faglie dirette che ribassano il settore di pianura rispetto ai territori posti al margine. Questo aspetto, tra gli altri, rende difficoltosa la correlazione stratigrafica tra i due settori.

Nel tratto San Zeno-Arezzo l’analisi consente preliminarmente di individuare tre tratti: uno sud-occidentale, uno centrale e uno nord-orientale.

Il tratto sud-occidentale presenta una prevalenza di arenarie, in cui si riconoscono banchi spessi fino oltre 5 m, seguite in alto da alternanze di marne, talora calcaree, e arenarie, con rare intercalazioni argillitiche.

Nel tratto centrale si registra un’alternanza di strati marnosi e strati arenacei; le marne sono frequentemente calcaree. Questo settore, sia per le condizioni di giacitura che per le dislocazioni tettoniche presenti, si ritiene posto stratigraficamente più in alto rispetto a quello precedente.

Nel settore nord-orientale (fino al margine con la piana di Arezzo) si registra ancora un’alternanza di strati di marne frequentemente calcaree e strati arenacei: tale sequenza verso il basso passa ad arenarie prevalenti che si presentano talora in strati e banchi molto spessi come si registra presso il margine del tratto. Questo settore, sia per le condizioni di giacitura che per le dislocazioni tettoniche presenti, si ritiene posto stratigraficamente più in basso rispetto a quello precedente e può correlarsi con il settore sud-occidentale.

PROGETTAZIONE ATI:

### 5.3.1.2. Marne di S.Polo (sp)

La formazione è rappresentata da marne giallastre e grigie a frattura scheggiata intercalate al Macigno del Mugello. Essa si incontra solamente a fine lotto del Ramo A al di sotto delle coperture alluvionali.

L'età, anche per questa formazione, è ascrivibile all'Oligocene superiore-Miocene inferiore.

## 5.3.2. DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

### 5.3.2.1. Depositi continentali fluvio-lacustri (Ruscignano-villafranchiano) (fl)

Questi sedimenti sono rappresentati da argille sabbiose ed appartengono alla fascia orientale dell'alta Val di Chiana e sono ascrivibili alla fine del Pleistocene. All'interno del corpo sedimentario sono frequenti intercalazioni, generalmente di estensione limitata, di lenti o banchi di sabbie giallastre, ghiaie e ciottolame siliceo derivante dallo smantellamento del flysch arenaceo. I depositi presentano un'evidente sedimentazione con andamento lenticolare e strutture quali stratificazione incrociata o varvata.



Foto 5-3: Depositi fluvio-lacustri rimaneggiati visibili su alcuni scassi localizzati presso il Ramo D.

Essi vengono intercettati nella prima metà del tratto San Zeno-Arezzo e da entrambe le strade di collegamento, la SR 73-Raccordo A1 e la E78-SR71. La formazione ricopre il substrato costituito dal Macigno del Mugello (Arenarie del Cervarola) fino alle aree marginali in cui questo viene ad emergere. Lo spessore della formazione raggiunge i 30 m e tende a diminuire progressivamente spostandosi dall'inizio del tratto verso Arezzo, fino ad azzerarsi completamente e lasciare affiorare il substrato roccioso. I sondaggi eseguite nelle varie campagne indagini per le fasi progettuali precedenti hanno evidenziato una discreta variabilità sia orizzontale che verticale in strati e lenti.

### 5.3.2.2. Depositi alluvionali recenti ed attuali (Olocene - Attuale) (at)

Individuano depositi alluvionali recenti di ambiente fluviale, costituiti da litotipi rappresentati da limi argillosi, limi sabbiosi, argille limose, con spessi banchi di sabbie e strati ghiaiosi, di età olocenica.



**Foto 5-4: Ghiaie attribuibili ai depositi alluvionali localizzati presso la sponda sinistra del Fiume Maestro della Chiana.**

I sedimenti alluvionali ricoprono il substrato costituito dal Macigno del Mugello fino alle aree marginali in cui questo viene ad emergere. Gli spessori delle alluvioni tendono ad aumentare progressivamente mano a mano che ci si sposta verso Arezzo. Procedendo verso Arezzo gli spessori delle alluvioni aumentano rapidamente e nessuno dei sondaggi eseguiti, compresi i più lunghi (30 m), ha raggiunto il substrato lapideo.

Inoltre, lungo il Ramo C, i sondaggi svolti hanno registrato uno spessore dei depositi alluvionali compreso fra 14 e 15 m e 7 m. Questi sondaggi hanno evidenziato una prevalenza di terre grossolane, ghiaia e sabbia, con geometria stratiforme e lentiforme; localmente sono presenti anche intercalazioni di terre fini e medio-fini, da argilla a limo sabbioso, che talvolta possono prevalere, in particolare nella parte sommatatale.

### 5.3.2.3. Depositi eluviali (Olocene) (e)

Si tratta della colta detritica e di alterazione superficiale ad opera degli agenti esogeni che svolgono un'azione meccanico-chimica di decomposizione e di disfacimento a carico dei depositi e formazioni sottostanti. I depositi eluviali possono essere poi trasportati altrove per l'intervento della gravità o di agenti di trasporto (colluvio), oppure possono rimanere in posto, nella loro sede originaria, (eluvio).

#### **5.3.2.4. Detriti di versante e di falda-conoidi (Olocene - Attuale) (dt)**

Sono costituiti da materiale litoide a granulometria molto variabile, da qualche centimetro al metro, immerso in una matrice sabbioso-argillosa talora, per aree limitate, in assetto stratificato.

Questi depositi comprendono sia le formazioni superficiali derivanti dall'alterazione e disfacimento del substrato roccioso arenaceo che hanno subito un limitato trasporto gravitativo, sia la copertura detritica generatasi per movimenti gravitativi superficiali e profondi. Costituiscono prevalentemente le coperture del substrato roccioso.



**Foto 5-5: Detrito di versante impostato al di sopra del basamento roccioso arenaceo.**



Foto 5-6: Area di conoide situata presso la località Madonna di Mezza Strada, presso la rotatoria del Ramo D.

#### 5.3.2.5. Terreni di riporto

Data l'intensa urbanizzazione dell'area, sono presenti terreni di riporto rappresentati da materiali eterogenei, da limi sabbiosi e/o argillosi a sabbie limose, con ghiaia o ciottoli di varia composizione, spesso clasti di marna, arenaria e laterizi; talora vi è presente sostanza organica.



Foto 5-7: Riporti antropici di spessore considerevole ubicati in corrispondenza del tratto centrale del Ramo A..

PROGETTAZIONE ATI:

I terreni suddetti, intercettati da alcuni sondaggi, rappresentano rilevati stradali oppure aree di colmamento artificiale. In particolare si ritiene che i terreni di ricoprimento delle gallerie ferroviarie esistenti siano terreni di riempimento e che, quindi, per il passaggio della ferrovia si sia realizzata la trincea, come si osserva sia nel tratto precedente che in quello successivo alle gallerie.

#### **5.4. ELEMENTI TETTONICO-STRUTTURALI**

Il territorio attraversato dall'infrastruttura nel tratto San Zeno-Arezzo, comprensivo anche delle zone attraversate dalle due strade di collegamento, può essere distinto in tre settori ben definiti: il primo ed il terzo, in ordine di progressive di tracciato, sono rappresentati da zone di pianura (rispettivamente Val di Chiana e piana di Arezzo), colmate da sedimenti alluvionali, il secondo settore, posto in posizione centrale, corrisponde all'area di spartiacque, costituita dal rilievo di San Zeno, impostato nelle Arenarie del Cervarola.

Il territorio attraversato dall'infrastruttura nel tratto successivo, Arezzo-Palazzo del Pero, presenta le due estremità che si sviluppano in brevissimi tratti di pianura colmati da sedimenti alluvionali, (la piana di Arezzo all'inizio e la valle di un affluente del Torrente Cerfone alla fine), mentre gran parte del tracciato, posta tra i due tratti precedenti, corrisponde ad una zona di rilievi collinari, rappresentante un'area di spartiacque tra i bacini dell'Arno e del Tevere, in cui affiora la formazione delle Arenarie del Cervarola.

La genesi delle valli alluvionali presenti è da attribuire alla fase tettonica distensiva databile al Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore. E' in tale fase che sono state generate le dislocazioni longitudinali e trasversali, parallele e perpendicolari agli assi tettonici appenninici, che hanno prodotto il sollevamento delle dorsali montuose e i bacini alluvionali. La formazione delle depressioni in esame, che hanno assunto i caratteri di graben tettonici, è da assegnare all'attività di faglie dirette poste ai loro margini. Particolarmente evidenti sono gli effetti morfologici di tali dislocazioni nel rilievo arenaceo di San Zeno che si protende tra la Val di Chiana e la piana di Arezzo: esso ha un orientamento NW-SE, parallelo alle linee di faglia poste ai suoi margini. A sua volta la profonda incisione che taglia il rilievo ed in cui si inserisce l'infrastruttura, è determinata verosimilmente dalla presenza di una dislocazione in direzione antiappenninica, orientata quindi NE-SW, parallela a molte altre lineazioni che interessano i rilievi arenacei dell'area .

In ragione di tale frammentazione a blocchi le giaciture nell'unità delle Arenarie del Cervarola risultano piuttosto variabili. Anche nel tratto di attraversamento del rilievo in oggetto le giaciture di strato sono variabili, tuttavia si addensano in particolare intorno a valori di immersione compresi tra N e NW.

Anche nei rilievi percorsi dall'itinerario stradale nel tratto Arezzo-Palazzo del Pero, si hanno dislocazioni in direzione sia appenninica, orientata NW-SE, che antiappenninica, orientata NE-SW, marcate spesso da allineamenti di elementi idrografici.

Anche in questo territorio, a causa di tale frammentazione a blocchi, le giaciture nell'unità delle Arenarie del Cervarola risultano piuttosto variabili, anche se è possibile individuare un addensamento in particolare intorno a valori di immersione compresi tra N e NE.

#### **5.5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA**

La morfologia del territorio attraversato dal progetto in oggetto si può dividere in due settori ben distinti tra loro:

PROGETTAZIONE ATI:

- Un primo settore rappresentato da un territorio tipicamente pianeggiante, corrispondente alle aree di pianura della Val di Chiana e della piana di Arezzo, colmate da sedimenti alluvionali, poste rispettivamente nella zona sud-occidentale ed in quella nord-orientale; le pendenze sono molto blande e decrescono verso ovest nel settore della val di Chiana, cioè verso il Canale Maestro della Chiana, nella seconda area verso nord-ovest, cioè verso la piana di Arezzo. Le quote altimetriche sono di poco inferiori ai 250 m s.l.m. nell'area della Val di Chiana,
- Un secondo settore, nella porzione centrale del progetto, corrisponde all'area di spartiacque, costituita dal rilievo di San Zeno impostato nelle Arenarie del Cervarola. è rappresentato da una stretta depressione contornata da versanti impostati su roccia caratterizzati da pendenze accentuate.

Le quote altimetriche sono di poco inferiori ai 250 m s.l.m. nel tratto iniziale nell'area all'interno della Val di Chiana, e aumentano nel tratto dello spartiacque fino ad arrivare a circa 282 m s.l.m. per poi decrescere nuovamente verso la piana di Arezzo fino a circa 260m s.l.m.

Dal punto di vista idrografico il tracciato non intercetta corsi d'acqua importanti ma solo modestissimi scoli che drenano verso il reticolo principale. La rete dei torrenti e dei canali che drenano la Piana di Arezzo e la Val di Chiana rappresentano un sistema idraulico e di drenaggio estremamente complesso, caratterizzato da un assetto geomorfologico che, specie nelle aree di margine e nelle fasce colluvio-alluvionali pedemontane orientali, determina condizioni di sovralluvionamento e di colmata alluvionale delle superfici. Ne derivano spesso alvei pensili che solcano superfici depresse che, in occasione di fenomeni alluvionali o di piogge importanti, possono venire diffusamente allagate. Questa condizione geomorfologica dei torrenti costituisce una naturale criticità idraulica che si somma alle numerose interferenze operate da infrastrutture viarie e insediamenti, le quali determinano spesso ostruzione al naturale deflusso in alveo, determinando fenomeni di allagamento. Un elemento idrografico di una certa rilevanza è rappresentato dal Canale maestro della Chiana a cui il tracciato della Strada di collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle scorre parallelo.

L'unico dissesto franoso che interessa l'opera è rappresentato da una frana stabilizzata che lambisce la tratta San Zeno-Arezzo-Palazzo del Pero (Ramo A) di cui nel seguito se ne riportano caratteri sostanziali.

#### **5.5.1. FRANA RAMO A – PK. 2+460 E 2+580**

In corrispondenza del Ramo A (Tratto San Zeno-Arezzo-Palazzo del Pero) è stata individuata la presenza di un esteso movimento gravitativo stabilizzato lambito dal tracciato di progetto tra le pk. 2+460 e 2+580 (Foto 5-8).

La frana non è indicata nel PAI ma è riportata anche Geoportale Geoscopio, lo strumento webgis con cui è possibile visualizzare ed interrogare i dati geografici della Regione Toscana (Figura 5-2).

La quota massima è pari a circa 310 m s.l.m. circa e quota minima 282 m s.l.m. circa, larghezza media 95 m, lunghezza circa 360 m.



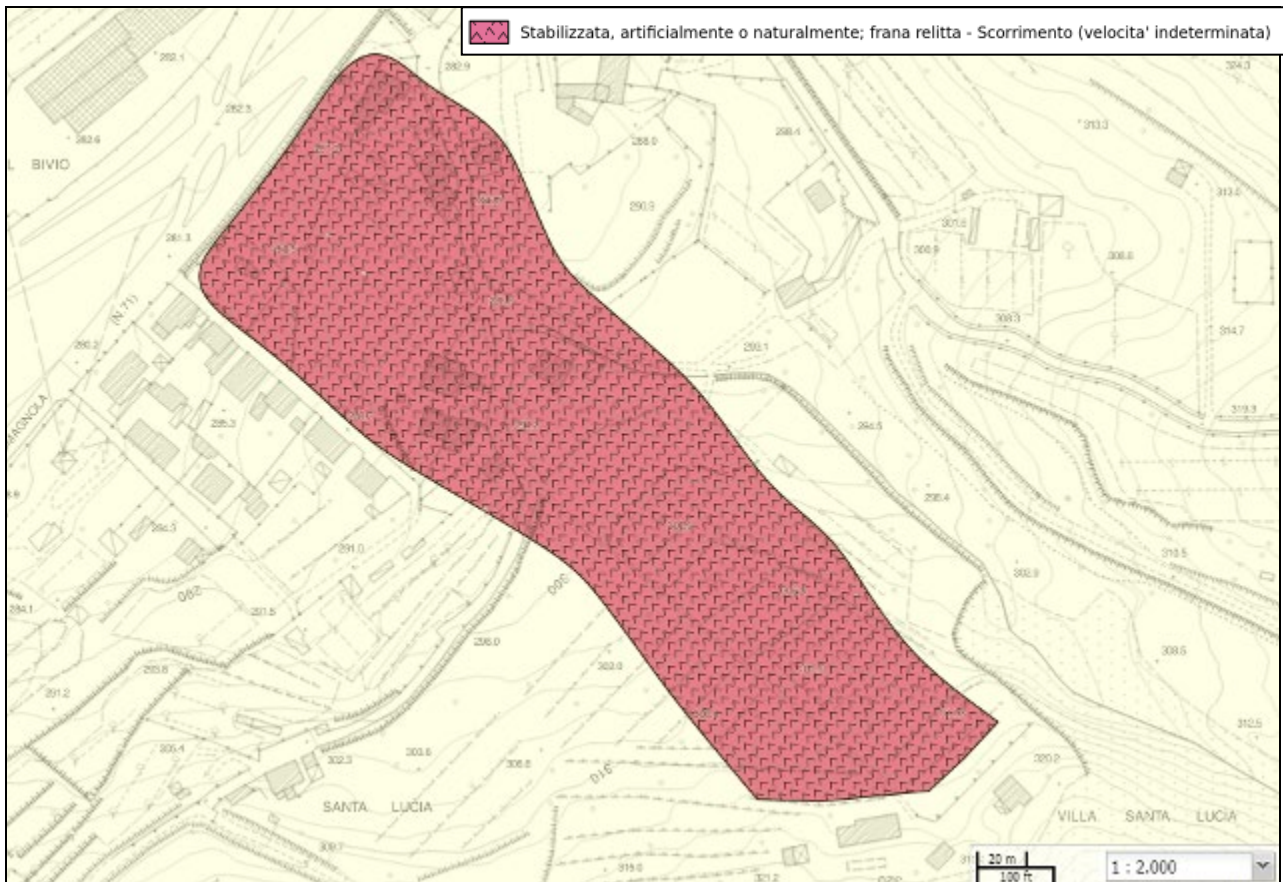


Foto 5-8: Delimitazione grafica della frana stabilizzata.



