

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE "CORIANDOLI SOLARI"

da 56,37 MWp ad Arlena di Castro (VT)



GR01

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA,
GEOMORFOLOGICA
IDROGEOLOGICA E SISMICA



Proponente

Pacifico Olivina S.R.L.

Piazza Walther-von-der-Vogelweide,8 - 39100 (BZ)



Investitore agricolo superintensivo

OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.

Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)



Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi, Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori: Urb. Enrico Borrelli, Arch. Anna Sirica



AEDES GROUP
ENGINEERING

Progettazione elettrica e civile

Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto

Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini



MARE RINNOVABILI

Progettazione oliveto superintensivo

Progettista: Agron. Giuseppe Rutigliano

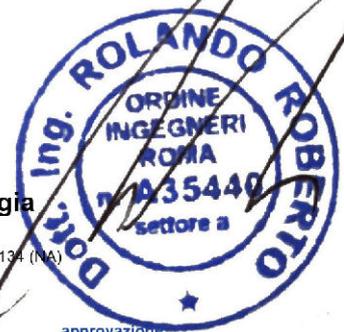
Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia

Apoikia S.R.L.

Via Sant'Anna dei Lombardi, 16 - 80134 (NA)



03 ● 2023

rev	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione
00	Prima consegna		Carmine Perna	Gaetano Ciccarelli	Fabrizio Cembalo Sambiasi
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORME DI RIFERIMENTO	3
2.1	Coerenza dello studio con le norme vigenti	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
4	NORAMATIVA RIFERIMENTO	8
5	ASSETTO FISICO E GEOLOGICO	8
5.1	Quadro geologico di riferimento	9
6	MODELLO GEOLITOLOGICO	10
7	ASSETTO GEOMORFOLOGICO	12
8	CIRCOLAZIONE IDRICA	13
9	INDAGINI DI RIFERIMENTO	16
10	ANALISI DEI DATI DELLE INDAGINI: MODELLAZIONE GEOTECNICA	17
10.1	Modello stratigrafico e geotecnico medio del sottosuolo	17
11	PERICOLOSITÀ SISMICA	18
11.1	Sismicità storica ed hazard sismico	18
11.1.1	Hazard Sismico	20
11.2	Classificazione Sismica	21
11.3	Magnitudo di riferimento	24
12	VERIFICA A LIQUEFAZIONE	29
13	ANALISI DEI VINCOLI IDROGEOLOGICI	29
13.1	p.a.i. - pericolosità idraulica e geomorfologica	29
14	CONCLUSIONI	33
15	LIMITAZIONI	35
16	APPENDICE: RISPOSTA SIMICA LOCALE – ELABORAZIONI RSL III	

INDICE DELLE TABELLE

Tabella n. 3-1	Documenti di riferimento	7
Tabella n. 10-1.	Parametri geotecnici della piroclastite ricavati dalla prove S.P.T.	17
Tabella n. 10-2.	Risultati delle prove S.P.T.	18
Tabella n. 10-3.	Modulo edometrico rispetto la profondità ricavato dalle prove S.P.T.	18
Tabella n. 11-1	Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area in studio (Comune di Arlena di Castro). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.	19
Tabella n. 11-2	Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno	24
Tabella n. 11-3.	Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo Simboli: #: Valore fissato (zona di vulcanismo recente). *: "Giudizio Esperto"	26
Tabella n. 11-4	Valori medi Magnitudo e Distanza in base al metodo della disaggregazione	28

INDICE DELLE FIGURE

Nel dettaglio l'area di studio, osservabile in Figura n. 2-1, presenta quote di circa 393 metri s.l.m.....	3
Figura n. 2-2. Inquadramento geografico generale dell'area in esame, Google Earth	4
Figura n. 2-3 Google – Vista stato di fatto del sito.....	5
Figura n. 2-4 Google – Vista del sito con l'ipotesi di progetto	5
Figura n. 2-5 Stralcio della planimetria catastale riguardante l'area d'esame.....	7
Figura n. 5-1. Stralcio del Foglio 344 Tuscania della Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 dai rilevamenti geologici 1:10.000, ISPRA- nel riquadro in viola l'area di progetto –.....	10
Figura n. 7-1 Ubicazione topografica del sito – CTR Elemento 344141 – 344142 – 344143 - 344144 scala 1:5000 ediz. 2014 – stralcio fuori scala -.....	13
Figura n. 8-1 Stralcio della Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio alla scala 1:100.000, Foglio 4 con legenda. In rosso l'area in esame, Regione Lazio – Dipartimento di Scienze Geologiche Università Roma Tre, 2012.....	16
Figura n. 11-1 Stralcio DBMI15 Massime intensità macrosismiche osservate (2015)	19
Figura n. 11-2 Grafico illustrante la storia sismica di Arlena di Castro. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15_v1.5/query_place/)	20
Figura n. 11-3 DISS 3.2.1 Sorgenti sismogenetiche.....	20
Figura n. 11-4 Arlena di Castro – MOPS 1 Livello – Stralcio del comprensorio di interesse –	22
Figura n. 11-5 Mappa di pericolosità sismica del territorio regionale del Lazio (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (http://esse1.mi.ingv.it/d2.html)	23
Figura n. 11-6 Mappa interattiva della pericolosità sismica di Arlena di Castro (http://esse1-gis.mi.ingv.it) ..	24
Figura n. 11-7 Zone sismogenetiche della regione Lazio.....	25
Figura n. 11-8 Stralcio della Carta delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti C., Valanzise G., et al., 2004) ..	26
Figura n. 13-1 Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico – scala 1:25000 –.....	30
Figura n. 13-2 PAI – Carta di Tutela del Territorio – servizio WMS – . In rosso l'area di inserimento del parco fotovoltaico.....	31
Figura n. 13-3 Tavola 2.3.1 Vincoli Ambientali del Piano Territoriale Provinciale Generale (P.T.P.G.) della Provincia di Viterbo con legenda. In rosso l'area di studio, 2006.....	32

1 PREMESSA

La presente relazione espone le risultanze degli studi geologici, geologico-tecnici e geosismici a supporto del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico nel tenimento comunale di Arlena di Castro (VT).

Lo studio, in ossequio alle vigenti norme, definisce le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e del rischio sismico locale della zona interessata dai lavori, compreso gli scenari di rischio in base ai vigenti piani di assetto idrogeologico.

I temi affrontati dallo studio alla scala locale sono stati inquadrati nel contesto generale del territorio prendendo come riferimento la bibliografia relativa alle note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, ovvero, del foglio n. 136 Toscana e del Foglio n. 344 Toscana della Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG in scala 1:50.000.

In conformità con la norma NF P94-500 (versione novembre 2013) e la DFG-189.12.21-SON-075 B del 01/12/2021, la sezione geologico-tecnica del presente studio determina la natura e le proprietà geotecniche dei terreni per identificare eventuali rischi del sedime delle fondazioni dei pannelli solari.

Lo studio è stato sviluppato secondo il seguente programma:

- Indagine bibliografica e documentaristica per l'inquadramento geografico e territoriale dell'area in esame;
- Studio ed analisi della cartografia e bibliografia geologica, nel dettaglio il Foglio 344 della Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG per la definizione delle caratteristiche geologiche tecniche e stratigrafiche;
- Analisi geomorfologia condotta su supporti cartografici disponibili;
- Analisi del "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della competente Autorità di Bacino";
- Analisi delle carte dei vincoli e delle aree protette;
- Studio della circolazione idrica superficiale e del sottosuolo;
- Analisi delle carte inventario dei fenomeni franosi e della sismicità storica;
- Analisi dei dati delle indagini di riferimento e modellazione geotecnica del sottosuolo;
- Modellazione geotecnica e sismica del sito.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORME DI RIFERIMENTO

L'area in esame è ubicata a sud del centro abitato del Comune di Arlena di Castro in provincia di Viterbo e nella zona nord del Comune di Toscana con coordinate:

- 42°25'28.52" N
- 11°47'21.71" E

Il sito di studio è inserito in un contesto agricolo; in particolare, il sito si trova a nord di un impianto fotovoltaico esistente secondo le visualizzazioni satellitari. Dal punto di vista geografico il territorio comunale di Arlena di Castro è compreso entro fasce altimetriche generalmente inferiori a 380 metri s.l.m. e superiori a 145 metri s.l.m., le quote più alte sono riferibili ai rilievi dei Monti Volsini), mentre le quote minime si individuano nel settore meridionale in corrispondenza dei fossi. Nel territorio comunale di Arlena di Castro insistono alcuni fossi di carattere torrentizio e pluviale, mentre il corso d'acqua principale è rappresentato dal Torrente Arrone.

Nel dettaglio l'area di studio, osservabile in Figura n. 2-1, presenta quote di circa 393 metri s.l.m.

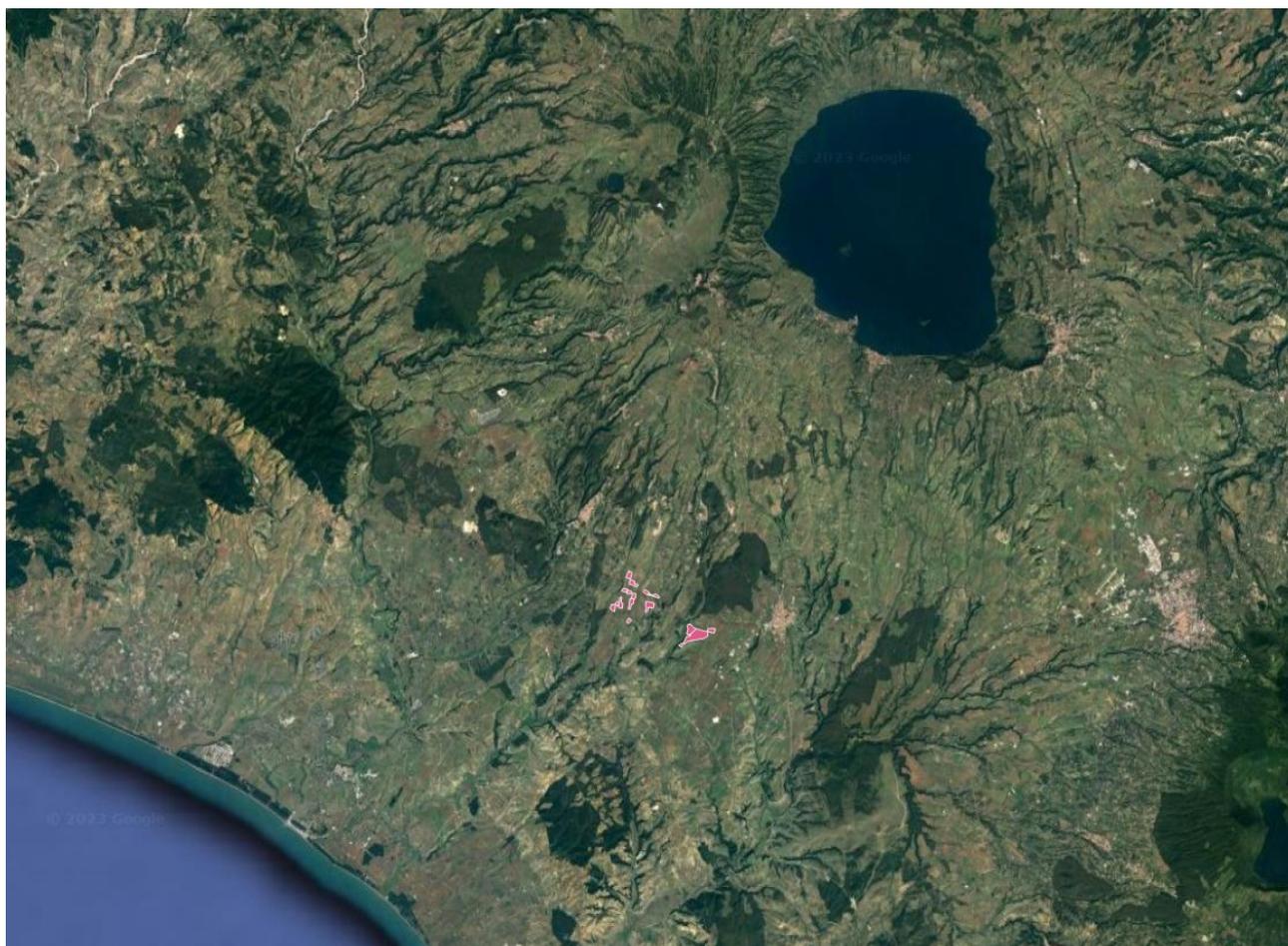


Figura n. 2-2. Inquadramento geografico generale dell'area in esame, Google Earth



Figura n. 2-3 Google – Vista stato di fatto del sito

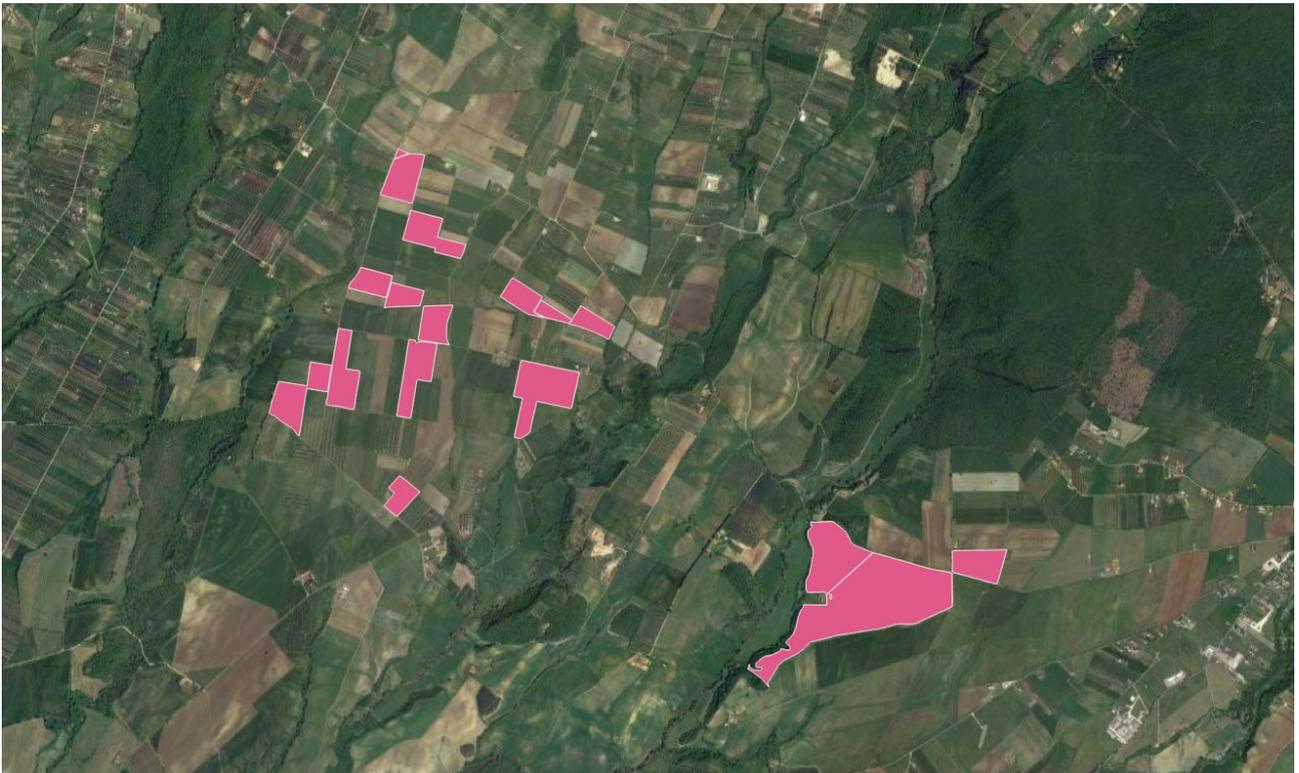


Figura n. 2-4 Google – Vista del sito con le aree complessive di progetto (non tutte impegnate)

Le aree di riferimento sono riportate al Catasto dei Terreni Comune di Tuscania Foglio n. 42, particelle 31, 50, 177, 178, 102, 105, 44, 59, 67, 74, 60, 62, 63, 32, 33, Foglio n. 43, particelle 11, 21, 12, 13, 14, Foglio n. 47, particelle 11, 12 Foglio n. 33, particella 76 Comune di Arlena di Castro Foglio n. 18, particelle 3, 85, 1, 4, 5, 84, 2, 6, 71, 89, 108, 47, 52, 94, 95, 96, 97, 67, 70, Foglio n. 17, particelle 39, 2, 40, 41, Foglio n. 19, particelle 342, 344, 345, 346, 301, 302, 311, 180, 405, 242, 312, 313,– si veda la figura n. 2.5

2.1 COERENZA DELLO STUDIO CON LE NORME VIGENTI

Gli studi sono stati condotti nel rispetto delle indicazioni contenute nell'art. 41 del D.P.R. 328/01, nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” NTC 2018 approvate con il decreto MIT del 17.01.2018, pubblicate sulla Serie Generale n. 42 del 20.02.2018 in vigore dal 22.03.2018, e nel Regolamento Regionale n. 26 del 26.10.2020 (“Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico. Abrogazione del regolamento regionale 13 luglio 2016, n. 14 e successive modifiche”. Bollettino Ufficiale Della Regione Lazio - n. 129 del 27/10/2020”, di seguito RR2020).