Foto 5-9: Panoramica della frana ristabilizzata mediante terrazzamenti.

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 5-2: Schermata Geoscopio Regione Toscana (DB Geomorfologico).**

## 5.6. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

Le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame possiedono caratteristiche idrogeologiche alquanto diverse. Alla permeabilità primaria dei depositi alluvionali si contrappone la permeabilità di tipo secondario mostrata dalle formazioni flyshioidi.

La permeabilità come sopra definita ha significato puramente qualitativo e si basa su considerazioni dettate dall'esperienza. In questi terreni valutazioni di carattere quantitativo si potranno ottenere prevalentemente con prove in situ.

La falda presente nella pianura di Arezzo trae la sua alimentazione dalla fascia pedecollinare e defluisce in direzione del canale maestro della Chiana.

Gli acquiferi presenti nell'area possono essere divisi in due tipologie principali:

- acquiferi permeabili per porosità;
- permeabili per fratturazione.

### **5.6.1. ACQUIFERI PERMEABILI PER POROSITÀ**

A questa categoria appartengono i sedimenti granulari non consolidati che vanno dalle sabbie alle ghiaie e ai ciottoli. Possiedono un'elevata porosità primaria e quindi possono immagazzinare buone percentuali d'acqua, sino al 40% del volume; la loro permeabilità aumenta con le dimensioni dei granuli. Si tratta di sedimenti marini o continentali (fluviolacustri e fluviali) che hanno un'età dal Miocene. Sono costituiti da ghiaie e sabbie la cui permeabilità varia in funzione della percentuale di limo e argilla.

I sedimenti alluvionali sono in genere ben alimentati, sia dall'infiltrazione delle acque di pioggia sia dagli alvei fluviali; in qualche caso usufruiscono anche della ricarica laterale e profonda delle rocce incassanti.

Nelle pianure alluvionali si trovano le falde idriche più importanti e quindi più sfruttate. Ciò dipende da vari fattori: oltre alla buona permeabilità dei sedimenti alluvionali sono fattori importanti la produttività delle falde idriche e la loro facile captazione con pozzi generalmente poco profondi ed ubicati nelle zone stesse di utilizzazione.

Sistemi acquiferi liberi in alluvioni da grossolane a medie, od in materiali fortemente alterati e/o risedimentati, privi di efficace protezione in superficie e, talora, soggiacenti ad agglomerati di centri di pericolo (urbanizzato) sono caratterizzati da una classe di vulnerabilità generalmente molto elevata che diminuisce fino ad una classe alta in funzione della presenza di una copertura superficiale da scarsamente permeabile a tratti impermeabile.

La soggiacenza della falda nei settori di piana alluvionale è variabile da pochi metri a profondità intorno ai 10 m dal p.c..

### **5.6.2. ACQUIFERI PERMEABILI PER FRATTURAZIONE**

La seconda categoria di acquiferi è quella delle rocce consolidate, solitamente di età anteriore al Miocene, nelle quali l'acqua circola per gravità in corrispondenza di una rete di discontinuità formatasi successivamente al consolidamento della roccia: in genere si tratta di fratture originate dai movimenti tettonici o da processi di alterazione. tali condizioni si verificano più frequentemente nei litotipi maggiormente cementati di arenaria, calcarenite e calcirudite, mentre sono rare nei litotipi pelitici, marne argillose e argillocisti, ancorché compatti, a causa della maggior presenza di materiali di riempimento.

Nel complesso questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità medio-bassa.

Questi sistemi acquiferi sono caratterizzati da un grado di vulnerabilità variabile da media a bassa a seconda dello stato di fratturazione e della percentuale di materiali marnosi presenti. In genere, questi complessi non sono molto produttivi a parità di alimentazione ma possono dare risposte di accumulo di inquinanti quando si trovano nel sottosuolo di agglomerati di centri di pericolo o vengono impegnati da scarichi industriali e discariche.

### **5.6.3. COMPLESSI IDROGEOLOGICI**

I termini affioranti nell'area oggetto di intervento sono stati raggruppati nei complessi idrogeologici di seguito descritti e di cui si indicano i caratteri di permeabilità principali.

PROGETTAZIONE ATI:

### 5.6.3.1. Complesso del Macigno del Mugello

Il complesso, per la sua composizione litologica e per le proprie caratteristiche strutturali, presenta condizioni di permeabilità di tipo secondario. L'acqua di infiltrazione infatti circola per gravità solo in quelle porzioni dell'ammasso affette da un reticolo fessurativo di tipo beante; tali condizioni si verificano più frequentemente nei litotipi maggiormente cementati di arenaria, calcarenite e calcirudite, mentre sono rare nei litotipi pelitici, marne argillose e argilloscisti, ancorché compatti, a causa della maggior presenza di materiali di riempimento. Tuttavia, mediamente, l'ammasso può essere rappresentato da condizioni di bassa permeabilità.

### 5.6.3.2. Complesso delle Marne di San Polo

E' caratterizzato da una composizione prevalentemente marnosa e, per le proprie caratteristiche strutturali, presenta condizioni di permeabilità di tipo secondario. L'acqua di infiltrazione infatti circola per gravità solo in quelle porzioni dell'ammasso affette da un reticolo fessurativo di tipo beante; tali condizioni si verificano più raramente che non nel Macigno del Mugello in quanto nei litotipi pelitici, quali sono le marne, in generale nel reticolo fessurativo c'è una maggior presenza di materiali di riempimento. L'ammasso può essere rappresentato da condizioni di bassa permeabilità.

### 5.6.3.3. Complesso delle Argille sabbiose fluvio-lacustri terrazzate e depositi alluvionali recenti ed attuali

La granulometria dei sedimenti in questione è variabile, sia orizzontalmente che verticalmente, secondo una tipica struttura lentiforme di differente scala, passando dalle argille limose, ai limi, alle sabbie, fino a ghiaie con ciottoli. In ragione della variabilità granulometrica dei terreni anche la permeabilità varia: i valori di permeabilità elevata sono attribuibili alle ghiaie, quelli di permeabilità bassa alle argille. Mediamente i sedimenti presenti possono essere rappresentati da condizioni di media permeabilità.

### 5.6.3.4. Complesso del Detriti di falda – frana - conoidi

Questo complesso è mediamente costituito da uno scheletro di frammenti arenacei e marnosi in matrice limosa-sabbiosa-argillosa. Per la presenza di una elevata frazione limosa e argillosa nella matrice dell'ammasso i terreni in oggetto possono essere rappresentati da condizioni di medio-bassa permeabilità.

## 5.6.4. LETTURE PIEZOMETRICHE

Nella tabella sottostante sono riportate le misure piezometriche svolte nell'ambito dei nuovi sondaggi eseguiti.

Piezometro	Quota Boccaforo	Prof. Falda Misura ZERO	Prof. Falda M01	Prof. Falda M02	Prof. Falda M03
	m s.l.m.	m	m	m	m
		giugno-21	29/09/2021	04/11/2021	14/12/2021
AS02	-	-5.25	-7.32	-7.15	-5.52
AS03	-	-2.53	-5.56	-5.28	-3.53
AS04	-	-0.29	-5.58	-5.11	-1.66
AS06	-	-11.86	-13.52	-13.45	-12.88
AS07	-	-6.29	-13.28	-13.67	-13.15

PROGETTAZIONE ATI:

<b>AS09</b>	-	-1.29	-5.82	-3.00	-1.29
<b>CS02</b>	-	-4.00	-11.42	-11.08	-10.88
<b>CS05</b>	-	-3.27	-10.15	-10.23	-10.19
<b>CS05bis</b>	-	-5.52	-11.40	-11.50	-11.47
<b>CS07</b>	-	-6.23	-10.14	-9.63	-9.45
<b>CS08</b>	-	-7.50	-10.36	-10.84	-10.44
<b>DS01</b>	-	-2.64	-2.54	-2.59	-1.24
<b>DS02</b>	-	-3.20	-2.94	-2.95	-1.88
<b>DS03</b>	-	-2.79	-11.15	-9.35	-5.41

**NOTE:**

Pioggia nel giorno antecedente le misure del 4/11.

Come osservabile dai valori indicati le oscillazioni presentano valori di ampiezza metrica, per cui nei profili geologici allegati è stata indicata la sola piezometrica relativa all'ultima lettura effettuata (14 dicembre 2021), tralasciando anche le letture eseguite nelle campagne geognostiche pregresse.

#### **5.6.5. CENSIMENTO POZZI**

Nell'ambito del lavoro è stata eseguita una ricerca di tutti i pozzi presenti nel corridoio di progetto. I pozzi identificati sono quelli presenti nella Banca dati Sottosuolo e Risorsa Idrica (BDSRI) della Regione Toscana che si pone l'obiettivo di omogenizzare un'ampia tipologia di basi dati che riguardano il sottosuolo e la risorsa idrica rappresentati principalmente dai pozzi e dalle stratigrafie. La BDSRI ad oggi raccoglie ed omogeneizza i dati su pozzi e derivazioni per i quali è stato fatto richiesta di concessioni e/o autorizzazioni dalle ex Amministrazioni provinciali. Oltre ai pozzi delle 10 Province toscane e del Circondario Empolese-Valdelsa, sono presenti i dati sulle sorgenti (sempre da fonte Provinciale) e i piezometri (fonte Centro Funzionale Regionale e AdB regionali).

Dal database sono state estratte le principali informazioni disponibili sui presenti nel database e ricadenti in un corridoio di circa 50 metri a cavallo dell'asse di progetto. e quindi potenzialmente interferenti con il tracciato. Nelle tabelle che seguono sono state schematizzate le seguenti informazioni, ove disponibili:

- Identificativo del pozzo
- Profondità della perforazione
- Portata di esercizio
- Stato di attività
- Livello statico dell'acqua

ID Pozzo	Prof. (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività	Livello statico (m)
10034581	28	0,7	242,5	Attivo continuo	
10034595	20		241,898	Attivo continuo	
10034621	20		240,099	Attivo continuo	
10034612	7		240,067	Attivo continuo	
10039944	36		239,505	Attivo continuo	16
10034599	12		247,043	Attivo continuo	
10034315	7		248,043	Attivo continuo	
21003230	27		256		
10034563	55	1	247,828	Attivo continuo	12
10034565	40		247,148	Attivo continuo	
10034593	30		247,793	Attivo continuo	
10034542	8	0,8	246,801	Attivo continuo	
10034609	40		245,862	Attivo continuo	
10034559	52	0,5	249,648	Attivo continuo	4
10047121	75		248,671	Attivo continuo	22
10034608	6		249,772	Inattivo	
10034607	25	0,5	248,894	Attivo continuo	
10034585	30		247,829	Attivo continuo	
10034533	30	0,01	248,403	Attivo continuo	
10050541	126	0,5	246,792	Attivo	7
10034591	40		247,24	Attivo continuo	
10034539	6,5	0,3	246,383	Attivo continuo	
10044918	60		246,237	Attivo continuo	
21003229	45		146		
10034554	7		246,226	Inattivo	
10044341	29		245,647	Attivo continuo	10
10050546	74	1,8	245,522	Attivo	2
10034915	56	0,7	241,043	Attivo continuo	
10040749	40		249,276	Attivo continuo	10
10034923	27	0,01	252,774	Attivo continuo	
10034896	50	0,7	249,888	Attivo continuo	
10035192	26	30	244,948	Attivo continuo	
10040782	30		245,027	Attivo continuo	
26011053			246,259		
10000221	46	0,83	244,877		10
10035470	25	0,01	244,671	Attivo continuo	
10035456	8	0,01	244,907	Attivo continuo	
10037336	25	1,5	246,023	Attivo continuo	12
10035460	25	1	246,816	Attivo continuo	13

PROGETTAZIONE ATI:

ID Pozzo	Prof. (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività	Livello statico (m)
10035461	9	1	246,945	Attivo continuo	
10035189	27	0,01	248,534	Attivo continuo	
10035467	4	0,33	248,281	Attivo continuo	
10040797	35	3	249,992	Attivo continuo	13
10050574			250,09	Attivo	
10044563	6		250	Attivo continuo	
10035553	17		255,146	Attivo continuo	
10035534	7	0,01	255,575	Attivo continuo	
10050837			254,849	Inattivo	
10045621	46		254,286	Attivo continuo	
10035510	5,5		255,41	Attivo continuo	
10035503	112	1	260	Attivo continuo	
10050239	63	0,7	268,588	Attivo	15
10035618	22	0,4	254,734	Attivo continuo	
10040778	30		257,062	Inattivo	
10035225	12	20	254,518	Attivo continuo	
10035176	15		264,591	Attivo continuo	
10035127	40	0,4	266,639	Attivo continuo	
10034960	33	0,2	267,275	Attivo continuo	
10035171	17		263,373	Attivo continuo	
10034947	21	0,5	266,999	Attivo continuo	
10034950	8		276,794	Inattivo	
10003876	50		277,794	Attivo continuo	
10040974	35		277,453	Attivo continuo	
10003866	35	0,01	277,453	Attivo continuo	
10046084	80		280,634	Attivo continuo	9
10003889	60	0,66	283,078	Attivo continuo	
10003892	14	0,33	282,907	Attivo continuo	
10003891	20	0,66	284,05	Attivo continuo	
10003893	10		285,137	Inattivo	
10035361	24	0,01	280,231	Attivo continuo	
10035343	23		281,688	Attivo continuo	
10035325	30	0,01	284,358	Attivo continuo	
10035345	28	0,01	284,439	Attivo continuo	
10003860	54		288,605	Attivo continuo	
10001163		60	287,904	Attivo continuo	
10035317	8		288,714	Inattivo	
10035318	30		286,524	Attivo continuo	
10035344	25		282,987	Attivo continuo	

ID Pozzo	Prof. (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività	Livello statico (m)
10003948	35	1	280,511	Attivo continuo	
10003898	25		288,435	Inattivo	
10003922	40	0,3	283,682	Attivo continuo	
10040438	12	5	270	Attivo continuo	
10003894	8	0,43	270	Attivo continuo	
10003973	9	0,1	268,17	Attivo continuo	
10003959	20		258,17	Attivo continuo	
10040445	40		257,57	Attivo continuo	
10037315	29		259,76	Attivo continuo	5
10040439	29		259,322	Attivo continuo	5
10040597	29	1	259,368	Attivo continuo	
10003981	4,4	0,01	259,366	Attivo continuo	
10003962	10		258,435	Attivo continuo	
21003410	27		253		
10003944	12		258,356	Attivo continuo	
21003175	50		254		
10003958	83		257,671	Attivo continuo	
26010944					
10047860	80		256,098	Attivo	8
10004048	20		256,047	Inattivo	
10003422	12		258,692	Attivo continuo	
10047518	44		258,598	Attivo continuo	4
10040365	10		260,496	Inattivo	
10003391	25		261,642	Attivo continuo	8
10003376	25	0,17	261,376	Attivo continuo	
10003448	6		263,362	Attivo continuo	
10003378	4	0,2	262,302	Attivo continuo	
10003401	10		261,673	Attivo continuo	
10003379	20		261,233	Attivo continuo	
10003466	10	0,1	257,661	Attivo continuo	
10003446	12		259,637	Attivo continuo	
10003389	10		259,24	Attivo continuo	
10003441	6,5		256,319	Attivo continuo	
10000242	67,5		256,128		5
26011025					
10003382	15		260,264	Attivo continuo	
10050506	53		260,003	Attivo	4
10003458	5		259,443	Attivo continuo	
10003474	9		259,567	Attivo continuo	

PROGETTAZIONE ATI:



ID Pozzo	Prof. (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività	Livello statico (m)
10003475	25		259,545	Inattivo	
10003412	10		258,828	Attivo continuo	
10003386	10		259,077	Attivo continuo	
10001152	28		258,846	Attivo continuo	
10003440	30		258,98	Inattivo	
10040826	8	0,25	257,954	Attivo continuo	
10040831	61	0,8	283,898	Attivo continuo	
10035326	24	0,01	276,644	Attivo continuo	
10035354	27		282,162	Attivo continuo	
10040441	4		260	Attivo continuo	
10040997	29		259,661	Attivo continuo	10
10040443	10		257,255	Attivo continuo	
10049553	70		247,653	Attivo	11
10048962			246,558	Attivo	
10035188	40	0,06	248,633	Attivo continuo	
10035190	7	0,05	248,885	Attivo continuo	
10003485	12	0,33	257,83	Attivo continuo	
10004108	12	0,6	255,887	Attivo continuo	
10003462	15	0,4	255,477	Attivo continuo	
10004373	28	0,3	262,538	Attivo continuo	
21003180	29		262		
10004305	29	0,5	263,345	Attivo continuo	5
10004286	7		260,618	Attivo continuo	
21003133	29		261		
10003398	30		260,402	Attivo continuo	
10003413	10	10	260,385	Attivo continuo	
10004344	8		260,083	Attivo continuo	
10003477	11	0,17	260,067	Attivo continuo	
10003480	8		260,017	Attivo continuo	
10003430	7	0,17	260	Attivo continuo	
10003380	30	0,5	260,425	Attivo continuo	16
10040371	30		260	Attivo continuo	
10001268	5		260	Attivo continuo	
10040368	5		260	Attivo continuo	
10003486	8	0,2	260,702	Attivo continuo	
10040432	10		280	Attivo continuo	
10003904	15	1	261,909	Attivo continuo	
10003864	20	0,01	260	Attivo continuo	
10040576	15		289,172	Attivo continuo	

PROGETTAZIONE ATI:

ID Pozzo	Prof. (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività	Livello statico (m)
10035132	26	0,5	265,293	Attivo continuo	
10040779	25		264,967	Attivo continuo	
10036994	22		264,701	Attivo continuo	
10035135	26	0,01	265,235	Attivo continuo	
10035138	18	0,01	264,599	Attivo continuo	
26011028					
10035142	50	15	245,399	Attivo continuo	
10035062	40	19,8	254,062	Attivo continuo	
10035079	29	0,9	255,536	Attivo continuo	
10035078	33	0,01	252,993	Attivo continuo	
10047333	95	300	255,854	Attivo continuo	45
10035066	50		256,846	Attivo continuo	
21003243	62		255		
10034837	15		259,352	Attivo continuo	
10036909	41	0,17	256,589	Attivo continuo	

## 6. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME ARNO (Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale)

Il PAI per il bacino dell'Arno è entrato in vigore con la pubblicazione del D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del Piano di Bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3/10/2005), le cui norme di attuazione ed allegati sono stati pubblicati sulla G.U. n. 248 del 24.10.2005, riferimento formale per la corretta applicazione della normativa alle aree a pericolosità.

Sulla base di più di 10 anni di applicazione operativa è stata sviluppata e consolidata una prassi tecnica applicativa che integra e sviluppa nei dettagli quanto esplicitato all'allegato 2 delle Norme del PAI Arno, confluito ora nell'allegato 3 del progetto di PAI "dissesti geomorfologici". La metodologia tecnico-operativa per quanto riguarda la definizione della pericolosità da frana è esplicitata nel dettaglio nella specifica sezione dedicata.

Il PAI del bacino dell'Arno è tutt'ora vigente e dal 2 febbraio 2017, con la pubblicazione in G.U. del decreto ministeriale n. 294 del 26 ottobre 2016, la sua competenza è passata all'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale.

Con l'istituzione dell'Autorità di bacino distrettuale i criteri e la metodologia IFFI è stata estesa gradualmente anche per i procedimenti di modifica ed integrazione del PAI dei bacini esterni all'Arno.

La corrispondenza tra PAI a livello di dettaglio e IFFI può non essere presente, in particolare dall'IFFI verso il PAI. Questo può dipendere dall'applicazione dei criteri PAI o da semplici errori nella registrazione del dato, ma soprattutto dal livello di aggiornamento del PAI rispetto alle informazioni raccolte nell'IFFI. Infatti mentre l'aggiornamento della banca dati IFFI, pur seguendo precisi criteri operativi, non ha vincoli normativi dal punto di vista della modalità e dei tempi di registrazione delle informazioni che vi vengono archiviate, diversamente l'aggiornamento del PAI è

PROGETTAZIONE ATI:

sottoposto alla normativa ex L.183/89 e ex DI 180/98, secondo le specifiche del DPCM 06.05.05, ed ha quindi precisi vincoli formali.

Il PAI è aggiornato più volte nel corso dell'anno in base al completamento delle procedure di adeguamento degli strumenti e degli atti di governo del territorio delle amministrazioni locali e al completamento delle procedure di rettifica di minima entità.

Il PAI è uno strumento in continuo aggiornamento per il quale sono previste procedure semplificate per la modifica e l'integrazione della cartografia della pericolosità a scala locale o a scala comunale secondo gli artt. 27 e 32 delle norme di Attuazione, ora applicati secondo quanto previsto dall'art.15 della disciplina del Progetto di PAI "dissesti geomorfologici".

Le modifiche alla pericolosità hanno immediato effetto dato che per loro valgono le misure di salvaguardia previste per il Piano di bacino (art. 65, c.7, D.lgs 152/06). L'Autorità di bacino si adopera, anche tramite la collaborazione con gli enti competenti nel governo del territorio, per garantire adeguate forme di partecipazione e consultazione da parte del cittadino sia in fase istruttoria degli aggiornamenti sia in fase di vigenza una volta approvate le modifiche e le integrazioni alla pericolosità del PAI.

Dal punto di vista dei criteri e delle metodologie, in seguito alla pubblicazione in G.U. della delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.20 del 20 dicembre 2019, anche per il PAI del bacino dell'Arno viene applicato quanto previsto agli allegati 2 e 3 della disciplina del Progetto di Piano – PAI "dissesti geomorfologici".

La cartografia allegata al PAI, per quanto attiene la individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità da dissesto geomorfologico è, in sostanza, la risultanza dei due lavori di inventario e censimento di dettaglio dei dissesti.

Il primo è la banca dati che andrà a confluire nell'*inventario dei fenomeni franosi italiani*, che contiene i punti di massima quota della nicchia di distacco. L'Autorità ha inoltre redatto, attraverso l'integrazione di tale inventario, il *censimento e perimetrazione delle frane a rischio del bacino del fiume Arno* che contiene la caratterizzazione geomorfologica delle aree in frana e la definizione del livello di rischio stabilito attraverso uno studio specifico condotto dalle Università di Siena, Pisa e Firenze sotto la guida del prof. Carmignani. Nello studio sono indicate le aree a pericolosità e rischio *molto elevati* (P.F.4/R.F.4), aree a pericolosità e rischio *elevato* (P.F.3/R.F.3) e aree a pericolosità e rischio *moderati* (P.F.2/R.F.2).

La cartografia a livello di dettaglio presenta dunque tre livelli di pericolosità così caratterizzati:

Classe *P.F.4*, a pericolosità *molto elevata*, comprende le aree a pericolosità e rischio molto elevato già indicate nel Piano Straordinario. Sostanzialmente sono aree interessate da frane attive, causa di rischio molto elevato.

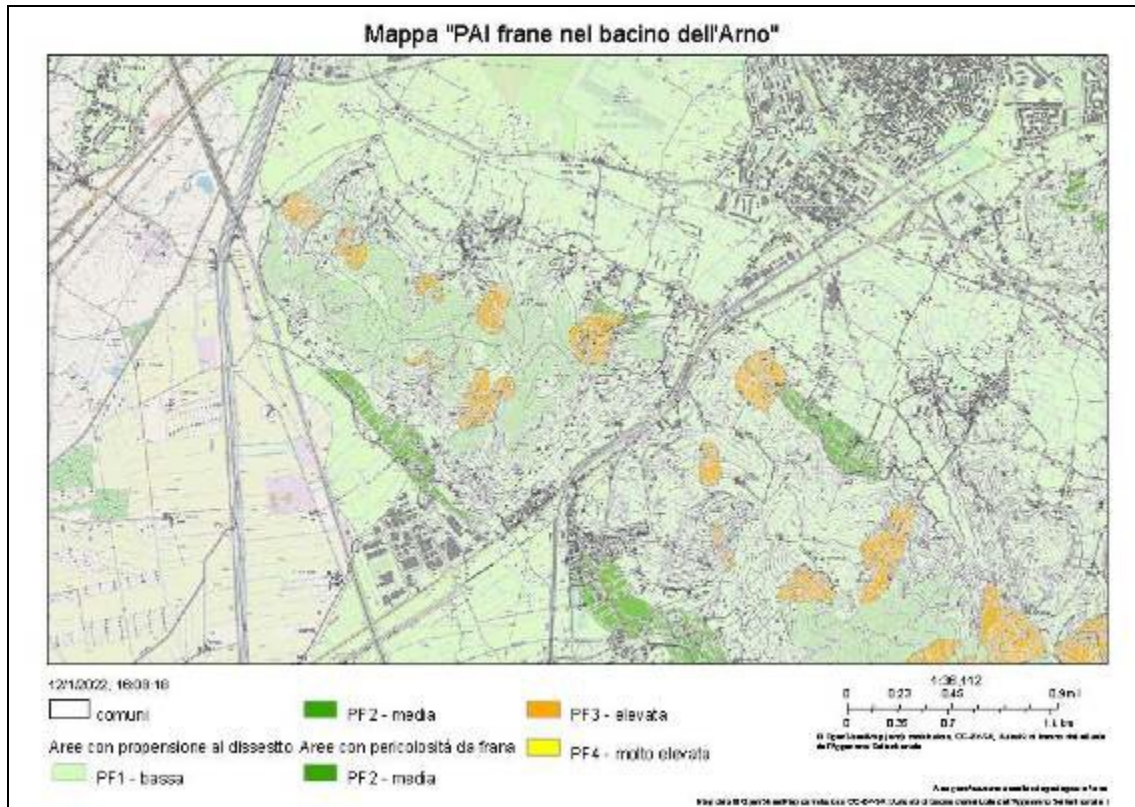
Classe *P.F.3* a pericolosità *elevata*, comprende le frane quiescenti o frane attive causa potenziale di rischio *elevato*.

Classe *P.F.2* a pericolosità *media*, comprende le frane quiescenti causa potenziale di rischio medio.

La cartografia della pericolosità da frana e da processi geomorfologici di versante del PAI è disponibile come banca dati geografica informatizzata, in modalità interattiva tramite WebGIS

(<https://geodataserver.appenninoseptentrionale.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=72f02517284e4c5ba2f8a5310eff44e1>) e come dato sorgente tipo shapefile tramite la scheda di metadato.

Rimandando a quanto indicato nella cartografia geologica allegata, nelle figure sottostanti (Figura 6-1+Figura 6-7) si riporta quanto visibile nelle schermate WebGIS relative all'area di interesse progettuale, seguita dalle relative schede di interrogazione relative ai dissesti segnalati in prossimità dell'asse di progetto.



**Figura 6-1 – Stralcio schermata PAI dell'intera area di progetto scaricata da WebGIS.**



Figura 6-2 – Stralcio schermata PAI scaricata da WebGIS (area Ramo A).