Con riferimento al § C 10.1 della Circ. Min. Infr. 7 del 21.01.2019 (S.O. n. 5 G.U. n. 35 dell'11.02.2019) recante “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al D.M. 17 gennaio 2018”, la presente contiene la “relazione geologica sulle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito” (§ 6.2.1 delle NTC e § C 6.2.1 della Circolare) e la “relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione” (§ 3.2 delle NTC e § C 3.2 della Circolare) e si pone a compendio della documentazione per l'ottenimento dell'autorizzazione sismica in conformità a quanto previsto dagli articoli 93 e 94 del D.P.R. 380/2001.

In base alla classificazione sismica del comune di Arlena di Castro (sottozona 2B ai sensi della D.G.R. Lazio n. 387/2009) e alla tipologia di progetto, la Classe d'Uso è pari a IV ai sensi del § 2.4.2 delle NTC2018, sì che si definisce l'opera come rilevante (art. 4 c.2, lett. b, Tab. A, e art. 7, RR2020) e rischio sismico alto.

Per quanto disposto dalle norme regionali ed in relazione al richiesto Piano delle Indagini di cui all'Allegato “C” del citato RR2020 ed in relazione alla Classe d'Uso IV, trattandosi comunque di opere che prevedono fondazioni formate da piccole piastre di modesta ampiezza a cui affidare carichi ridotti e in assenza di scavi ed opere di contenimento importanti, le indagini programmate ed eseguite sono state ridotte, così come esplicitate nel successivo § 9 della presente relazione; anche in considerazione dell'ampio novero di prove sperimentali già eseguite in sede di PFTE.

Si ritiene, pertanto, adeguato la tipologia ed il numero di indagini di riferimento e quindi anche lo studio geologico del sito e la modellazione sismica, in relazione alla stessa complessità geologica, alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale. Giudichi il progettista delle strutture, responsabile secondo la vigente normativa in merito, se il suddetto programma di indagini risulta essere adeguato e sufficiente anche per le modellazioni geotecniche, in relazione alle caratteristiche dell'opera in progetto e alle caratteristiche del sottosuolo indagate in questa relazione. Lo scrivente sarà prontamente disponibile a curare eventuali integrazioni della campagna di indagini geotecniche, qualora il progettista lo ritenesse opportuno.

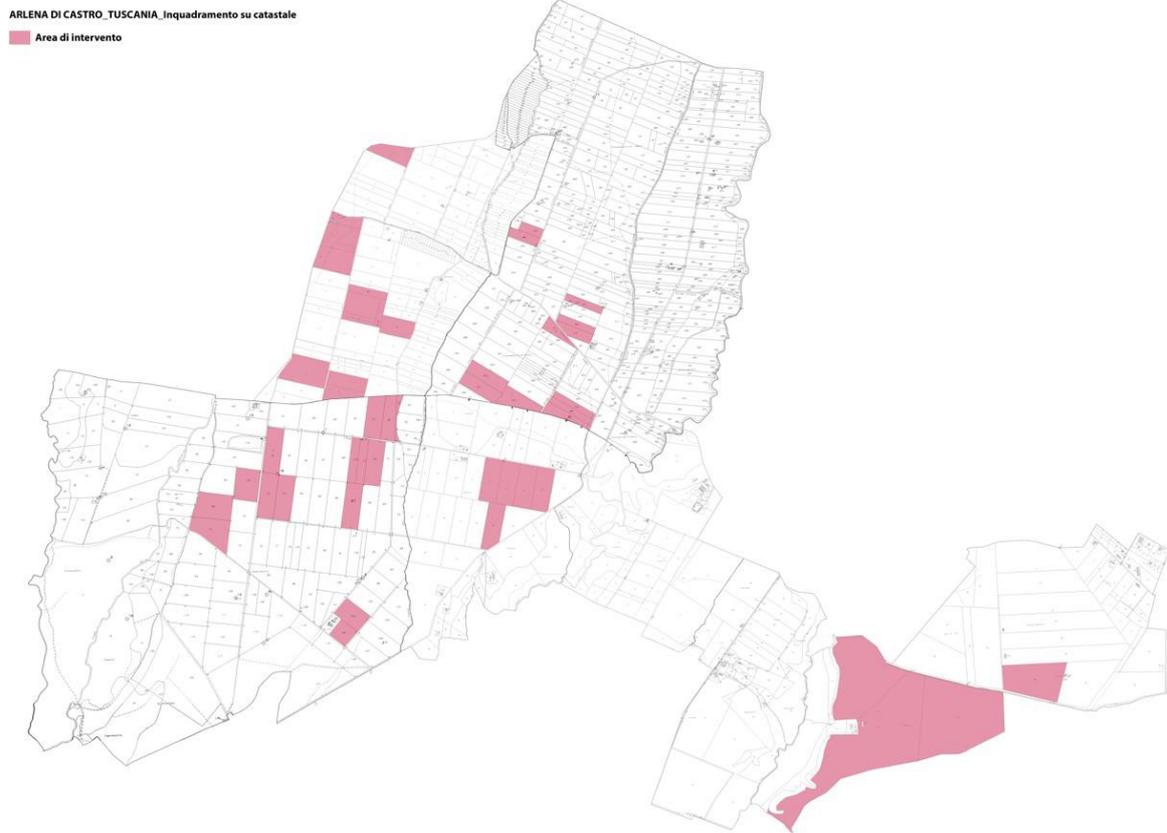


Figura n. 2-5 Stralcio della planimetria catastale riguardante l'area d'esame

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per lo studio geologico-tecnico sono stati utilizzati i dati contenuti nei documenti di seguito elencati.

In ottemperanza alle NTC2018 e per la tipologia di opere da realizzare, le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche sono riportate nei documenti sottoelencati.

Nr. Rif.	Titolo documento	Autore	Anno
1	<i>Studio geologico per il progetto di fattibilità</i>	<i>CG Associati</i>	2020
2	<i>PAI Autorità di Bacino Distrettuale Italia Centrale – ex Autorità di Bacino Interregionale dei Bacini Laziali</i>	<i>Autorità di Bacino distrettuale Italia Centrale</i>	
3	<i>Carta geologica in scala 1:50.000 – Foglio n.344</i>	<i>ISPRA prog. CARG</i>	

Tabella n. 3-1 Documenti di riferimento

I documenti prodotti nell'ambito del presente lavoro sono:

Sigla .	Titolo documento	Autore	Anno
GEO_01	Stralcio della Carta geologica in scala 1:50.000 – Foglio n.344 riportata in Figura 5.1	ISPRA	-

Figura n. 3-2 Elaborati prodotti

4 NORMATIVA RIFERIMENTO

Il quadro normativo di riferimento a cui risponde lo studio eseguito è così costituito:

- 81-2012-IEEE (Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System).
- EN 1997 - Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules.
- EN 1997 - Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testing.
- EN 1997 - Eurocode 7: Part 3: Design assisted by field testing.
- Legge 02 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 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. Coordinato con la Circolare del Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 - Istruzioni per l'applicazione.
- Ord.P.C.M. del 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. e documenti correlati.
- D.M. 14 gennaio 2008 Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni
- DPR 6 giugno 2001, n.380. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Circolare 11 dicembre 2009. Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative
- D.G.R. Lazio n.545 del 26 Novembre 2010. Linee guida per l'utilizzo degli indirizzi e criteri generali per gli studi di Microzonazione Sismica nel territorio della Regione Lazio e s.m.
- D.G.R. del 5 luglio 2016 n.375. Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico
- "Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)" aggiornate ai sensi del DPCM del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti DEL 17 gennaio 2018 e successive modifiche;
- L.R. n.12 del 18/12/2018 "Disposizioni in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico. Ulteriori disposizioni per la semplificazione e l'accelerazione degli interventi di ricostruzione delle aree colpite dagli eventi sismici del 2016 e successivi".
- DGR del 23/07/2019, n. 493 recante "Modifica deliberazione di Giunta regionale 22 maggio 2009 n. 387 concernente "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03", come modificata dalla deliberazione di Giunta regionale 17 ottobre 2012, n. 489."
- Regolamento regionale 26 Ottobre 2020 n. 26 - BUR 27 ottobre 2020, n. 129 - Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico. Abrogazione del regolamento regionale 13 luglio 2016, n.14 e successive modifiche.

5 ASSETTO FISICO E GEOLOGICO

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico regionale dell'area in esame è stato preso come riferimento lo studio presente le Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia, ISPRA CARG, Foglio 136 Tuscania).

La zona in esame ricade all'interno dell'apparato vulcanico vulsino, i cui prodotti furono deposti in un intervallo di tempo di circa 1 milione di anni (0,88 e 0,04 M.a.). In questo intervallo di tempo, nei diversi centri eruttivi della zona, si alternarono periodi di attività eruttiva a periodi di quiescenza delle manifestazioni magmatiche. Il primo ciclo fu quello del paleovulcano di Bolsena (0,9-0,7 M.a.); seguì il gruppo vulcanico di Montefiascone (0,7-0,15 M.a.) ed infine quello di Latera (0,3 –0,03 M.a.).

Il vulcanismo associato all'alto contenuto in volatili del magma è stato prevalentemente esplosivo, con attività parossistiche che produssero vasti depositi piroclastici e successivi sprofondamenti vulcano – tettonici, dai quali si formarono le ampie caldere visibili sul territorio.

Il territorio studiato è posto all'esterno della caldera di Bolsena, lungo l'ampio versante sud occidentale che degrada dolcemente verso la costa tirrenica.

Il paesaggio si presenta come un esteso "plateau" vulcanico, inclinato verso occidente, scavato dai frequenti corsi d'acqua, ad andamento principale nord est – sud ovest, e dal quale, verso nord ovest, si innalza il rilievo sedimentario di Monte di Canino.

Il reticolo idrografico, quindi, è di tipo dendritico sub parallelo, con l'azione erosiva dei corsi d'acqua che ha creato pareti a tratti ripide che delimitano valli a fondo piatto.

L'altitudine media del territorio di Arlena di Castro e Tuscania è di 280 – 165 metri sul livello del mare con pendenza generale in direzione sud ovest.

I terreni affioranti hanno, complessivamente, permeabilità medio - bassa, con frequenti variazioni dovute in massima parte al grado di porosità, ed in minima parte alla fratturazione.

5.1 QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

L'area in esame fa parte di una vasta area dall'alto Lazio, al confine con la Toscana e l'adiacente entroterra collinare e montuoso fino al Lago di Bolsena.

In tutta l'area affiorano terreni vulcanici dell'apparato dei Vulsini ricoperti, nelle zone vallive, da depositi continentali pleistocenici. Il sito del parco solare fotovoltaico si colloca nella parte mediana della valle del torrente Olpeta, affluente del fiume Flora, che nasce dal Lago di Mezzano.

Le formazioni vulcaniche affiorano principalmente nella parte nord-orientale dell'area rilevata, occupata in prevalenza dalle colate laviche e dai prodotti piroclastici dell'apparato dei Vulsini.

Riferendosi al Foglio 344 del progetto CARG (doc. rif. N.5 - si veda lo stralcio della figura 5.1-) si rileva che nell'ambito dell'area di progetto sono presenti depositi lavici sotto forma di espandimenti dallo spessore di 5 m (Lave di Fosso Olpeta – sigla **LFO**) o depositi vulcanoclastici secondari sabbiosi (Unità di Fosso la Tomba – sigla **FTO**) ricoperte da depositi colluviali ed alluvionali dei fossi presenti nell'area di studio (Formazioni continentali – sigla **AU_b**). La formazione lavica è ascrivibile all'attività del complesso vulcanico di Latera. Il complesso è ubicato nel settore occidentale del Lago di Bolsena dove si rinviene un'ampia caldera di circa 80 Km² all'interno della quale sono presenti manifestazioni geotermiche; i prodotti sono di tipo lavico attribuibili ad una fase di attività di tipo stromboliano.

Il complesso di Latera è costituito da un grande strato-vulcano i cui prodotti ricoprono tutta l'area occidentale dei Vulsini, tra i Monti Romani ed il lago di Bolsena. L'attività vulcanica è caratterizzata da tre momenti: nel primo si hanno l'emissione di grandi effusioni laviche, il secondo è caratterizzato dalla formazione della caldera per lo sprofondamento del cono ed infine il terzo è segnato da vaste effusioni piroclastiche e laviche. È nel periodo sin-calderico e quindi contemporaneo alla formazione della caldera che l'attività vulcanica comprende anche piroclastiti emesse da centri sia interni che esterni alla caldera. Tra i centri esplosivi esterni, si colloca il centro di Arlena di Castro.