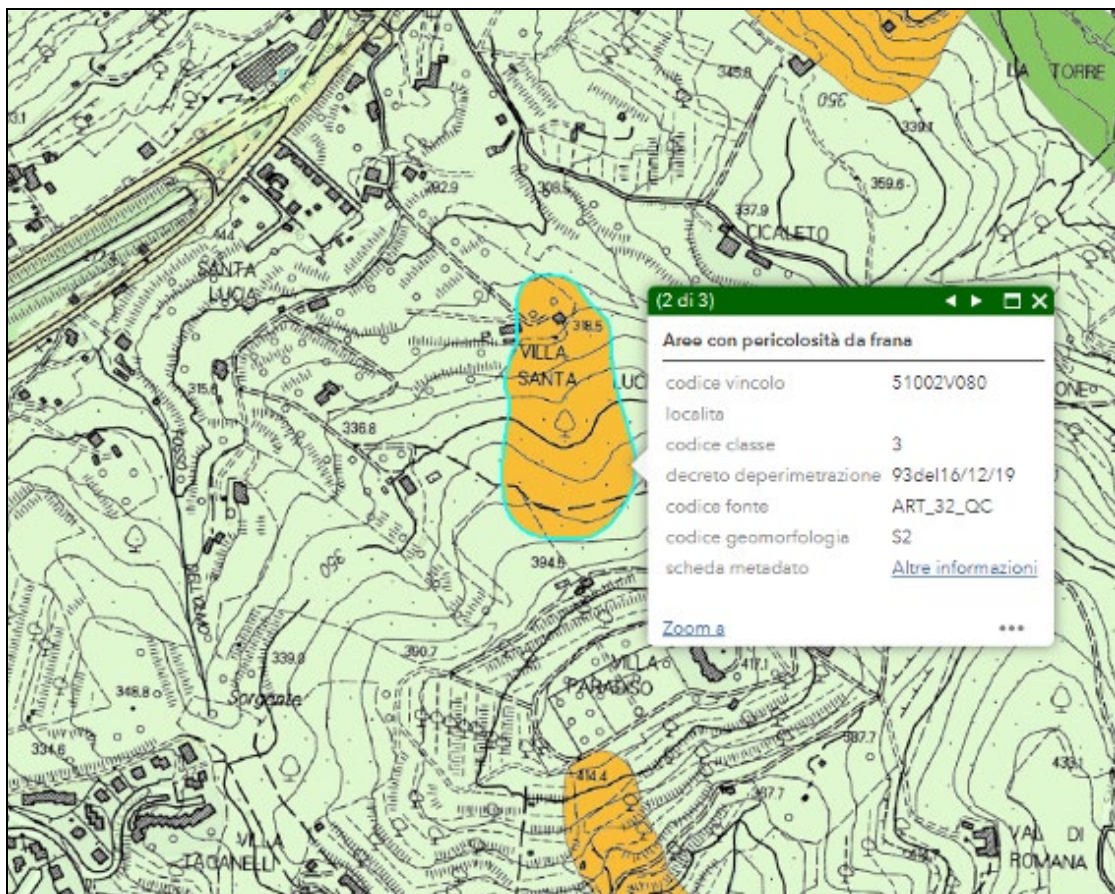
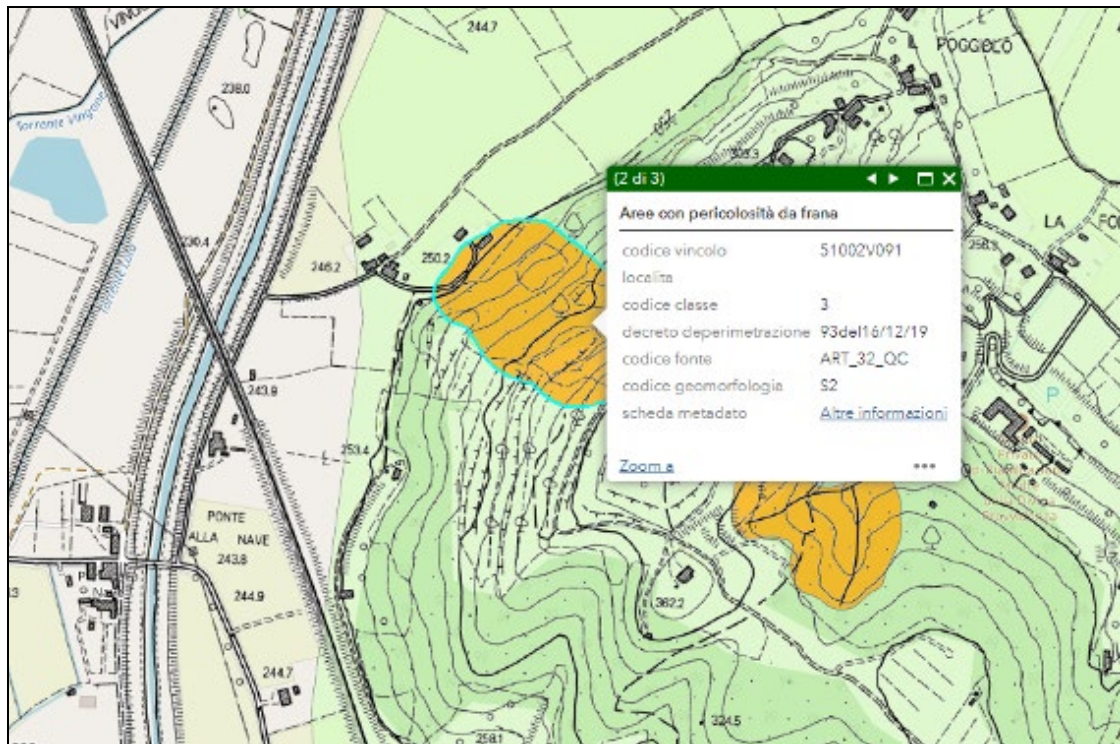
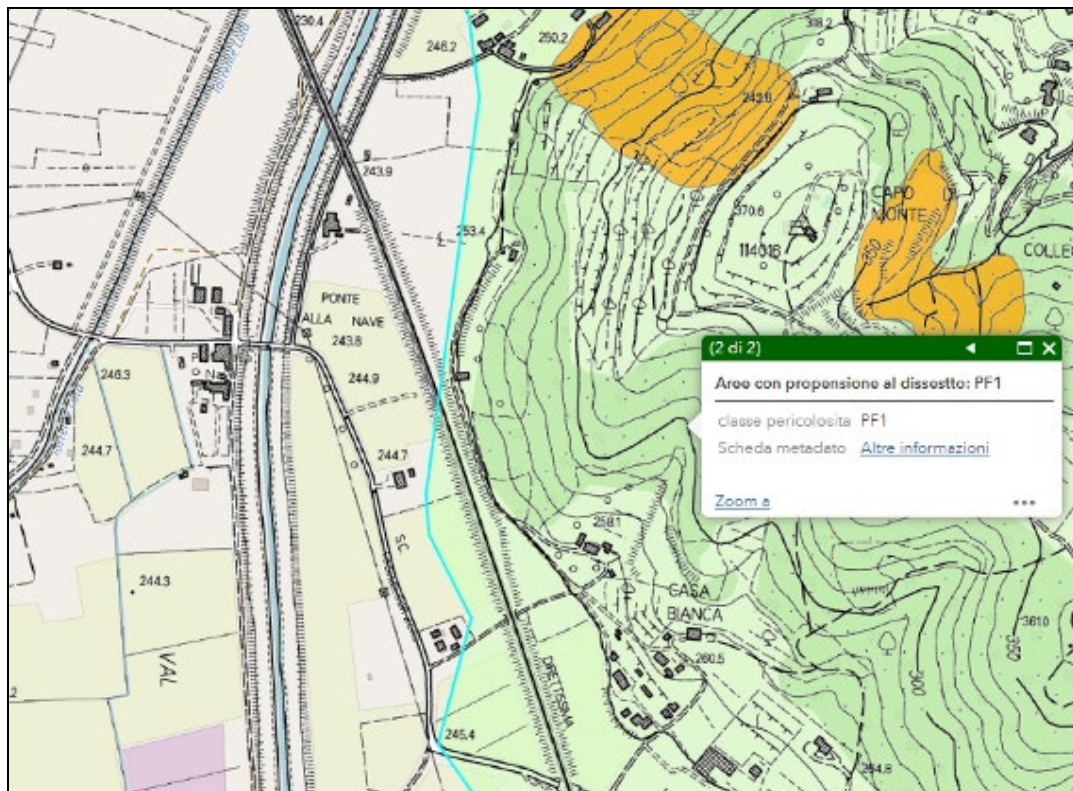


Figura 6-3 – Stralcio schermata PAI scaricata da WebGIS (area Ramo A).

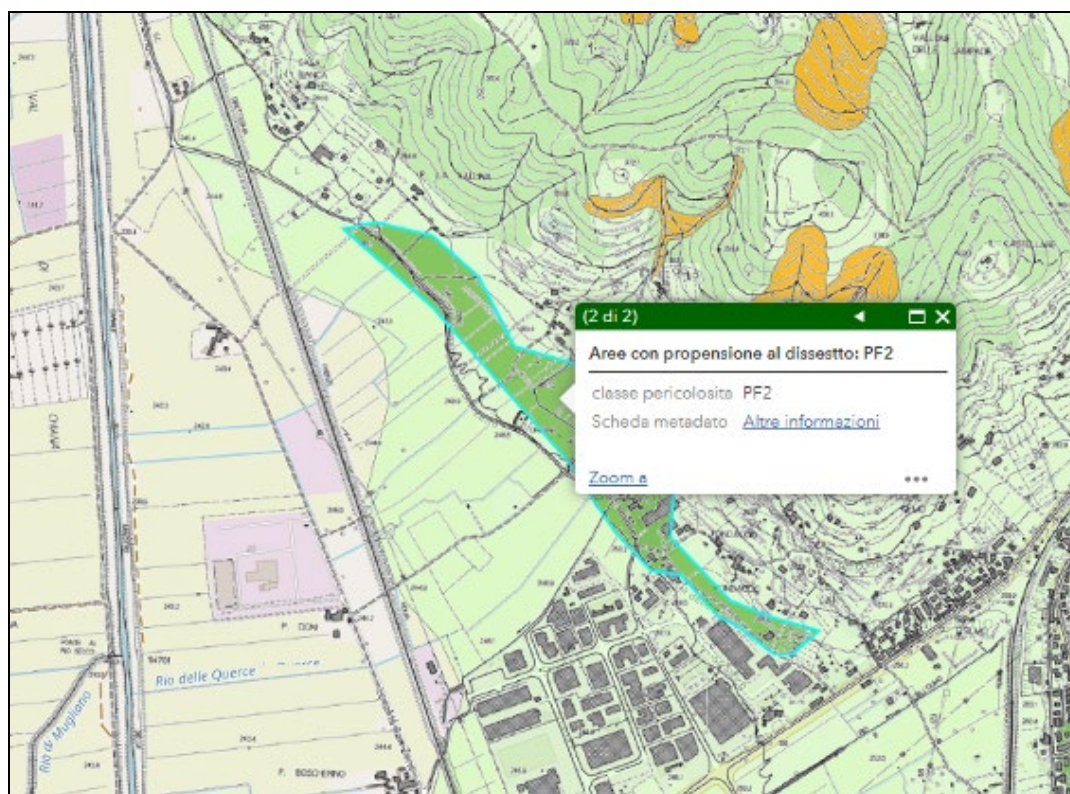
PROGETTAZIONE ATI:



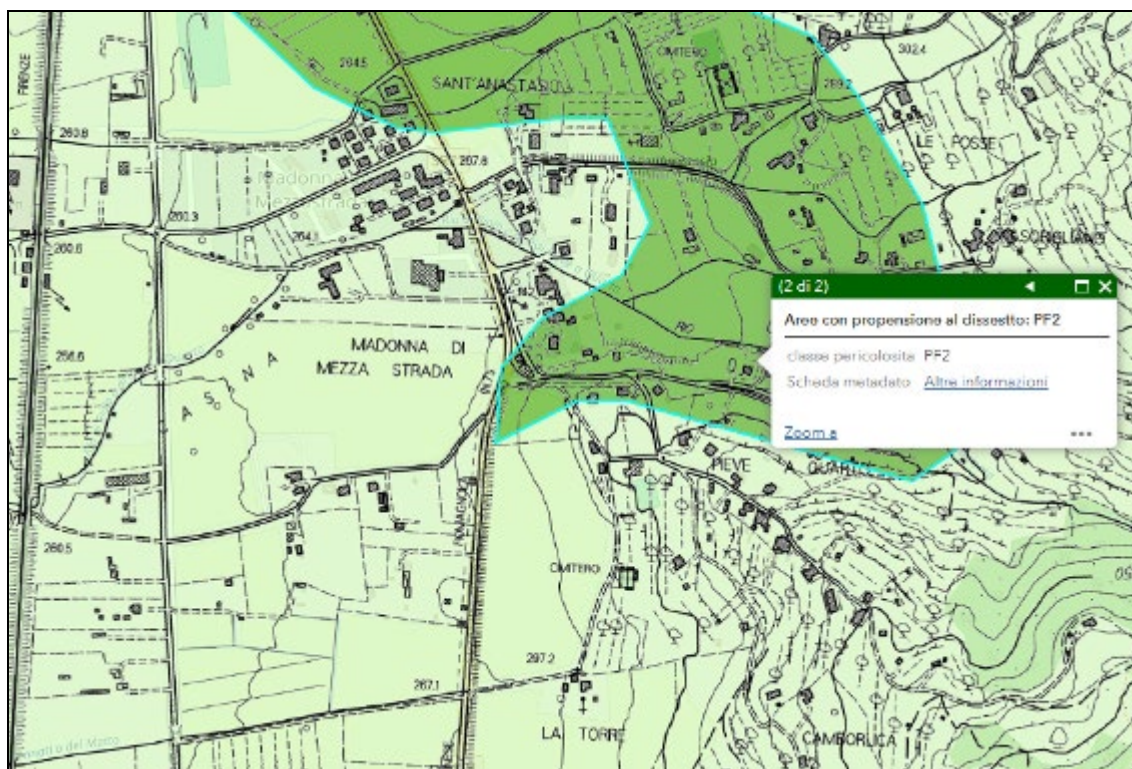
**Figura 6-4 – Stralcio schermata PAI scaricata da WebGIS (area Ramo C).**



**Figura 6-5 – Stralcio schermata PAI scaricata da WebGIS (area Ramo C).**



**Figura 6-6 – Stralcio schermata PAI scaricata da WebGIS (area Ramo C).**



**Figura 6-7 – Stralcio schermata PAI scaricata da WebGIS (area Ramo D).**

PROGETTAZIONE ATI:

## 7. INQUADRAMENTO SISMICO

### 7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la Classificazione sismica del territorio della Regione Toscana le Delibere della Giunta regionale Toscana n.431 del 19/06/2006 e n. 841 del 26.11.2007, in attuazione dell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 e hanno aggiornato la Classificazione sismica del Territorio della Regione Toscana, prevedendo l'istituzione di una nuova zona 3S nella quale progettare tenendo conto delle azioni sismiche come in zona 2 per tutti quei comuni che cambiano zona al variare delle sottozone, cioè quelli che potrebbero andare in zona 3 ma anche restare in zona 2. e

ZONA	Accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico( $a_g$ )
2	0.25
3s	0.25
3	0.15
4	0.05

Figura 7-1 - Valori di accelerazione orizzontale d'ancoraggio e relative zone secondo DGRT n. 431 -2006

Con la Delibera di Giunta Regionale n. 878 dell'8 ottobre 2012 in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 è stato attuato l'aggiornamento della classificazione sismica con la revoca della DGRT 431/2006" e la cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (DGRT 841/2007). Secondo tale delibera il comune di Arezzo ricade in zona 2.

Infine con la D.G.R. n. 421 del 26.05.2014 si è proceduto con l'aggiornato dell'Allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'Allegato 2 (mappa) della deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012. Anche secondo tale delibera il comune di Arezzo ricade in zona sismica 2.

Tabella 7-1 Storia della classificazione sismica del comune di Arezzo dal 1927 a oggi

Cod. ISTAT	Comune	CLASSIFICAZIONI SISMICHE PRECEDENTI								ATTUALE
		R. D. 13 03 1927 n°431	R. D. 25 03 1935 n°640	R. D. 22 11 1937 n°2105	Legge 25 11 1962 n°1684	Decreto Ministeriale 19 03 1982	O. P.C.M. n°3274 20 03 2003 Del. G.R.T. n°604 16 06 2003	O.P.C.M. n°3519 28 04,2006 Del. G.R.T. n°431 19 06 2006	Del. G.R.T. n°878 8 10 2012	Del. G.R.T. n°421 26 maggio 2014
051002	AREZZO	2 sola fraz. S.Maria alla Rassinata	2 sola fraz. S.Maria alla Rassinata	n.c.	n.c.	2	2	2	2	2



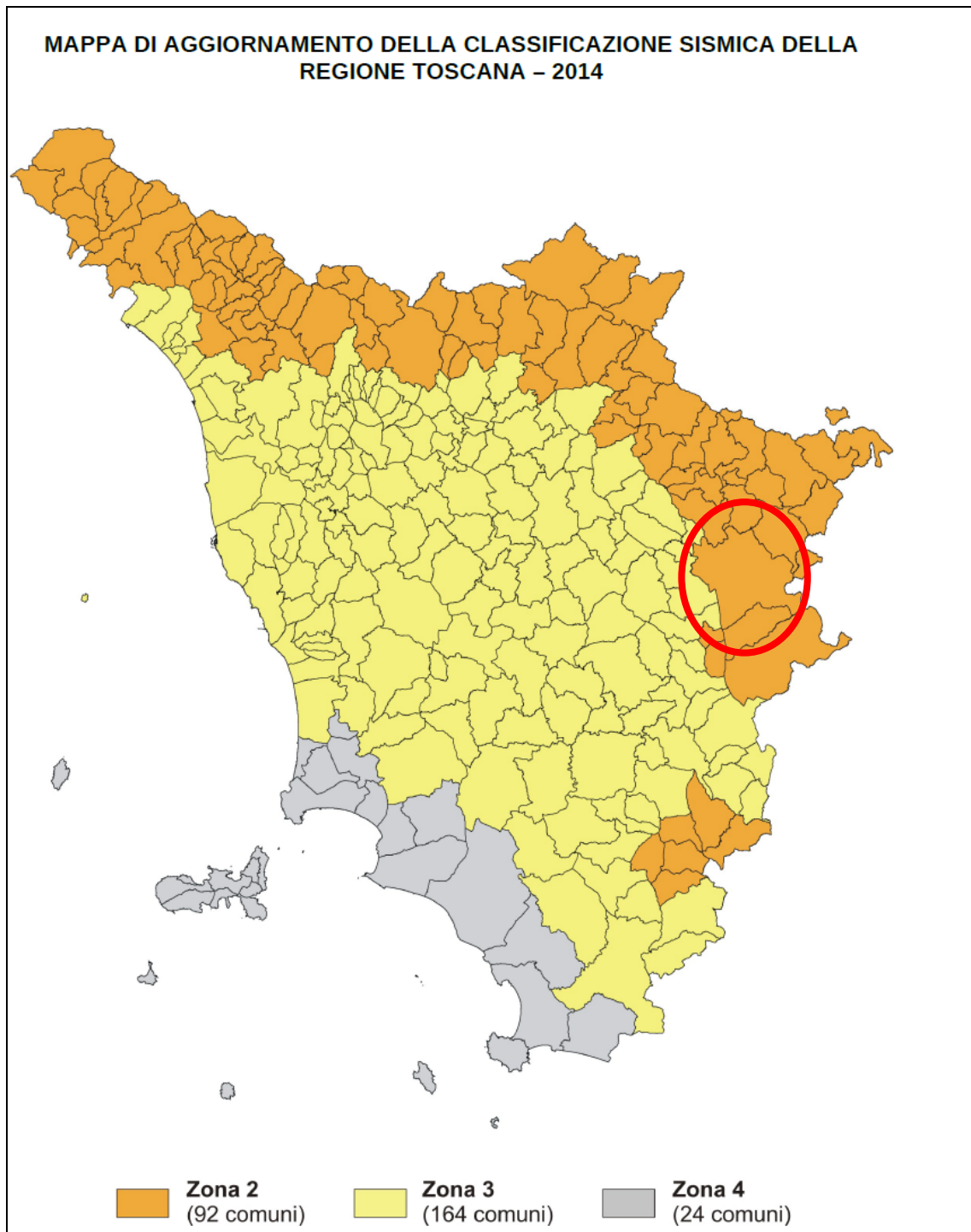


Figura 7-2 - Classificazione zone sismiche regione Toscana – Delibera GRT n. 421 del 26/05/2014

## 7.2. PERICOLOSITÀ SISMICA

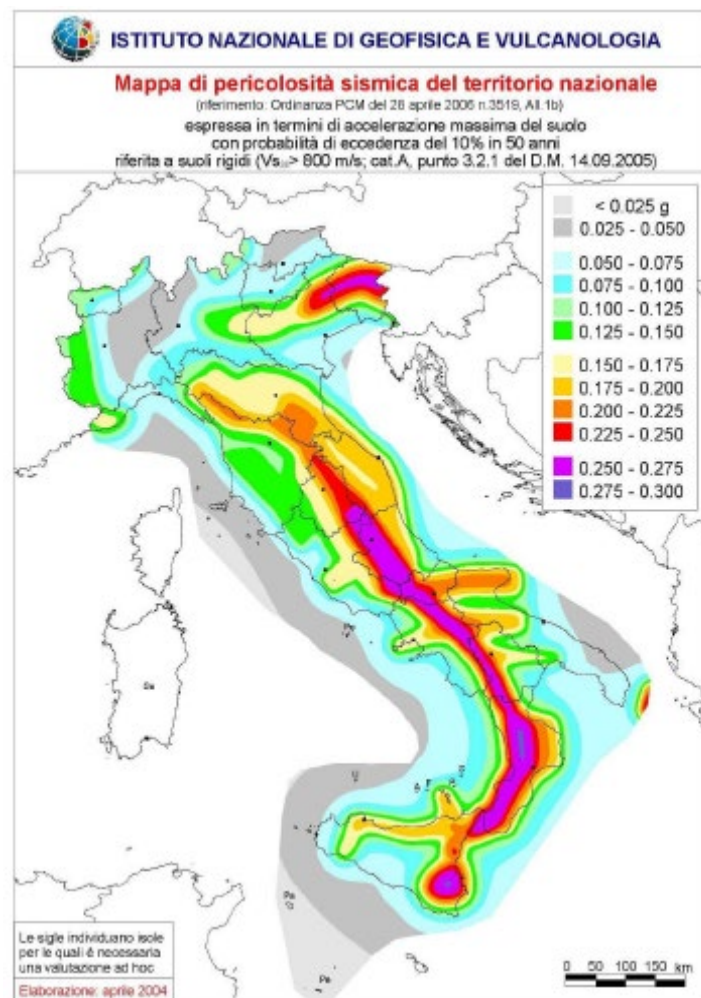
L' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle

PROGETTAZIONE ATI:

medesime zone” ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale e ha definito i criteri che ciascuna Regione deve seguire per l’aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio.

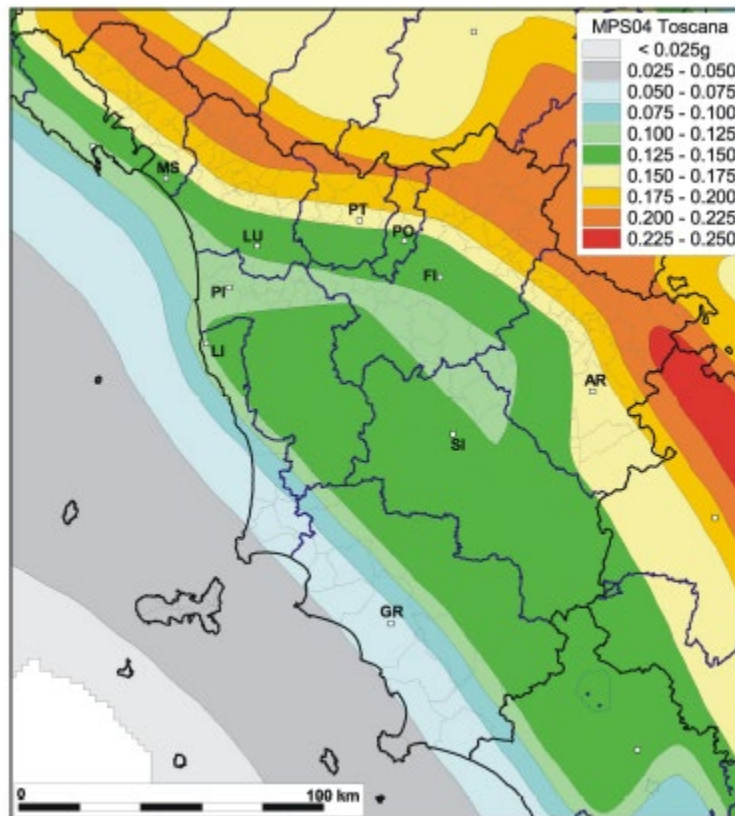
La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente". In sintesi, non si progetta più stimando l’azione sismica a partire dalla “zona”, ma calcolandola ad hoc per il sito di progetto, inserendo la localizzazione nella mappa nazionale di pericolosità. Ne consegue che la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell’azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Questo strumento normativo, per la prima volta, ha portato a valutare la classificazione sismica del territorio secondo parametri sismologici svincolati dal solo criterio politico del limite amministrativo utilizzato fino a quel momento.



**Figura 7-3 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM 3519 2006)**

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 7-4 - Mappa della pericolosità Sismica della Toscana**

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Nello specifico, tramite applicazione Webgis consultabile on line sul sito dell'I.N.G.V. all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it>, è possibile in maniera interattiva esaminare le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale. In particolare, come specificato, il territorio del comune di Arezzo si hanno dei valori di accelerazione del suolo, riferiti ai suoli rigidi, (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compresi tra  $0.125 \div 0.200 a_g$  di accelerazione massima del suolo espressa come accelerazione di gravità.

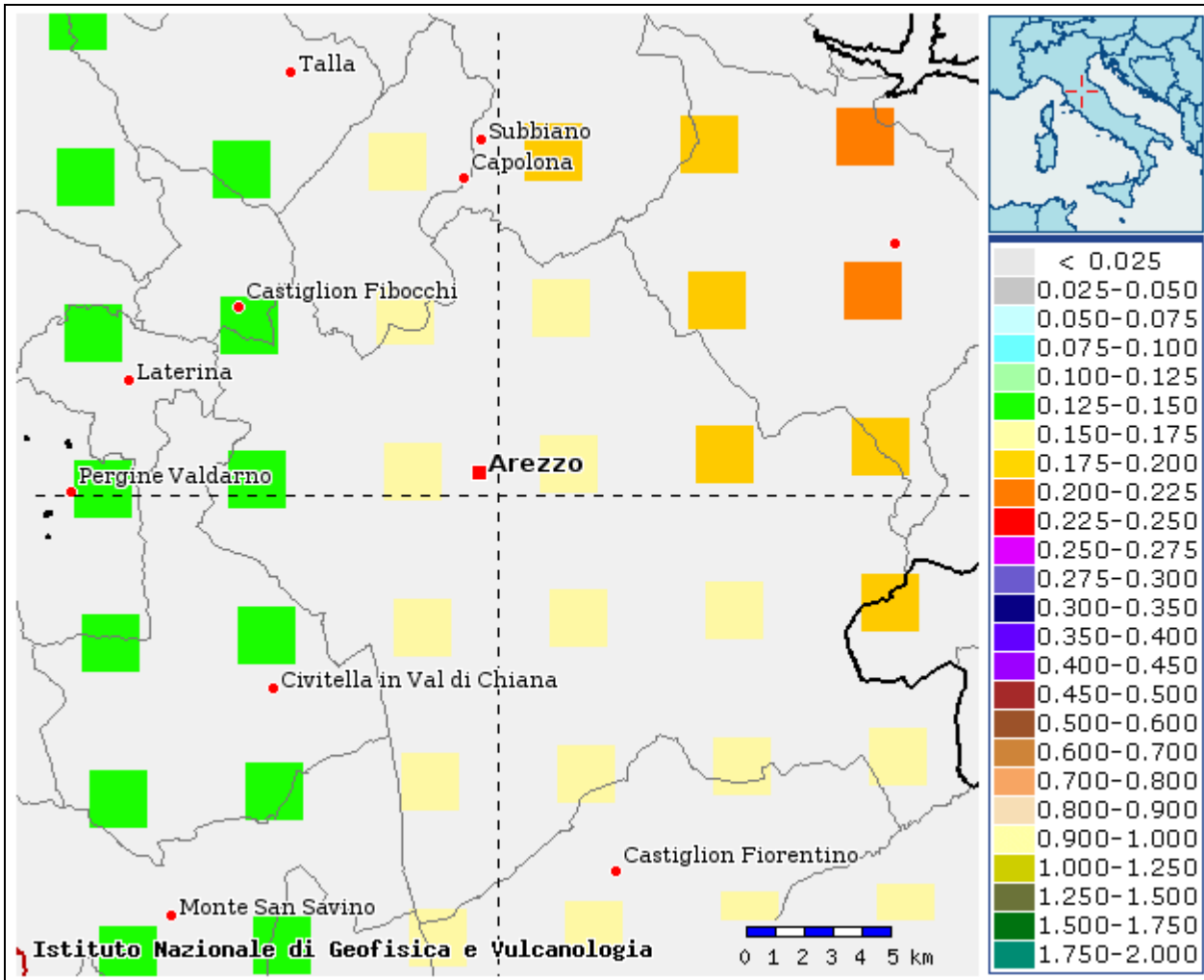


Figura 7-5 - Valori di pericolosità sismica (OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s; cat. A, punto A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

### 7.3. SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale. In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

PROGETTAZIONE ATI:

La finestra cronologica coperta dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato.