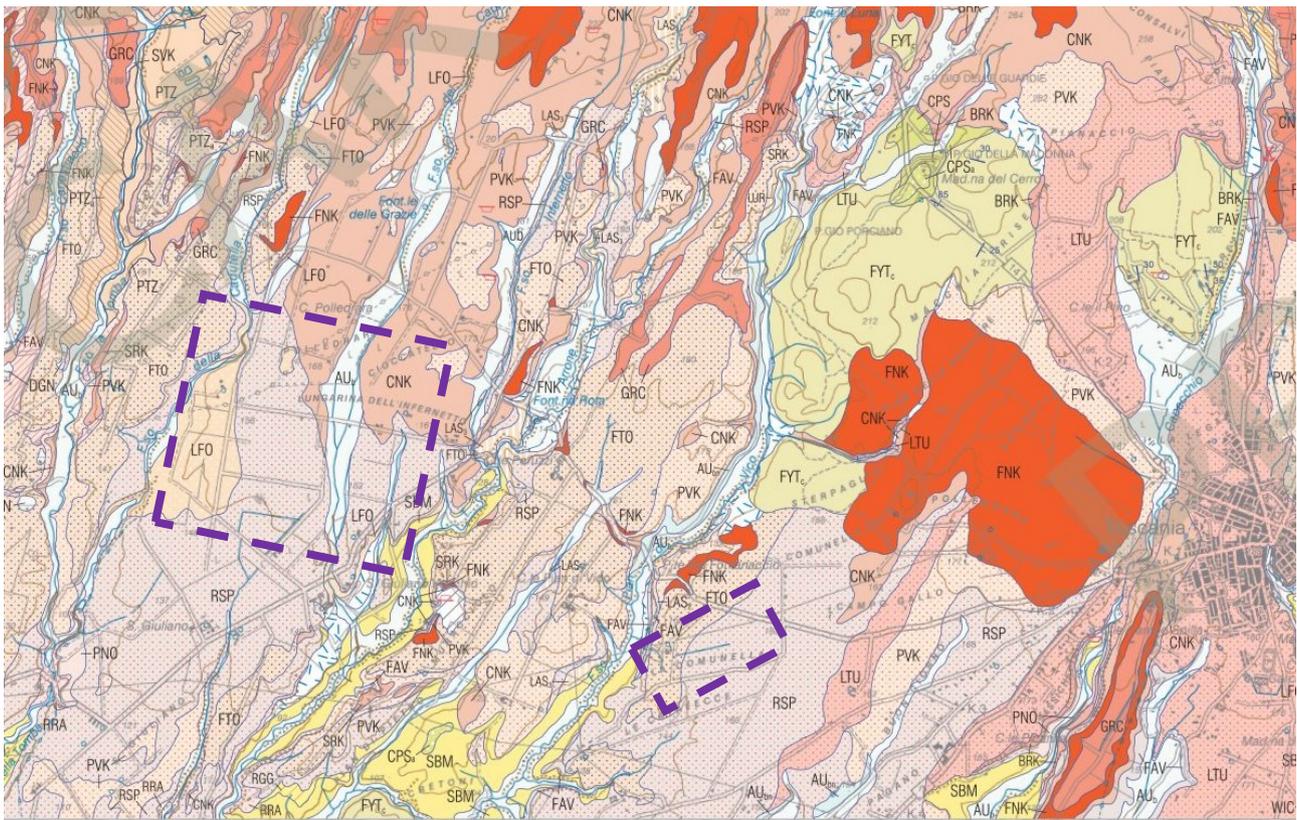
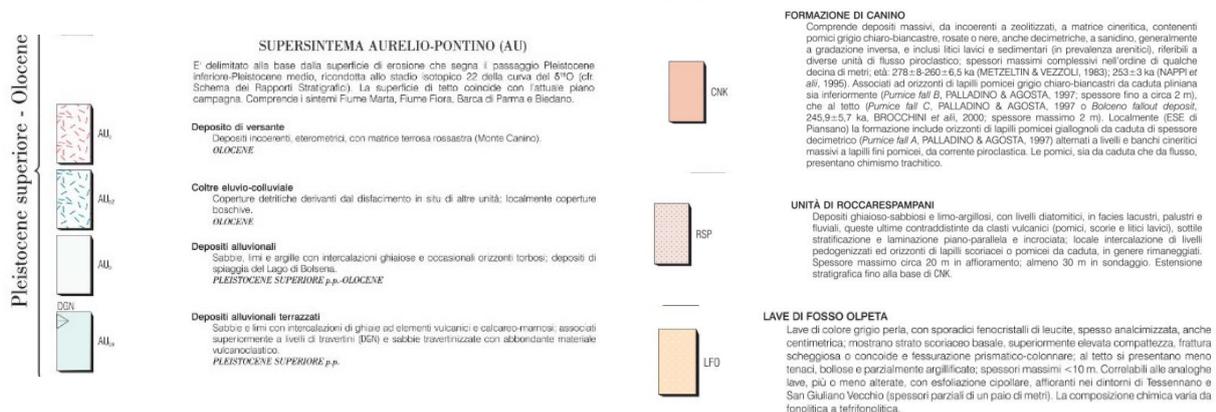


Figura n. 5-1. Stralcio del Foglio 344 Toscana della Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 dai rilevamenti geologici 1:10.000, ISPRA- nel riquadro in viola l'area di progetto –



6 MODELLO GEOLITOLOGICO

Per quanto riguarda lo studio delle unità litostratigrafiche presenti nell'area in esame è stato preso come riferimento bibliografico lo studio della Carta Geologica d'Italia – ISPRA Foglio 344 Toscana. Nel presente capitolo saranno quindi analizzate e descritte brevemente le principali unità geologiche presenti nell'area in esame a partire dalla più antica alla più giovane, quella dei Depositi alluvionali (AU₀)

Lave di Fosso Olpeta (LFO)

Di colore grigio perla, mostrano alla base uno strato scoriaceo (spessore <0,5 m), superiormente divengono molto compatte, con frattura da scheggiata a concoide e fessurazione prismatico-colonnare da raffreddamento, mentre verso il tetto si presentano comunemente meno tenaci, bollose e parzialmente argillificate.

Corrispondono alle lave fonolitico-tefritiche del medio corso dell'Olpeta (TRIGILA, 1969). Affiorano con spessori intorno ai 3-4 m, e comunque mai superiori alla decina lungo il F.so Olpeta, ad O di S. Maria di Sala, e più ampiamente lungo lo stesso F.so Olpeta e fossi tributari ad O di Farnese, alla base della successione piroclastica del litosoma Latera.

A scala microscopica mostrano struttura scarsamente porfirica, essenzialmente olocristallina al nucleo, vitrofirica verso base e tetto. La tessitura è comunemente pilotassica, o a volte intersertale. Mineralogicamente si presentano relativamente omogenee: i fenocristalli sono rappresentati da plagioclasio bytownitico, leucite, clinopirosseno augitico ed eventuale magnetite; nella pasta di fondo compaiono sanidino, plagioclasio labradoritico, leucite, clinopirosseno salitico e ossidi metallici (principalmente magnetite). Composizionalmente, le lave risultano fonolitiche nel diagramma TAS o tefrifonolitiche, al limite con le fonoliti, secondo un'analisi chimica riportata in TRIGILA (1969).

Unità di Roccarespampani (RSP)

È costituita da una successione di depositi da ghiaioso-sabbiosi a limo-argillosi. Risultano prevalenti facies lacustri e palustri caratterizzate dalla presenza di gusci di molluschi dulcicoli, anche abbondanti. Frequenti sono anche le facies fluviali contraddistinte dalla presenza di clasti arrotondati di origine vulcanica (principalmente pomice e scorie e subordinati inclusi lavici) che localmente assumono un aspetto sottilmente stratificato con strutture trattive a laminazione piano-parallela e incrociata. Localmente alle facies fluviali si intercalano livelli pedogenizzati ed orizzonti di lapilli scoriacei o pomicei da caduta, che in genere mostrano tuttavia una modesta continuità laterale anche alla scala dell'affioramento a causa di diffusi fenomeni di rimaneggiamento. Infine, tipica della porzione superiore di questa unità è una facies sabbiosa-limosa sottilmente stratificata, con abbondante analcime.

Formazione di Canino (CNK)

Raggruppa i depositi piroclastici corrispondenti all'omonima formazione di VEZZOLI et alii (1987) (o Unità eruttiva di Canino, PALLADINO et alii, 1994), riferibili al primo grande evento eruttivo a carattere esplosivo del litosoma Latera. La formazione è in genere delimitata a letto da un potente paleosuolo bruno ampiamente diffuso, sviluppatosi a tetto delle diverse unità laviche del subsistema Piano di Mola. Su di esso poggia una successione piroclastica costituita da almeno due orizzonti di lapilli pomicei giallognoli, di spessore decimetrico (al massimo 40 cm), con litici anche centimetrici prevalentemente di natura lavica, da caduta pliniana (cfr. Pumice fall A, PALLADINO & AGOSTA, 1997), alternati a livelli e banchi cineritici massivi da corrente piroclastica, di spessore da decimetrico all'ordine del metro, contenenti lapilli fini pomicei e litici sparsi o localmente organizzati in letti o sciami.

Superiormente, un orizzonte pedogenizzato immaturo segna il passaggio alla successione relativa all'evento eruttivo di Canino propriamente definito, a sua volta comprendente diverse unità deposizionali. Fra queste, le più importanti per diffusione areale sono rappresentate inferiormente da orizzonti di pomice da caduta pliniana (cfr. Pumice fall B, PALLADINO & AGOSTA, 1997), intercalati o passanti superiormente a depositi pomicei massivi da colata piroclastica (cfr. Pianiano flow unit, PALLADINO & VALENTINE, 1995). I depositi pliniani che aprono la successione eruttiva comprendono un orizzonte inferiore (Pumice fall lower B, PALLADINO & AGOSTA, 1997) ed un orizzonte superiore (Pumice fall upper B, PALLADINO & AGOSTA, 1997), generalmente a contatto (es. Piansano, La Rocchetta) o localmente separati dall'intercalazione di un livello di cenere da caduta a lapilli accrezionari (es. Pian di Vico, fra Arlena di Castro e Tuscania) o depositi da flusso coeruttivi (es. dintorni di Cellere). Il primo si contraddistingue per l'aspetto stratificato conferitogli dalla gradazione multipla (ma complessivamente inversa) delle pomice grigio chiaro-

biancastre e la notevole scarsità della componente litica (essenzialmente lave). L'orizzonte superiore si distingue per l'aspetto essenzialmente massivo, dato dalle dimensioni relativamente costanti dei clasti pomicei, mediamente più grossolani rispetto all'orizzonte inferiore. L'area di dispersione, esclusivamente a S e SE dell'attuale Caldera di Latera ricalca grosso modo quella dell'orizzonte inferiore; i dati di spessore (massimo osservato 1,4 m nei dintorni di Cellere) e dimensione dei clasti (pomici solo localmente superiori al decimetro) definiscono un asse di dispersione orientato più verso SE rispetto alla caldera (cfr. PALLADINO & AGOSTA, 1997). Caratteri mineralogici distintivi riscontrabili in campagna per le pomici, in genere a basso grado di porfiricità, sono la presenza di fenocristalli di sanidino, clinopirosseno, mica bruna e opachi e l'assenza di leucite. Per una più dettagliata descrizione dei caratteri deposizionali e composizionali di questi orizzonti e la ricostruzione dei relativi parametri eruttivi si rimanda a PALLADINO & AGOSTA (1997).

Unità di Fosso la Tomba (FTO)

Consiste in depositi vulcanoclastici secondari, sabbiosi e sabbioso-conglomeratici, granosostenuti, stratificati e a laminazione incrociata, da incoerenti a cementati, di ambiente fluviale (spessore massimo almeno 3 m). I costituenti comprendono pomici, scorie, litici di natura lavica e subordinatamente sedimentaria (areniti); diffusa inoltre la presenza di cristalli di leucite analcimizzata e clinopirosseno. Talora sono presenti livelli costituiti prevalentemente da litici lavici e/o sedimentari di dimensioni anche decimetriche. A luoghi sono interessati da concrezioni travertinose o passano eteropicamente ai depositi travertinosi di DGN.

Localmente, lungo i fossi Canestraccio, la Tomba e Pian di Vico, si osserva la diretta sovrapposizione sulle vulcanoclastiti di PVK.

Depositi alluvionali (AU_b)

Terreni alluvionali recenti ed attuali sono costituiti da sabbie, sabbie limose e limi argillosi, con intercalazioni ghiaiose, a luoghi con materiale organico. La composizione litologica, per lo più ad elementi vulcanici e sedimentari e raramente metamorfici, è legata alla tipologia dei terreni in affioramento costituenti i bacini idrografici sottesi dagli stessi corsi d'acqua. La superficie di base di questi depositi non è osservabile direttamente, ma i rari dati di perforazione mettono in evidenza spessori di alluvioni fino a 20-30 m, in particolare in corrispondenza dell'asse centrale delle valli maggiori.

7 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Arlena di Castro così come Toscana sorge tra il margine orientale della conca lacustre occupata dal lago di Bolsena e la caldera di Latera, ad una quota di circa 280 metri s.l.m. L'area è caratterizzata dalla tipica morfologia di origine vulcanica. Il paesaggio è generalmente collinare, e si osserva la presenza dei fianchi dei vulcani o dalle creste delle caldere che formano alture e che si raccordano dolcemente con le pianure sottostanti.

Il comprensorio, a partire dai bordi lavici della caldera del Bolsena, denota un reticolo idrografico principale di tipo radiale ed un reticolo secondario di tipo dendritico (arborescente) nelle altre zone caratterizzate da depositi detritici. I dissesti in quest'area sono limitati e legati per lo più a locali e modeste frane da crollo negli areali litoidi e per scalzamento alla base delle scarpate lungo gli alvei più incisi.

La diversa natura dei terreni presenti nell'area, fa sì che si possano notare diverse unità morfologiche. L'area di progetto è inserita a sud del centro abitato di Arlena di Castro e ad ovest di Toscana in un contesto vallino nel mezzo del Fosso della Coturella e il Fosso di Arrone. La valle è allungata nella direzione NN e il sito si trova tra le quote medie assolute di 183 e 140 m s.l.m.; quindi, in un contesto subpianeggiante privo di segni di instabilità e di possibili modificazioni morfologiche. L'alveo del fosso è adiacente al perimetro ovest ed est del lotto d'intervento e si presenta poco inciso con scarpate di modeste altezze. Piccole scarpate visibili nei dintorni riguardano direttamente la proprietà e non inficiano la sicurezza e la stabilità dei luoghi.

Attualmente non sono stati rilevati elementi che indichino la presenza di movimenti gravitativi in atto ed il sito risulta stabile.

Nel complesso le litologie affioranti ed in particolare le lave che interessano l'intero lotto, e le coperture detritiche mostrano segni di erosione superficiale dovuti alla corrivazione delle acque dilavanti lungo solchi paralleli alla pendenza dei luoghi.

Vista la morfologia e l'acclività del sito, non si rileva la possibilità di amplificazione sismica legata alla topografia, la zona infatti, avendo una pendenza media molto ridotta, ricade nella categoria T1 (pendii con inclinazione inferiore a 15°).

L'area non è compresa all'interno delle zone a rischio cartografate nel Piano di Assetto Idrogeologico (sigla P.A.I) della competente Autorità di Bacino.