Per area interessata dall'opera in progetto sono stati identificati i seguenti eventi ricavabili dal database dell'INGV:

PlaceID						IT_46638
Coordinate	(lat,	lon)	43.464,			11.882
Comune	(ISTAT		2015)			Arezzo
Provincia						Arezzo
Regione						Toscana
Numero di eventi riportati	84					
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw	
7-8	1005	Arezzo	4	6-7	4,86	
7-8	1352 12 25	Alta Valtiberina	7	9	6,31	
NC	1542 06 13 02 15	Mugello	46	9	6,02	
5	1751 07 27 01	Appennino umbro-marchigiano	66	10	6,38	
4-5	1774 01 31 19 30	Alta Valtiberina	3	6	4,63	
F	1781 01 11	Crete Senesi	4	6-7	4,86	
6	1781 06 03	Cagliese	157	10	6,51	
4-5	1787 12 26	Casentino	6	5-6	4,4	
6	1796 02 05 02	Aretino	9	7	4,96	
4	1798 05 26	Senese	15	6-7	4,85	
3	1854 02 12 05	Valle Umbra	21	8	5,57	
F	1865 09 21 20 50	Alta Valtiberina	5	7	5,1	
3	1869 02 07	Senese	8	6-7	4,81	
F	1869 02 07 04 52	Senese	5	5-6	4,4	

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
3-4	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
3	1881 09 28	Cesena	24	6-7	4,71
2	1887 11 14 05 48 05.00	Fiorentino	101	6	4,47
NF	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
F	1891 12 08	Alta Valtiberina	24	5	4,34
F	1892 11 21	Alta Valtiberina	22	5-6	4,25
3	1895 05 18 19 55 12.00	Fiorentino	401	8	5,5
2-3	1895 06 06 00 35 05.00	Fiorentino	29	5-6	4,55
F	1895 10 25 00 24 58.00	Chianti	36	5-6	4,51
5-6	1897 12 18 07 24 20.00	Alta Valtiberina	132	7	5,09
4-5	1902 06 27 16 48	Casentino	13	6	4,46
3	1907 12 20 10 29 15.00	Chianti	35	6	4,44
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
5	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
4	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26
2	1911 03 20 15 47	Forlivese	25	6	5,09
2	1911 03 26 20 20 50.00	Casentino	8	6	4,54
4-5	1911 09 13 22 29 02.00	Chianti	115	7	5,08
2	1913 07 21 22 35	Appennino romagnolo	43	5-6	4,79
3	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
3-4	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82
6	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5,99
3	1917 12 02 17 39	Appennino forlivese	32	6-7	5,09
4	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5,96

PROGETTAZIONE ATI:

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
3	1919 02 13 02 20	Lago Trasimeno	18	6	4,64
5	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6,38
NF	1919 09 10 16 57	Val di Paglia	67	7-8	5,36
5	1919 10 25 13 51	Alta Valtiberina	30	6	5,03
3	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
3	1920 11 24 04 20	Senese	15	4-5	4,07
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
3	1940 10 16 13 17	Val di Paglia	106	7-8	5,29
5	1948 06 13 06 33 36.00	Alta Valtiberina	142	7	5,04
2-3	1949 03 09 04 16 30.00	Mugello	12	5	4,42
3	1951 09 01	Monti Sibillini	80	7	5,25
NF	1952 12 02 06 13 22.00	Appennino forlivese	53	5	4,42
3	1957 04 30 06 05 08.00	Alta Valtiberina	57	5	4,23
NF	1959 03 24 10 24	Fiorentino	28	7	4,85
NF	1960 04 15 02 45 11.00	Montefeltro	30	5-6	4,45
3	1960 10 29 00 08 39.00	Mugello	69	7	4,91
F	1962 09 16 14 49 45.00	Chianti	19	6	4,54
4	1965 08 04 11 49 53.00	Alta Valtiberina	44	5	4,48
3	1969 08 09 09 20 57.00	Appennino tosco-romagnolo	33	5	4,2
3	1969 08 11 13 55	Lago Trasimeno	46	7	4,7
3	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
5	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5,83
2-3	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
3	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
4-5	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62

PROGETTAZIONE ATI:

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
NF	1987 07 05 13 12 37.46	Montefeltro	90	6	4,44
NF	1989 07 09 03 54 37.25	Montefeltro	48	5	4,09
NF	1990 05 08 22 33 15.91	Alta Valtiberina	64	5	3,77
2	1991 01 14 07 38 36.65	Casentino	62	5	4,26
3	1993 01 17 10 51 23.39	Alta Valtiberina	76	5	4,26
NF	1993 06 05 19 16 17.02	Valle del Topino	326	6	4,72
4	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
4-5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
3	1997 10 02 19 38 02.29	Alta Valtiberina	55		4,42
3-4	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
3	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
4-5	2000 06 22 12 16 35.58	Bacino di Gubbio	107	5	4,47
5	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4,63
3	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
NF	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4,21
3	2009 12 15 13 11 58.98	Valle del Tevere	26	7	4,23
3-4	2016 08 24 01 36 32.00	Monti della Laga	221	10	6,18
4	2016 10 26 19 18 07.42	Valnerina	77		6,07
4-5	2016 10 30 06 40 17.32	Valnerina	379		6,61
3-4	2017 01 18 10 14 09.90	Aquilano	280		5,7

Tabella 7-2 Catalogo sismico del sito di Arezzo . Dati modificati a partire dal gruppo di Lavoro CPTI2015 ( Io = intensità ipocentrale , Mw = Magnitudo ; Int.Intensità realmente risentita al sito in scala MCS)

Si riporta inoltre l'istogramma della distribuzione degli eventi sismici in funzione dell'intensità e del tempo.



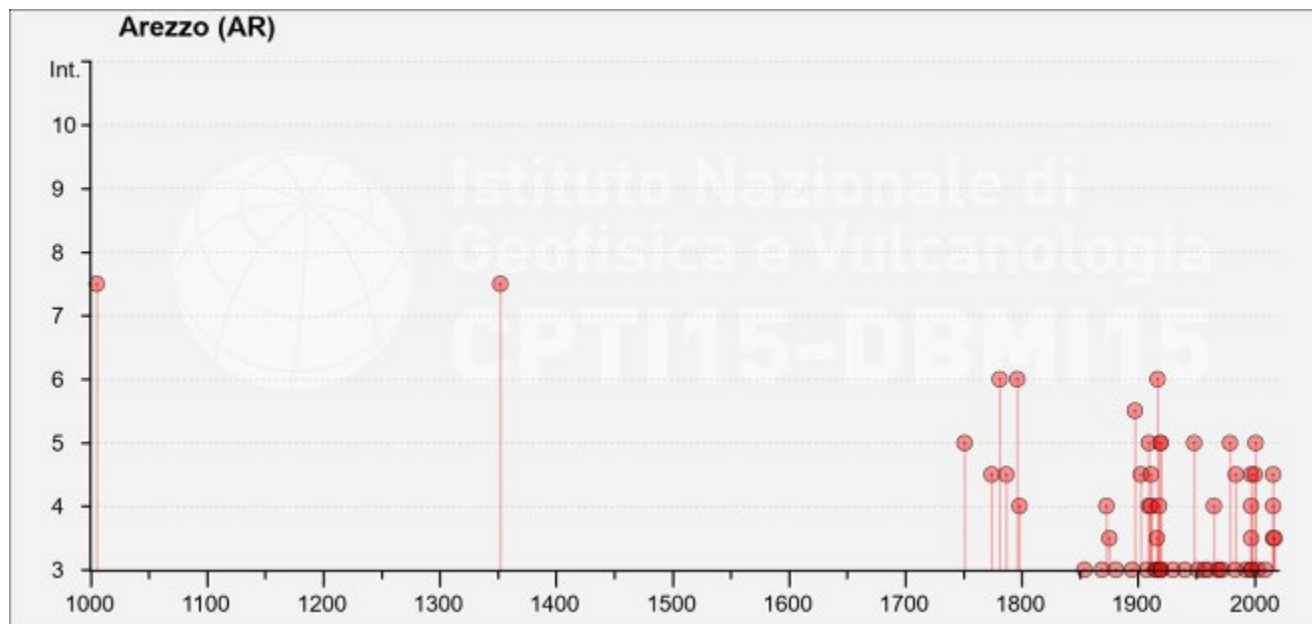


Figura 7.6 Distribuzione delle intensità risentite al sito (I<sub>s</sub>) dei terremoti verificatisi nell'area di Monte Argentario dal 1000 al 2002.

Di seguito si riporta una tabella con le massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Arezzo e una mappa con le stesse massime intensità osservate nella Regione Toscana (Dipartimento della Protezione Civile 1996), in cui si può osservare come la massima intensità macrosismica registrata per il comune di Arezzo sia I<sub>max</sub> = 8. Per intensità macrosismica si intende la misura degli effetti di un terremoto sulle costruzioni, sull'uomo e sull'ambiente, classificandoli in dodici gradi attraverso la scala Mercalli. L'intensità non è quindi una misura dell'energia di un terremoto, ma del grado di danneggiamento, perché le conseguenze dipendono dalla violenza dello scuotimento ma anche da come sono state costruite le case e da quante persone vivono nell'area colpita.

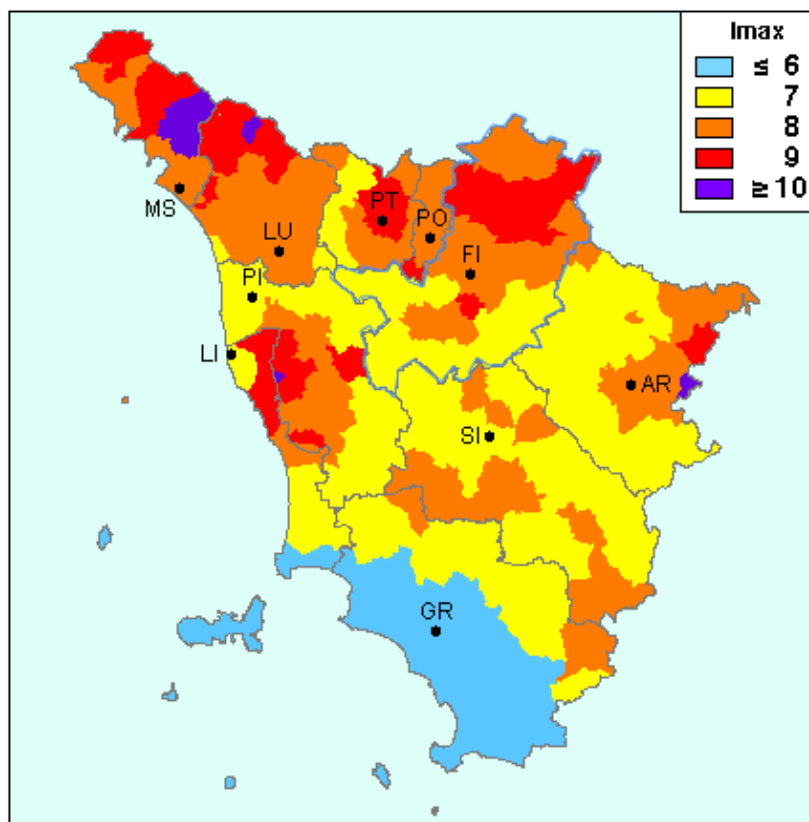
Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	I <sub>max</sub>
ANGHIARI	9	51	1	43.54050	12.05450	8
AREZZO	9	51	2	43.46281	11.87932	8
BADIA TEDALDA	9	51	3	43.70670	12.18704	8
BIBBIENA	9	51	4	43.69658	11.81639	7
BUCINE	9	51	5	43.47788	11.61651	7
CAPOLONA	9	51	6	43.56244	11.85960	7
CAPRESE MICHELANGELO	9	51	7	43.64069	11.98555	7
CASTEL FOCIGNANO	9	51	8	43.65128	11.83626	7
CASTELFRANCO DI SOPRA	9	51	9	43.62092	11.55496	7
CASTEL SAN NICCOLO`	9	51	10	43.74058	11.70381	7
CASTIGLION FIBOCCHI	9	51	11	43.52702	11.76322	7
CASTIGLION FIORENTINO	9	51	12	43.34111	11.92350	7
CAVRIGLIA	9	51	13	43.52116	11.48940	7
CHITIGNANO	9	51	14	43.66051	11.88163	8
CHIUSI DELLA VERNA	9	51	15	43.69491	11.93877	7
CIVITELLA IN VAL DI CHIANA	9	51	16	43.40456	11.76845	7
CORTONA	9	51	17	43.27465	11.98648	7

PROGETTAZIONE ATI:

**T00GE01GEORE01\_A - STUDI ED INDAGINI – GEOLOGIA - RELAZIONE GEOLOGICA**

FOIANO DELLA CHIANA	9	51	18	43.25226	11.81929	7
LATERINA	9	51	19	43.50809	11.71592	7
LORO CIUFFENNA	9	51	20	43.59213	11.63242	7
LUCIGNANO	9	51	21	43.27331	11.74634	7
MARCIANO DELLA CHIANA	9	51	22	43.30446	11.78684	7
MONTEMIGNAIO	9	51	23	43.73934	11.61991	7
MONTERCHI	9	51	24	43.48484	12.11140	>=10
MONTE SAN SAVINO	9	51	25	43.33107	11.72506	7
MONTEVARCHI	9	51	26	43.52297	11.56842	7
ORTIGNANO RAGGIOLO	9	51	27	43.67951	11.74681	7
PERGINE VALDARNO	9	51	28	43.46911	11.68586	7
PIAN DI SCO	9	51	29	43.64264	11.54862	7
PIEVE SANTO STEFANO	9	51	30	43.67016	12.04079	8
POPPI	9	51	31	43.72271	11.76711	7
PRATOVECCHIO	9	51	32	43.78803	11.72171	7
SAN GIOVANNI VALDARNO	9	51	33	43.56426	11.53055	7
SANSEPOLCRO	9	51	34	43.56998	12.14130	9
SESTINO	9	51	35	43.70807	12.29702	8
STIA	9	51	36	43.80029	11.70803	8
SUBBIANO	9	51	37	43.57493	11.87042	7
TALLA	9	51	38	43.60112	11.78900	7
TERRANUOVA BRACCIOLINI	9	51	39	43.55041	11.58610	7

**Tabella 7.3 Intensità macrosismiche della provincia di Arezzo. ( DPC1996)**



**Figura 7-7 - Massime intensità macrosismiche della Regione Toscana (INGV2016)**

PROGETTAZIONE ATI:

#### 7.4. ASPETTI SISMOGENETICI

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003 n.3274, All.1, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con l'istituzione del Gruppo di Lavoro del 2004, ha provveduto alla produzione di una mappa di pericolosità sismica di riferimento, elaborando una nuova zonazione sismogenetica (ZS9). Questa nuova zonizzazione sismogenetica è stata definita a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000), alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

La zonizzazione sismogenetica ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica (ZS), da un meccanismo focale prevalente, da un valore di Magnitudo Momento Massima (Mw), un valore di Magnitudo di Durata massimo (Md) e da un valore di profondità efficace.



Figura 7-8 - Zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano

PROGETTAZIONE ATI:

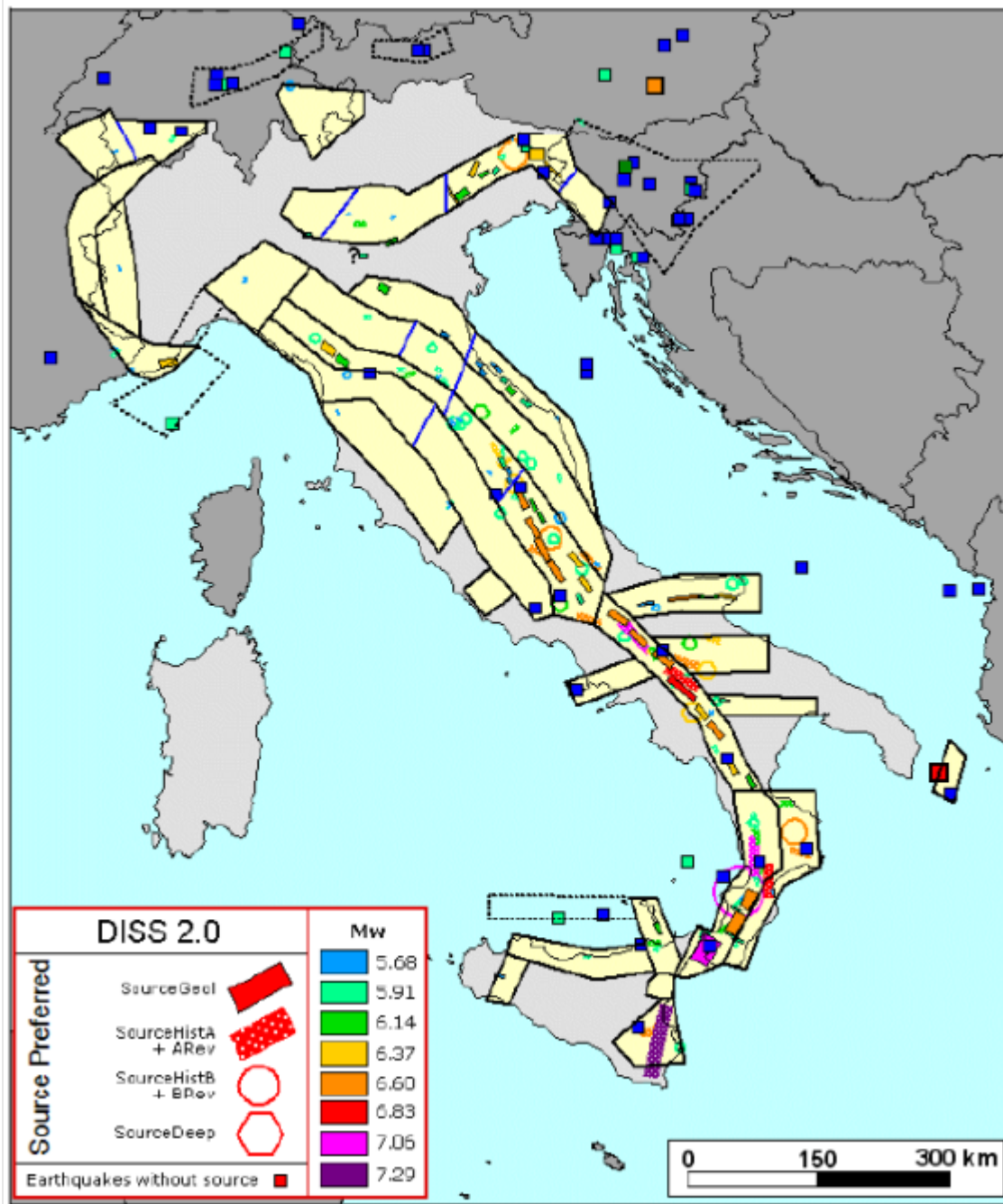
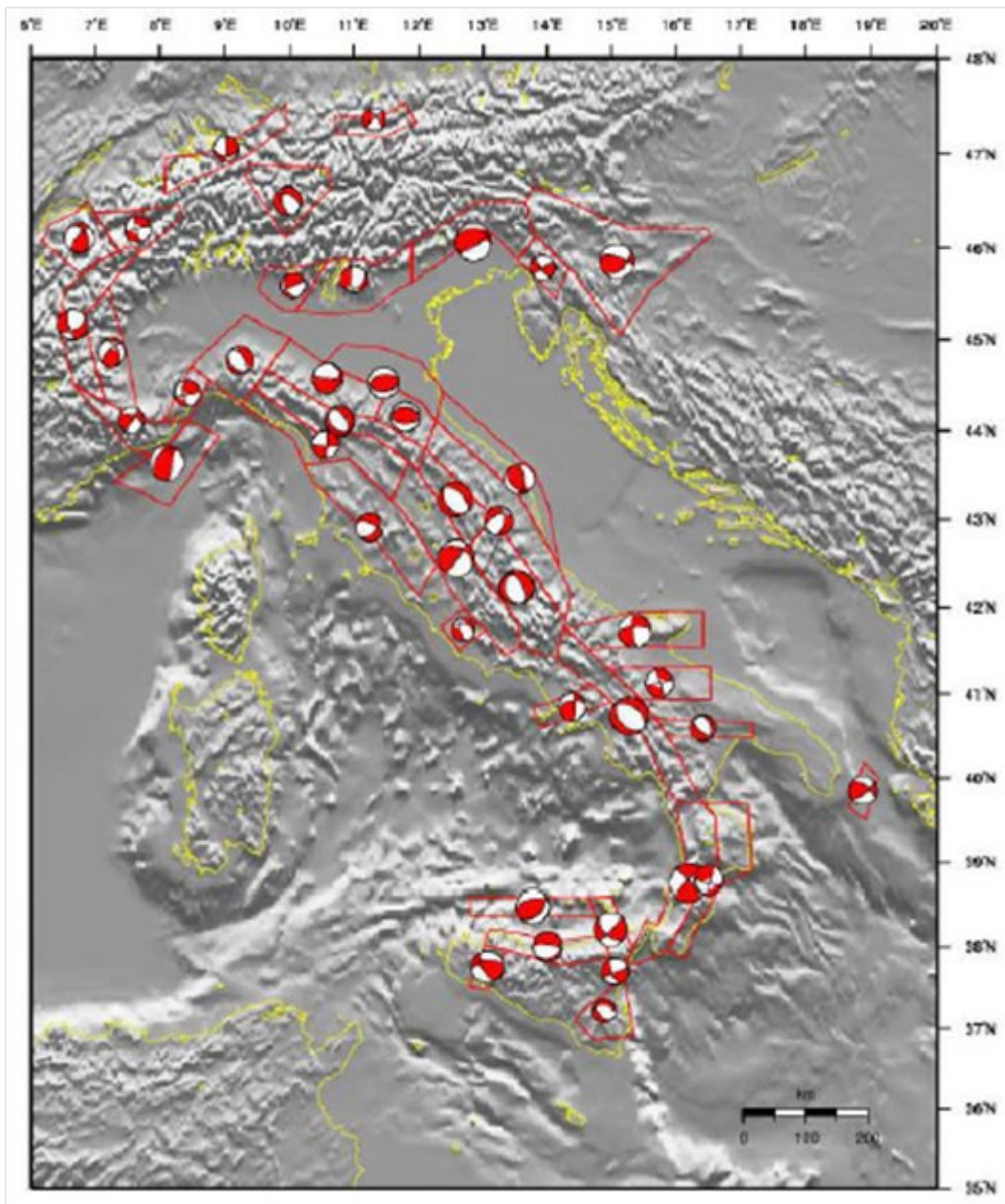


Figura 7-9 - Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo Mw del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti presenti nel catalogo di riferimento (CPTI2) ma non associati ad una specifica sorgente di DISS 2.0. La loro magnitudo viene rappresentata mediante la stessa scala cromatica usata per le sorgenti. Le classi di magnitudo con le quali sono rappresentati i terremoti e le sorgenti sono le stesse utilizzate per il calcolo dei tassi di sismicità.

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 7-10 - Meccanismi focali medi calcolati per tutte le zone sismogenetiche di ZS9 a partire dal database recentemente pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003). La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone.**

Dalla consultazione della zonizzazione sismogenetica ZS9, emerge che l'area in esame ricade all'interno della zona sismogenetica 920.

La zona 920 (insieme alla zona 916) coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000). Questa zona è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.

Nella zona 920 si verificano terremoti prevalentemente con meccanismi di fagliazione distensivi. Le profondità ipocentrali sono mediamente minori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più

PROGETTAZIONE ATI:

occidentale. Studi paleosismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene con magnitudo attese che, sulla base della lunghezza della rottura di superficie, vengono stimate tra 5 e 8 km, con maggior frequenza intorno ai 6 km di profondità. (Galadini e Galli, 2000).

## **7.5. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE**

Il Comune di Arezzo si è dotato di uno studio di microzonazione Sismica di livello 1.

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (MS1) rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

La carta delle MOPS è di estrema importanza ai fini delle scelte di pianificazione territoriale, rappresentando uno strumento che consente di dare informazioni sintetiche ottenute dalla sovrapposizione di informazioni di dati geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici attraverso la suddivisione del territorio in zone che presentano un medesimo potenziale di suscettibilità o meno a fenomeni di amplificazione locale indotto dal sisma. La carta evidenzia perciò ambiti omogenei dove si può prevedere l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica come amplificazioni, instabilità e liquefazione. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, risulta indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente).

Lo studio di MS ha permesso l'individuazione delle seguenti zone omogenee:

- Le zone suscettibili di instabilità cartografate nell'area oggetto di studio sono riferibili a fenomeni di instabilità gravitativa. Tali aree sono state classificate come zone di attenzione per instabilità in quanto, in occasione di eventi sismici di rilevante importanza, tali fenomeni potrebbero riattivarsi. Le diverse fenomenologie che hanno evidenziato indizi di attività durante gli ultimi cicli stagionali sono raggruppate entro la categoria (FR\_a) e determinano una Pericolosità Sismica S4. Alle zone interessate da fenomeni gravitativi quiescenti (FR\_Q), è stata attribuita la Pericolosità sismica locale S3 (elevata) ai sensi DPGR 53/r/2011 che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici. Alle zone interessate da fenomeni gravitativi inattivi (FR\_I) è stata attribuita la Pericolosità sismica locale S2 (media);
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali così come codificate nelle MOPS, corrispondono per la maggior parte a classi di Pericolosità sismica locale S3 (elevata). Sono ricomprese nella classe di Pericolosità sismica S3 le zone caratterizzate da un significativo contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri". Nel territorio di Arezzo, ad eccezione delle aree con substrato sub-affiorante, si rilevano condizioni di significativo contrasto impedenza sismica entro i primi 30 metri di profondità;

PROGETTAZIONE ATI:

- Le zone stabili sono quelle dove affiora il substrato roccioso e dove non si abbiano differenze marcate di impedenza acustica tra la copertura alterata e il substrato integro, ovvero in presenza di un passaggio graduale tra fascia di alterazione e la roccia sana . Tali zone vengono inserite all'interno della classe "Pericolosità sismica locale media (S.2)", fatta salva la eventuale presenza concomitante di settori in pericolosità geomorfologica G4 che comportano un pari aumento di grado di pericolosità sismica.

Le microzone individuate hanno permesso la suddivisione del territorio comunale in aree con diverso grado di pericolosità sismica locale:

- Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;
- Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
- Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

L'area interessata dal progetto ricadono in classi di pericolosità S3 ed S2

Per quanto riguarda la suscettibilità alla liquefazione dei terreni le NTC18, al §7.11.3.4.2 contengono una lista delle condizioni di esclusione di tale verifica:

Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

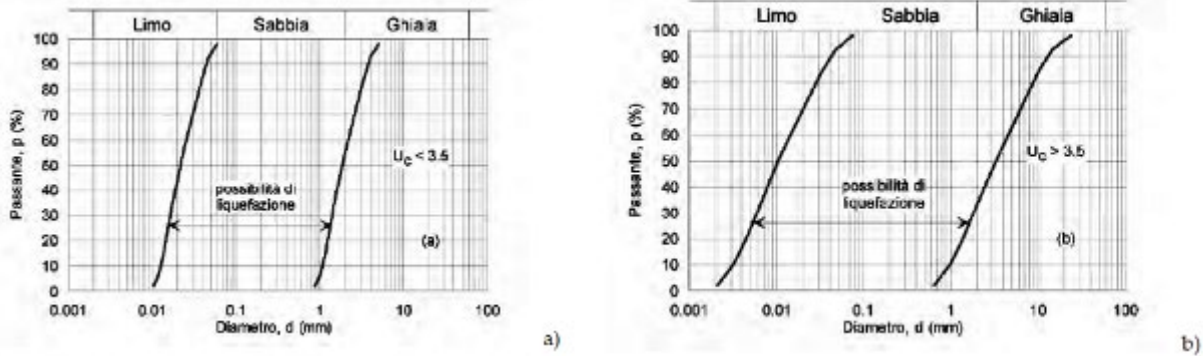


Figura 7-11 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Sulla base dei dati disponibili all'interno dello studio MS1 la valutazione del potenziale di liquefazione è stata eseguita un'analisi qualitativa, basata sulle osservazioni delle caratteristiche sismiche, geologiche e geotecniche dei siti interessati o potenzialmente interessati dal fenomeno della liquefazione. Tali letture, hanno evidenziato, nella quasi totalità dei casi, la presenza di depositi costituiti da materiali con ampia distribuzione granulometrica, con percentuali elevate di materiali fini (<0.002 mm), e con presenza non trascurabile di ghiaie, motivo per il quale i terreni analizzati presentano una scarsa suscettibilità alla liquefazione.

## 7.6. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA E STRATIGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S$  riportati nella tabella seguente in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove  $ST$  assume valore unitario.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 7-12 – Categorie topografiche

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera	ST
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 7-4 - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $ST$  (la variazione spaziale di  $ST$  è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo dalla sommità fino alla base dove  $ST=1,0$ ).



Per l'opera in oggetto si considera una categoria topografica media T1 anche se la stessa sarà definita per ogni singola opera in sede di progettazione specifica.

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T_c^*$  relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella seguente, nelle quali  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  è l'accelerazione di gravità e  $T_c^*$  è espresso in secondi.

Categoria di sottosuolo	SS	CC
<b>A</b>	1.00	1.00
<b>B</b>	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
<b>C</b>	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
<b>D</b>	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.5}$
<b>E</b>	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Figura 7-13 - Valori dei coefficienti SS e Cc, per ciascuna categoria di sottosuolo

In base alle indagini condotte per altri studi si può ricostruire il seguente modello del sottosuolo preliminare:

- Il substrato geologico presente nell'area di Arezzo è costituito dalla F.ne delle Arenarie di Monte Falterona, le indagini sismiche hanno mostrato valori di velocità delle onde Sh, per il substrato non alterato, quasi sempre superiori al valore di 800 m/s.
- I terreni di copertura hanno caratteristiche eterogenee con presenza di interdigitazioni e eteropie laterali che testimoniano un ambiente con elevata dinamicità della sedimentazione. Gli spessori sono variabili e diminuiscono procedendo verso il centro abitato di Arezzo. Le misure di rumore mostrano picchi del rapporto H/V ad una frequenza minima di 1.2 hz con valori di ampiezza (solamente indicativi del contrasto di impedenza sismica) anche molto rilevanti in tutte le aree di valle. Generalmente i valori VSH misurate per i terreni di copertura sono di poco inferiori e di poco superiori al valore di 300 m/s.

## 7.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la Normativa Italiana (D.M. 17/01/2018), prevede la valutazione della risposta sismica locale mediante specifiche analisi come definite al §7.11.3 del D.M. 17/01/2018, oppure in assenza di tali analisi, attraverso un approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo, come riportato nella tabella 7.5.

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

PROGETTAZIONE ATI:

Categoria	Descrizione
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
<b>E</b>	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**Tabella 7.5** Categorie sismiche dei terreni per le quali è utilizzabile la procedura semplificata

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $v_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

L'attribuzione delle categorie di sottosuolo è stata definita in funzione della velocità equivalente  $V_{seq}$  di propagazione delle onde di taglio S dall'esecuzione delle prospezioni sismiche di tipo MASW e Down-Hole, così distribuite lungo i lotti:

- N°4 indagini MASW lungo il tratto A (MASW 01, MASW 02, MASW 03, MASW 04);
- N°1 prova DOWN-HOLE nei fori di sondaggio lungo il tratto A (A S08);
- N°5 prove DOWN-HOLE nei fori di sondaggio lungo il tratto C (C S01, C S03, C S04, C S06, C S09).