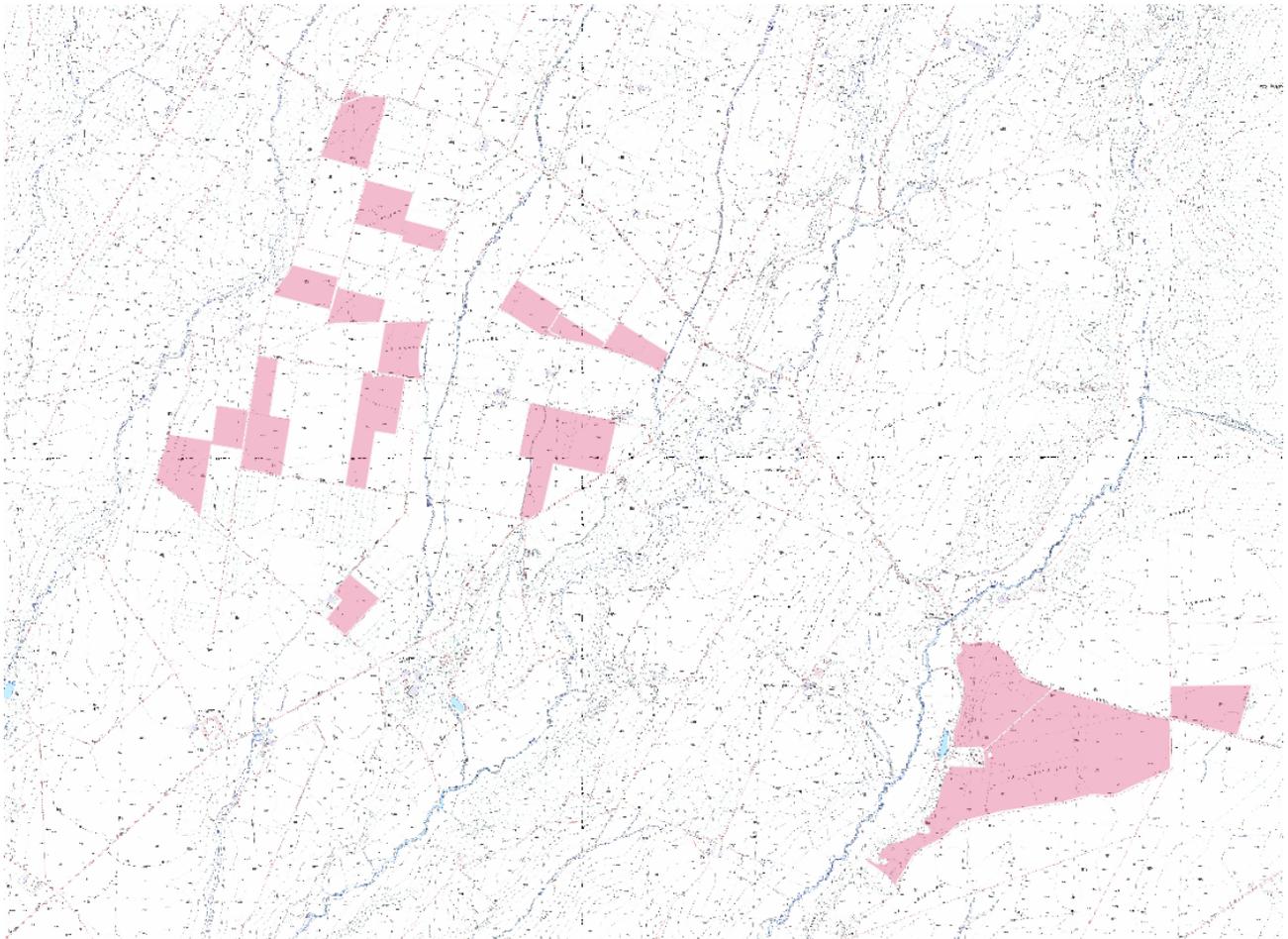


Figura n. 7-1 Ubicazione topografica del sito – CTR Elemento 344141 – 344142 – 344143 - 344144 scala 1:5000 ediz. 2014 – stralcio fuori scala -

8 CIRCOLAZIONE IDRICA

L'idrografia superficiale è dominata dal Torrente Arrone, con andamento NE-SW, e da una serie di canali, marane, fiumare e fossi. Tutti probabilmente impostati in corrispondenza di importanti linee di dislocazione, che delimitano grosso modo le diverse aree tettoniche. Il regime idraulico è stagionale e strettamente legato all'andamento delle precipitazioni.

Dal punto di vista idrogeologico, la permeabilità è strettamente condizionata dalla situazione litostratigrafica. Possiamo pertanto definire diverse unità idrogeologiche: l'unità idrogeologica delle vulcaniti e piroclastici, dotati di una permeabilità elevata, per porosità e fatturazione; l'unità idrogeologica dei depositi quaternari di origine marina, dotati di una permeabilità elevata, per porosità; l'unità idrogeologica profonda dei depositi più antichi dalle filladi ai diaspri e del calcare massiccio, dotati di una permeabilità elevata, per fatturazione e per carsismo.

L'elevata permeabilità delle diverse formazioni favorisce la formazione di falde principali profonde, oltre i 100 metri di profondità dal p.c.. La presenza di intercalazione di livelli argillosi e limosi favoriscono la formazione di falde più superficiali, e comunque superiore ai 30 metri di profondità.

L'analisi delle caratteristiche dei litotipi affioranti ha consentito di accorparli in diversi complessi definiti secondo CIVITA, 1973 come “un insieme di termini litologici simili aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente comune ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto”. Nel territorio affiorano diversi complessi idrogeologici costituiti da litotipi con caratteristiche idrogeologiche simili. I litotipi sono quelli adottati nella “Carta Geologica Informatizzata della Regione Lazio” (Regione Lazio – Dipartimento di Scienze Geologiche Università Roma Tre, 2012). Le caratteristiche idrogeologiche dei complessi sono espresse dal grado di “potenzialità acquifera”, definita come la capacità di ciascun complesso di assorbire, immagazzinare e restituire l'acqua.

I complessi idrogeologici in prossimità dell'area in esame sono n°5 e presentano una potenzialità di acquifero diversa da bassa fino a medio alta e sono i seguenti:

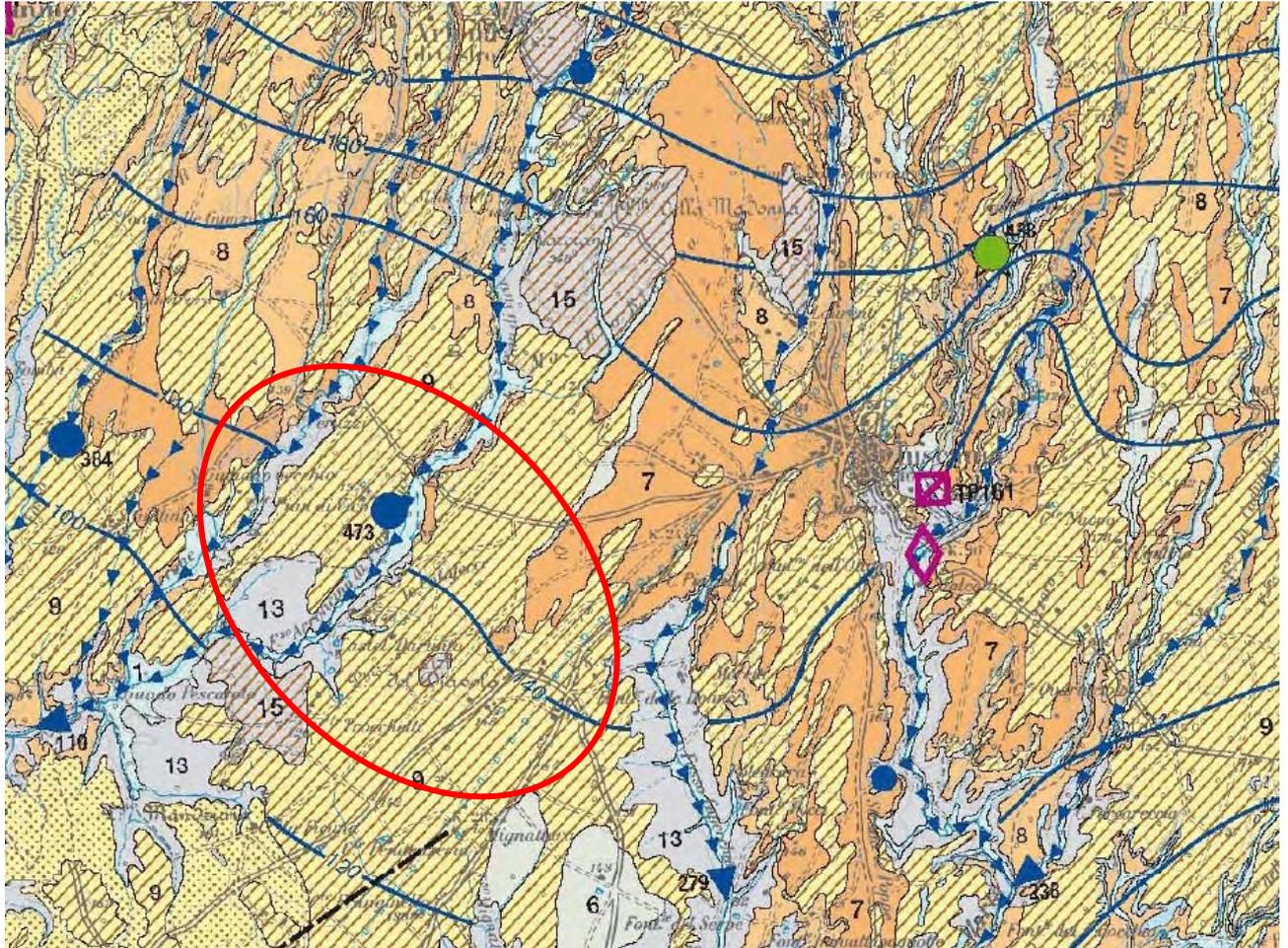
(7) Complesso delle lave – potenzialità acquifera medio alta -. Questo complesso contiene falde di importanza locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.

(8) Complesso delle pozzolane – potenzialità acquifera media -. Depositi da colata piroclastica, questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali.

(9) Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche – potenzialità acquifera bassa -. Tufi stratificati, il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea

(13) Complesso delle argille – potenzialità acquifera bassissima -. La matrice argillosa di questo complesso definisce i limiti di circolazione idrica sotterranea sostenendo gli acquiferi superficiali e confinando quelli profondi.

Parco Solare Fotovoltaico – Arlena di Castro (VT)



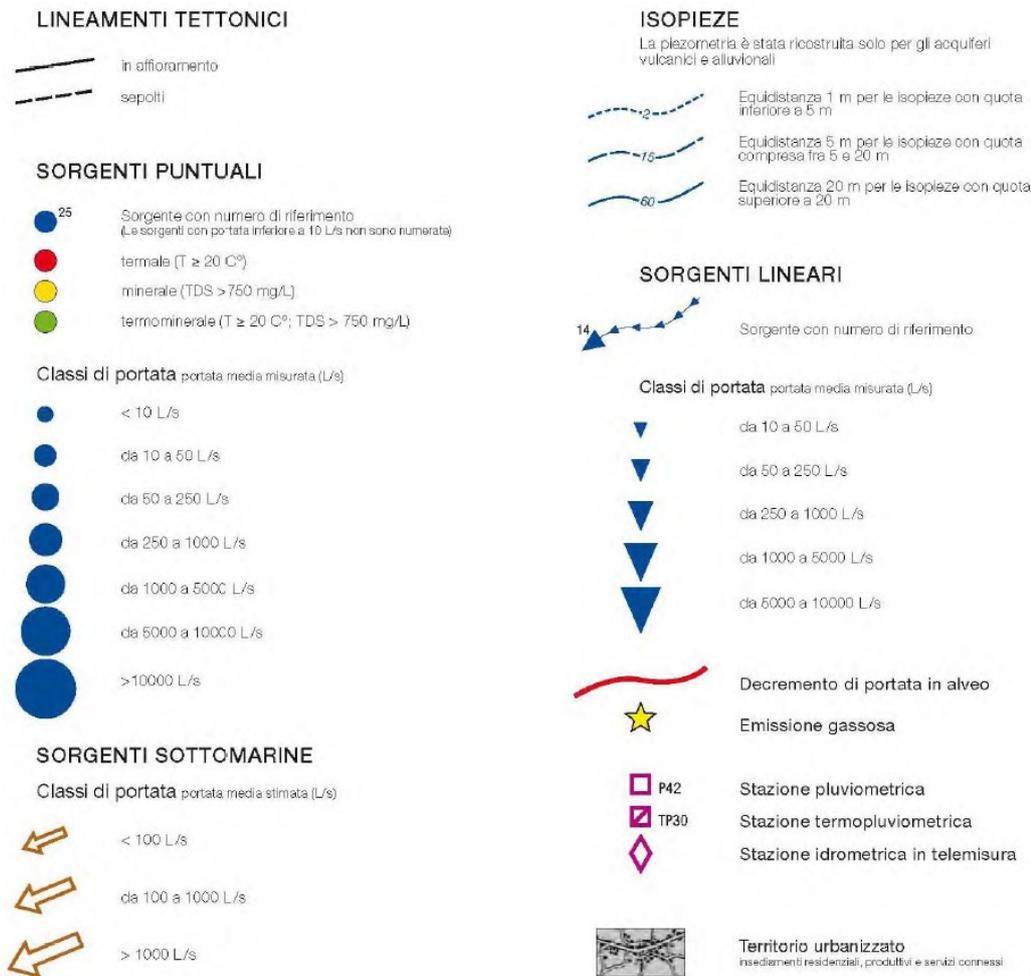


Figura n. 8-1 Stralcio della Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio alla scala 1:100.000, Foglio 4 con legenda. In rosso l'area in esame, Regione Lazio – Dipartimento di Scienze Geologiche Università Roma Tre, 2012

Osservando la Carta della figura 8.1, si nota che nell'area d'interesse è presente principalmente il complesso dei depositi dei tufi stratificati che presentano una potenzialità acquifera bassa.

Dall'osservazione delle isopieze presenti nella Carta Idrogeologica si noti come l'area di studio è compresa tra la isopieza 140 a sud e la 160 a nord.

È da sottolineare la presenza di una sorgente lineare composta dal Fosso che parte da direzione NE ed attraversa la zona d'area in esame.

La falda acquifera principale di base ha una profondità di circa 140 metri dal piano di campagna. La direzione del flusso idrico basale è diretta da nord est verso sud ovest ed il gradiente idraulico si aggira intorno all'1.0%.

9 INDAGINI DI RIFERIMENTO

Premesso che in base alle norme sismiche della regione Lazio (Regolamento regionale 26 ottobre 2020 n. 26), ovvero per quanto previsto dall'Allegato C di cui al Regolamento, così come aggiornato al R.R n. 7 del 2021, e per la riclassificazione sismica del territorio di Arlena di Castro (giusti DGR nn. 387/09 e 835/09) che ricolloca lo stesso in classe 2 Sottozona B e per la tipologia delle opere a farsi, a basso impatto strutturale e tuttavia ricomprese nella Classe d'uso IV (DGR n. 387/09), le indagini prese a riferimento

del presente studio sono da ritenersi sufficienti (cit. Allegato C, Rischio alto). Per la modellazione geofisica e geotecnica del sottosuolo del sito si fa riferimento alle seguenti certificazioni delle sperimentazioni del seguente lavoro:

- **“Progetto per la realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Arlena di Castro e Tessennano”** redatto nel 2021 per conto della Società Wind Energy 1

Le indagini di riferimento riferite al lavoro sopracitato hanno permesso di fornire una caratterizzazione preliminare dei terreni di fondazione.

10 ANALISI DEI DATI DELLE INDAGINI: MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini prese come riferimento dal lavoro sopracitato hanno permesso di definire un modello stratigrafico medio del sottosuolo preliminare e adatto alla presente fase del lavoro.

Le indagini geognostiche di riferimento sono state effettuate in una porzione di territorio a nord dell'area di progetto ed in terreni geologicamente affini.

Gli affioramenti, infatti, sono caratterizzati principalmente da depositi vulcanoclastici secondari ad elementi pomicei, lavici ed arenacei per lo più incoerenti di ingente spessore. I parametri geotecnici e la stratigrafia sono stati ricavati tramite l'elaborazione di prove S.P.T. eseguite sulla formazione piroclastica.

10.1 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO MEDIO DEL SOTTOSUOLO

La stratigrafia tipo è la seguente:

- da 0.00m a -1.00m: terreno vegetale
- da -1.00m a -16.00/24.00m: piroclastite di colore dal marroncino avana al grigiastro, localmente tendente al rossiccio, caratterizzata da alternanze di livelli da sabbio-limosi a prettamente sabbiosi con pomici, scorie, trovanti lavici
- da -24.00m a -30.00m: lave tefritiche di colore grigio da fratturate a molto fratturate.

Da prove di laboratorio e prove S.P.T. eseguite sulla formazione piroclastica si ricavano i seguenti valori fisico-meccanici:

Descrizione litologica	Peso nell'unità di volume KN/mc	Umidità naturale %	C' KPa	ϕ°	Indice di compressione	Indice dei vuoti
Piroclastite	14	42	23	25	0.215	1.688

Tabella n. 10-1. Parametri geotecnici della piroclastite ricavati dalla prove S.P.T.

Profondità esecuzione SPT in metri	SPT	Modulo di Young in kPa ES = 300(N+6)	$\Phi^{\circ} = 0.3 N_{SPT} + 20$ (Peck 1953)
3.50	7-10-7	6900	25
10.00	18-25-50	24300	43
3.50	1-1-1	2400	21
10.00	8-5-5	4800	23
14.50	15-15-17	11400	30

Tabella n. 10-2. Risultati delle prove S.P.T.

Profondità in metri	Intervallo di carico in kg/cmq	Modulo edometrico In KPa
-3.00	0.250-0.500	6626
	0.500-1.0	10659
	1.0-2.0	15945
	2.0-4.0	18502
-9.00	0.250-0.500	4191
	0.500-1.0	4978
	1.0-2.0	6559
	2.0-4.0	9251
-3.00	0.250-0.500	4263
	0.500-1.0	4670
	1.0-2.0	5907
	2.0-4.0	7158
-9.00	0.250-0.500	3269
	0.500-1.0	3381
	1.0-2.0	4783
	2.0-4.0	7401
-3.00	0.250-0.500	6286
	0.500-1.0	10544
	1.0-2.0	14746
	2.0-4.0	19810
-8.00	0.250-0.500	3247
	0.500-1.0	3490
	1.0-2.0	5068
	2.0-4.0	8310

Tabella n. 10-3. Modulo edometrico rispetto la profondità ricavato dalle prove S.P.T.

11 PERICOLOSITÀ SISMICA

11.1 SISMICITÀ STORICA ED HAZARD SISMICO

L'analisi della pericolosità sismica storica locale nelle UAS del Lazio è stata eseguita utilizzando le informazioni macrosismiche messe a disposizione della comunità scientifica, a seguito del Progetto S1 dell'INGV, ed in particolare il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 [Gruppo di lavoro CPTI, 2015].

Studi recenti riguardanti la distribuzione delle Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>) indicano, per la zona in oggetto, dei valori intorno al sesto-settimo grado della scala macrosismica MCS.

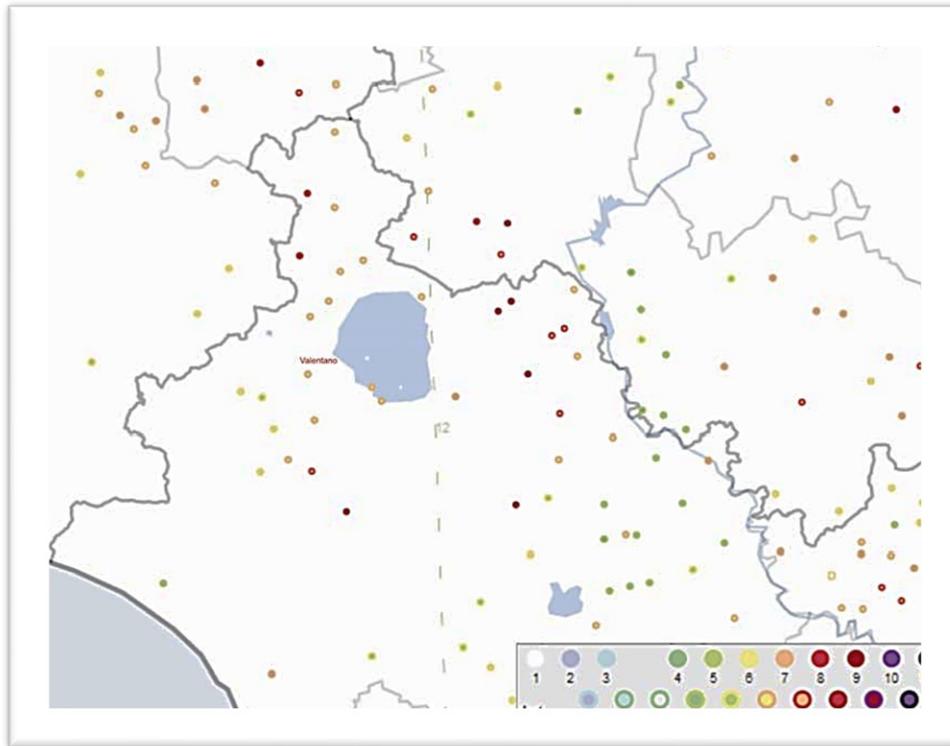


Figura n. 11-1 Stralcio DBMI15 Massime intensità macrosismiche osservate (2015)

Dall'analisi del Catalogo parametrico dei terremoti italiani (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>), si evincono i più importanti eventi sismici avvenuti nella zona e che hanno avuto un grande risentimento nell'area in studio; in totale gli eventi sono n. 23 e vengono riportati nella tabella 11.1.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1917	10	14	17	05		Montefiascone	17	5-6	4.20
2	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77
7-8	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83
3	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4-5	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
3	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

Tabella n. 11-1 Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area in studio (Comune di Arlena di Castro). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.

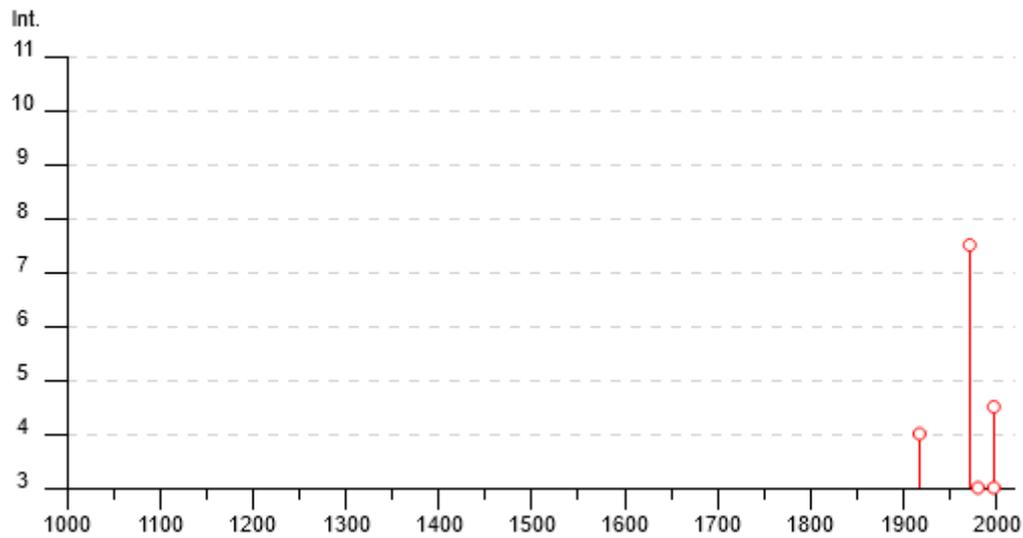


Figura n. 11-2 Grafico illustrante la storia sismica di Arlena di Castro. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15_v1.5/query_place/)

11.1.1 Hazard Sismico

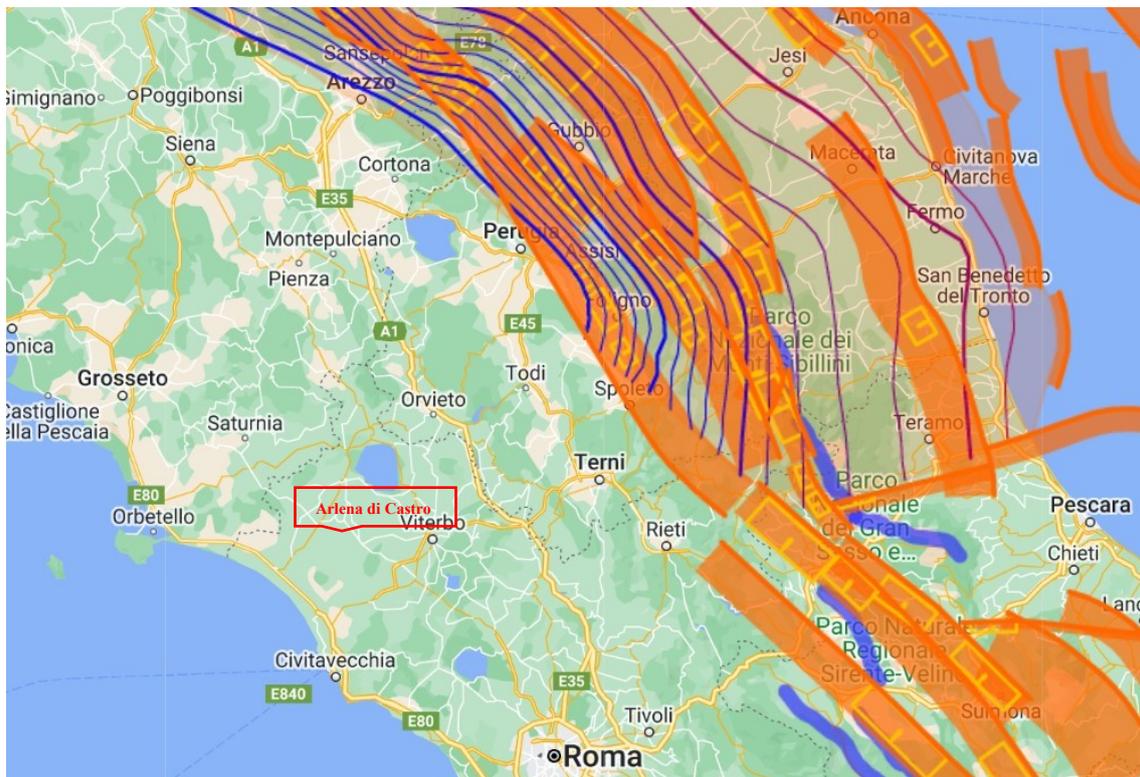


Figura n. 11-3 DISS 3.2.1 Sorgenti sismogenetiche

La conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del

rischio. L'importanza di valutare la pericolosità in termini di ground rupture viene indicata anche nell'Eurocodice 8 (nella parte 5 sulle fondazioni). Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

Sebbene gran parte dei movimenti associati alle faglie capaci avvenga in associazione ad eventi sismici, raramente lo scorrimento può avvenire in modo lento, quindi asismicamente (creep). Deformazioni in superficie o a profondità prossime alla superficie lungo strutture fragili possono essere indotte in Italia anche da fenomeni endogeni non riferibili direttamente alla tettonica crostale.

La conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. L'importanza di valutare la pericolosità in termini di ground rupture viene indicata anche nell'Eurocodice 8 (nella parte 5 sulle fondazioni). Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano. ITHACA si propone, quindi, come strumento fondamentale per: a) analisi di pericolosità ambientale e sismica, b) comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, c) pianificazione territoriale e d) gestione delle emergenze di Protezione Civile. È inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici.



Nella figura si nota come Arlena di Castro non sia interessata da faglie capaci (*una faglia è definita capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa*).

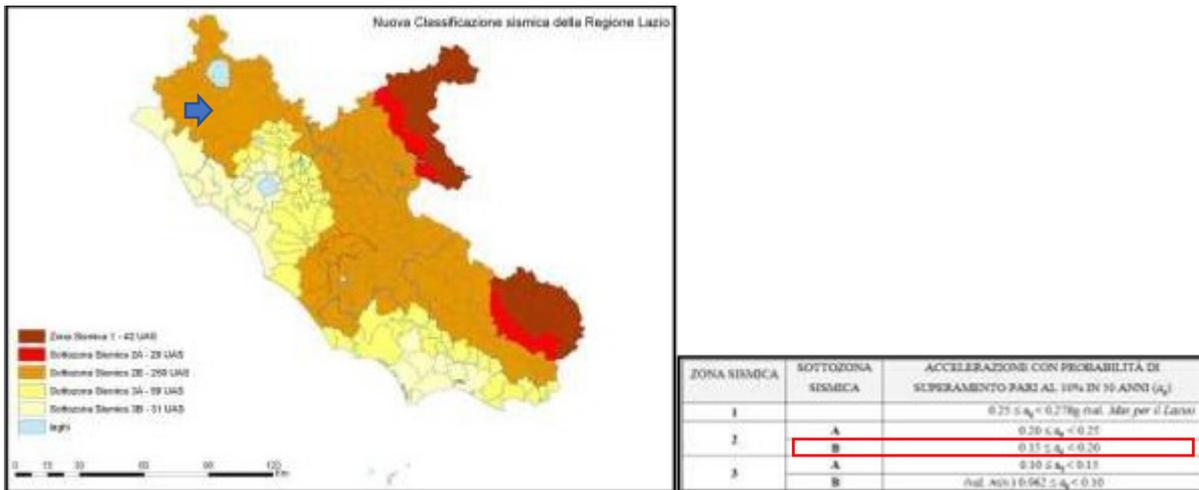
11.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Le Norme Tecniche sulle Costruzioni, emanate con il DM Infrastrutture del 17.01.2018, hanno stabilito che per ogni costruzione ci si può riferire ad una accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale della costruzione stessa.

I criteri di riclassificazione stabiliti dall'OPCM 3519/06 permettono di esprimere la pericolosità sismica in valori di accelerazione di picco su suolo rigido (ag) suddivisa in sottoclassi per ogni zona sismica con intervalli di 0,025g.

La regione Lazio con proprie DGR nn. 387/09 e 835/09 e successivamente con la n. 493/19 ordinisticamente ha approvato la nuova classificazione sismica del territorio regionale. In base a tali norme il territorio di Arlena di Castro è stato riclassificato in Zona **2B** a cui corrisponde un range del valore di a_g compreso tra $0.15 \leq a_g < 0.20$. In base all'Allegato "C" delle norme citate, le opere in progetto assumono la **Classe d'Uso IV**.

La zona sismica **2B** indica una pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti. Nella seguente immagine è possibile osservare la zonazione sismica della Regione Lazio dove in bleu è indicata l'area di studio.



Lo studio di Livello 1 di (Determinazione n. A01467 del 27.02.2013), in base alle indicazioni e disposizioni fissate dalla DGR Lazio n. 545/10 e della DGR Lazio n. 490/11, ascrive l'area in studio alla Zona **SA3 e SA4** (Figura n. 11.4 - Aree stabili suscettibili di amplificazione), caratterizzata da depositi lacustri-palustri e alluvionali a basso grado di consistenza/addensamento, per spessori di almeno 15-20 metri a partire dal p.c., mentre, successivamente si rilevano, salvo differenze locali, materiali piroclastici da incoerenti a semicoerenti a mediamente incoerenti e tufi da semi litoidi a litoidi. Il bedrock vulcanoclastico risulta profondo e comunque mediamente posto oltre i 50 metri dal p.c. I depositi sono posti in ambiti morfologici pianeggianti e tale da escludere, quindi, fenomeni di amplificazione di tipo topografico. Tale zona è diffusa nella porzione meridionale del territorio di Arlena di Castro.

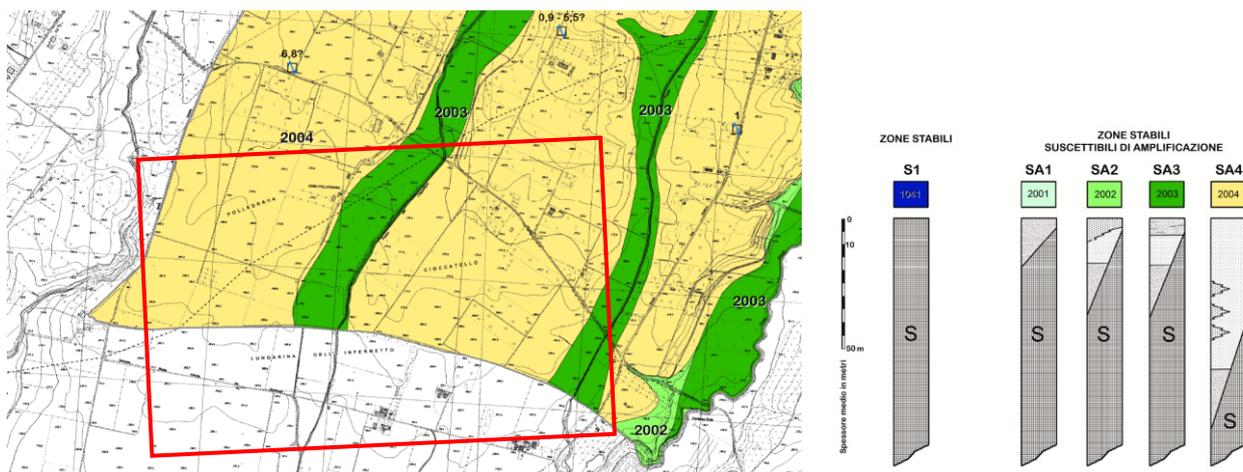


Figura n. 11-4 Arlena di Castro – MOPS 1 Livello – Stralcio del comprensorio di interesse –

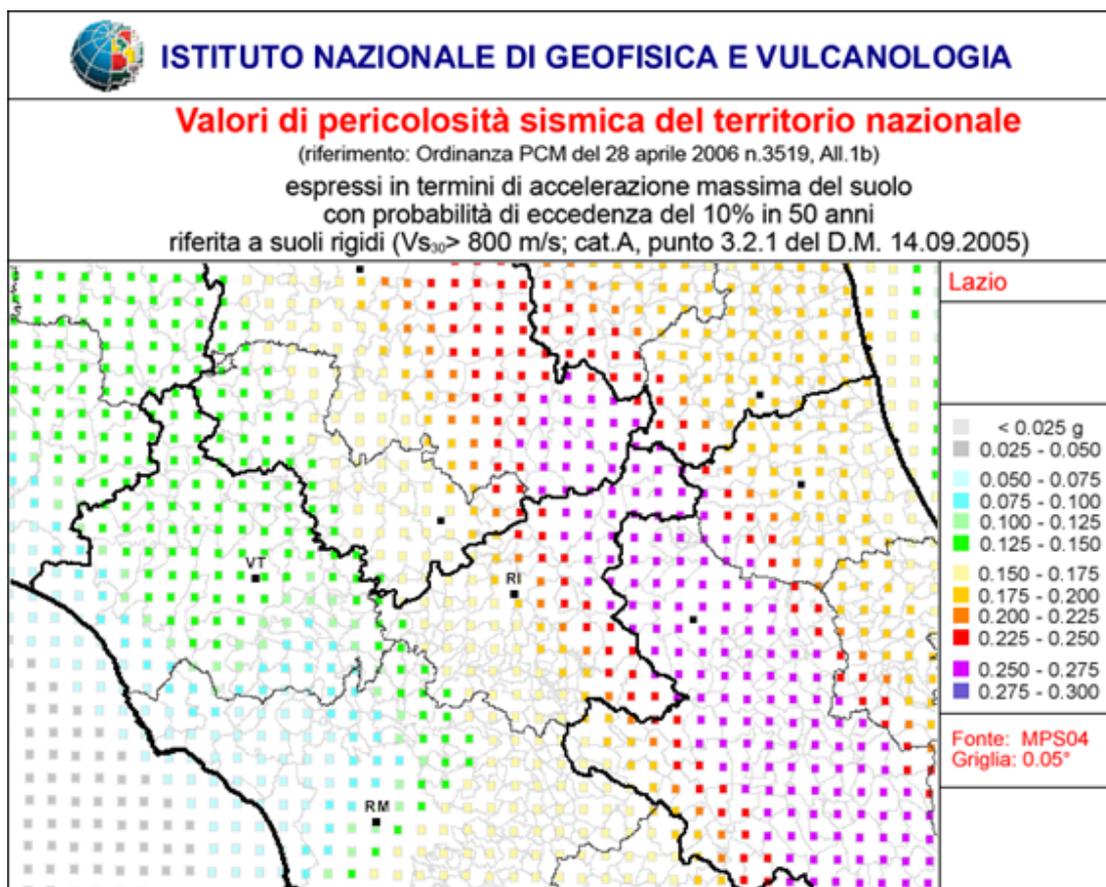


Figura n. 11-5 Mappa di pericolosità sismica del territorio regionale del Lazio (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>)

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b) è espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005). L'Ordinanza PCM n. 3519/2006 ha reso tale mappa uno strumento ufficiale di riferimento per il territorio nazionale

Oltre al valore di a_g , è necessario conoscere, per il sito in esame, i dati di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo e distanza). La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che permette di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

L'INGV, nella sua 'Mappa della pericolosità sismica' (sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>), elaborata con modello probabilistico sismotettonico, inserisce il comune di Arlena di Castro in una zona con un'accelerazione orizzontale attesa compresa nell'intervallo 0.125-0.150 Ag/g riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s,eq} > 800$ m/s) e con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Fig. 11.6).

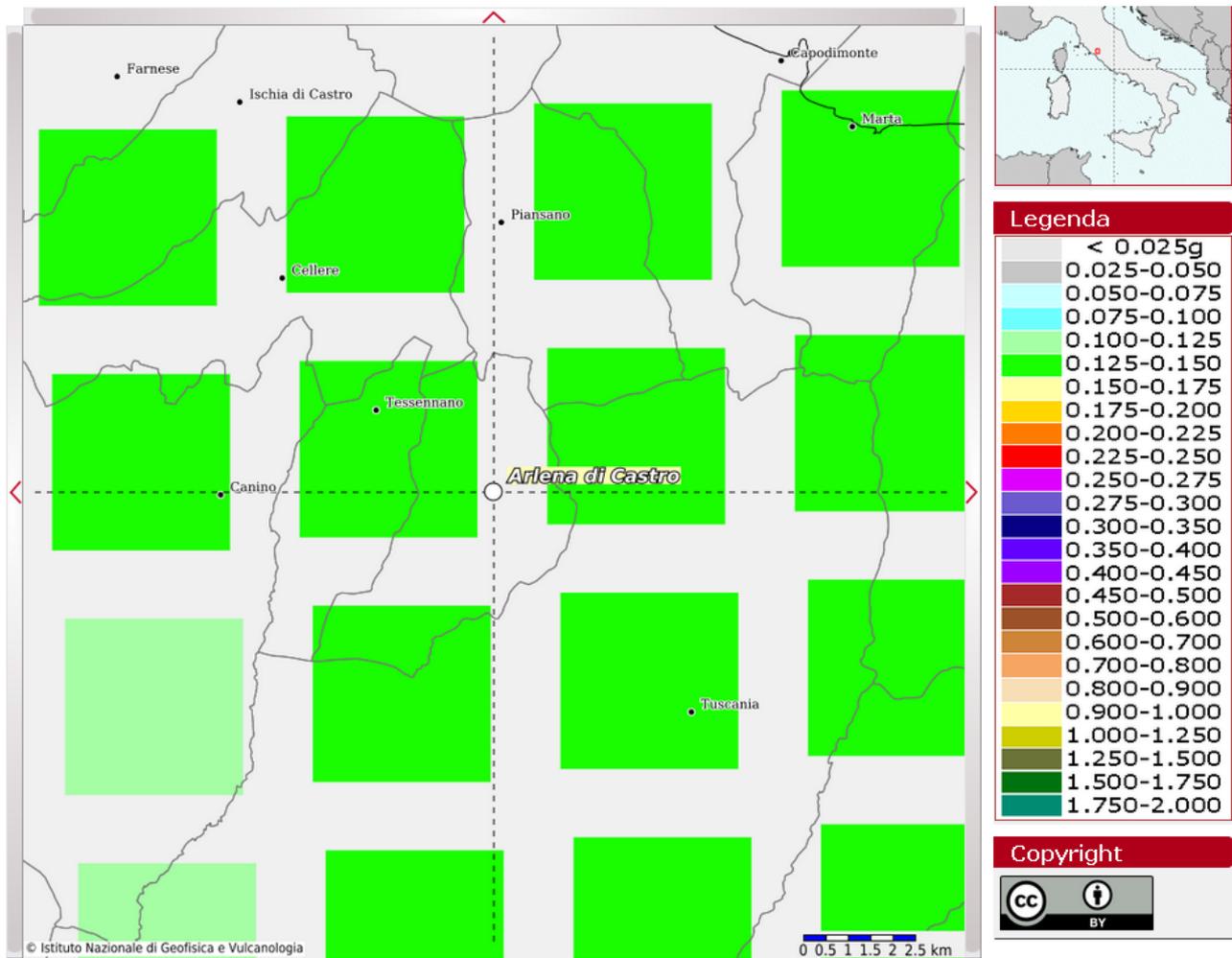


Figura n. 11-6 Mappa interattiva della pericolosità sismica di Arlena di Castro (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)

P_{v_k} (Stato Limite)	C_U	V_H [anni]
81% Operatività (SLO)	0.7 (I. Strutture secondarie)	≤ 10 (Opere provvisorie)
63% Danno (SLD)	1.0 (II. Strutture ordinarie)	≥ 50 (Opere ordinarie)
10% Salvaguardia della vita (SLV)	1.5 (III. Strutture importanti)	≥ 100 (Grandi opere)
5% Prevenzione del Collasso (SLC)	2.0 (IV. Strutture strategiche)	

Tabella n. 11-2 Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno

11.3 MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda il valore di Magnitudo di riferimento si è fatto uso dei dati ICMS 2008. Un metodo per stimare il valore di MW da considerare ai fini delle valutazioni per le verifiche di liquefazione per l'area o la microzona di interesse è, nel caso in cui non sia ricompresa nella zonazione sismogenetica (ZS9; INGV, 2009), di determinare le minime distanze (R_i) dalle zone sismogenetiche circostanti (i) e successivamente si verifica per ciascuna di esse se la magnitudo della zona sismogenetica considerata (M_i) è inferiore o superiore alla magnitudo fornita dalla relazione $M_{si}=1+3*\log(R_i)$. Nel caso in cui almeno una M_{si} , calcolata per le zone sismogenetiche circostanti, è inferiore alla M_i della stessa zona per la quale è stata calcolata M_{si} , si assume

per Mw il valore di magnitudo più alto tra le magnitudo delle zone sismogenetiche circostanti ($M_i = M_w$); se invece tutte le M_{si} sono superiori alle M_i , si determina la M_w con il metodo della disaggregazione. Visto che tutti i valori di M_{si} sono maggiori di M_i si è stimato il valore di magnitudo con il metodo della disaggregazione, ovvero, mediante il portale dell'INGV si è identificato il sito oggetto dello studio e si sono individuati i relativi “nodi” della maglia all'interno della quale è inserito lo stesso.

Dall'analisi dei recenti inventari di faglie attive, nello specifico è stato consultato il Diss 3.2.1 (Diss Working Group, 2005 - consultabile on-line: <http://diss.rm.ingv.it/diss/>) e dalla carta delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti C., Valenzise G. et al., 2004) emerge che il comune di Arlena di Castro è posto all'interno della zona 921 ed in prossimità della zona 920.

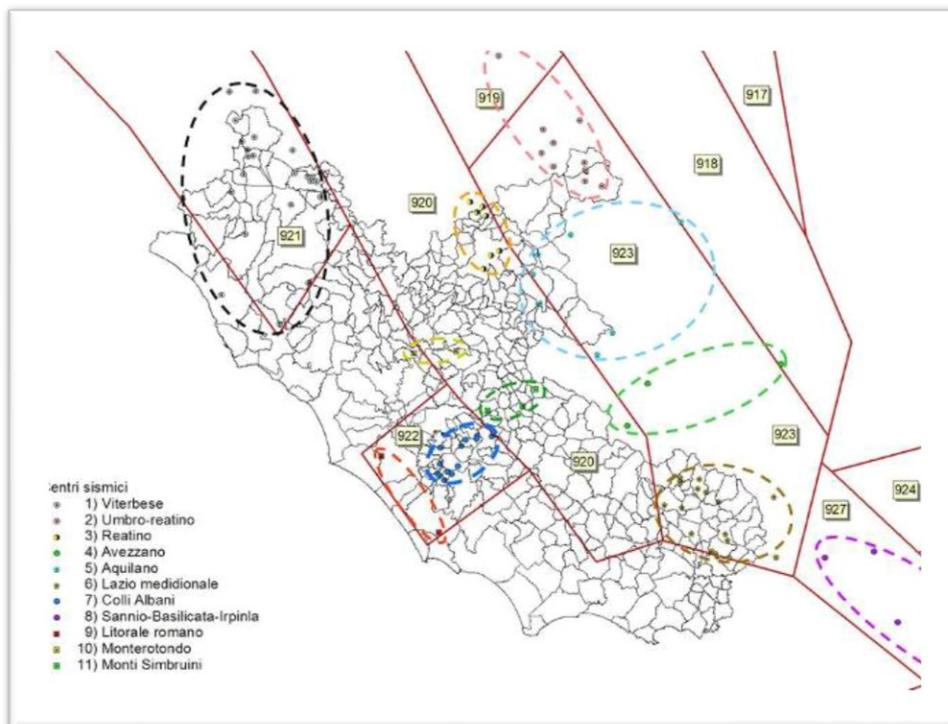


Figura n. 11-7 Zone sismogenetiche della regione Lazio

La zona 921 è caratterizzata da una diffusa sismicità di energia moderata, correlata ad elevato flusso di calore, con pochi eventi di magnitudo più elevata, responsabili di danni significativi su aree di limitata estensione anche per la superficialità degli ipocentri: Bagnoregio 1695, Orciano Pisano 1846, Piancastagnaio 1919 (Mongelli e Zito, 1991). La zona 920, che coincide con la porzione inferiore del settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000), è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.

Il DISS 3.2.1 costituisce un archivio georeferenziato di tettonica, faglie e informazioni paleo sismologiche dedicato nella valutazione del rischio sismico a scala regionale e nazionale. Nell'immagine di figura 11.8 sono indicate, con fasce di colore arancione, le zone sismogenetiche riconosciute. Il quadro sismotettonico regionale e le analisi eseguite dall'INGV individuano per il territorio di Arlena di Castro un livello di rischio sismico medio, risentendo la zona solo di effetti di propagazione e attenuazione di sismi con epicentro nell'Appennino Centrale e nei Colli Albani.

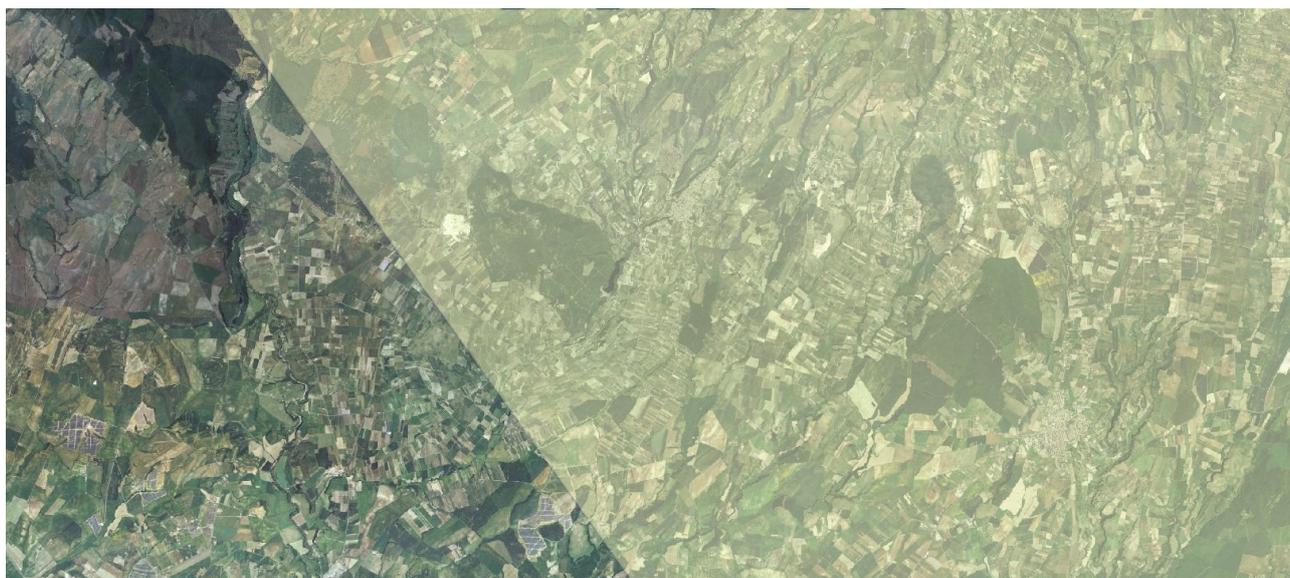


Figura n. 11-8 Stralcio della Carta delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti C., Valanzise G., et al., 2004)

L'area in esame inoltre può risentire degli effetti di terremoti che si verificano in settori appenninici interessati da importanti faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche, come l'Appennino Centrale, in particolar modo, i terremoti associati alle sorgenti sismogenetiche composite ITCS037 (Mugello-Città di Castello-Leonessa) e ITCS028 (Colfiorito-Campotosto) (DISS 3.2.1).

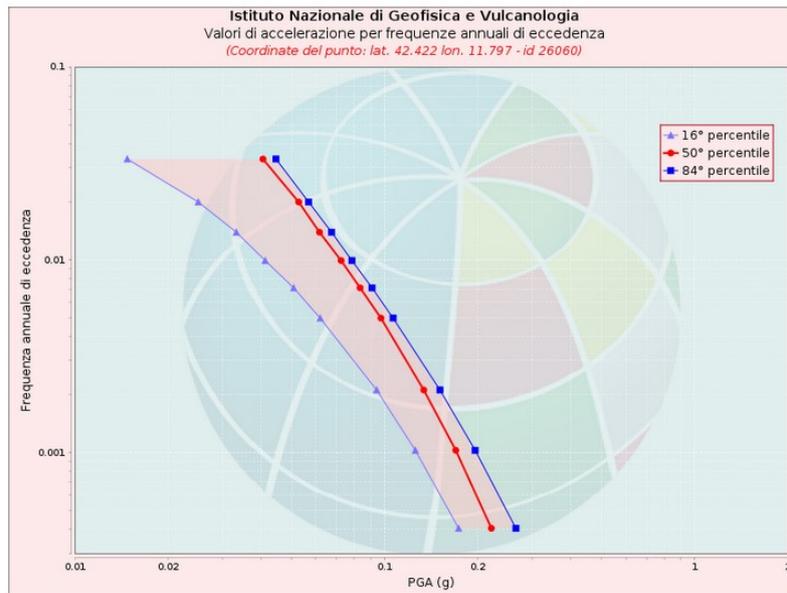
Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
920	296	201	39	4.6	5 - 8	6*
921	97	63	9	4.0	1 - 5	4#

Tabella n. 11-3. Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo Simboli: #: Valore fissato (zona di vulcanismo recente). *: "Giudizio Esperto"

Come si nota dalla Tabella 11.3, per la Zona 921 la Mw valutata è pari a **4.0**. Tuttavia, e per confronto, si è scelto, di verificare la Mw anche con il metodo della disaggregazione in termini di Magnitudo e distanza riferendosi alla maglia più sfavorevole in termini di Magnitudo della Mappa interattiva della Pericolosità Sismica dell'INGV - figura 11.6 – e si è ottenuto il grafico della disaggregazione in termini di Magnitudo e distanza.

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

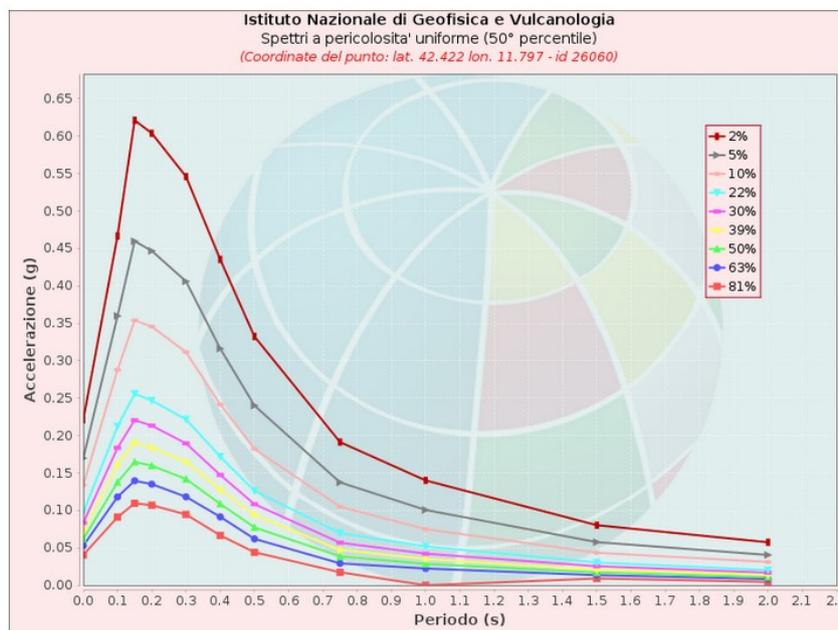
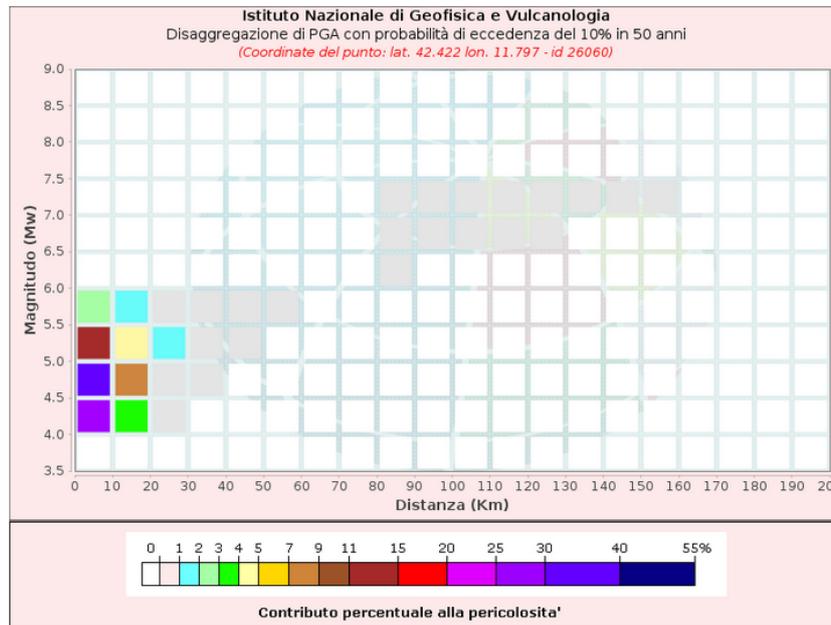


Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat. 42.422 lon. 11.797 - id 26060)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	27.2000	36.0000	12.2000	2.9300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.8900	8.0300	4.7800	1.7600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0819	0.8160	1.1000	0.6040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0079	0.1530	0.1520	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.0208	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0073	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0173	0.0333	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0329	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0038	0.0254	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0168	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
magnitudo	distanza	epsilon
4.76	7.28	0.764

Tabella n. 11-4 Valori medi Magnitudo e Distanza in base al metodo della disaggregazione

Come si nota, con tale metodo $M_{Wmwdio} = 4.76$ per una distanza di 7.28 km.

12 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Le nuove norme sulle costruzioni (NTC2018) al punto 7.11.3.4.2 tracciano le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione dei terreni. La normativa specifica in modo molto chiaro che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al p.c. minori di 0.1g;
- profondità della falda superiore a 15 m dal p.c.;
- distribuzione esterna al campo granulometrico delle sabbie;
- resistenze penetrometriche normalizzate $q_c > 180$.

Per quanto sopra esposto, si può ritenere che i terreni presenti nell'area di sedime possano essere classificati come non liquefacibili in quanto è stato riscontrato il manifestarsi di una delle 4 condizioni previste, ovvero la profondità media stagionale della falda risulta collocata ad una profondità maggiore di 15 metri dal piano di campagna.

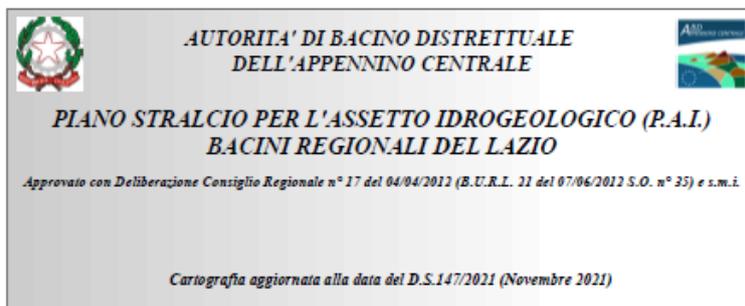
13 ANALISI DEI VINCOLI IDROGEOLOGICI

13.1 P.A.I. - PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (o P.A.I - Legge 18 maggio 1989 n. 183 art. 17 comma 6 - ter, Legge 3 agosto 1998 n. 267 modificata con Legge 13 luglio 1999 n. 226 e Legge 11 dicembre 2000 n. 365.) di riferimento per il sito di progetto afferisce alla pianificazione alla scala dei Bacini Regionali del Lazio gestiti dall'attuale Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, così come aggiornato alla data del 4/10/2011 ed approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 17 del 4/4/2012 (BUR n. 21 del 7/6/2012, S.O. n. 35).

Il bacino di competenza è il Bacini Regionali del Lazio e la cartografia relativa al PAI è stata rielaborata ai sensi della Determina Dirigenziale ADS del 29 novembre 2021, n. 31.

In base alle perimetrazioni delle aree di rischio e/o di pericolosità idrogeologica si nota che in riferimento alle aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico il sito in esame non è vincolato.



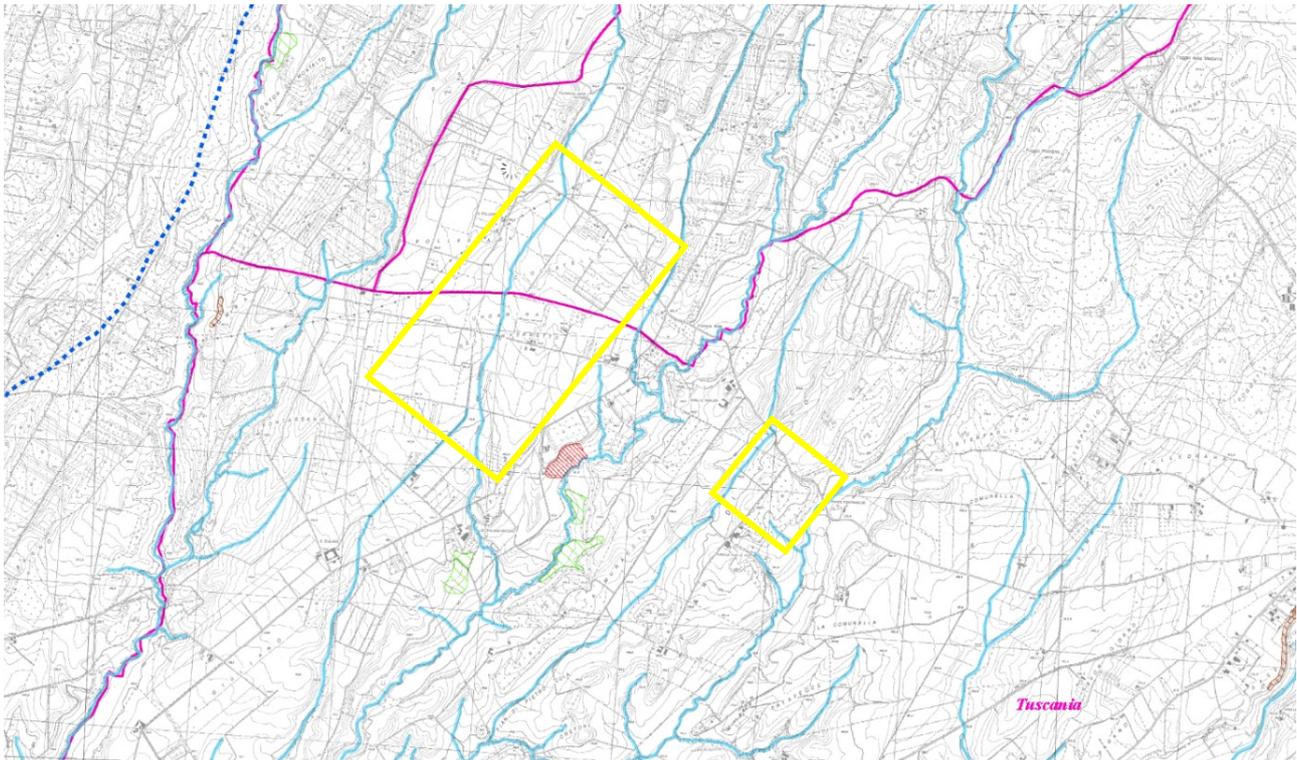


Figura n. 13-1 Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico – scala 1:25000 –
Tavola 2.03 nord - aggiornamento novembre 2021 - nel riquadro in giallo l'area di progetto -

Legenda

<p>AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE (artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)</p> <ul style="list-style-type: none"> Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23) Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis) Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24) Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25) Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26) <p><small>Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità</small></p>	<p>AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE (artt. 9 - 19 - 27)</p> <ul style="list-style-type: none"> Aree di Attenzione Geomorfológica (artt. 9 e 19) Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27) Aree di Attenzione per presenza di cavità naturali o artificiali soggette a crolli Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27) Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27) 	<p>LIVELLI DI RISCHIO IN FUNZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL VALORE ESPOSTO (art. 8 comma 5)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ELEMENTI AREALI A RISCHIO</th> <th style="text-align: center;">ELEMENTI LINEARI A RISCHIO</th> <th style="text-align: center;">ELEMENTI PUNTUALI A RISCHIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> R4</td> <td style="text-align: center;"> R4</td> <td style="text-align: center;"> R4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> R3</td> <td style="text-align: center;"> R3</td> <td style="text-align: center;"> R3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> R2</td> <td style="text-align: center;"> R2</td> <td style="text-align: center;"> R2</td> </tr> </tbody> </table>	ELEMENTI AREALI A RISCHIO	ELEMENTI LINEARI A RISCHIO	ELEMENTI PUNTUALI A RISCHIO	 R4	 R4	 R4	 R3	 R3	 R3	 R2	 R2	 R2
ELEMENTI AREALI A RISCHIO	ELEMENTI LINEARI A RISCHIO	ELEMENTI PUNTUALI A RISCHIO												
 R4	 R4	 R4												
 R3	 R3	 R3												
 R2	 R2	 R2												
<p>AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO DI FRANA (artt. 6 - 16 - 17 - 18)</p> <ul style="list-style-type: none"> Aree a Pericolo A (c. 2 art. 6 e art. 16) Aree a Pericolo B (c. 2 art. 6 e art. 17) Aree a Pericolo C (c. 2 art. 6 e art. 18) <p><small>Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità</small></p>	<p>LIMITI AMMINISTRATIVI</p> <ul style="list-style-type: none"> Limite ex Autorità dei Bacini Regionali Limiti Comunali Limite Regionale 													

In base alle perimetrazioni del PAI del Bacini Laziali e relativamente alla tutela del territorio, si evince che il sito (stralcio in figura n. 13.2) **non è ascritto** ad ambiti di pericolosità da frane e/o idraulico.

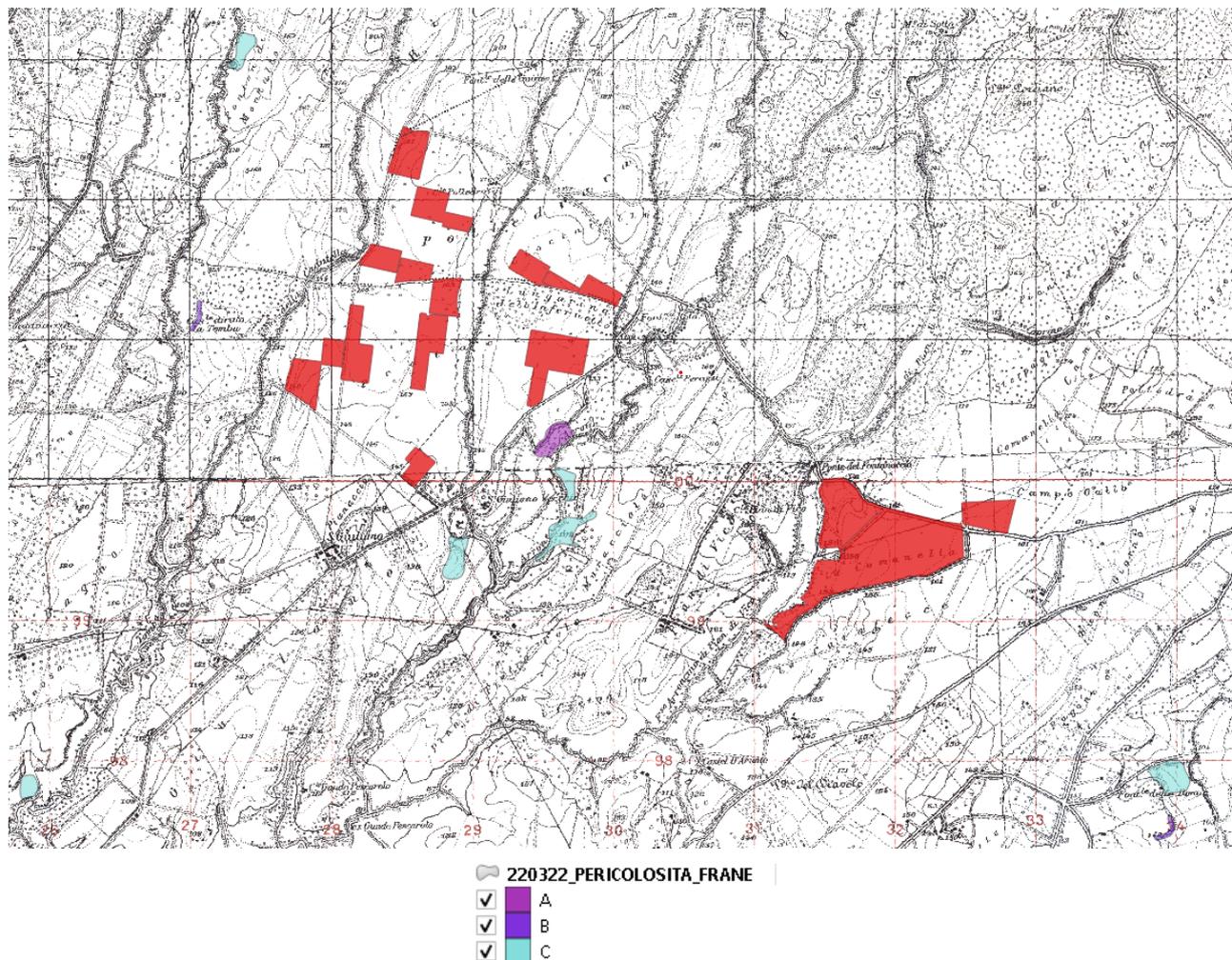
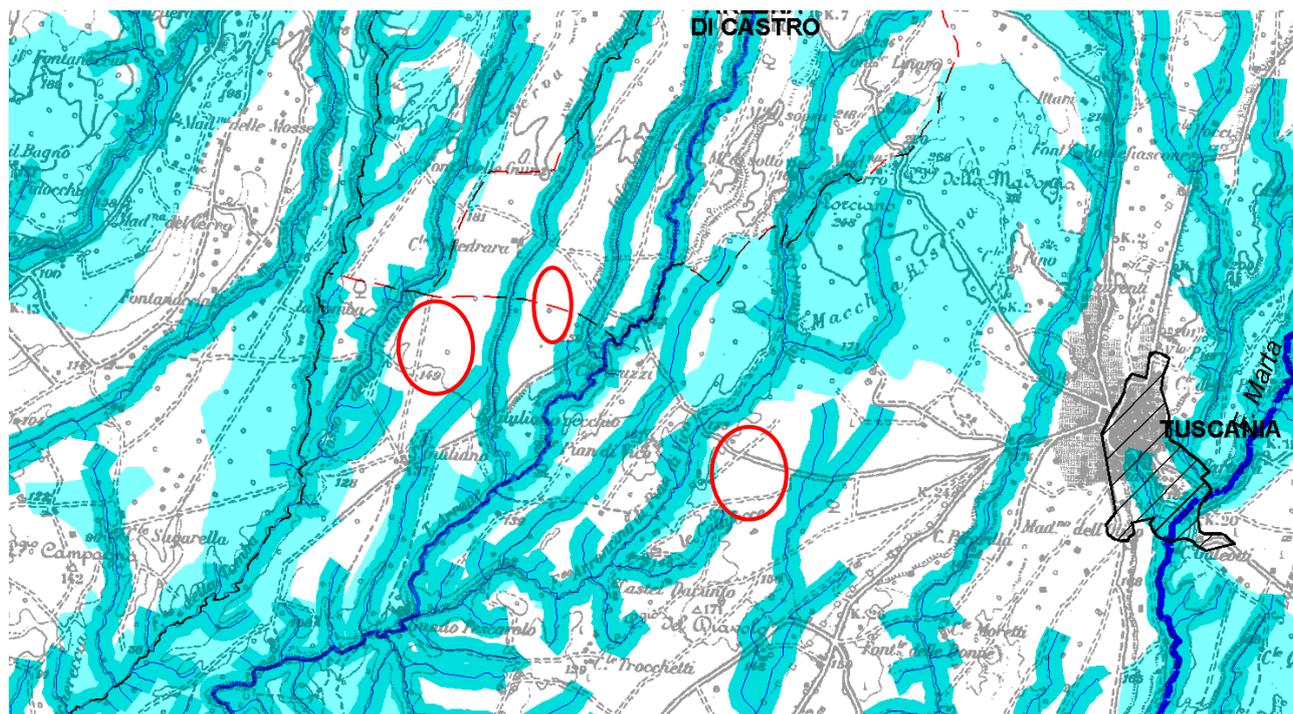


Figura n. 13-2 PAI – Carta di Tutela del Territorio – servizio WMS – . In rosso l’area di inserimento del parco fotovoltaico.

Infine, in base alla Tavola 2.3.1: Vincoli Ambientali del Piano Territoriale Provinciale Generale (P.T.P.G.) della Provincia di Viterbo (figura 13.3), si ricava, altresì, che il sito non ricade direttamente in nessuna zona sottoposta a vincolo dal punto di vista paesistico, regionale o idrogeologico ma bisogna considerare che nonostante la scala di visualizzazione sia molto elevata resta da verificare se il sito ricade parzialmente in una fascia di tutela fluviale.



LEGENDA:

- CONFINI PROVINCIALI
- CONFINI COMUNALI
- FIUMI PRINCIPALI
- FIUMI AFFLUENTI PRINCIPALI
- FIUMI SECONDARI VINCOLATI
- FASCE DI TUTELA

- ZONE SOTTOPOSTE A VINCOLO PAESITICO
AI SENSI DELLA L. 149/79
- VINCOLO REGIONALE
AI SENSI DELLA L.R. 30/74 E S.M.I.
- VINCOLO IDROGEOLOGICO
AI SENSI DEL R.D.L. 3267/23
- SERVITU' MILITARI

Figura n. 13-3 Tavola 2.3.1 Vincoli Ambientali del Piano Territoriale Provinciale Generale (P.T.P.G.) della Provincia di Viterbo con legenda. In rosso l'area di studio, 2006

14 CONCLUSIONI

Con lo studio eseguito è stata caratterizzata l'area di sedime del Parco solare fotovoltaico “Arlena di Castro” sotto il profilo geologico e sismico in ottemperanza alle vigenti norme della regione Lazio.

Lo studio per la caratterizzazione geolitologica geotecnica e simica si è avvalso delle risultanze delle indagini e sperimentazioni specialistiche ricavata dalla letteratura. In base all'intero novero dei dati sperimentali è stato elaborato il modello geotecnico del sottosuolo d'imposta del Parco Fotovoltaico.

L'area di studio, situata a SO del centro abitato del Comune di Arlena di Castro, presenta una morfologia subpianeggiante e non soggetta a variazioni e, pertanto, stabile sotto tale profilo. L'assetto idrogeologico locale, governato da acque meteoriche liberamente dilavanti lungo il sito e confluenti in diversi corsi d'acqua presenti, impongono che per la stabilità del sito si attuino opportuni interventi di regimazione idraulica.

Il modello geotecnico attuale prevede una circolazione idrica episuperficiale con livello piezometrico posto mediamente a – 15 m. dal p.c. si consiglia comunque in fase esecutiva di misurare puntualmente il livello piezometrico. La costituzione granulometrica dei sedimenti presenti nel sottosuolo è tale da escludere il rischio di liquefazione, così come da norme relative.

Per la valutazione del Rischio Sismico Locale è stato eseguito lo studio specifico richiesto dalle norme. Per i parametri sismici si faccia riferimento all'analisi svolta nella specifica relazione di Modellazione Sismica; in ogni caso, in fase esecutiva è necessario elaborare uno studio specifico per la definizione degli spettri elastici ed individuare la classificazione del suolo tramite apposite indagini MASW.

In fase esecutiva, i dati ricavati dall'elaborazione delle indagini di riferimento suggeriscono le seguenti considerazioni:

- si consiglia eseguire preventivamente prove di carico sui piani fondali prescelti;
- un'apposita indagine in situ completa di prove di laboratorio per caratterizzare puntualmente i terreni;
- indagini geofisiche puntuali ed analisi della risposta sismica locale;
- dalle prove chimiche di aggressività dei terreni, secondo la classificazione DIN 50 929, è emerso che i terreni presentano un livello significativo di aggressività per corrosione puntuale;
- i risultati di laboratorio mostrano una debole aggressività del terreno nei confronti del calcestruzzo (inferiore alla classe Qa);
- i sostegni in acciaio per le basi di fondazione dei pannelli se battuti in situ (pali) offrono una buona soluzione. Tuttavia, in alcune parti dell'area lo strato colluviale soffice si assottiglia ed emergono le sottostanti ghiaie che offrono resistenza all'infissione; pertanto, occorre localmente ricorrere al prescavo e si stima che tale precauzione debba essere adottata almeno per il 25% della superficie d'imposta dei pannelli;
- per quanto concerne le strutture di fondazioni dei locali tecnici e di trasformazione, è preferibile localizzare le platee in cemento al di fuori delle zone di avvallamenti topografici e lontano dalle linee di deflusso idrico superficiale.

Infine, per quanto attiene ai potenziali fenomeni di instabilità dei fronti di scavo, si pone in evidenza che è comunque necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

D. Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno;

D. Lgs 81/2008, art. 118: *Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno;*

D. Lgs 81/2008, art. 120: *È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature;*
DM 14 01 08 “Norme tecniche sulle costruzioni”, 6.8.6. (fronti di scavo): *Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.*

Tutti i materiali di scavo vanno stoccati e lavorati, se occorre, in sito, altrimenti vanno smaltiti secondo le norme vigenti.

Napoli, aprile 2023

Dr. Gaetano Ciccarelli



15 LIMITAZIONI

Questa relazione è fornita per l'uso esclusivo del firmatario solo per questo progetto e per gli scopi di cui descritto nella relazione. Non deve essere utilizzato o invocato per altri progetti o scopi sullo stesso o altro sito o da una terza parte.

Nella redazione del presente rapporto si è necessariamente avvalsi delle informazioni fornite dal cliente e/o dai suoi tecnici.

Le conclusioni e le raccomandazioni presentate in questo rapporto si basano sulle informazioni fornite dai progettisti ed inquadrate nell'analisi delle indagini sul campo e di laboratorio.

I risultati forniti nella relazione sono indicativi delle condizioni nello stato di fatto dei terreni così come indagato con le sperimentazioni di riferimento (cfr. Doc. n.2), all'epoca programmate di concerto con i progettisti ed il committente prova, e relativamente alle profondità indagate e allo stato delle scelte progettuali indicate al momento dell'incarico ricevuto. Le condizioni del sottosuolo possono cambiare bruscamente a causa di processi geologici variabili e anche a causa di interventi antropici.

Se la costruzione proposta viene trasferita o riprogettata, o se le condizioni locali cambiano anche per interventi al contorno delle aree studiate ed oggetto del presente lavoro, le conclusioni e le raccomandazioni contenute in questo rapporto devono essere considerate non valide a meno che le modifiche non vengano, previa comunicazioni tecniche ufficiali rese per iscritto, successivamente esaminate e validate dagli scriventi sì che possano essere riconsiderate e/o validate.

Le condizioni del sito modificate o il trasferimento delle strutture proposte possono richiedere ulteriori indagini e prove specifiche per determinare se le nostre conclusioni e raccomandazioni sono applicabili in considerazione delle mutate condizioni.

La presente relazione deve essere letta unitamente a tutte le note allegate e deve essere conservata integralmente senza separazione di singole pagine o sezioni.

La CG Associati Srls non può essere ritenuta responsabile per interpretazioni o conclusioni fatte da altri a meno che non siano supportate da una dichiarazione espressamente resa alla scrivente che deve accettare le interpretazioni e le implicazioni geologico-tecniche.

I nostri servizi professionali sono stati eseguiti e resi, unitamente alle raccomandazioni in conformità con i principi e le buone pratiche ingegneristiche generalmente accettate. Questa garanzia è sostitutiva di tutte le altre garanzie espresse o implicite.