In aggiunta a queste sono state effettuate N° 10 indagini di sismica a rifrazione in onde P ed S, così distribuite lungo i lotti:

- N°4 indagini lungo il tratto A (A\_sism01, A\_sism02, A\_sism03, A\_sism04);
- N°3 indagini lungo il tratto C (C\_sism01, C\_sism02 e C\_sism03);
- N°3 indagini lungo il tratto D (D\_sism01, D\_sism 02 e D\_sism03).

Nell'attribuzione delle categorie si è tenuto conto della possibile presenza di inversioni di velocità nel profilo delle  $V_s$  nella successione litostratigrafica, che secondo i criteri per la Microzonazione

PROGETTAZIONE ATI:

Sismica si intendono realizzate quando un terreno rigido sovrasta stratigraficamente un terreno meno rigido (soffice) con spessore > 5 m, un rapporto  $V_{srig}/V_{ssof} > 1,5$ , una differenza  $V_{srig}-V_{ssof} > 200$  m/s e  $V_{srig} \geq 500$  m/s.

Dall'analisi svolta non si sono osservate inversioni che verifichino contemporaneamente le suddette proprietà.

Le indagini eseguite e la relativa categoria sismica sono riportate nella Tabella 7.6 (per le MASW) e nella 7.7 (per le Down-Hole)

**Tabella 7.6 Tabella riassuntiva delle MASW eseguite e categoria sismica secondo le NTC/18**

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vseq (m/s)	Classe di Suolo NTC/18
<b>A_MASW01</b>	Tratto A	292	C
<b>A_MASW02</b>	Tratto A	440	B
<b>A_MASW03</b>	Tratto A	298	C
<b>A_MASW04</b>	Tratto A	270	C

**Tabella 7.7 Tabella riassuntiva delle Down-Hole eseguite e categoria sismica secondo le NTC/18**

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vseq (m/s)	Classe di Suolo NTC/18
<b>AS08</b>	Tratto A	524	NC
<b>CS01</b>	Tratto C	277	C
<b>CS03</b>	Tratto C	225	E
<b>CS04</b>	Tratto C	287	E
<b>CS06</b>	Tratto C	341	C
<b>CS09</b>	Tratto C	291	C

Per il sondaggio A S08 non è stato possibile attribuire univocamente una categoria di sottosuolo mediante l'approccio semplificato. Il profilo delle Vs ottenuto dalla prova DOWN-HOLE mostra valori crescenti con la profondità, compatibili con quelli di un sottosuolo di categoria B, tuttavia, la presenza di contatti tra strati con alti rapporti di impedenza nei primi 12 m di profondità suggerisce la necessità di modellare la RSL mediante analisi numerica.

## **8. ANALISI DEL TRACCIATO DI PROGETTO**

### **8.1. ASPETTI LITOLOGICI**

L'asse principale del tracciato (Ramo A) inizia praticamente a raso percorrendo il margine orientale della Val di Chiana, interessando la Formazione fluvio-Lacustre, quindi in un primo tratto sale leggermente di quota rispetto al piano campagna attuale, per poi approfondirsi rispetto al piano di campagna per altezze di scavo variabili sempre all'interno della Formazione fluvio-lacustre e in alcuni settori discrete coltri di riporto. Usciti dalla val di Chiana la strada si inserisce mediante una stretta valle nel rilievo collinare di San Zeno interessando nel primo tratto sempre i depositi fluvio lacustri villafranchiani e nel tratto terminale, prima di entrare nella Piana di Arezzo le Arenarie del Cervarola – Marne di San Polo e le sue coltri di alterazione per poi svilupparsi sulle alluvioni talora terrazzate della piana di Arezzo.

Il tracciato della Strada di collegamento S.R. 73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle (Ramo C) nel tratto iniziale poggia sui Depositi sabbioso-argillosi terrazzati dell'Olocene, di ambiente fluvio-lacustre successivamente per un breve tratto lambisce il rilievo di capo di Monte costituito dalle Arenarie del Cervarola; per tornare a poggiare, subito dopo, al disopra dei depositi fluvio-lacustri. Poco dopo la metà del tracciato la strada di progetto attraversa il fondovalle della Chiana, interessando i depositi alluvionali. Infine, nel tratto finale, il tracciato intercetta di nuovo i depositi fluvio-lacustri e, solo nei pressi del termine, il substrato rappresentato dalle Arenarie del Cervarola che si avvicina alla superficie soggiacendo ad essa di pochi metri.

Per quanto riguarda la Strada di collegamento E78-S.R. 71 (Ramo D) il tracciato si sviluppa interamente al di sopra dei depositi sabbioso-argillosi terrazzati dell'Olocene, di ambiente fluvio-lacustre. Nel settore finale il tracciato intercetta una ampia conoide a bassa inclinazione che si interdigita con i depositi fluvio lacustri. Anche in questo tratto il substrato, rappresentato dalle Arenarie del Cervarola, si avvicina alla superficie topografica.

#### **8.1.1. TRATTO SAN ZENO-AREZZO-PALAZZO DEL PERO (RAMO A)**

Il tracciato ha inizio in località San Zeno di Arezzo. Tra l'inizio e il termine del tratto "San Zeno-Arezzo", comprendente lo svincolo Arezzo, il tracciato è lungo circa 5.250 metri e interessa nella parte iniziale la Val di Chiana e nella parte terminale la piana di Arezzo. Il territorio ricade in provincia e nel comune di Arezzo, tra le località San Zeno, a sud - ovest, e Arezzo, a nord - est.

Il tracciato inizia praticamente a raso in corrispondenza dello svincolo di San Zeno, interessando la Formazione fluvio-lacustre. Successivamente, a partire dalla pk 0+250 e fino alla pk 0+925 il tracciato prosegue in rilevato (altezza massima 5 metri) intestato con continuità nelle formazioni fluvio lacustri investigate con il sondaggio AS01.

Dalla pk 0+925 e fino alla pk 1+725 il tracciato prosegue a raso sempre intestato nella formazione fluvio lacustre investigata in questo tratto dai sondaggi AS02 e AS03. Dalla pk 1+725 alla pk 1+925 il tracciato intercetta in trincea i depositi fluvio-lacustri sovrapposti alla formazione delle Arenarie del Cervarola che arrivano ad affiorare, sul fondo dello scavo, per un breve tratto fra le pk 1+925 e 2+225 AS04).

Dopo un ulteriore breve tratto in trincea che torna ad intercettare i depositi fluvio-lacustri si arriva alla pk 2+425 dove il tracciato intercetta il piede di un importante fenomeno franoso stabilizzato (pk. 2+460 e 2+580) che nasconde il contatto stratigrafico fra i depositi fluvio-lacustri ed il

PROGETTAZIONE ATI:

substrato arenaceo (AS05) che viene intercettato dal tracciato fino alla pk 3+175 con un'alternanza di tratti in trincea e a raso (sondaggi AS06-AS07-AS08) interrotti fra le pk 2+900 e 2+980 da un lembo di depositi alluvionali recenti.

In questo tratto (fra le pk 2+350 e 2+900) gli scavi intercettano, oltre alla formazione fluvio-lacustre, un accumulo di vecchi riporti accumulati a seguito del rinterro della trincea in cui hanno sede le gallerie ferroviarie della linea Firenze-Roma, che vengono a trovarsi al di sotto del tracciato stradale di progetto. Questo tratto di tracciato stradale si posiziona in un territorio molto complesso poiché all'interno della stretta vallecchia in cui si inserisce sono presenti, oltre alla linea ferroviaria, anche altre importanti infrastrutture, quali la S.S. Senese Aretina sul lato nord e la S.S. Umbro-Casentinese sul lato sud, con cui il tracciato di progetto interferisce, e numerosi insediamenti civili, commerciali ed artigianali.

Dalla pk 3+175 a fine lotto (pk 5+250) il tracciato cammina con una alternanza di tratti a raso o in modesto rilevato all'interno della piana di Arezzo colmata da uno spessore di 4-5 metri di depositi alluvionali recenti sovrapposti ai depositi fluvio-lacustri AS09-AS10).

### **8.1.1. STRADA DI COLLEGAMENTO S.R. 73-RACCORDO A1 AREZZO-BATTIFOLLE (RAMO C)**

Dalla progressiva 0 alla progressiva 2+280 circa il tracciato poggia sui depositi olocenici sabbioso-argillosi terrazzati, di ambiente fluvio-lacustre (sondaggi CS01-CS02-CS03).

Nella tratta fra le pk 0+000 e 1+600 i depositi fluvio lacustri presentano una facies basale marcatamente ghiaiosa intercettata a partire dalla profondità media di circa 19 metri dal p.c.. I depositi fluvio lacustri poggiano sempre sul substrato delle Arenarie del Cervarola che arriva ad affiorare, tra le progressive 2+280 e 2+600; per poi riapprofondirsi per un altro breve tratto in cui tornano ad affiorare i depositi fluvio-lacustri (progr. 2+600-2+680 circa).

Dalla pk 2+680 alla pk. 3+700, la strada di progetto attraversa il fondovalle della Chiana, interessando i depositi alluvionali recenti (sondaggi CS04-CS05bis-CS05-CS0-CS07) che con spessori massimi di circa 17 metri si sovrappongono ai depositi fluvio lacustri in facies marcatamente ghiaiosa. Infine, dalla progr. 3+700 alla pk 4+079 il tracciato torna ad intercettare i depositi fluvio-lacustri (sondaggi CS08 e CS09) e, solo nei pressi di fine lotto, il substrato rappresentato dalle Arenarie del Cervarola, che si avvicina alla superficie soggiacendo ad essa di pochi metri.

### **8.1.2. STRADA DI COLLEGAMENTO E78-S.R. 71 (RAMO D)**

Per tutta la tratta il tracciato poggia sui Depositi sabbioso-argillosi terrazzati dell'Olocene, di ambiente fluvio-lacustre. Solo nei pressi del termine, avvicinandosi al piede del rilievo, dopo un tratto in cui il tracciato intercetta un'ampia conoide il substrato rappresentato dalle Arenarie del Cervarola, si avvicina alla superficie soggiacendo ad essa di pochi metri per arrivare ad affiorare in località Madonna di mezza strada a ridosso della rotatoria di progetto di fine tratta.

## **8.2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI**

### **8.2.1. TRATTO SAN ZENO-AREZZO (RAMO A)**

La morfologia del territorio attraversato dal tratto in discussione si divide in due tipologie: la prima è rappresentata da un territorio tipicamente pianeggiante corrispondente alle zone di pianura, Val di Chiana e piana di Arezzo, colmate da sedimenti alluvionali, poste rispettivamente nella zona sud-

PROGETTAZIONE ATI:

occidentale ed in quella nord-orientale; la seconda, riscontrabile nel settore centrale, corrisponde all'area di spartiacque, costituita dal rilievo di San Zeno impostato nelle Arenarie del Cervarola.

La prima tipologia è rappresentata da un territorio tipicamente pianeggiante con debolissime pendenze: nella prima area verso ovest, cioè verso il Canale Maestro della Chiana, nella seconda area verso nord-ovest, cioè verso la piana di Arezzo.



**Foto 8-1: Territorio pianeggiante del tratto compreso tra le pk. 0+000 e 0+825.**

Il settore centrale è rappresentato da una stretta sella morfologica contornata da versanti impostati su roccia caratterizzati da pendenze accentuate. Le quote assolute del territorio in m s.l.m. variano lungo il tratto: iniziano con circa 247 m e raggiungono il massimo valore di circa 282 m nella parte centrale del tratto sullo spartiacque tra il bacino della Chiana e quello di Arezzo; quindi riprendono a calare da questo punto alla zona svincolo "Arezzo", dove scendono a circa 256 m. Da qui, infine, ricominciano a salire raggiungendo al termine del tratto la quota di 260 m circa.

Nel tratto centrale del tracciato il tracciato intercetta il piede di un importante fenomeno franoso stabilizzato che nasconde il contatto stratigrafico fra i depositi fluvio-lacustri ed il substrato arenaceo che viene lambito dal tracciato tra le pk. 2+460 e 2+580.



**Foto 8-2: Sella morfologica impostata su versanti costituiti da arenarie (settoro centrale tracciato); la linea tratteggiata indica un esteso dissesto stabilizzato.**



**Foto 8-3: Tratto pianeggiante compreso tra lo Svincolo di Arezzo e fine lotto.**

Dal punto di vista idrografico il tracciato non intercetta corsi d'acqua importanti ma solo modestissimi scoli che drenano verso il reticolo principale.

PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8-4: Alveo pensile del Canale Rio Fosso del Lupo, attraversato dal Ramo A presso la pk. 4+050 circa .**

### **8.2.2. STRADA DI COLLEGAMENTO S.R. 73-RACCORDO A1 AREZZO-BATTIFOLLE (RAMO C)**

Anche questo tracciato si sviluppa integralmente nella fascia terminale orientale della Val di Chiana; solo all'interno della seconda metà del tracciato si avvicina al rilievo collinare posto ad est, in corrispondenza del quale si osserva la presenza di alcuni fenomeni gravitativi situati a distanza di sicurezza dal tracciato. Il territorio è prevalentemente pianeggiante e sub-orizzontale.



**Foto 8-5: Panoramica del sub-pianeggiante tratto situato a ridosso di San Zeno (vista verso sud).**

PROGETTAZIONE ATI:





**Foto 8-6: Panoramica del sub-pianeggiante tratto tra San Zeno ed il rilievo di Capo di Monte (vista verso nord).**



**Foto 8-7: porzione basale del rilievo arenaceo di Capo di Monte alla base del quel si svilupperà il tracciato stradale (pk. 2+325-2+500).**

PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8-8: Panoramica del sub-pianeggiante tratto compreso tra le pk. 2+900 e 3+050 (vista verso sud).**



**Foto 8-9: Canale Maestro della Chiana attraversato tra le pk. 2+925-3+050 (vista verso sud).**

PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8-10: Panoramica tratta finale Ramo C vista dall'abitato di Chiani Verso il Canale Maestro della Chiana (vista verso sud).**



**Foto 8-11: Vista di insieme dell'area interessata dalla realizzazione della rotatoria di fine lotto presso Chiani.**

### **8.2.3. STRADA DI COLLEGAMENTO E78-S.R. 71 (RAMO D)**

Il tracciato in questione si sviluppa in territorio completamente pianeggiante, all'interno della fascia terminale orientale della Val di Chiana, sub-orizzontale dall'inizio fino alla rotatoria in

PROGETTAZIONE ATI:

corrispondenza della Strada Comunale di Ristradella, invece in leggera pendenza nel tratto terminale fino a terminare a ridosso dei rilievi in località Madonna di mezza Strada. Tale zona appare immune da fenomeni di dissesto.



**Foto 8-12: Panoramica del pianeggiante tratto compreso tra le pk. 0+000 e 0+300 (vista verso sud).**



**Foto 8-13: Canale artificiale situato presso l'attraversamento con la Strada comunale Ristradella.**

PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8-14: Fosso situato presso la pk. 1+000.**



**Foto 8-15: Fosso situato presso la pk. 1+200.**

PROGETTAZIONE ATI:



**Foto 8-16: Area di conoide situata presso la località Madonna di Mezza Strada, presso la rotonda del Ramo D.**

PROGETTAZIONE ATI: