

REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI VITERBO
COMUNE DI TESSENNANO - COMUNE DI ARLENA DI CASTRO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI
COMUNI DI ARLENA DI CASTRO E TESSENNANO**

Denominazione impianto:

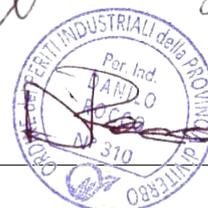
EOLICO ARLENA

Committente:



Wind Energy 1 s.r.l.
Via della Stazione, 36
01033 - Civita Castellana (VT)

WIND ENERGY 1 S.r.l.
Via della Stazione, 36
01033 Civita Castellana (VT)
P. IVA e C.F.: 02376810566



Progettazione:



Progettazione impianti
progettazione e sviluppo
energie da fonti rinnovabili

P.I. Lamberto Chiodi
P.I. Danilo Rocco
Dott. Geol. Emma Bernardini
Dott. Agr. Alberto Cardarelli
Dott. Ing. Enzo Alessandrini
Restituzione Grafica AnnaLisa Chiodi

Documento:

TAV. R2

RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA - IDROLOGICA

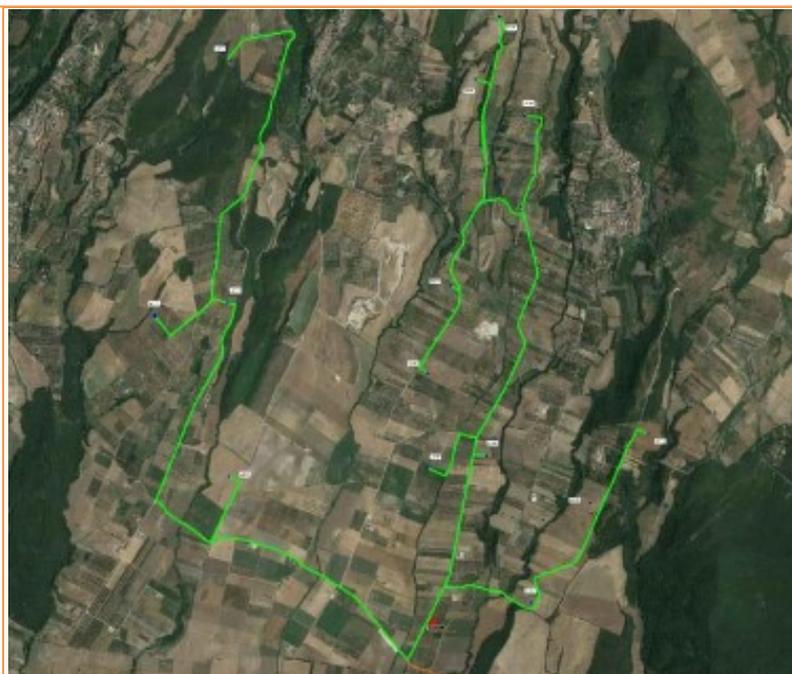
Revisione:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO
00	29/06/2021	Prima emissione		
01	03/03/2023	Revisione layout		

PROVINCIA DI VITERBO
COMUNE DI TESSENNANO E ARLENA DI CASTRO

Committente: Wind Energy 1 s.r.l. – Via della Stazione, 36 – 01033 Civita Castellana (VT)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
NEI COMUNI DI ARLENA DI CASTRO E TESSENNANO**



DENOMINAZIONE DELL'IMPIANTO: EOLICO ARLENA

Tavola n.: R. 2

RELAZIONE GEOLOGICA
IDROGEOLOGICA - IDROLOGICA

Data: 28.02.2023

Dott. Geol. Emma Bernardini
Str. Riello 18/A – 01100 Viterbo
Cell: 347 6256318
C.F. BRN MME 59D50 M082C
P.IVA 01423840568
mail: geomond@outlook.it
P.E.C.: emma.bernardini@pec.epap.it

INDICE

1. PREMESSA
2. UBICAZIONE GEOGRAFICA
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – DESCRIZIONE LITOLOGICA LOCALE
4. ASSETTO MORFOLOGICO ED IDROGRAFICO – BACINI DISTRETTUALI APPENNINICI – VINCOLO IDROGEOLOGICO
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
6. PIANO REGIONALE TUTELA ACQUE (P.R.T.A.)
7. VALUTAZIONE PUNTUALE DELLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO
8. CLASSIFICAZIONE SISMICA E M.S.1
9. CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DEI TERRENI DI FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI
 -  Caratteristiche fisico – meccaniche
 -  Categoria di sottosuolo
10. LIQUEFAZIONE
11. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO
12. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

1. PREMESSA

Su incarico e per conto della Società Wind Energy 1 s.r.l., con sede in Via della Stazione n° 36 – 01033 Civita Castellana –Viterbo, io sottoscritta Geol. Emma Bernardini (polizza UNIPOLSAI Mondo Professionista n. 122/180593731), iscritta all’Ordine dei Geologi della Regione Lazio al n. 718, ho redatto la presente *Relazione Geologica – Idrogeologica - Idrologica* a corredo del progetto per la realizzazione di un impianto eolico da realizzare nel territorio comunale di Arlena di Castro e Tessennano nella Provincia di Viterbo.

Il presente documento ha lo scopo di illustrare gli aspetti geologici, idrologici, geomorfologici ed idrogeologici delle aree interessate dal progetto e di fornire altresì una caratterizzazione preliminare delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione degli aerogeneratori.

2. UBICAZIONE GEOGRAFICA

Il progetto prevede l’installazione di 14 aerogeneratori tripala WTG ad asse orizzontale ciascuno di potenza nominale pari a 6 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 84 MW.

Essi saranno dislocati sul territorio dei comuni di Arlena di Castro e Tessennano nella Provincia di Viterbo, come indicato di seguito.

Nella planimetria si possono individuare tre gruppi di aerogeneratori disposti secondo degli allineamenti in direzione circa Nord – Sud, sub paralleli tra loro.

Dei 14 aerogeneratori quattro ricadono nel territorio di Tessennano ed i restanti dieci nel territorio di Arlena di Castro.

Nel Comune di Tessennano ricadono gli aerogeneratori denominati: AC01, AC12, AC13 e AC14.

Nel Comune di Arlena di Castro ricadono gli aerogeneratori denominati: AC02, AC03, AC04, AC05, AC06, AC07, AC08, AC09, AC10, AC11.

La distribuzione sul territorio è la seguente:

- un gruppo da 4 aerogeneratori (AC01 – AC12 – AC13 - AC14) è posto ad ovest dei territori comunali di Tessennano e Arlena di Castro, rispettivamente in località Camporile, in località Capo Terzo e in località Poggio del Terzo;
- un altro gruppo di 4 aerogeneratori (AC06 – AC07 – AC08) è posto a nord del territorio comunale di Arlena di Castro, in località Mandrioncino;
- gli aerogeneratori AC02 - AC03 – AC11 sono posti rispettivamente in località Le Mandrie ed in località Pianacce ad est del territorio comunale di Arlena di Castro
- un gruppo di aerogeneratori AC04 - AC05 – AC09 – AC10 sono posti nel territorio comunale di Arlena di Castro, ad est del centro abitato, in località Spiniccio e Linetti



Localizzazione impianto e cavidotto su ortofoto

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro per mezzo di un cavidotto interrato M.T. fino alla S.E. utente 30/150kV in loc. “Cioccatello” nel Comune di Arlena di Castro da dove parte un cavidotto interrato A.T. che raggiunge la S.E. Terna 150/380kV in loc. “Campo Villano” nel Comune di Tuscania.

Negli elaborati grafici di progetto sono riportati, in scala adeguata, su base cartografica IGM, CTR e Catastale sia l'esatta ubicazione dei singoli aerogeneratori che il tracciato dei cavidotti.

Lungo il suo percorso il cavidotto interferisce, in alcune zone con il reticolo idrografico demaniale e con zone gravate da vincolo idrogeologico.

Il progetto interessa i seguenti fogli della Carta Tecnica Regionale Lazio:

Sezione n° 344100 “Canino”	Sezione n° 344110 “Casale S. Savino”
Sezione n° 344140 “San Giuliano”	Sezione n° 344150 “Tuscania”
Sezione n° 354020 “Quarticcio”	Sezione n° 354030 “La Rocca”

e le seguenti Tavole I.G.M.:

Foglio n. 136 – II N.O. - “Canino”	Foglio n. 136 – II N.E. - “Tuscania”
Foglio n. 136 – II S.O. - “San Giuliano”	Foglio n. 136 – II S.E. - “La Rocca”

Per completezza di documentazione e per una migliore lettura di quanto su descritto e di quanto verrà esposto nei paragrafi seguenti si allega:

- Stralcio corografia I.G.M;
- Stralcio cartografia C.T.R. Lazio

con indicazione degli aerogeneratori e del cavidotto di collegamento.

Inquadramento su corografia I.G.M.

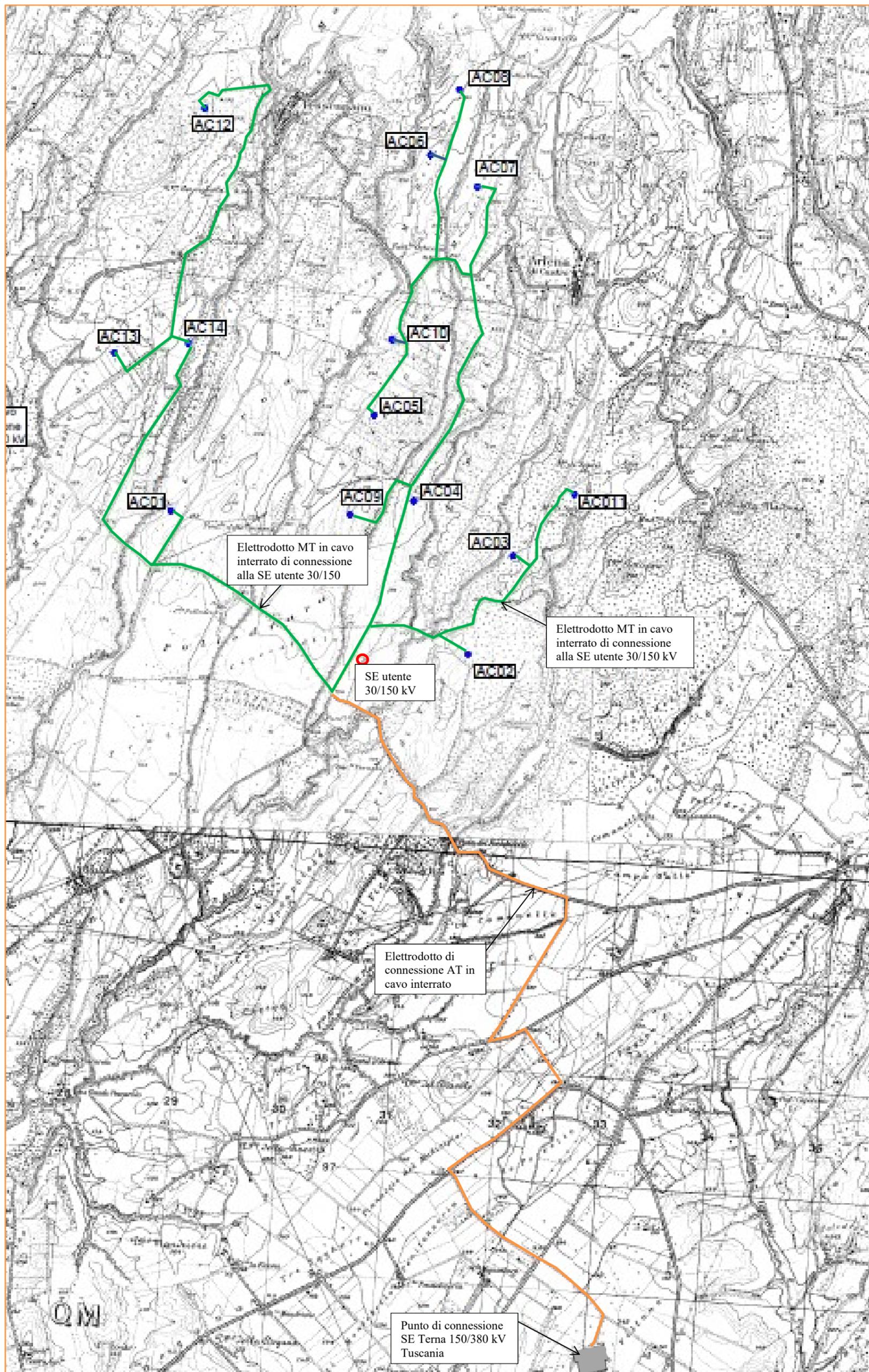


Figura 2: Stralcio Foglio n. 136: - II N.E. "Tuscania" - II N.O. "Canino" - II S.E. "La Rocca" - II S.O. "S. Giuliano"

Inquadramento su cartografia C.T.R. LAZIO

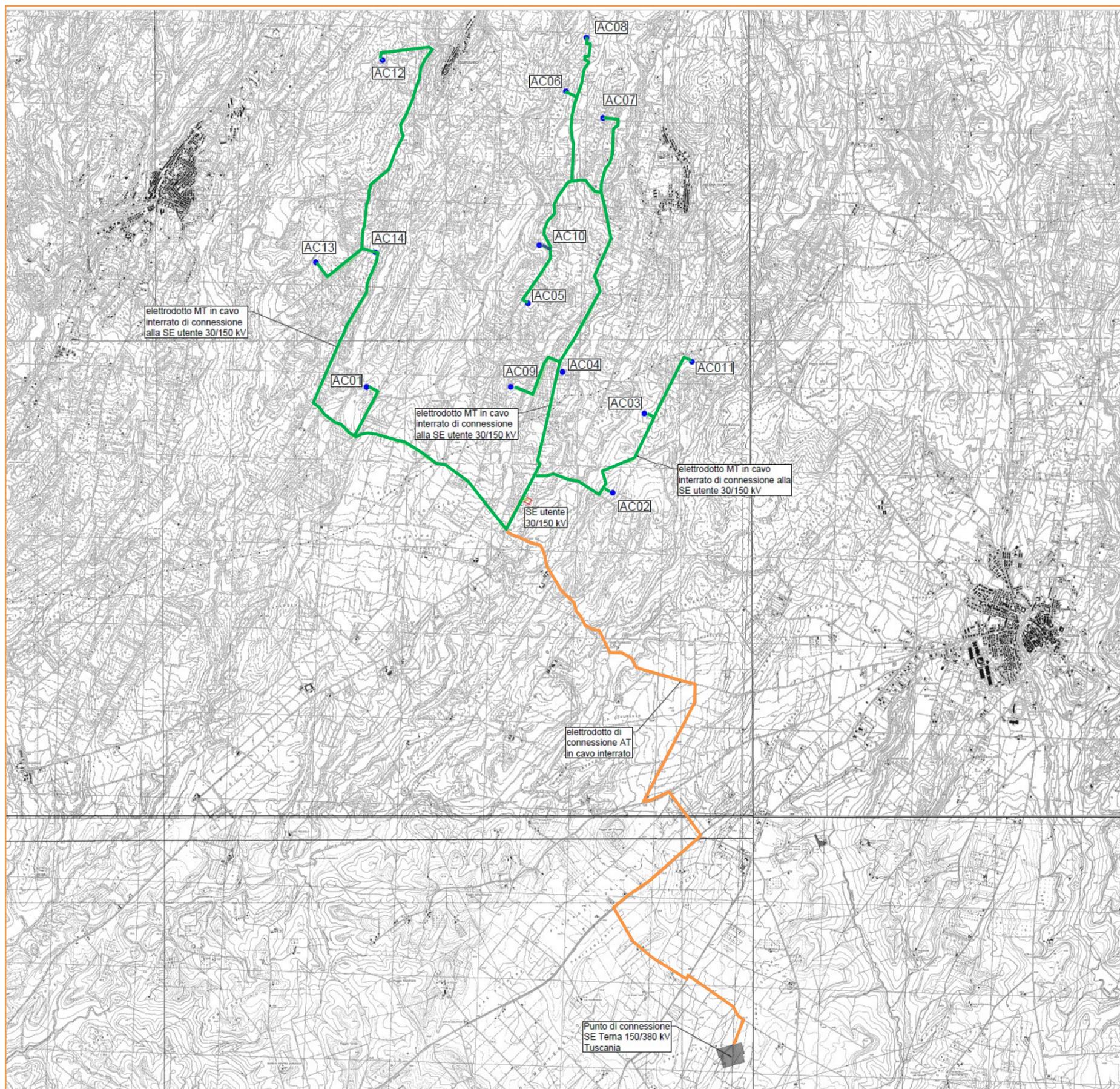


Figura 3: Stralcio Sezioni n. 344100 "Canino"; n. 344110 "Casale S. Savino"; n. 344140 "San Giuliano"; n. 344150 "Tuscania"; n. 354020 "Quartaccio"

LEGENDA

— Cavidotto MT interrato

— Cavidotto AT interrato

■ SE Terna 150/380 kV

□ SE utente 30/150 kV

● Aerogeneratori

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – DESCRIZIONE LITOLOGICA LOCALE

Il territorio del Comune di Arlena di Castro, di Tessennano e di Tuscania sono caratterizzati dall'affioramento, principalmente, di formazioni di origine vulcanica, legati all'attività dell'Apparato Vulsino, ma si rinvengono in superficie anche formazioni di origine sedimentaria.

Per meglio inquadrare l'intera area interessata dalla realizzazione del parco eolico da un punto di vista geologico si riporta di seguito una breve descrizione del vulcanismo laziale, con particolare riguardo per l'Apparato Vulsino.

Il Distretto Vulcanico Vulsino è caratterizzato da attività subaerea a carattere principalmente di natura esplosiva.

La principale struttura vulcanica del distretto è costituita dalla vasta conca del Lago di Bolsena che viene considerato un ampio bacino di collasso conformatosi in più fasi successive ed il cui sprofondamento è stato controllato da sistemi di faglie aventi carattere regionale (Carta schematica del Distretto Vulcanico dei Monti Vulsino – Profilo geologico Vulsino 1).

L'attività vulcanica del distretto si è originata da quattro centri principali sorti ai margini dell'area di collasso, con buona probabilità posti lungo principali sistemi di frattura.

L'attività iniziò circa 800.000 anni nel settore orientale dove colate laviche e coni di scorie furono emessi da fratture di importanza regionale.

Intorno a 600.000 anni fa l'attività si concentra in corrispondenza di un primitivo centro denominato Paleovulsino, la cui morfologia non è evidente, ma che era probabilmente localizzato in corrispondenza dell'attuale conca lacustre; a questa attività si riconducono i vulcani più antichi, affioranti sia ad est che a sud della conca lacustre.

Un secondo ed importante centro di attività sorge nelle immediate vicinanze ed è detto Bolsena-Orvieto; a questo centro appartengono consistenti depositi di prodotti di ricaduta ed un'importante attività ignimbratica nota come "Tufo di Bagnoregio" o "Ignimbrite di Orvieto". La relativa eruzione avvenne circa 370.000 anni fa e causò il collasso della caldera di Bolsena, localizzata al margine nord-orientale della conca lacustre omonima.

Contemporaneamente al centro di Bolsena fu attivo quello di Montefiascone, posto sul margine sud-orientale dell'attuale conca lacustre. Montefiascone ebbe un'attività complessa che include eruzioni di prodotti ignimbratici di ricaduta ed idromagmatiti, in un arco di tempo compreso tra i 300.000 ed i 150.000 anni.

In questo stesso intervallo di tempo fu attivo il centro di Latera che costituisce uno degli edifici centrali del Distretto Vulcanico Vulsino. Le rocce di questo complesso appartengono alla serie potassica ed ultra potassica. Il vulcano si è impostato circa 400.000 anni fa, sul fianco occidentale del preesistente apparato di Bolsena i cui prodotti affiorano alla base delle ignimbriti di Latera, nelle profonde incisioni vallive e nelle zone più distanti del vulcano. Il vulcanismo inizia in questo settore con sporadiche manifestazioni effusive vicino a Farnese e nei pressi di Canino. L'attività principale del vulcano di Latera, di tipo prevalentemente esplosivo, è compresa tra 270.000 e 160.000 anni, durante questo intervallo di tempo vengono messe in posto le numerose coltri ignimbriche che costituiscono l'edificio. È in questa fase che si forma la grande caldera poligenica con forma ellittica localizzata sul bordo occidentale della più vecchia caldera di Bolsena.

L'attività esplosiva di Latera inizia con due eruzioni di tipo pliniano che portano alla messa in posto di depositi di pomice di ricaduta, distribuiti principalmente nel settore meridionale e di numerosi depositi di flusso che si distribuiscono intorno al vulcano fino a distanze di 20-25 km. Al tetto, separati da uno spesso livello pedogenizzato, sono presenti i depositi di un'altra eruzione, anch'essi caratterizzati dall'assenza di leucite e ben riconoscibili per l'abbondanza di sanidino (eruzione di Rio Maggiore). Seguono tre importanti eruzioni (Farnese, Sovana, Sorano) separate da paleosuoli. Quello compreso tra Farnese e Sovana è caratteristico per il suo colore molto scuro e rappresenta un livello guida. Dopo l'eruzione di Sorano la stratigrafia si complica notevolmente per la presenza di numerose colate piroclastiche con caratteristiche molto simili. In generale si possono distinguere due importanti formazioni: "Grotte di Castro" e "Onano" con sequenze stratigrafiche relativamente simili che comprendono depositi di surge con impronte di albero alla base, seguite da diverse colate piroclastiche. Al tetto di quella di Onano, la formazione di Poggio Pinzo comprende una serie di depositi nel settore settentrionale della caldera. L'eruzione di Pitigliano chiude la fase esplosiva di Latera. Nella fase finale del vulcano l'attività torna ad essere di tipo prevalentemente effusivo ed è localizzata all'interno e sui bordi della depressione calderica.

La morfologia del letto delle formazioni vulcaniche è dominata in questo settore dalla vastissima depressione derivante dalla coalescenza delle caldere di sprofondamento di Latera e Bolsena che raggiungono rispettivamente i valori di - 1200 e - 800 metri s.l.m. (ENEL-VDAG-URM, 1994 "Profilo geologico Vulsino 2 Vulsini 3). I fenomeni di collasso vulcano - tettonico hanno prodotto l'interruzione della lunga dorsale di Castell'Azzara-Monte Razzano che si estende dall'Amiata al Lago di Bracciano, impostata su formazioni argilloso-calcareo-arenacee di facies ligure. Il substrato corona per un arco di cerchio di almeno 270° - 300° la depressione su menzionata secondo un

percorso ideale che congiunge: Tuscania, Arlena di Castro, Cellere, Ischia di Castro, Farnese, Sorano, Acquapendente, Torre Alfina, Castel Giorgio, Bagnoregio, Celleno, Monte Razzano.

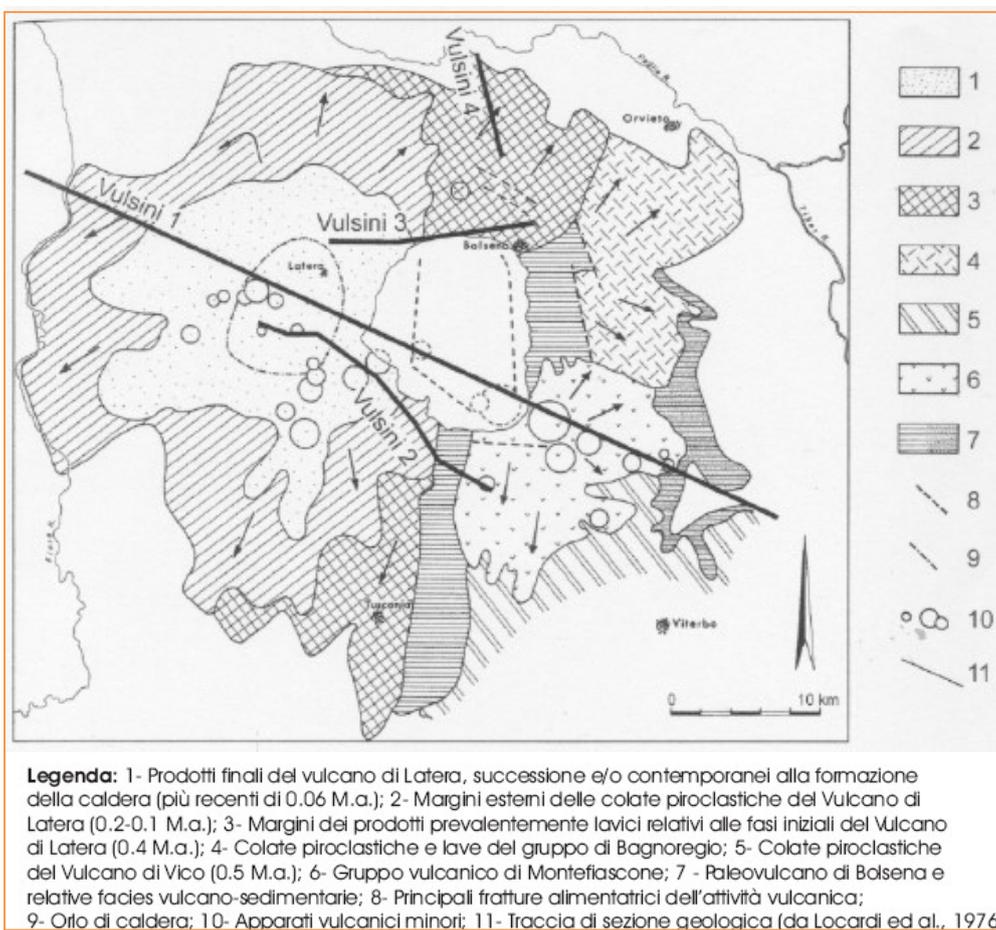
Questo rilievo sotterraneo, mascherato dalle vulcaniti, funge da spartiacque sotterraneo e da vero limite idrogeologico per l'Unità Vulsina; la sua quota oscilla, nei settori più elevati, dai 200 ad oltre 500 metri s.l.m.. esclusivamente verso sud, in corrispondenza dell'allineamento Marta-Tuscania, essa si deprime fino a 50 metri s.l.m., dando modo alla falda regionale di defluire verso mare.

Nel settore centro settentrionale dell'area è possibile individuare la continuazione, al di sotto della copertura vulcanica, delle depressioni tettoniche osservabili nella Toscana meridionale (ENEL-VDAG-URM, 1994 "Profilo geologico Vulsino 2 Vulsini 3). Queste strutture, assimilabili a dei graben o a degli half-graben, sono colmate da depositi sintettonici dei cicli autoctoni di età progressivamente più giovane procedendo da Ovest (Messiniano-Pliocene inferiore) ad Est (Pliocene inferiore medio). Questi sedimenti possono raggiungere spessori dell'ordine di diverse centinaia di metri, come documentato dall'esecuzione di pozzi profondi (ENEL-VDAG-URM, 1994).

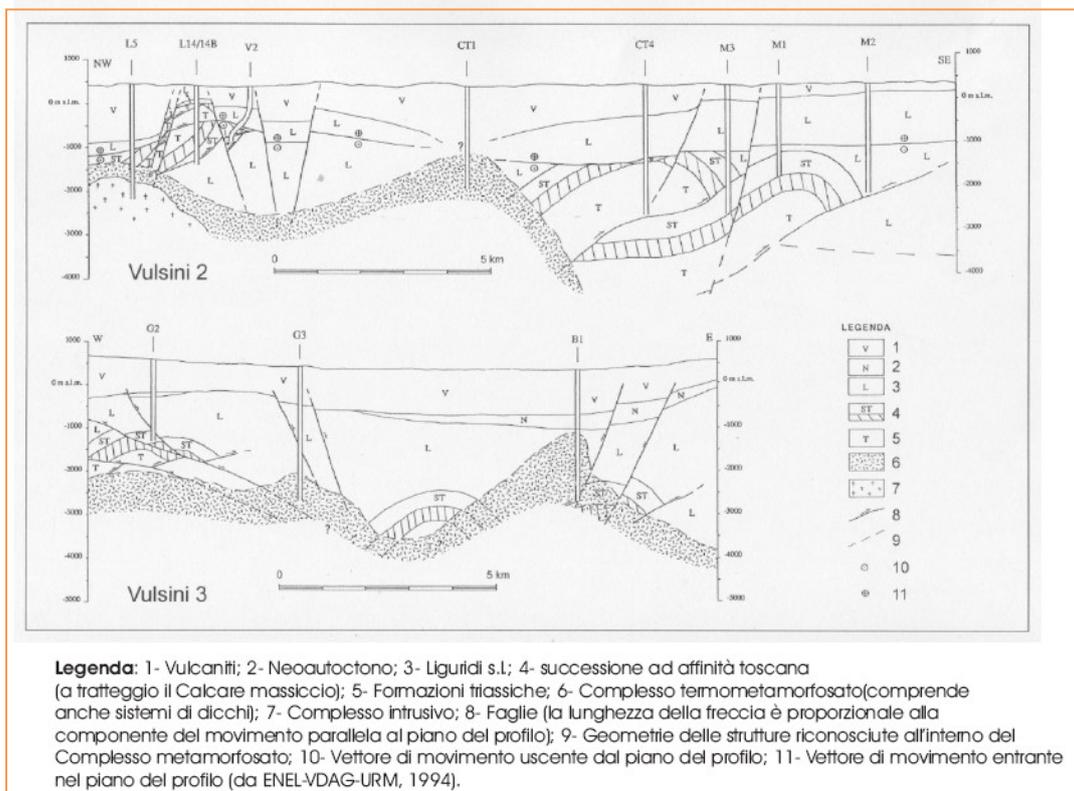
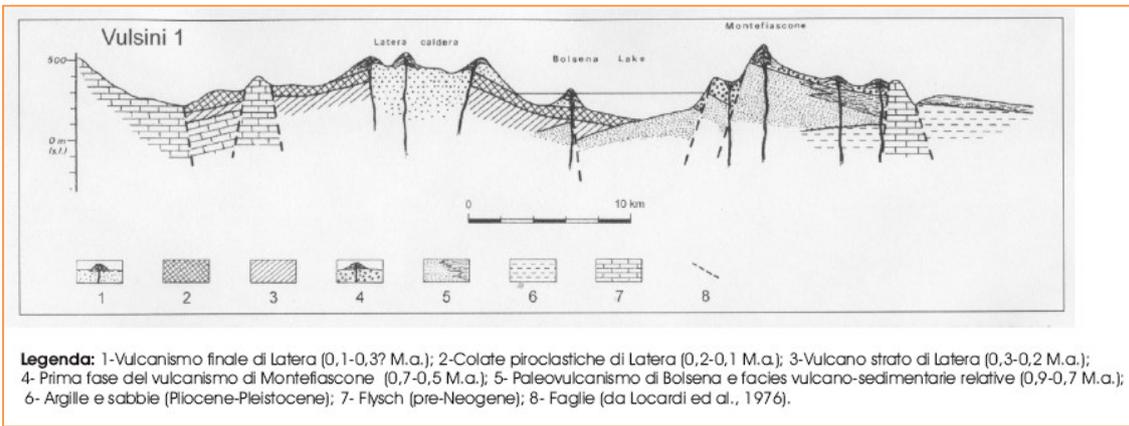
In particolare procedendo da Ovest verso Est sono riconoscibili le prosecuzioni verso SSE delle seguenti strutture:

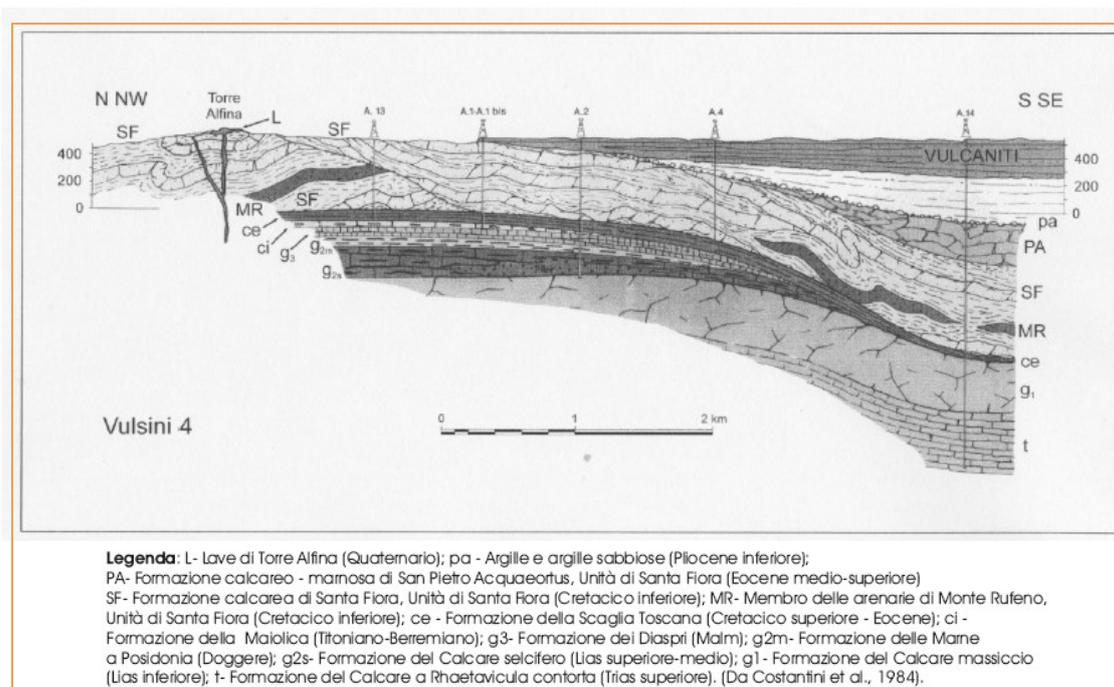
- Graben di Pitigliano, colmato da una coltre di sedimenti neoautoctoni che si ricollega con la depressione presente a NE di Tolfa.
- Dorsale di Castell'Azzara-Monte Razzano. Questa struttura, caratterizzata dalla presenza, al di sotto delle vulcaniti, delle unità Liguridi s.l., prosegue verso SSE sino a congiungersi con gli affioramenti presenti nella Tolfa. La sua continuità è interrotta verso SE da un importante motivo tettonico orientato SW-NE. A SE di questo lineamento non si trova più in affioramento nel Lazio settentrionale le Liguridi s.l..
- Graben di Radicofani: la continuità verso SSE di questa depressione è complicata dall'intersezione con un altro importante motivo appenninico presente a NW del Lago di Bolsena e della sovrapposizione degli effetti dell'attività vulcano-tettonica dei Distretti Vulsino e Cimino.
- Dorsale Monte Cetona-Torre Alfina. L'eventuale prosecuzione verso SE di questa struttura è stata interessata da una sedimentazione plio-pleistocenica, venendo così significativamente attenuata la caratterizzazione di un alto morfo-strutturale rilevabile più a nord. Tale fenomeno è da ricondurre alla progressiva inflessione verso SE della struttura in questione.

Nel Distretto Vulsino è possibile collegare con buona precisione la struttura del Monte Cetona con quella incontrata nel substrato carbonatico ad affinità toscana nel settore di Latera. È quindi possibile risalire ad una indicativa orientazione NNE-SSW degli assi compressivi. Perforazioni profonde hanno documentato raddoppi tettonici che confermano una configurazione strutturale caratterizzata da sovrascorrimenti e mega strutture plicativa. Lo scenario attuale è, a grandi linee caratterizzato, da una successione di orizzonti tufacei fortemente differenziati, intercalati da colate laviche, con locali concentrazioni di scorie e lapilli. Anche le ceneri e le pomici fanno parte di queste variazioni del chimismo dei processi effusivi visto che spesso si rinvengono in sacche e livelli di spessore variabile.



Schema del Distretto Vulcanico dei Monti Vulsini





Le formazioni riconoscibili in affioramento, come indicate nel *Foglio n. 344 – Tuscania e n. 354 tarquinia della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.S.P.R.A.*, che interessano i siti dove sono ubicati gli aerogeneratori sono:

- Formazione di Grotte di Castro;
- Unità di Fosso La Tomba;
- Formazione di Farnese;
- Formazione di Canino;
- Unità del Ciclo Neautoctono – Unità di Poggio Terzolo

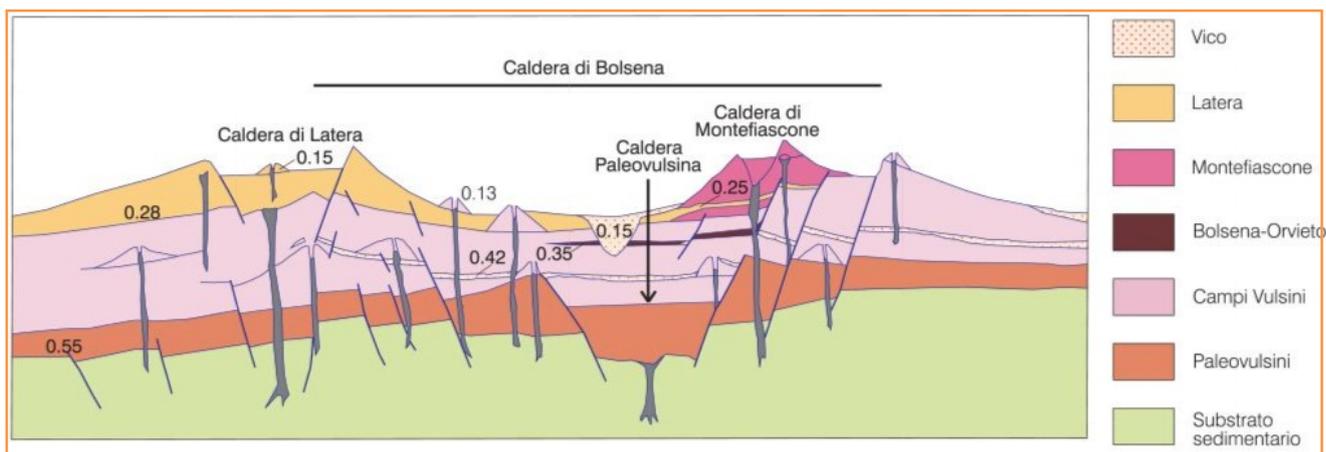
delle quali viene di seguito riportata una breve descrizione:

- **Formazione di grotte di Castro:** la parte inferiore della formazione comprende un orizzonte basale di lapilli fini scoriacei grigio scuri passanti a lapilli pomiceo biancastri trachitico – fonolitici, da caduta pliniana, cui seguono bancate cineritiche bruno verdognole, piuttosto coerenti, da massive a laminate e con struttura a duna, da *surge* piroclastico, contenenti lapilli fini scoriacei grigio scuri shoshonitici ed impronte di resti vegetali e di piante ad alto fusto. A tetto, separate da un paleosuolo, sono presenti bancate cineritiche giallo-verdognole, più o meno zeolitizzate, da massive a laminate, da *surge* piroclastico, contenenti lapilli pomiceo fini grigio scuri a leucite analcimizzata, lapilli accrezionari ed impronte di resti vegetali, passanti superiormente ad un deposito massivo da colata piroclastica a matrice

cineritica giallo – arancione zeolitizzata contenete sparsi lapilli e blocchi scoriacei grigio scuri e neri a chimismo tefrifonolitico, litici vulcanici, granulari olocristallini e sedimentari, localmente si intercalano livelli e lenti di breccie litiche grossolane.

- **Unità di Fosso La Tomba:** depositi vulcano clastici secondari sabbiosi sabbioso – conglomeratici, stratificati e a laminazione incrociata, da incoerenti a cementati, ad elementi pomicei, lavici ed arenitici di ambiente fluviale a luoghi travertinizzati.
- **Formazione di Farnese:** comprende depositi massivi, incoerenti o debolmente coerenti, da colata piroclastica, a matrice cineritica grigio chiara, contenente pomici grigio chiare o scure anche decimetriche.
- **Formazione di Canino:** comprende depositi massivi, da incoerenti a zeolitizzati, a matrice cineritica, contenenti pomici grigio chiaro – biancastre, rosate o nere e inclusi litici lavici e sedimentari, riferibili a diverse unità di flusso piroclastico; spessori massimi di qualche decina di metri; associati ad orizzonti di lapilli pomicei grigio chiaro – biancastri da caduta primaria sia inferiormente che al tetto. Localmente (ESE di Piansano) la formazione include orizzonti di lapilli pomicei giallognoli da caduta di spessore decimetrico alternati a livelli e banchi cineritici massivi a lapilli fini pomicei, da corrente piroclastica. Le pomici, sia da caduta che da flusso, presentano chimismo trachitico.
- **Unità del Ciclo Neoautoctono – Unità di Poggio Terzolo:** argille, argille sabbiose grigio – giallastre, a luoghi a luoghi con cristalli di gesso; localmente (Bosco delle Cavalline) intercalate superiormente con arenarie prossimali. Passanti lateralmente ed inferiormente alla litofacies (PTZ₃) costituita da orizzonti conglomeratici moderatamente cementati, ad elementi della successione Toscana e/o del Dominio Ligure (“pietra paesina” in blocchi anche metrici), in bancate mal classate, a matrice sabbiosa.

Nello schema che segue sono riportate le relazioni stratigrafiche fra i principali litosomi vulcanici lungo una sezione Ovest – Est attraverso la porzione meridionale del distretto Vulcanico Vulsino. Sono rappresentati i seguenti litosomi: Paleovulsino, Latera, Campi Vulsini (comprendenti i Vulsini Meridionali di Vezzoli et alii, 1987), Montefiascone e Bolsena – Orvieto (appartenenti tutti al Distretto Vulcanico Vulsino) e Vico (Vulcano di Vico o Distretto Vulcanico Vicano). Sono riportati i vincoli geocronologici salienti in Ma (milioni di anni) tratti dalla letteratura.



Schema delle relazioni stratigrafiche fra i principali litosomi

Nella tabella n° 1 è indicata la litologia affiorante in corrispondenza di ciascun aerogeneratore.

Tabella n° 1

Denominazione aerogeneratore	Litologia in affioramento
AC06, AC07, AC08, AC14	Formazione di Grotte di Castro (Piroclastiti)
AC05, AC10	Formazione di Farnese (Colata piroclastica)
AC01, AC02, AC03, AC04, AC09, AC11	Unità di Fosso La Tomba (Agglomerati vulcanici)
AC12	Unità di Poggio Terzolo (Argille)
AC13	Formazione di Canino (Trachiti)

Il cavidotto di collegamento dei differenti aerogeneratori e di connessione alla sottostazione interferisce per la maggior parte con formazioni magmatiche, fatta eccezione di piccoli tratti che ricadono all'interno di depositi sedimentari.

La situazione litostratigrafia locale denota la presenza di ingenti spessori di vulcaniti sovrastanti le formazioni plio-pleistoceniche argillose.

4. ASSETTO MORFOLOGICO ED IDROGRAFICO – BACINI DISTRETTUALI APPENNINICI – VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'attuale assetto morfologico della zona è il risultato dell'azione combinata di forze endogene ed esogene che hanno contribuito e continuano a contribuire al modellamento inarrestabile della superficie terrestre.

Mentre le forze endogene agiscono all'interno del pianeta le forze esogene agiscono sulla superficie; tra le prime vanno ricordate il vulcanismo, che nella zona in studio ha avuto una particolare ripercussione, i movimenti magmatici, i terremoti e il movimento delle placche continentali; tra le seconde ricordiamo gli agenti atmosferici, le acque correnti, i ghiacciai e i movimenti marini.

I vulcani laziali nel loro complesso presentano caratteristiche morfologiche particolari rispetto a quelle delle altre regioni vulcaniche italiane, infatti, la messa in posto di lave, piroclastiti di ricaduta e soprattutto di importanti colate piroclastiche, connesse ad un'attività altamente esplosiva, ha originato ampi plateau debolmente degradanti dalle aree centrali verso le zone periferiche.

I vulcani alcalino – potassici, interessati da un'attività di tipo areale, come nel caso del Distretto Vulsino, sono morfologicamente più ampi e più piatti di tutti gli altri; hanno la caratteristica di avere più centri di emissione distribuiti su una vasta area e depressioni vulcano – tettoniche occupate da specchi d'acqua (Lago di Bolsena).

Nell'area Vulsina si possono distinguere forme di modellamento negative e positive, tra le prime si possono riconoscere le grandi caldere di Latera e Montefiascone tra le seconde possono essere connessi i numerosi coni di scorie e ceneri e l'imponente colata lavica della Selva del Lamone.

L'azione modellatrice delle acque correnti superficiali ha fortemente inciso i rilievi e le ampie superfici strutturali debolmente inclinate generando valli fluviali strette e profonde.

Laddove la natura delle rocce è prevalentemente litoide, a causa della forte resistenza opposta all'erosione, le pareti vallive sono principalmente subverticali; laddove, invece, si osserva un'alternanza di colate piroclastiche e lave a piroclastiti di ricaduta le pareti vallive assumono un andamento quasi a gradoni.

In contrasto con la morfologia dei versanti i fondi vallivi si presentano spesso ampi e piatti; ciò è probabilmente una conseguenza di processi di sovralluvionamento delle valli strettamente collegato con il sollevamento eustatico del livello marino al ritiro dei ghiacciai wurmiani. L'andamento

radiale e centrifugo delle valli rispetto ai centri vulcanici è spesso legato alla presenza di linee di frattura e/o faglie estremamente recenti che hanno interessato la copertura vulcanica.

Nell'area in studio non sono state riconosciute forme morfologiche di particolare interesse, ma è presente un reticolo idrografico secondario molto sviluppato, infatti a fronte di una rete idrografica dell'intera area settentrionale della regione Lazio caratterizzata dalla presenza di tre corsi d'acqua principali: il Torrente Arrone, il Fiume Marta e il Fiume Fiora nella superficie in studio sono presenti una serie di corsi d'acqua minori con direzione prevalente NE-SW le cui acque alimentano il Torrente Arrone, dove confluiscono a sud dell'area in studio e che rappresenta l'asta fluviale principale

Questi corsi d'acqua hanno inciso valli non eccessivamente profonde, sub-parallele tra loro; in alcuni casi l'azione erosiva esercitata nella fase di massima attività ha portato a giorno le rocce laviche profonde che ne costituiscono il letto di scorrimento.

L'area in studio è compresa tra il Fosso della Tomba ad Ovest ed il Fosso di Pian di Vico ad Est; nell'intervallo compreso tra i su menzionati corsi d'acqua si individuano da Ovest verso Est: il Fosso della Cadutella, il Fosso Cappellaro, che segna il limite comunale tra Tessignano e Arlena di Castro, il Fosso dell'Infernetto, il Fosso della Vena, il Fosso Secco e il Fosso di Pian di Vico.

È presente anche un "reticolo idrografico" e compluvi senza denominazione che rappresenta il percorso preferenziale delle acque piovane, talvolta sono così poco profondi da venire periodicamente rimossi dalle operazioni di preparazione del terreno per le colture agricole.

Il progetto oltre al parco eolico comprende un cavidotto di collegamento degli aerogeneratori e di connessione alla sottostazione esistente ubicata in loc. campo Villano nel Comune di Tuscania.

Mentre i singoli aerogeneratori non interferiscono con i corsi d'acqua l'intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico demaniale dà origine a nove interferenze che sono state analizzate nel dettaglio nella *Relazione Idraulica Cavidotto*.

I corsi d'acqua interessati dagli attraversamenti sono:

- Fosso della Cadutella
- Fosso dell'Ortaggio
- Fosso Valle Cupa
- Torrente Arrone
- Fosso Secco
- Fosso Arroncino.

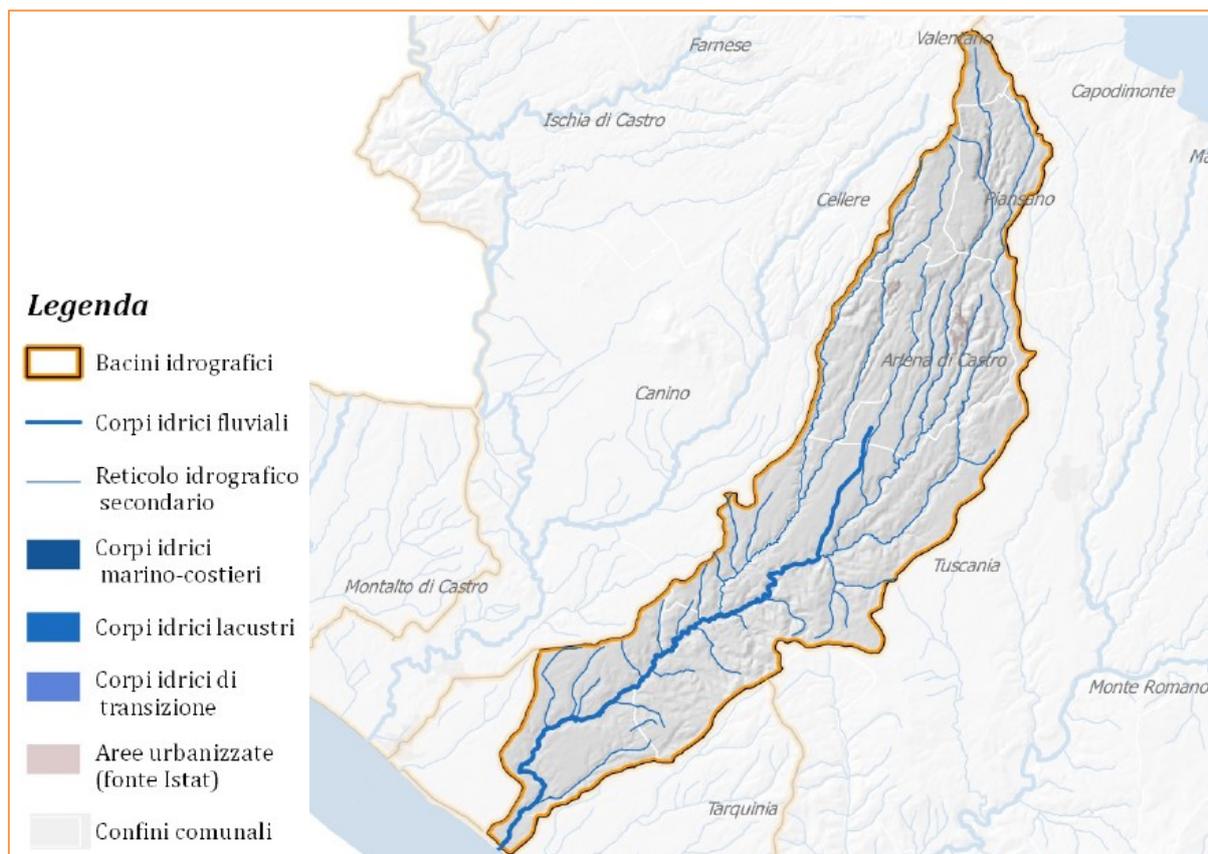
La presenza di un reticolo idrografico ben sviluppato contribuisce a conferire all'area un tipico aspetto morfologico costituito da un'alternanza di "dossi", disposti parallelamente ai corsi d'acqua e valli fluviali, quindi, nell'insieme il paesaggio può essere definito di tipo collinare.

Le sommità dei "dossi" sono abbastanza ampi e sub-pianeggianti, principalmente adibiti ad attività agricola.

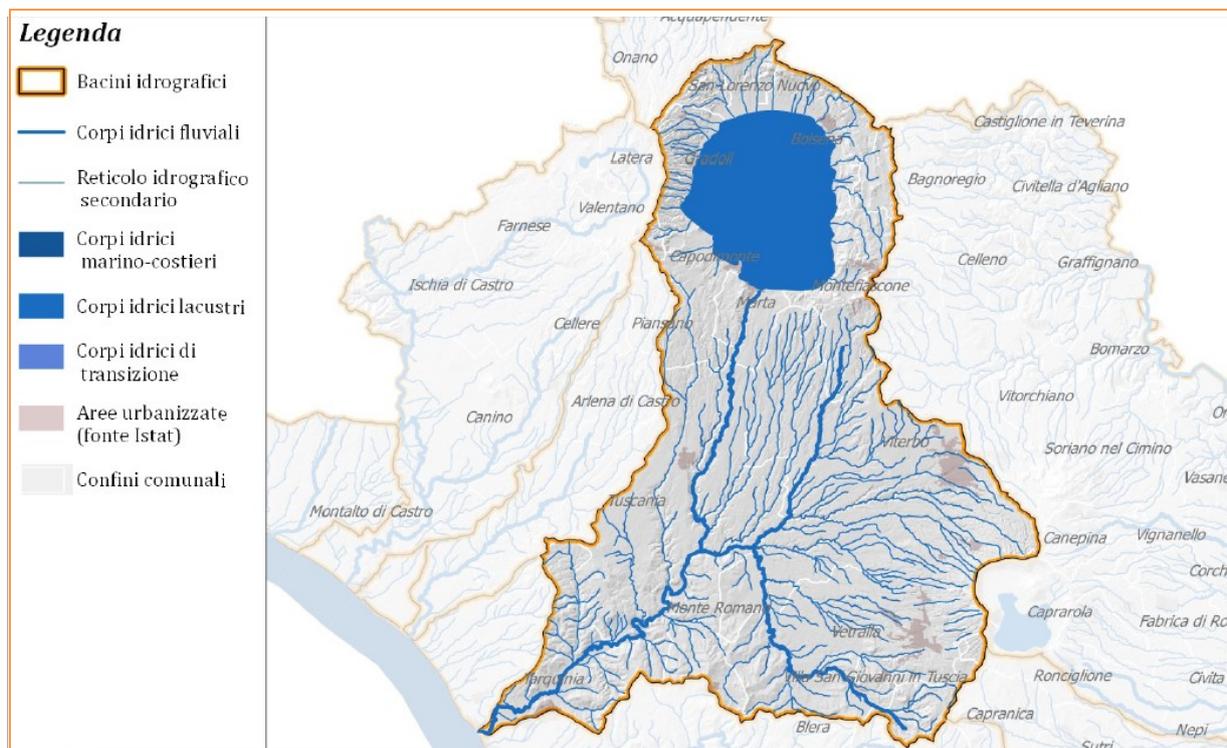
Le forme morfologiche riconosciute nella zona in studio e quelle limitrofe, evidenziate nella "Carta geomorfologica", allegata, sono:

- orli di scarpata;
- corsi d'acqua e compluvi
- displuvi.

L'area di progetto comprensiva anche del cavidotto di collegamento degli aerogeneratori e di connessione alla sottostazione esistente, ubicata in loc. campo Villano nel Comune di Tuscania, ricade all'interno dei Comuni di Tescennano, Arlena di Castro e Tuscania ed i bacini idrografici principali di riferimento sono rispettivamente: Arrone Nord e Marta di cui si riportano i perimetri come individuati nel Piano di Tutela delle Acque Regionale (P.T.A.R.).



Inquadramento territoriale Bacino "Arrone Nord"



Inquadramento territoriale Bacino “Marta”

Anche se le zone individuate per l’installazione degli aerogeneratori sono costituite da superfici topograficamente più elevate, caratterizzati da un andamento morfologico molto “dolce” e dove non si osservano fenomeni di erosione in atto e/o antichi va approfondito il concetto di “*rischio idrogeologico*” locale, ovvero il rischio per frane (*rischio geomorfologico*) e di inondazioni (*rischio idrologico*).

È di fondamentale importanza, infatti, individuare eventuali zone a maggior rischio idrogeologico per poter predisporre le dovute opere di difesa e di limitazione del danno.

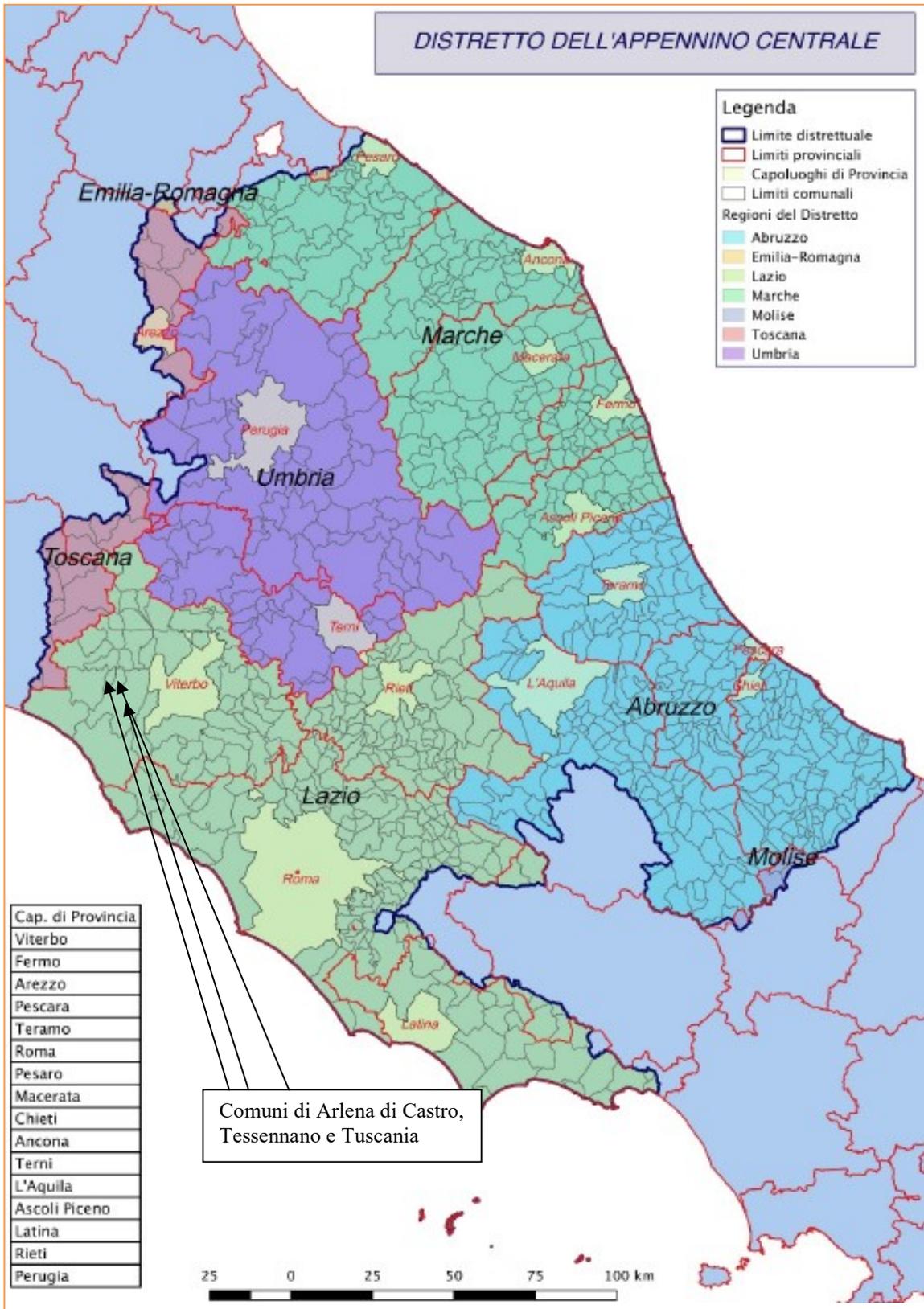
La Regione Lazio si è dotata in passato, a seguito di una serie di attività conoscitive e di acquisizione dati, di un *Piano di Assetto Idrogeologico* (P.A.I.) che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico – operativo mediante il quale l’Autorità dei Bacini Regionali del Lazio ha individuato, nell’ambito del proprio territorio, le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e la rimozione delle situazioni di rischio e pianificato e programmato sia gli interventi finalizzati alla tutela e alla difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo dal rischio di frana e d’inondazione, sia le norme d’uso del territorio.

L'Italia è stata suddivisa in Autorità di Bacino Distrettuali e la Regione Lazio, entro il proprio limite amministrativo, per una porzione di territorio superiore ai 3/4 del totale è ascrivita all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale e la restante parte all'Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

L'area in studio rientra all'interno del Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.



Rappresentazione dei Distretti idrografici



Perimetrazione Distretto Appenninico Centrale

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha rivisto, predisposto e pubblicato le Mappe di Pericolosità e di Rischio aggiornate.

Nella redazione delle Mappe di Pericolosità sono state considerate: le alluvioni rare di estrema intensità; le alluvioni poco frequenti; le alluvioni frequenti.

Nella redazione delle Mappe di Rischio sono stati considerati diversi elementi quali il numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse, la distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata, gli impianti di cui all'all. 1 al D. Lgs. 59/2005 e le Aree protette individuate all. 9 parte III del D. Lgs. 152/2006.

Il materiale di base, utilizzato per la redazione delle mappe, è costituito dal P.A.I. esistente, sul quale sono stati effettuati interventi di modificazione, integrazione e omogeneizzazione, secondo le specificità previste dal D. Lgs. 49/2010 e le linee di indirizzo rilasciate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Dalla consultazione di tali Mappe risulta che i siti di interesse all'interno del progetto di cui trattasi non ricadono in zone soggette a fenomeni di esondazione.

Dalla consultazione della Tavola 2.03 Nord delle "Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacini Regionali del Lazio approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 17 del 04.04.2012 (BURL 21 del 07.06.2012 S.O. n° 35) e s.m.i. si evince che l'intera area di intervento non ricade in zona di tutela per dissesto idrogeologico.

Del resto il reticolo idrografico, come già detto, è caratterizzato da aste fluviali che per la maggior parte mostrano forti approfondimenti di alveo ed un regime pluviometrico che è caratterizzato da una piovosità media annua di circa 900 mm, con precipitazioni concentrate nel periodo ottobre – marzo con medie giornaliere anche molto elevate.

Tali situazioni, unitamente a quelle geo-litologiche ed idrogeologiche, determinano un regime prevalentemente torrentizio dei corsi d'acqua senza far prevedere fenomeni di inondazione.

Laddove si rendono necessari attraversamenti di corsi d'acqua per la messa in opera del cavidotto si dovrà operare in modo da non ridurre la sezione utile al deflusso.

La difesa del suolo e la tutela dell'assetto idrogeologico viene applicata a tutto il territorio provinciale, ma in particolare alle aree sottoposte a vincolo idrogeologico e alle aree vulnerabili caratterizzate localmente da condizioni geomorfologiche, idrauliche e di uso del suolo che possono

creare i presupposti per il verificarsi di diverse forme di dissesto (frane, crolli, smottamenti, esondazioni dei fiumi ecc.).

Per quanto riguarda la provincia di Viterbo la sensibilità del territorio al dissesto idrogeologico è principalmente dovuta alle condizioni morfologiche locali; infatti, da un punto di vista idrogeologico, il territorio della Regione Lazio non presenta situazioni di pericolosità particolarmente diffuse e la Provincia di Viterbo presenta il numero di aree a rischio frana e inondazione più basso dopo la provincia di Rieti. L'attenzione è rivolta particolarmente all'intenso grado di antropizzazione del territorio.

Sulla base del catalogo delle frane sul territorio nazionale contenuta nel PROGETTO AVI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del C.N.R., si può constatare che i dissesti si concentrano in maggior parte nelle porzioni occidentali del territorio della provincia, lungo le valli del Tevere e del Paglia, mentre in minima parte sono ubicate ad Ovest del Lago di Bolsena.

I comuni con la superficie in frana maggiore sono quelli posti nel bacino idrografico del Tevere e del Paglia e precisamente: Acquapendente, Bagnoregio, Fabbrica di Roma, Soriano, Orte, Celleno, Proceno, Lubriano, Civitella D'Agliano e Castiglione in Teverina; sono queste, infatti, le zone dove affiorano in maggiore quantità le argille plioceniche che, profondamente erose, scanzano gli speroni tufacei sovrastanti, dando vita a fenomeni di dissesto dei versanti.

Nella Tabella n° 2 viene messo a confronto il territorio soggetto a vincolo idrogeologico ed il corrispondente numero di frane per kmq.

Tabella n° 2

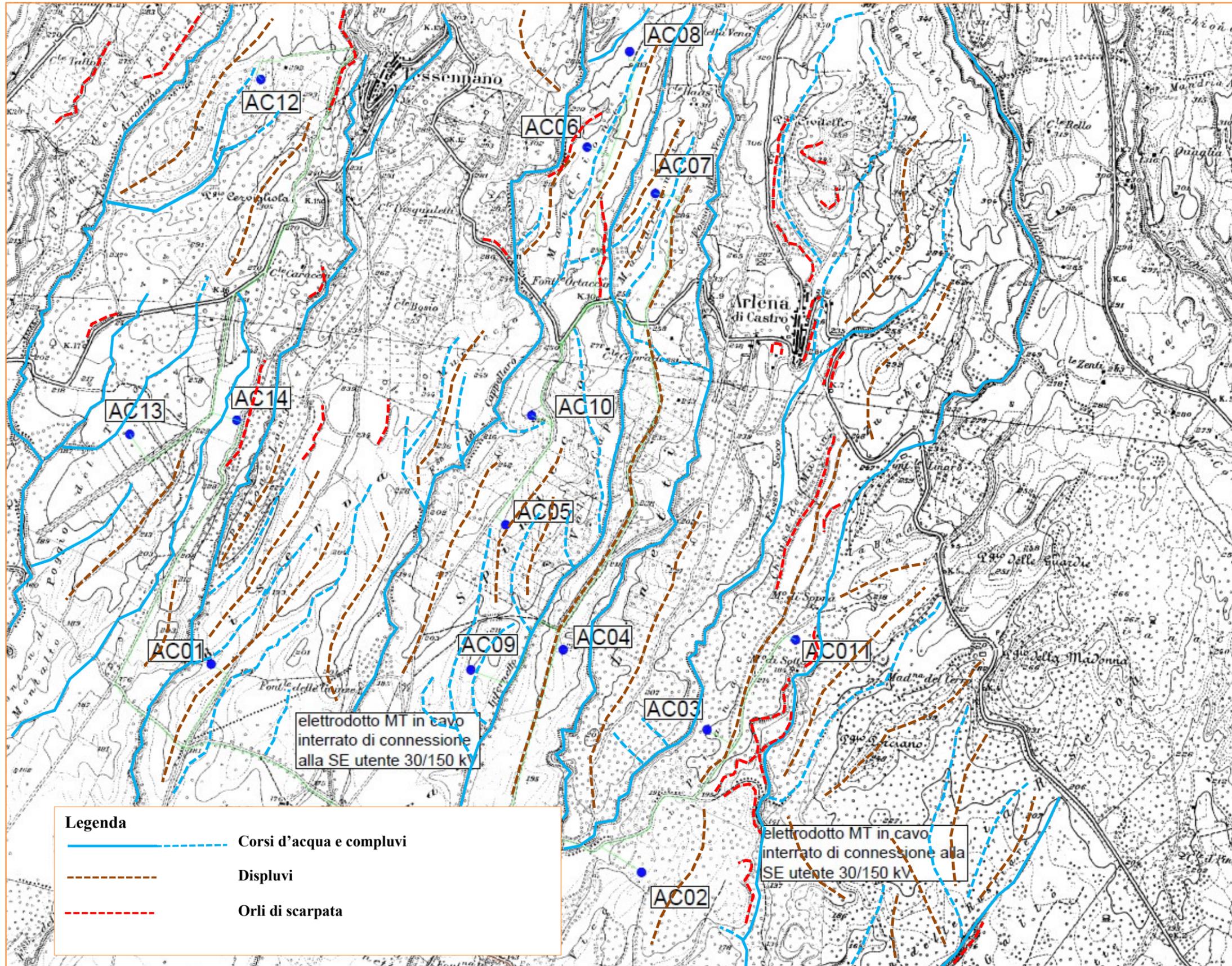
Comune	Sup.vinc. idro(ha)	%sup. vincolata	Sup.frane areali(ha)	%sup.in frana	N°frane areali	N°frane lineari	N°frane totali	N° frane/kmq
Arlena di Castro	208	9	0.0	0.00	0	0	0	0.00
Tessennano	300	21	0.0	0.00	0	0	0	0.42
Tuscania	8.030	39	8.3	0.04	5	82	87	0,18

Da quanto su esposto si può affermare che non sono stati rilevati fenomeni sorgentizi o di ristagno delle acque che risultano sufficientemente drenate dai terreni di copertura superficiali. L'interferenza tra le opere di progetto e i corsi d'acqua risulta di fatto trascurabile ai fini della fattibilità idraulica e geomorfologica dell'intervento.

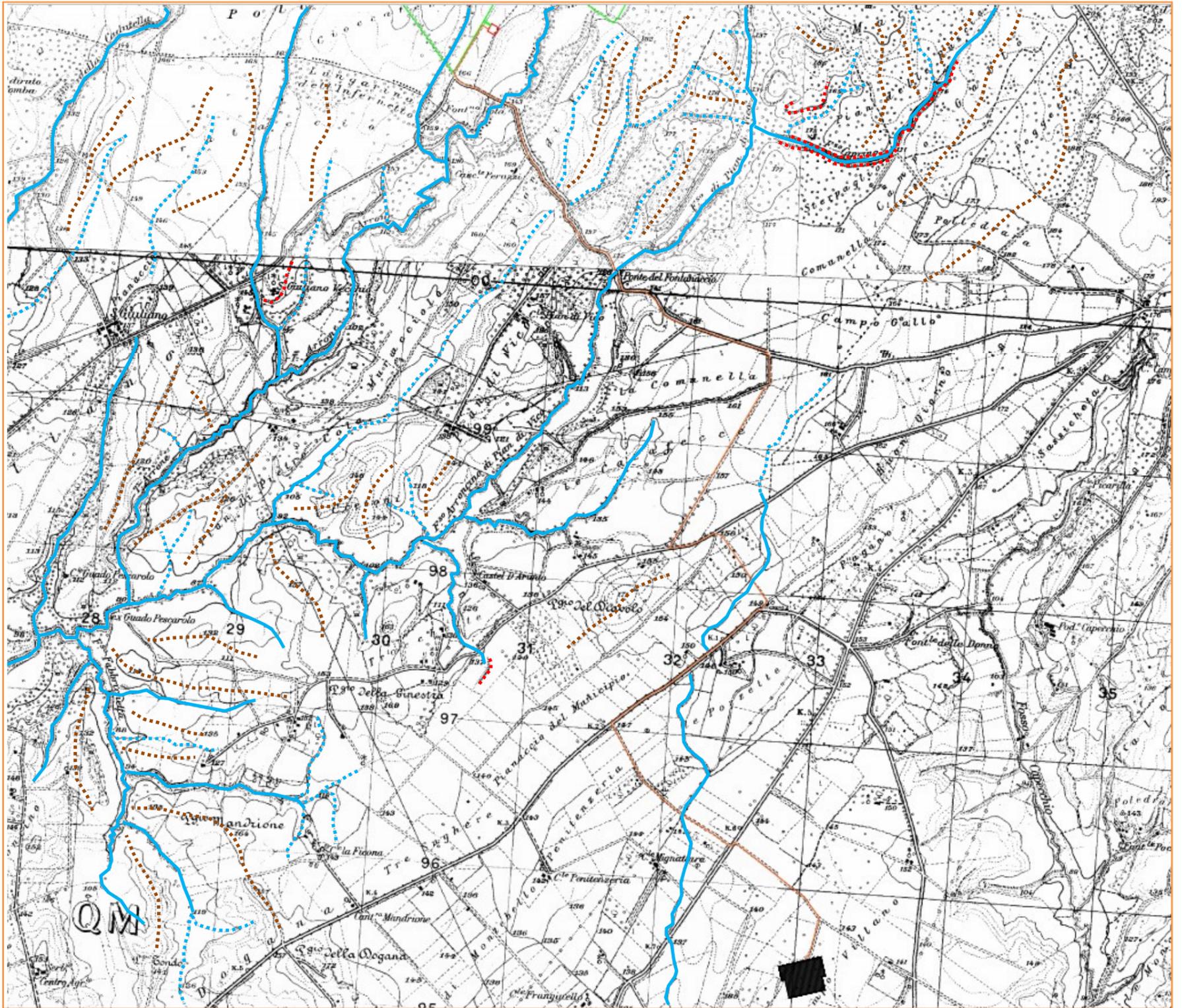
Si ritiene, pertanto, di poter formulare un giudizio favorevole di fattibilità dell'opera in progetto, in riferimento alla stabilità morfologica del versante ed alle acque di scorrimento superficiali.

Dalla cartografia relativa alla perimetrazione del vincolo idrogeologico si evince che l'aerogeneratore AC12 e alcuni tratti di cavidotto nei Comuni di Tessennano e di Arlena di Castro vanno ad interessare aree vincolate e per le quali viene richiesto il relativo Nulla Osta.

CARTA GEOMORFOLOGICA IMPIANTO EOLICO



CARTA GEOMORFOLOGICA CAVIDOTTO DI CONNESSIONE ALLA SOTTOSTAZIONE

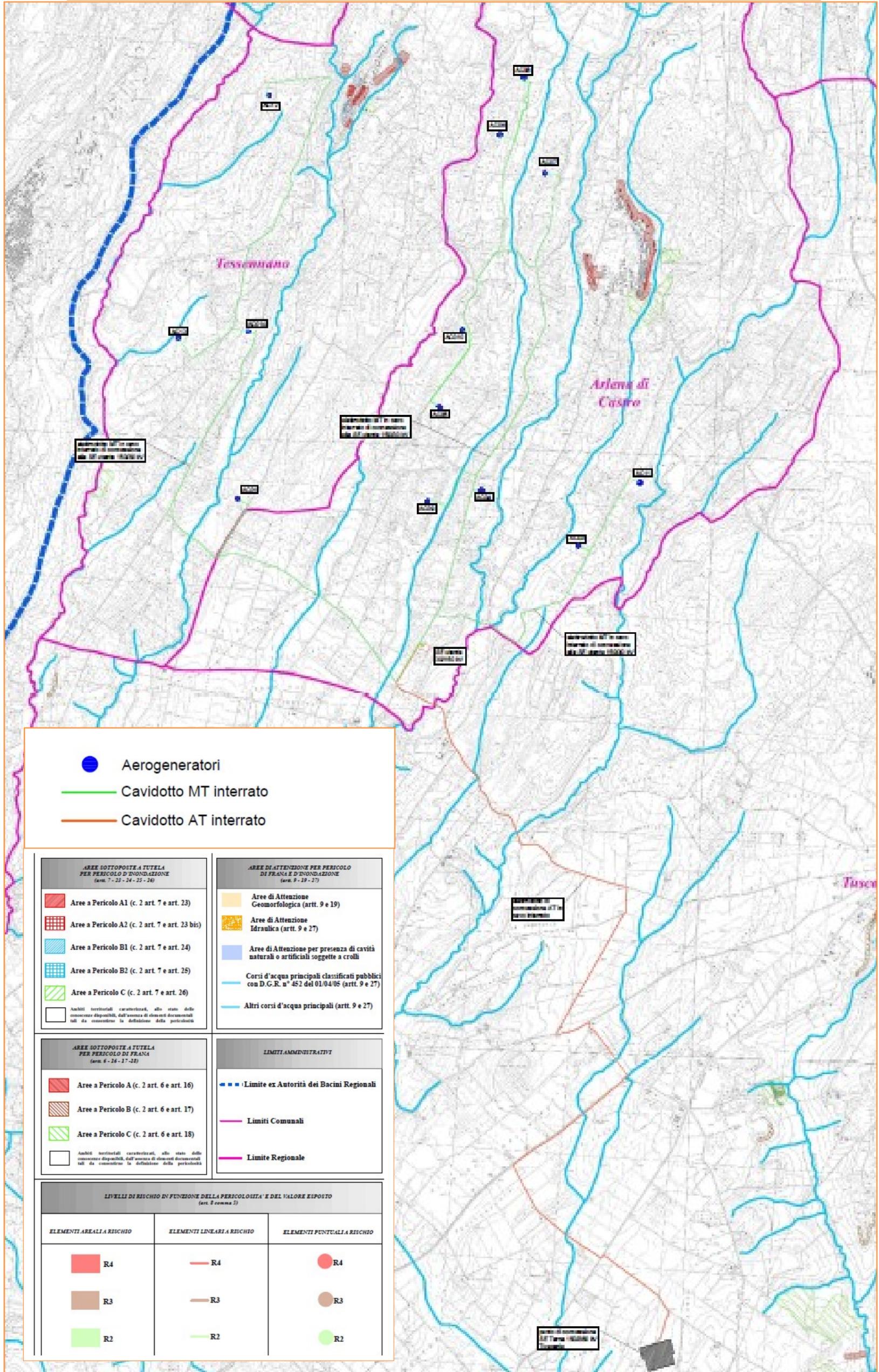


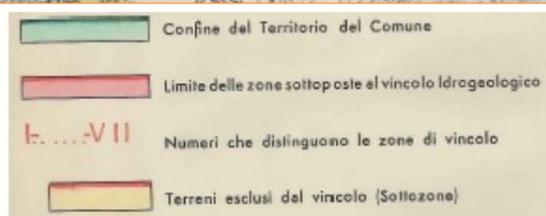
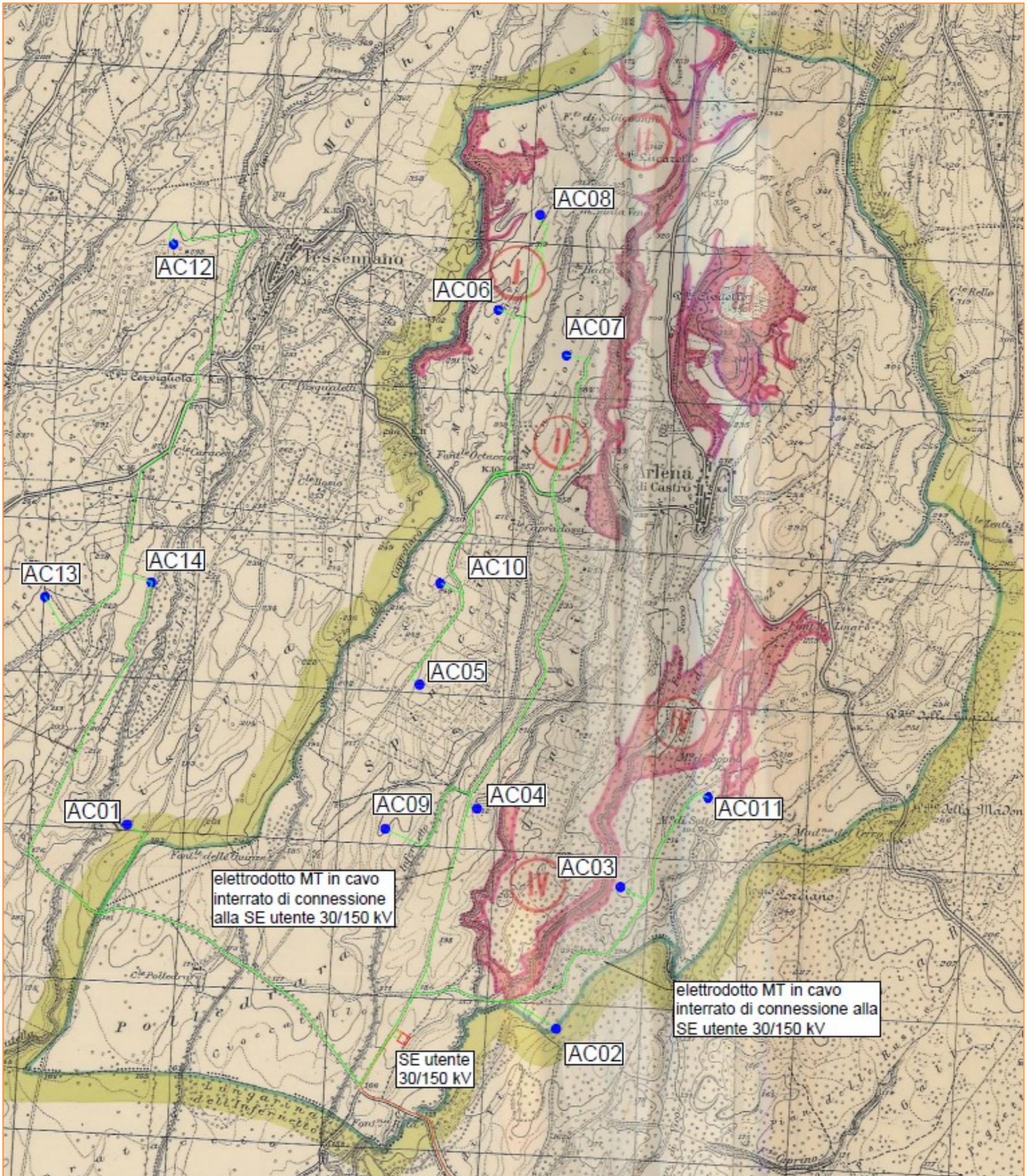
Legenda

-  Corsi d'acqua e compluvi
-  Displuvi
-  Orli di scarpata

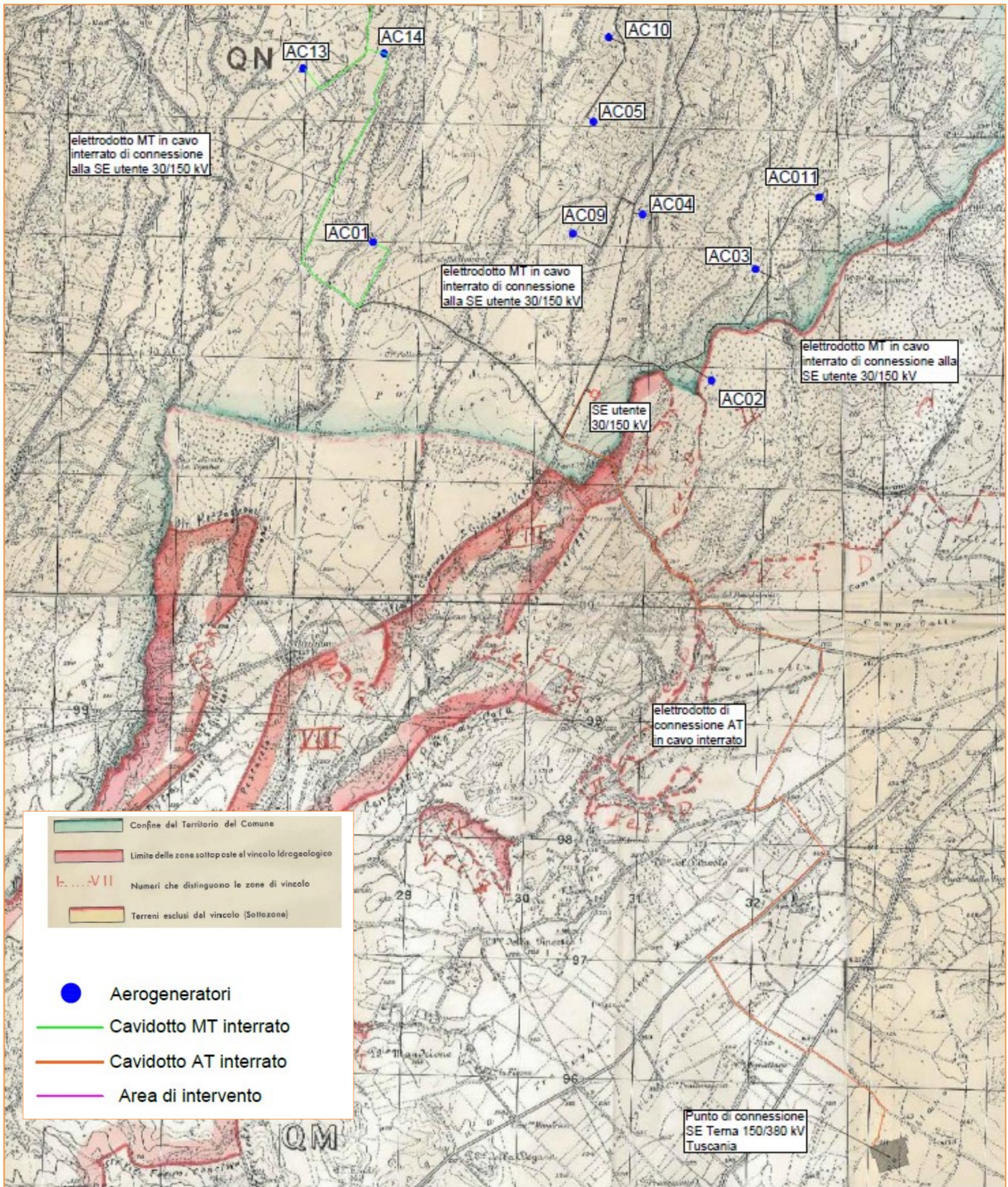
STRALCIO TAVOLA 2.03 NORD

Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico” dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale





Comune di Arlena di Castro



Comune di Tuscania

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico l'area di impianto ricade nell'Unità Idrogeologica dei Monti Vulsini.

La morfologia del letto delle formazioni vulcaniche vulsine è dominata dalla vastissima depressione derivante dalla coalescenza delle caldere di sprofondamento di Latera e Bolsena che raggiungono rispettivamente i valori di – 1200 e – 800 m s.l.m. (ENEL – VDAG – URM, 1994). I fenomeni di collasso vulcano – tettonico hanno prodotto l'interruzione della lunga dorsale di Castell'Azzara-Monte Razzano che si estende dall'Amiata al Lago di Bracciano, impostata su formazioni argilloso-calcareo-arenacee di facies ligure. Il substrato corona la depressione suddetta secondo un ideale percorso che congiunge Tuscania, Arlena di Castro, Cellere, Ischia di Castro, Farnese, Sorano, Acquapendente, Torre Alfina, Castel Giorgio, Bagnoregio, Celleno, Monte Razzano. Questo rilievo, mascherato dalle vulcaniti, funge da spartiacque sotterraneo e da vero limite idrogeologico per l'Unità Vulsina la cui quota oscilla, nei settori più elevati, dai 200 agli oltre 500 metri s.l.m.

Esclusivamente verso Sud, in corrispondenza dell'allineamento Marta – Tuscania, essa si deprime fino a 50 metri s.l.m., dando modo alla falda regionale di defluire verso il mare.

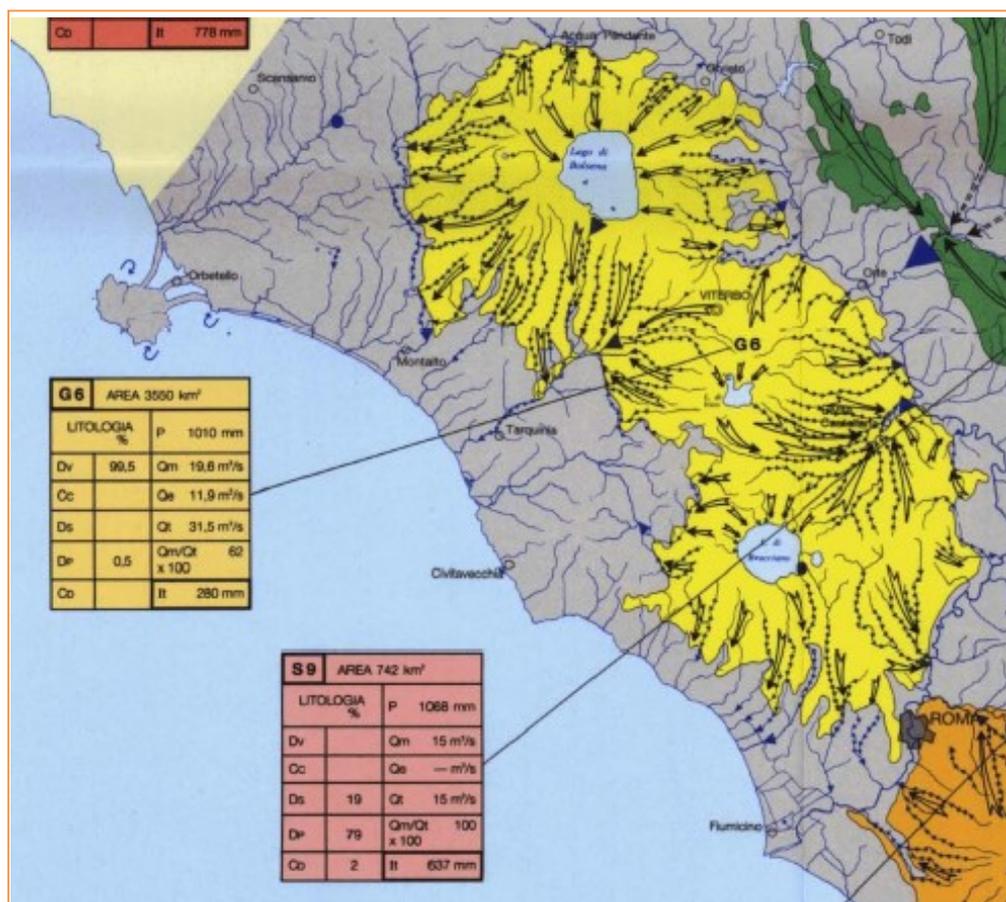
Le culminazioni del substrato pre-vulcanico, solo in piccola parte affioranti, determinano la presenza e la disposizione degli alti piezometrici che coronano la depressione occupata dal Lago di Bolsena. Questi rilievi sepolti fungono da limiti a flusso nullo e indirizzano il drenaggio sotterraneo della falda basale verso i seguenti punti di recapito:

- Fiume Fiora. Il bacino di alimentazione è interregionale e comprende in riva sinistra i Comuni di Sorano, Pitigliano, Ischia di Castro, Cellere, Canino, Montalto di Castro. Nel bacino è presente il piccolo Lago di Mazzano.
- Fiume Marta – Lago di Bolsena. Il bacino del Fiume Marta è uno dei più importanti del Lazio ed ospita il Lago di Bolsena che è il più esteso dei laghi vulcanici italiani e non solo. Esso comprende i territori di molti comuni tra cui: Bolsena, Montefiascone, San Lorenzo Nuovo, Grotte di Castro, Tessennano, Tuscania, Onano. Gli spartiacque con il F. Fiora ed il F. Paglia si impostano spesso su culminazioni del substrato a bassa permeabilità.
- Torrente Rigo e Vezza sinistro. Sono alimentati dal bacino idrogeologico che comprende i territori dei Comuni di Fastello, Grotte santo Stefano, Sipicciano.
- Torrenti Torbido e Chiaro. Sono alimentati dal bacino idrogeologico che comprende i territori dei Comuni di Celleno, Graffignano e Civitella d'Agliano.

- Torrenti Romanella e Castiglione. Sono alimentati dal bacino dei Comuni di Bagnoregio, Porano, Castel Rubello, Castiglione in Teverina.
- Torrente Stridolone, Sabissone e F. Paglia. Sono alimentati dal bacino idrogeologico che comprende il territorio del Comune di Acquapendente. Il drenaggio di questo piccolo bacino contribuisce al sostegno della portata di magra del basso corso del F. Paglia.

Lo spessore della serie vulcanica raggiunge, nell'Unità Idrogeologica Vulsina, valori assai rilevanti; ciò si riflette sull'entità delle risorse e riserve idriche immagazzinate che sono da considerare tra le più importanti del dominio vulcanico laziale. L'analisi delle direttrici di drenaggio presenti nell'Unità Vulsina evidenziano che una notevole parte delle risorse confluisce verso la Regione Toscana e la Regione Umbria. Mentre nel settore meridionale l'assetto geologico – strutturale e la piezometrica basale evidenziano che i corsi d'acqua Marta e Veza sono in parte alimentati dall'Unità dei Monti Cimini. La separazione in profondità tra Vulsini e Cimini è legata principalmente alla presenza degli alti strutturali di Monte Razzano e Monte Cimino.

In Boni et al., 1986 l'area in studio è inserita all'interno della “struttura idrogeologica G6” (Gruppo dei Monti Vulsino, Cimini, Sabatini e Tolfetano-Ceriti).



L'area in studio viene individuata anche nella cartografia relativa alla situazione idrogeologica e alle unità idrogeologiche della Regione Lazio redatto dalla Regione Lazio (Dipartimento Territorio – Direzione Regionale Ambiente – Area Difesa del Suolo), dalla Sapienza (Università di Roma – Centro di ricerca CERI) e da Roma Tre (Università degli Studi – Dipartimento di Scienze Geologiche) che è il risultato di anni di ricerca e catalogazione di dati e che rappresenta un supporto tecnico, senza dubbio, molto valido per la verifica delle caratteristiche idrogeologiche di tutta la regione.

In particolare lo studio ha prodotto due tipi di cartografie:

- ❖ CARTA IDROGEOLOGICA in scala 1:100.000
- ❖ CARTA DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE in scala 1:250.000.

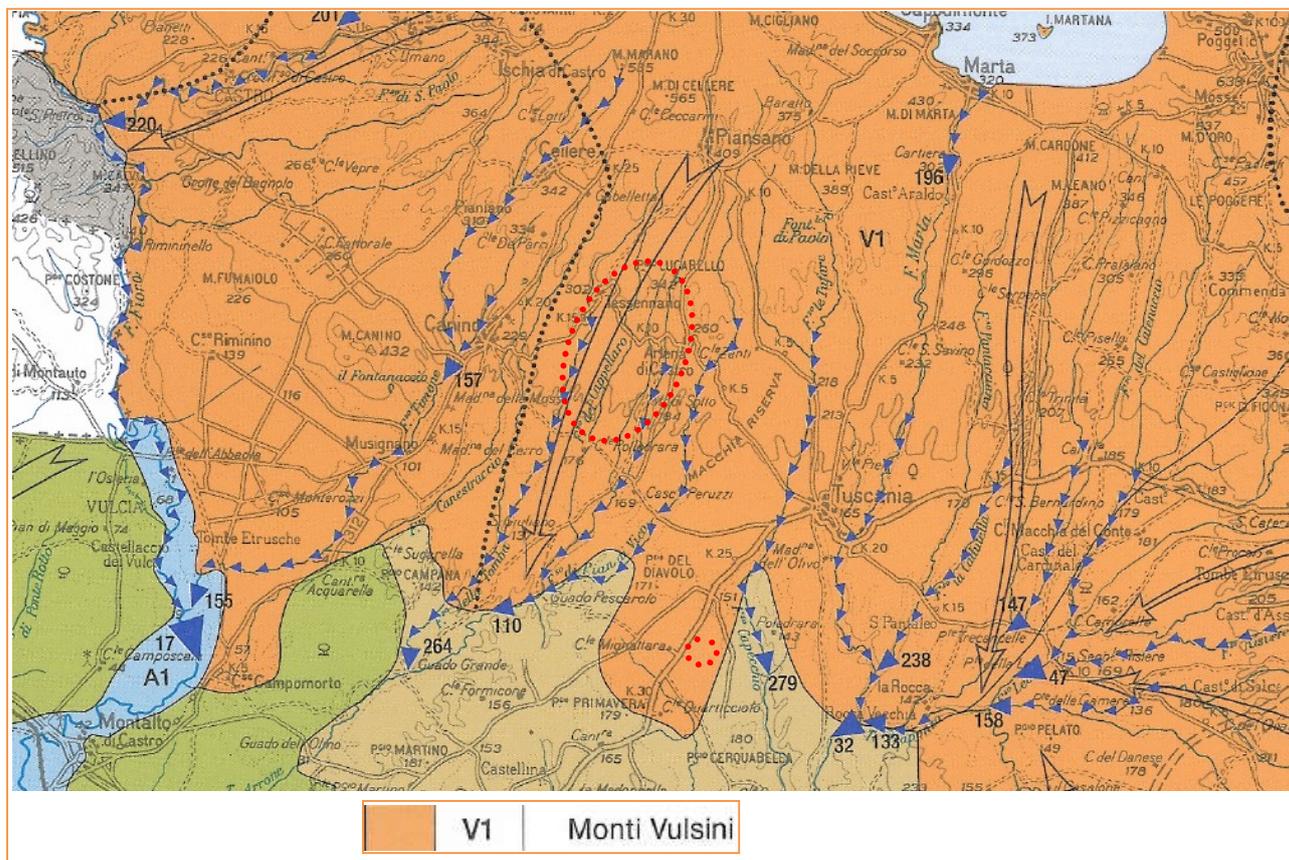
Nella prima (CARTA IDROGEOLOGICA) sono stati riconosciuti 25 complessi idrogeologici costituiti da litotipi con caratteristiche idrogeologiche simili; le caratteristiche dei differenti complessi sono espressi in funzione del grado di potenzialità acquifera, ovvero della capacità di ciascun complesso di assorbire, immagazzinare e restituire acqua. Nel complesso sono state individuate 7 classi di potenzialità acquifera in funzione della permeabilità media e dell'infiltrazione efficace del complesso stesso.

Nella seconda (CARTA DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE) il territorio della Regione Lazio è stato suddiviso in 47 unità idrogeologiche. Ad ognuna corrisponde un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, di natura generalmente nota, delimita un'area di ricarica. Le differenti unità idrogeologiche sono distinte dalla natura litologica degli acquiferi contenuti e sono caratterizzate da un valore medio di infiltrazione efficace che è espressione della ricarica media annua. L'infiltrazione efficace, secondo i principi dell'idrogeologia quantitativa corrisponde alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili di ciascuna unità idrogeologica.

Si riportano gli stralci di entrambe le carte dalle quali si evince:

- Che l'area in studio ricade all'interno dell'unità idrogeologica "V1" Monti Vulsini" con una infiltrazione efficace media annua di circa 240mm
- Che l'area di parco eolico interessa il "Complesso delle pozzolane (8)" a potenzialità acquifera media e il "Complesso dei tufi stratificati e delle facies freato magmatiche (9)" a potenzialità acquifera bassa; mentre il cavidotto di connessione lungo il suo percorso intercetta anche il "Complesso delle argille (13)" a potenzialità acquifera bassissima ed

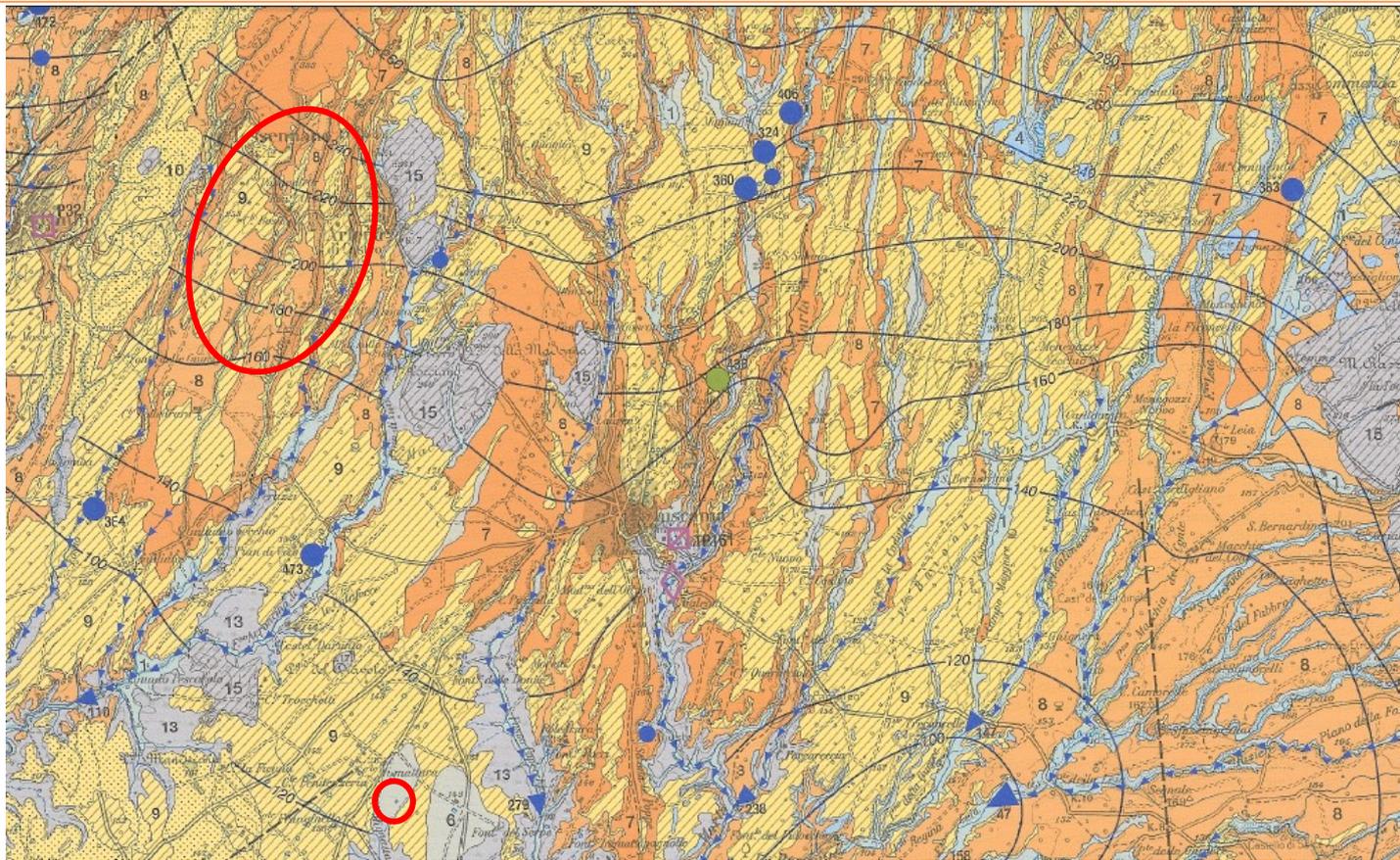
infine la sottostazione esistente ricade nel “Complesso dei depositi fluvio-palustri (6)” a potenzialità acquifera bassa.



Stralcio Carta delle Unità Idrogeologiche

Osservando la carta idrogeologica si nota come le isopieze della falda di base si vadano ad approfondire da Sud verso Nord, in direzione del Lago di Bolsena.

I dati bibliografici, integrati con le informazioni che è stato possibile reperire da una ricognizione di punti di captazione esistenti, hanno consentito di verificare che l’acquifero di basa è quasi esclusivamente contenuto all’interno delle vulcaniti costituite da alternanze di scorie, lave e tufi ed aventi come substrato impermeabile la formazioni delle argille plio-pleistoceniche che, ad ovest dell’abitato di Tessennano risalgono fino ad affiorare, condizionando la circolazione idrica sotterranea.



- 6** **COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - potenzialità acquifera bassa**
 Depositi prevalentemente imo - argille in facies palustre, lacustre e salmastra con locali intercalazioni chiiose e/o travertinose (*PLEISTOCENE - OLOCENE*). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica sotterranea significativa; la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a limitate falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di acquiclud co finendo la circolazione idrica sotterranea degli acquifer carbonatici (Piana Portina e di Cassino).
- 8** **COMPLESSO DELLE POZZOLANE - potenzialità acquifera media**
 Depositi di colata piroclastica, genericamente massivi e coesivi, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e tufi (*PLEISTOCENE*). Spessore da pochi metri ad un migliaio di metri. 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, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomice, lapilli e blocchi lavici in matrice cinerifica (*PLEISTOCENE*). I termini del complesso si presentano interdigitali tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definire lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.
- 13** **COMPLESSO DELLE ARGILLE - potenzialità acquifera bassissima**
 Argille con locali intercalazioni marnose, sabbiose e ghiaiose (*PLIOCENE - PLEISTOCENE*), argille con gessi (*MIOCENE*); spessore variabile da decine a centinaia di metri. La prevalente matrice argillosa di questo complesso definisce i limiti di circolazione idrica sotterranea sostenendo gli acquifer superficiali e confinando quelli profondi. Laddove affiorano termini ghiaioso-sabbiosi è presente una circolazione idrica di importanza locale (Bacno del Farfa).

Stralcio Carta Idogeologica

All'interno di tutto lo spessore delle vulcaniti possono essere presenti livelli quali lave altamente compatte, tufi argillificati, depositi lacustri, paleosuoli che fungono localmente da substrato impermeabile, dando origine a falde sospese, superficiali ed aventi una capacità idrica ridotta, non sempre sfruttabili.

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto eolico è compresa, procedendo da Nord verso Sud, tra l'isopieza 240 metri s.l.m. e l'isopieza 160 metri s.l.m., deprimendosi fino a circa 130 metri s.l.m. nella zona della sottostazione.

Tenendo conto delle quote topografiche, la piezometrica, in corrispondenza dell'impianto eolico, si attesta ad una profondità compresa tra 40 e 70 metri dal piano di campagna.

I valori del coefficiente di permeabilità "K" possono essere individuati nel range $10^{-5} / 10^{-6}$ m/sec.

Decisamente impermeabile può essere considerato invece il substrato argilloso con valori di "K" compresi tra 10^{-6} e 10^{-9} cm/sec.

6. PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLE ACQUE (P.R.T.A.)

Il Piano Regionale di Tutela delle Acque (P.R.T.A.) è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale il 27 Settembre 2007, n. 42 e pubblicato il 10.12.2007 sul Supplemento Ordinario n.3 al Bollettino Ufficiale n. 34 ed è stato aggiornato con Delibera della Giunta Regionale n. 819 del 28.12.2016.

Tale Piano si prefigge lo scopo di impedire ulteriori inquinamenti, attuare il risanamento di corpi idrici, stabilire gli obiettivi di qualità sulla base della funzionalità degli stessi, garantendo un uso sostenibile e durevole dando priorità alle acque destinate ad uso potabile.

Il Piano introduce il concetto di obiettivo di qualità dei corpi idrici e di stato di qualità che viene definito in base allo stato ecologico (espressione della qualità dell'intero ecosistema acquatico) e allo stato chimico stabilito in base alla presenza dei principali inquinanti pericolosi.

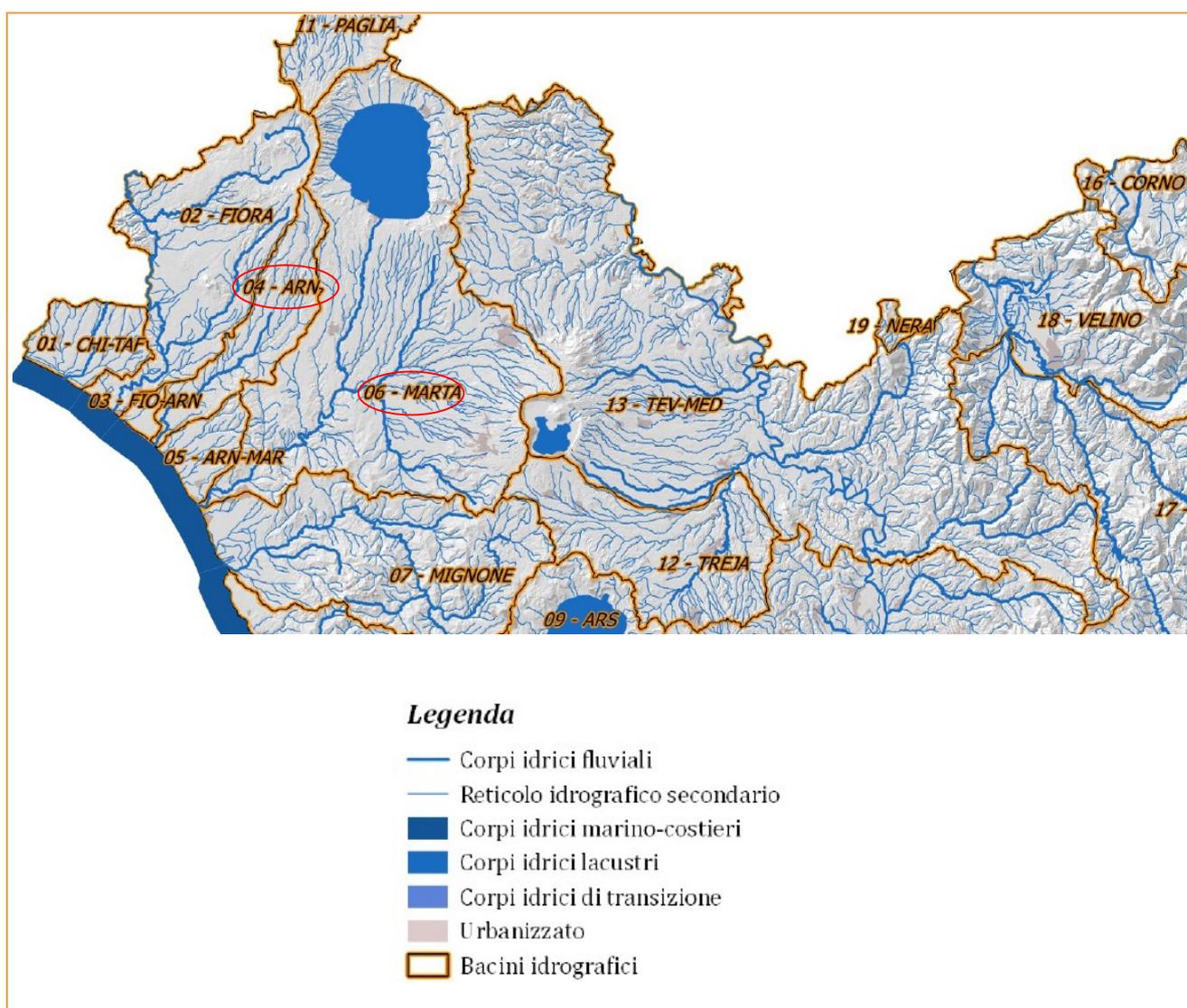
La vulnerabilità degli acquiferi viene definita come *“la sensibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo”* (Civita M., 1987).

Mentre sono definite aree a specifica tutela *“le porzioni di territorio nelle quali devono essere adottate particolari norme per il perseguimento degli specifici obiettivi di salvaguardia dei corpi idrici”*.

Si riportano di seguito gli stralci di alcune tavole del Piano Regionale di Tutela delle Acque (P.R.T.A.):

- Stralcio Tavola 2.1: Bacini Idrografici Superficiali = l'impianto eolico e parte del cavidotto ricade nel bacino 04 – Arrone Nord e parte del cavidotto e la sottostazione nel bacino 06 – Marta);
- Stralcio Tavola 2.4: Corpi Idrici Superficiali = l'impianto eolico e parte del cavidotto ricade nel corpo idrico dell'Arrone Nord e parte del cavidotto e la sottostazione nel corpo idrico del Marta
- Stralcio Tavola 2.5: Bacini Sotterranei = 59 Unità Montuose (Unità dei Monti Vulsini)
- Stralcio Tavola 2.8: Carta della Vulnerabilità Intrinseca = media

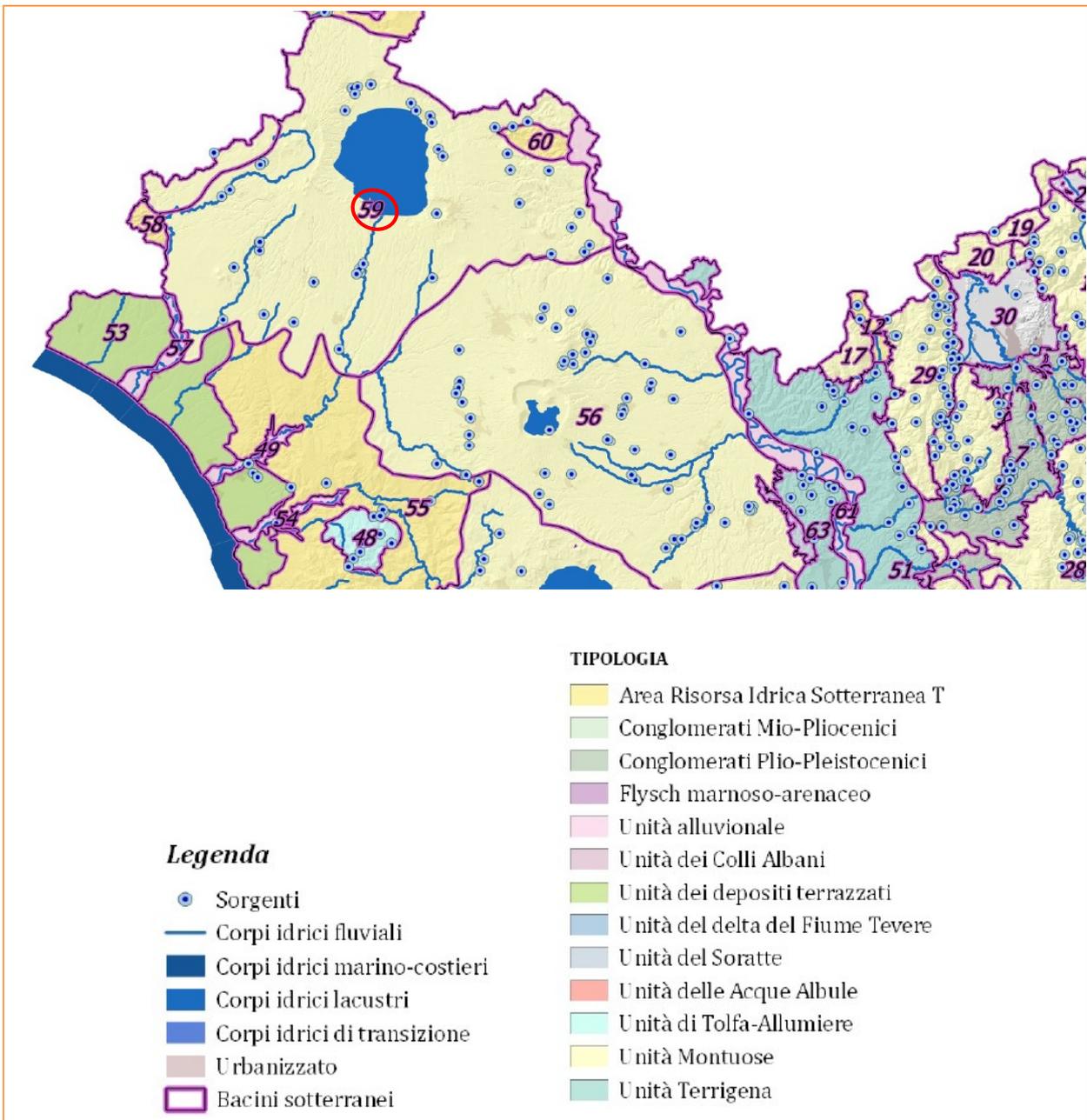
- Stralcio Tavola 2.9: Carta Sinottica dei livelli di attenzione rispetto alle componenti di vulnerabilità intrinseca, di filtrazione nel sottosuolo e di protezione vegetale = medio – basso – basso
- Stralcio Tavola 2.10: Zone di Protezione e di Tutela Ambientale = Nessuna tutela
- Stralcio Tavola 4.1a: Stato Ecologico Corpi Idrici superficiali: da sufficiente a cattivo
- Stralcio Tavola 4.2: Stato Chimico Acque Sotterranee = buono
- Stralcio Tavola 6.1: Piano di Tutela-Obiettivi di Qualità Ambientale = miglioramento / ob 2021
- Stralcio Tavola 7.1: Carta dei Livelli di Criticità Territoriale Aggregati = alta



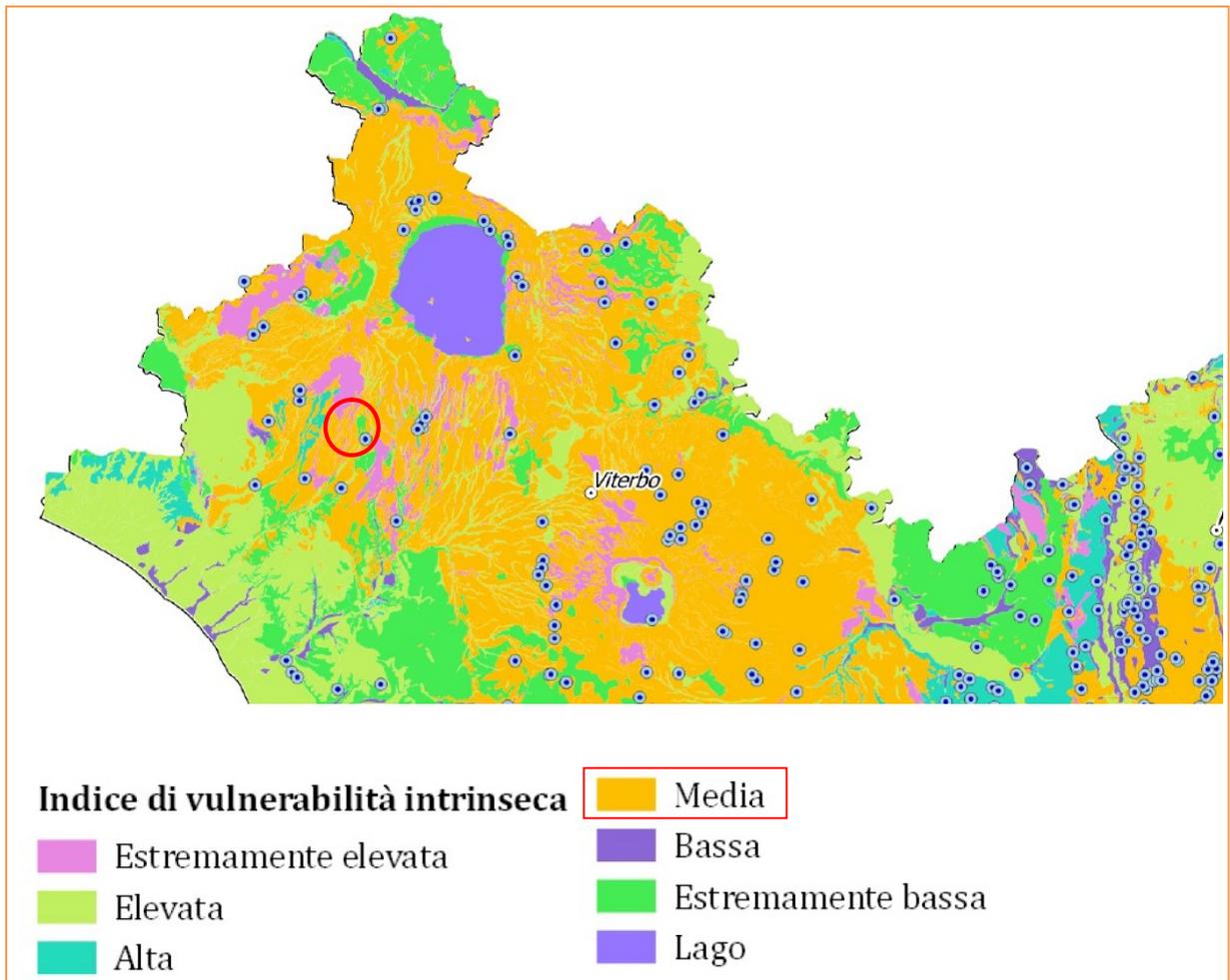
Stralcio Tavola 2.1: Bacini Idrografici Superficiali



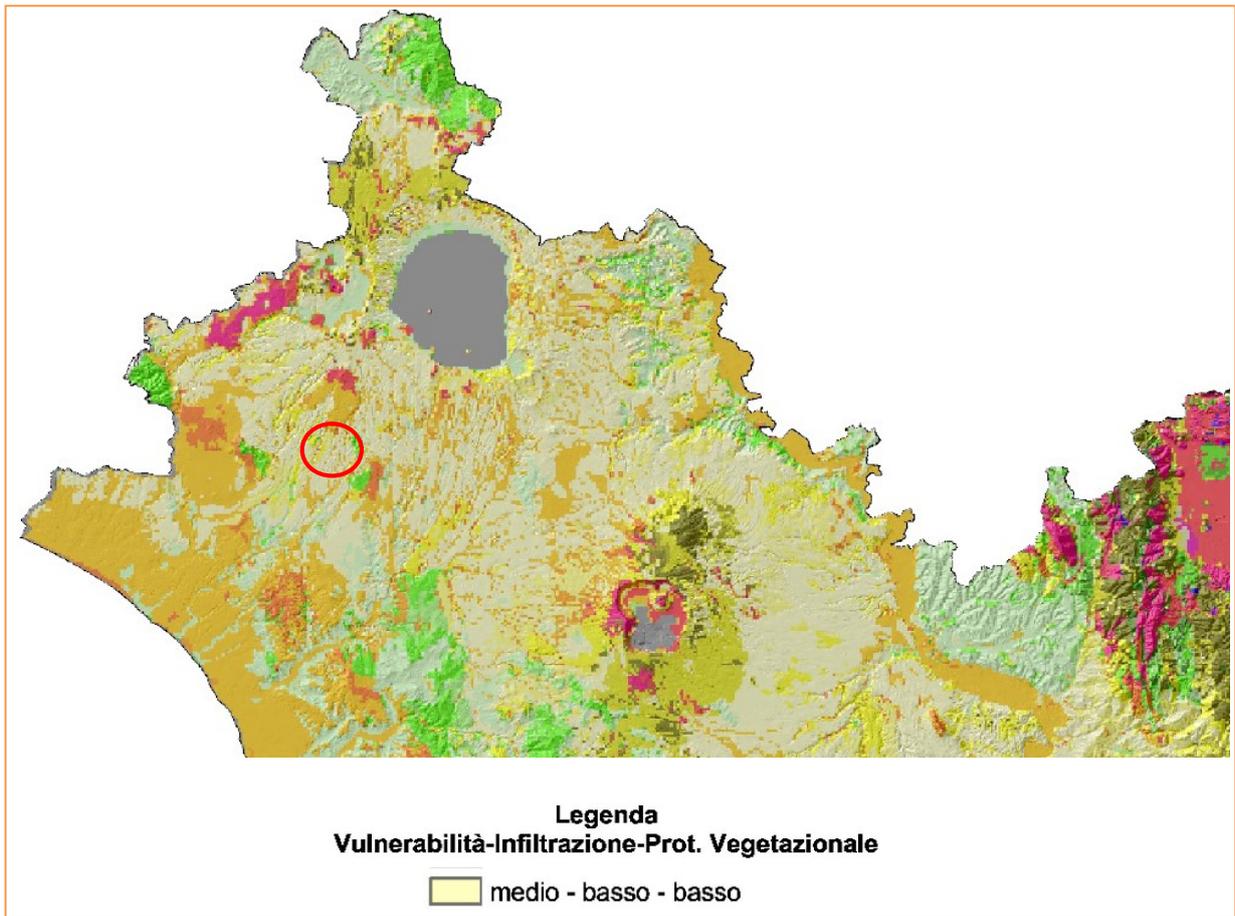
Stralcio Tavola 2.4: Corpi Idrici Superficiali



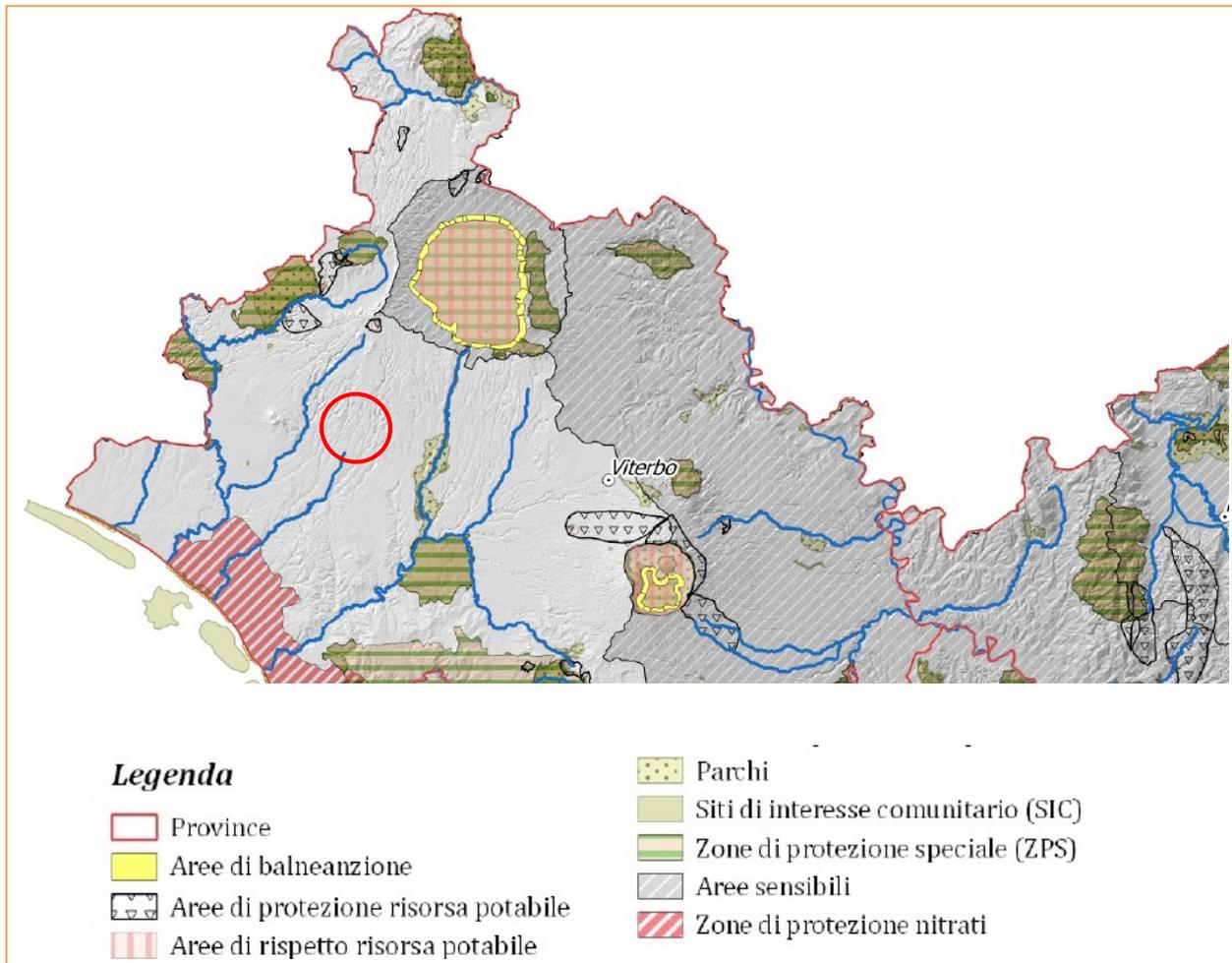
Stralcio Tavola 2.5: Bacini Sotterranei



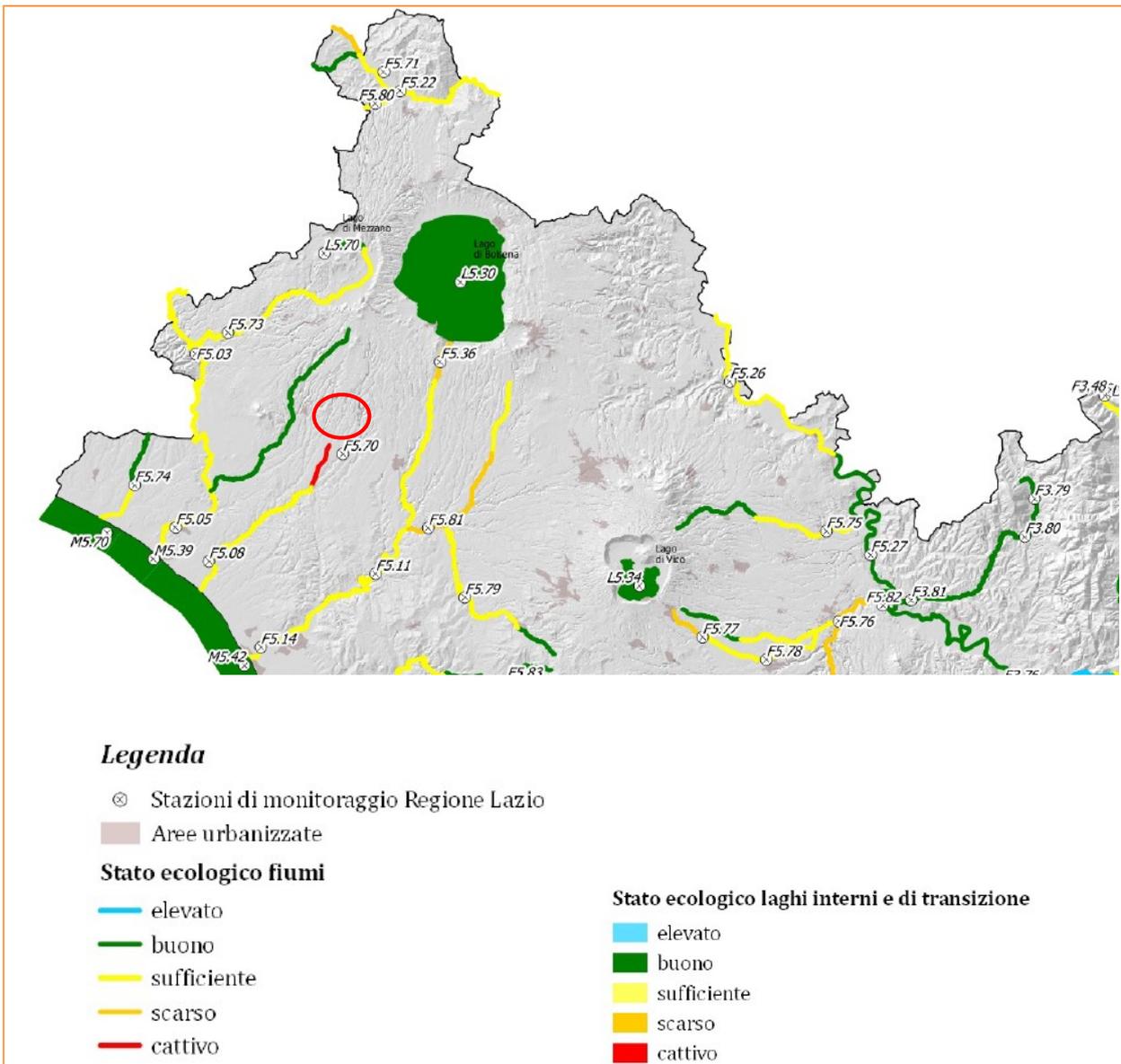
Stralcio Tavola 2.8: Carta della Vulnerabilità Intrinseca



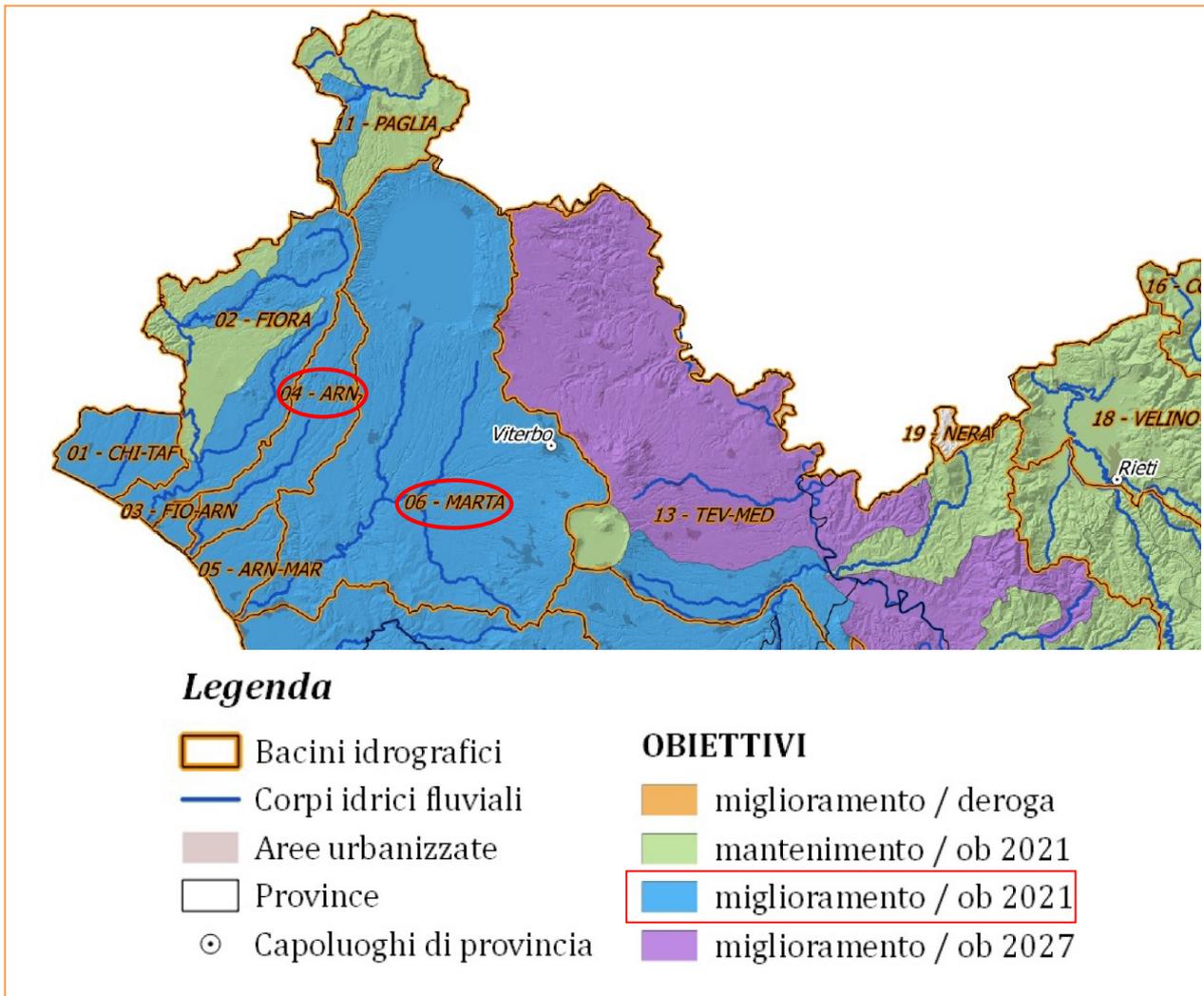
Stralcio Tavola 2.9: Carta Sinottica dei livelli di attenzione rispetto alle componenti di vulnerabilità intrinseca, di filtrazione nel sottosuolo e di protezione vegetale



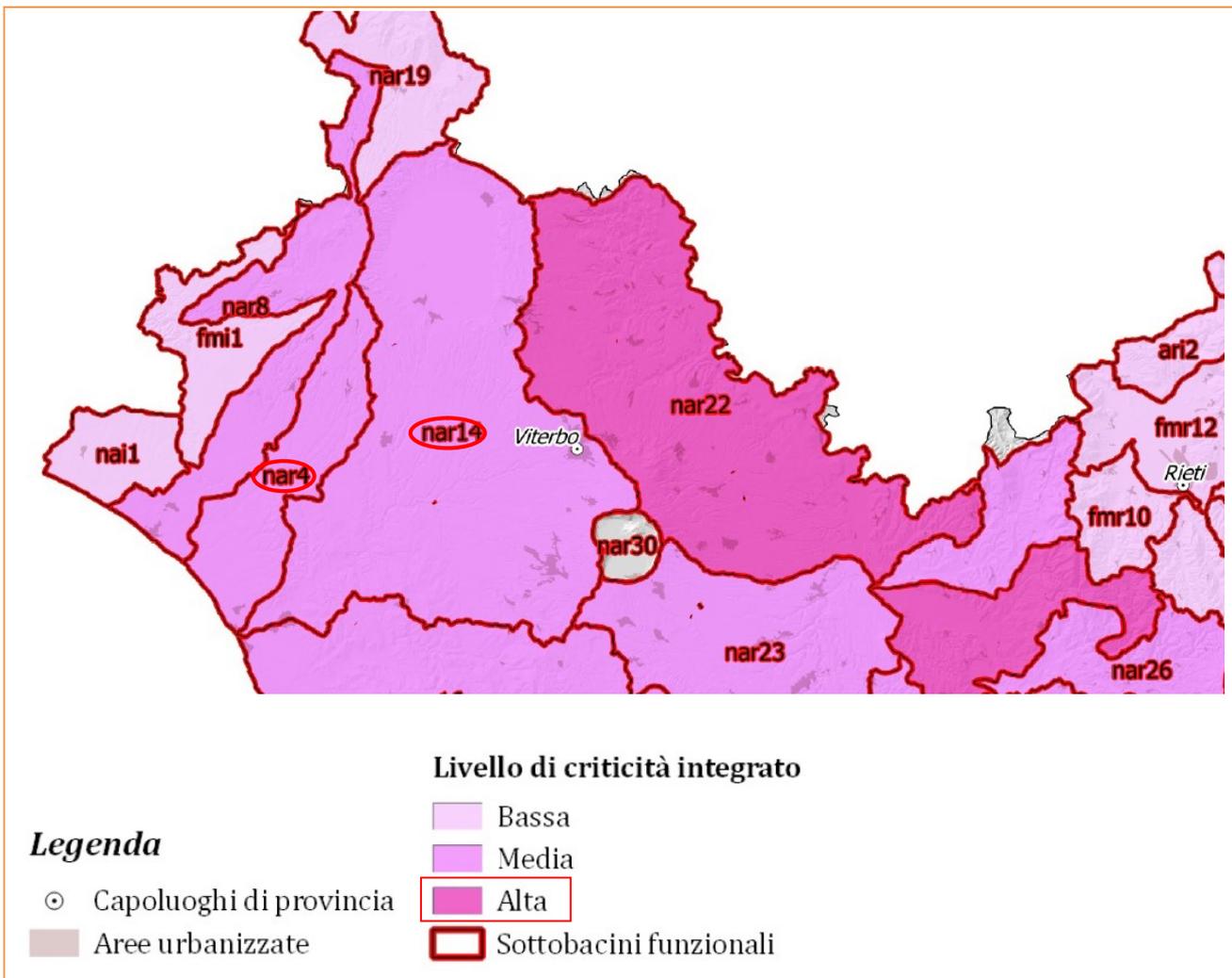
Stralcio Tavola 2.10: Zone di Protezione e di Tutela Ambientale



Stralcio Tavola 4.1a: Stato Ecologico Corpi Idrici superficiali



Stralcio Tavola 6.1: Piano di Tutela-Obiettivi di Qualità Ambientale



Stralcio Tavola 7.1: Carta dei Livelli di Criticità Territoriale Aggregati

7. VALUTAZIONE PUNTUALE DELLA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

La locale valutazione della vulnerabilità del corpo idrico sotterraneo è stata eseguita utilizzando il metodo S.I.N.T.A.C.S., tale modello parametrico a punteggi e pesi tiene conto di diversi parametri (7) che influenzano la vulnerabilità; al valore assoluto di ognuno dei sette parametri viene attribuito un peso in funzione di uno specifico scenario scelto in relazione al contesto in studio.

I dati di input sono codificati tramite 7 parametri:

- Soggiacenza
- Infiltrazione
- Non saturo (effetto di auto depurazione del non saturo)
- Tipologia della copertura
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche)
- Conducibilità idraulica dell'acquifero
- Superficie topografica (acclività della superficie topografica).

Nel modello il punteggio relativo ad ogni singolo parametro è moltiplicato per un peso che descrive la particolare situazione idrogeologica o di impatto(scenario).

Tale modello parametrico viene usualmente utilizzato all'interno di ambienti GIS in quanto l'approccio S.I.N.T.A.C.S. consente di definire la vulnerabilità di un acquifero alla scala del bacino. In tale contesto si utilizzano delle celle di calcolo quadre dalle dimensioni di 250-500 metri di lato.

Nel caso in esame, considerata l'esigua dimensione dell'area in studio, se ne fa un uso puntuale al fine di valutare la vulnerabilità dell'acquifero presente nella zona.

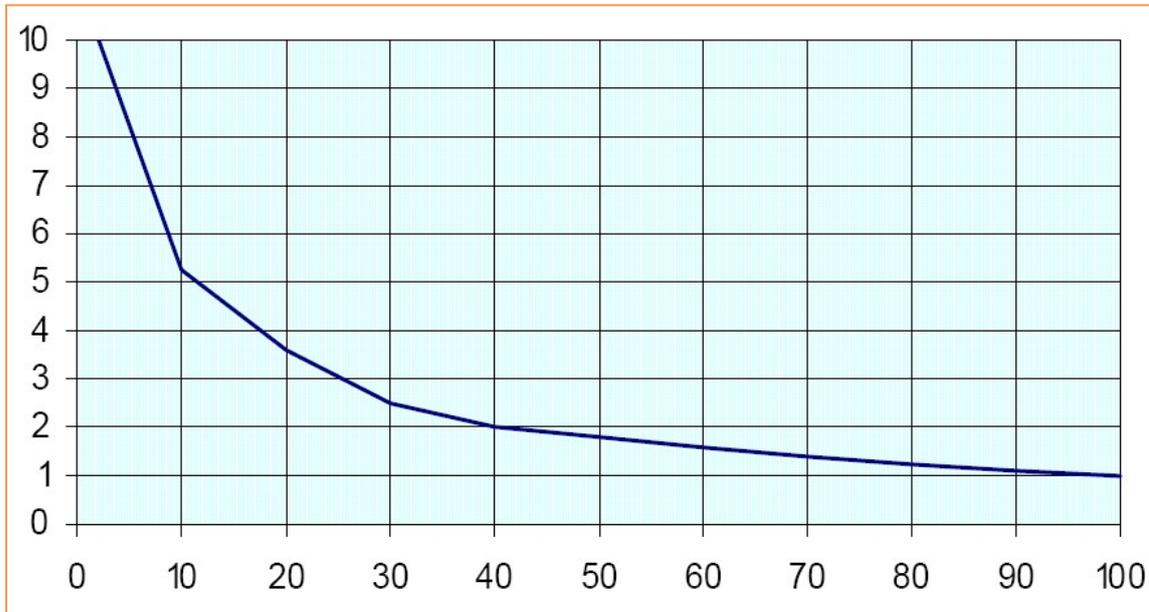
Dei 7 parametri su riportati assumono particolare importanza:

- fattori che condizionano l'aliquota di infiltrazione:
tipo di suolo;
quantità di infiltrazione;
acclività del suolo
- fattori che caratterizzano l'insaturo:
litologia e tipo di porosità dei terreni;
- fattori che caratterizzano il saturo:
conducibilità idraulica e litologia del letto roccioso.

- **SOGGIACENZA**

La soggiacenza definisce la profondità della superficie piezometrica misurata rispetto al piano di campagna.

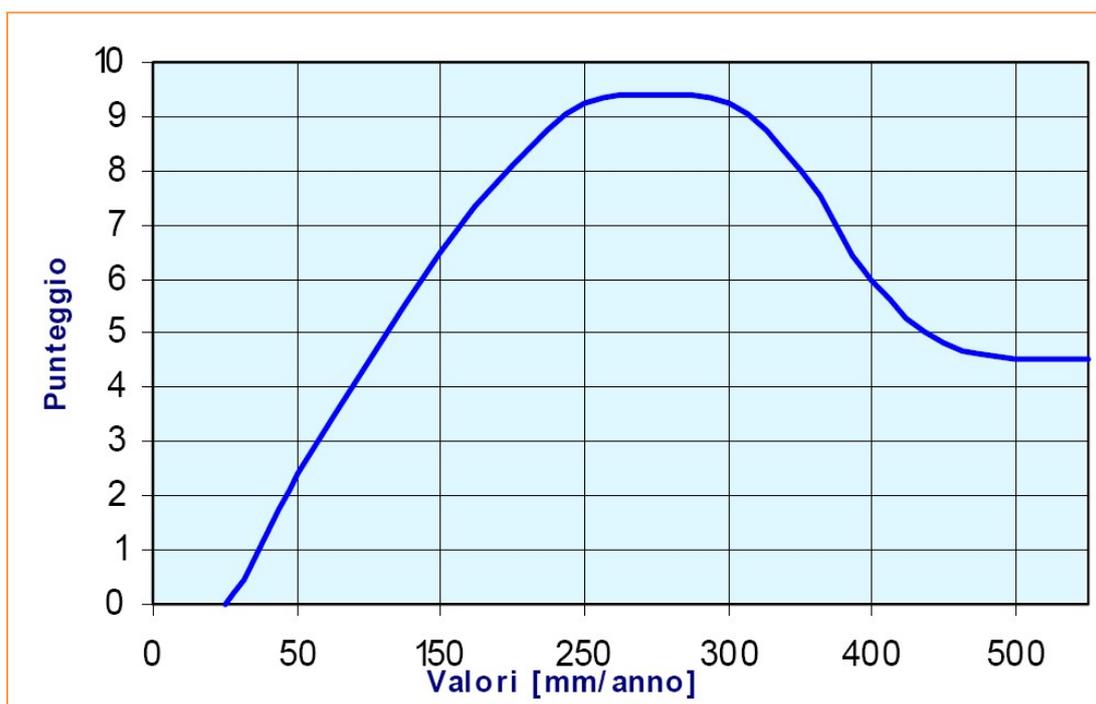
Tenuto conto che l'area in studio è abbastanza vasta per il calcolo si è tenuto conto della situazione peggiore, più cautelativa, considerando che la falda sia collocata a circa 40 metri dal piano di campagna, assumendo un punteggio S.I.N.T.A.C.S. pari a **2**.



Correlazione tra soggiacenza espressa in metri (ascissa) e punteggio S.I.N.T.A.C.S.

- **INFILTRAZIONE**

L'infiltrazione efficace dedotta dalla "Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio", ampiamente descritta nel paragrafo "Inquadramento idrogeologico" è di 240 mm/anno con un punteggio S.I.N.T.A.C.S. pari a 9.



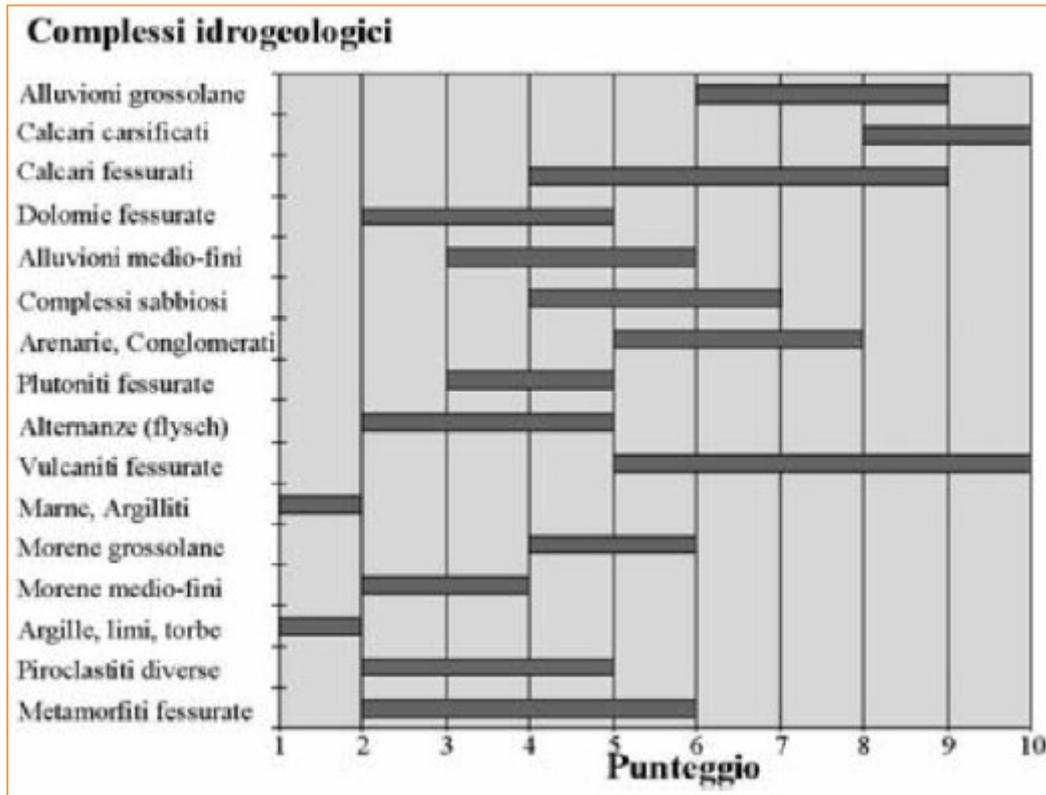
Correlazione tra l'infiltrazione efficace annua espressa in mm (in ascissa) e relativo punteggio S.I.N.T.A.C.S.

• **ZONA NON SATURA (EFFETTO DI AUTODEPURAZIONE DEL NON SATURO)**

La zona insatura costituisce la porzione di sottosuolo compresa tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero. Tale zona, ove avvengono spostamenti prevalentemente verticali dell'acqua sotterranea, è dunque limitata verso il basso dalla superficie piezometrica dell'acquifero stesso.

- L'effetto di auto-depurazione del non-saturo è stato valutato a partire dalle condizioni dello spessore insaturo (litologia, stato di fratturazione, porosità, ecc), facendo riferimento alla stratigrafia locale.

Lo spessore insaturo è quindi costituito da litologie di natura vulcanica di tipo piroclastico e ne risulta un punteggio medio pari a circa 5.



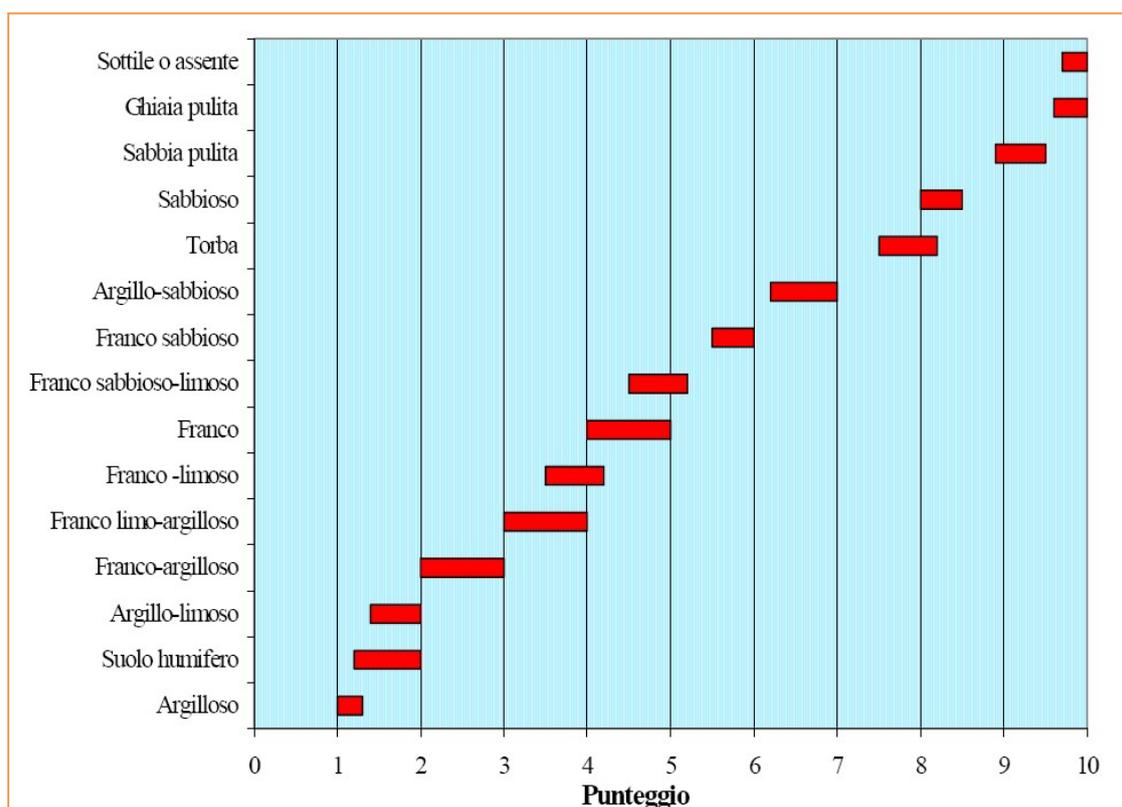
Correlazione tra la tipologia dei depositi costituenti il non saturo

• TIPOLOGIA DELLA COPERTURA

I prodotti vulcanici possono essere classificati in base alle dimensioni dei piroclasti, a seconda della loro grandezza possiamo distinguere le seguenti classi granulometriche:

- dimensioni maggiori di 64mm
bombe (emesse allo stato liquido);
blocchi (emesse allo stato solido)
- dimensioni comprese tra 64 e 2mm
lapilli
- dimensioni comprese tra 2 mm e 62 μ m
cenere grossolana
- dimensioni inferiori ai 62 μ m
cenere fine.

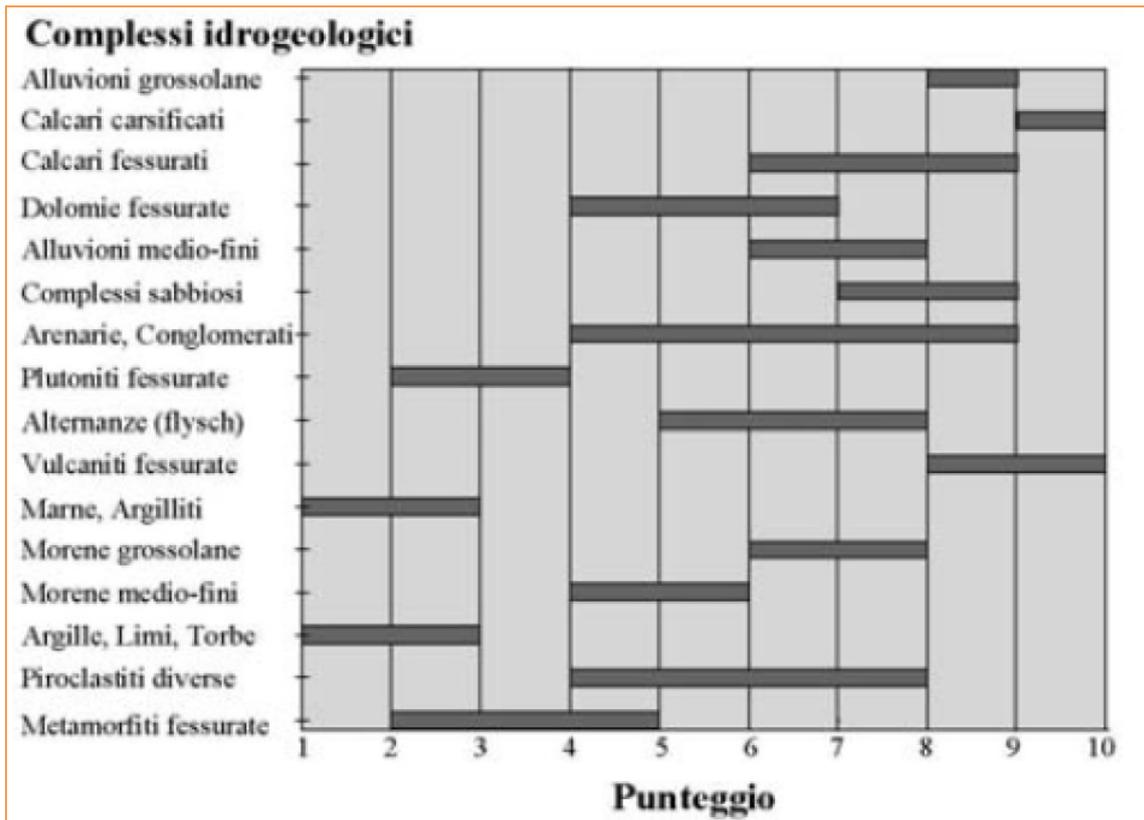
In tal senso, i prodotti di copertura possono essere assimilati ad un terreno franco sabbioso ed il punteggio S.I.N.T.A.C.S. pari a **6**.



Correlazione tra la granulometria dei materiali costituenti il non saturo ed il relativo punteggio S.I.N.T.A.C.S.

• **TIPOLOGIA DELL'ACQUIFERO (ZONA SATURA)**

La tipologia dell'acquifero è il parametro di S.I.N.T.A.C.S. che descrive i processi che avvengono al di sotto della superficie piezometrica, nel momento in cui un inquinante idro-veicolato giunge a mescolarsi con l'acqua sotterranea dopo aver superato le due linee di difesa costituite dalla copertura e dall'insaturo, con abbattimento di una parte più o meno rilevante della sua concentrazione iniziale. Come introdotto nel paragrafo relativo all'idrogeologia del sito l'acquifero risiede all'interno delle vulcaniti, pertanto si definisce un punteggio S.I.N.T.A.C.S. medio pari a 6.

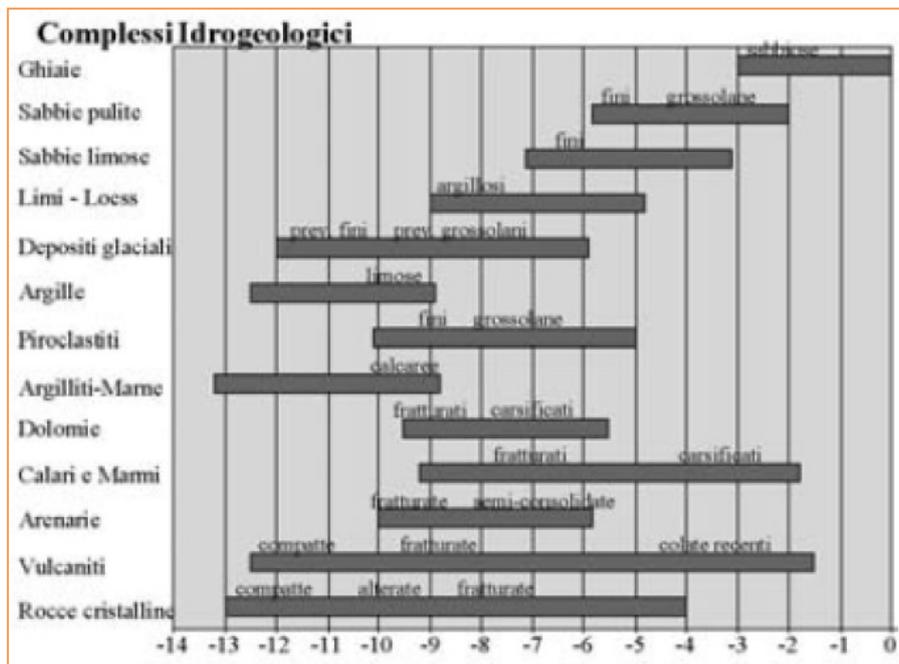


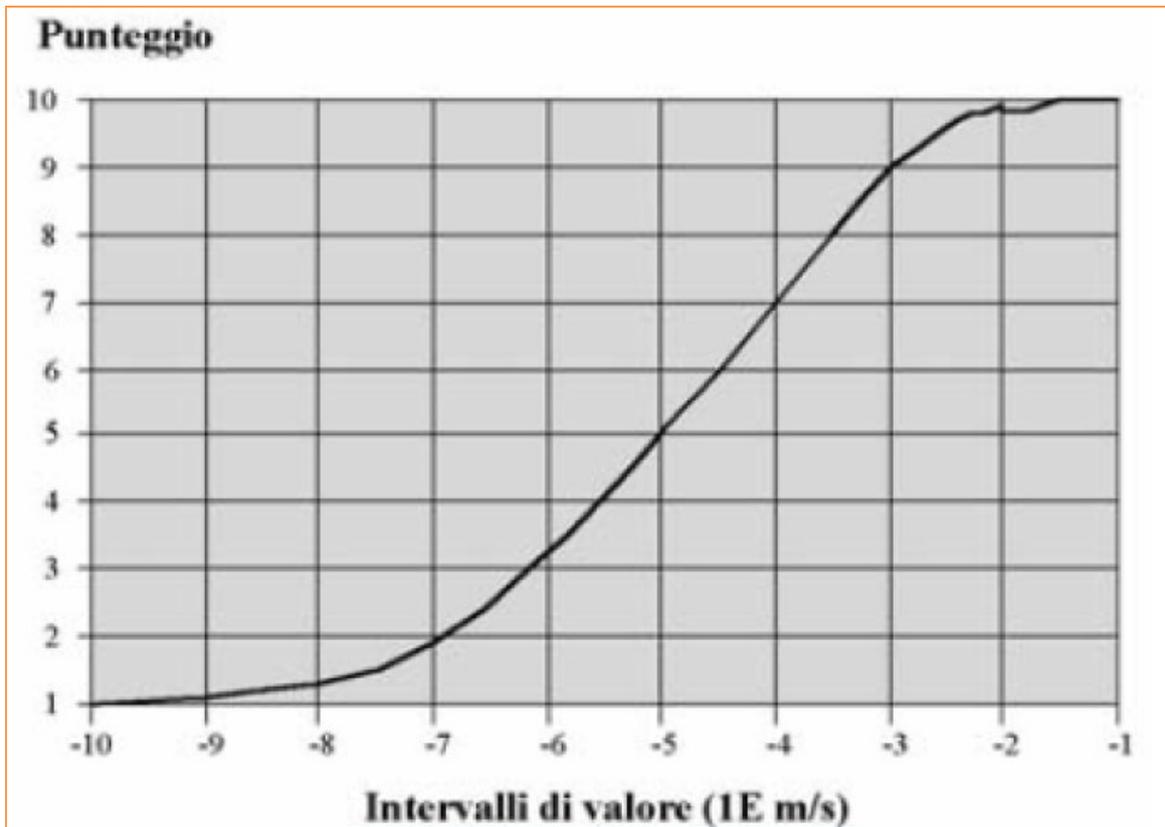
Correlazione tra i materiali costituenti la zona satura ed il relativo punteggio S.I.N.T.A.C.S.

• CONDUCEBILITA' IDRAULICA

La conducibilità idraulica è la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e, dunque, di un inquinante idro-portato o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea. Questo parametro nel contesto di S.I.N.T.A.C.S. regge, a parità di gradiente e di sezione retta attraversata, la portata unitaria dell'acquifero e la velocità di spostamento verso i punti di recapito o le captazioni. Si tratta, però, di un parametro di difficile valutazione, in particolare in zone ove non esistono pozzi dai quali ricavarne i valori, unitamente agli altri parametri idrogeologici fondamentali, ottenibili mediante slug test, test di pompaggio, test con traccianti.

Laddove non si possiedono sufficienti risultati di tali prove una valutazione sommaria può essere eseguita considerando il valore di conducibilità idraulica dell'acquifero in relazione alla sua composizione. Per i complessi piroclastici si può definire un punteggio S.I.N.T.A.C.S. medio pari a 3 (ipotizzando una conducibilità media 10^{-6} m/s)





Correlazione tra la conducibilità idraulica espressa in m/s (ascisse) ed il relativo punteggio S.I.N.T.A.C.S.

- **ACCLIVITA' DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA**

Considerando una inclinazione del terreno compresa nell'intervallo 5 – 6% il relativo punteggio S.I.N.T.A.C.S. risulta pari a **8**.

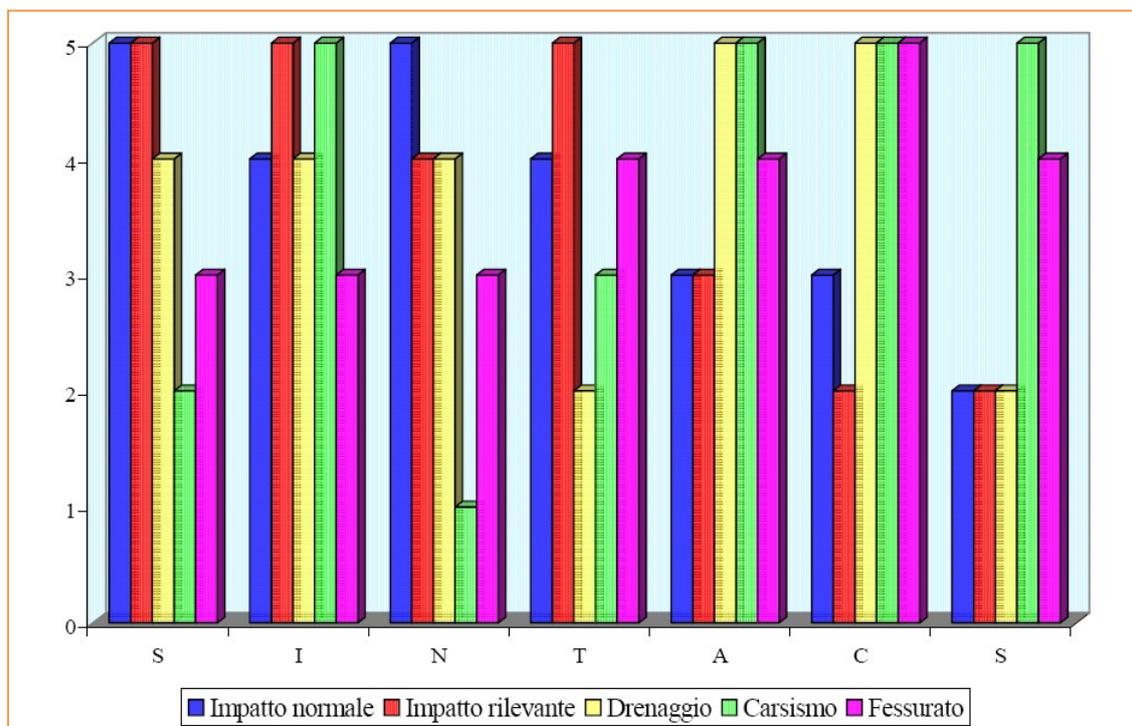


Correlazione tra l'inclinazione del terreno espressa in % (ordinata) ed il relativo punteggio S.I.N.T.A.C.S.

• SCENARI DI IMPATTO E STRINGHE DI PESI

Il codice SINTACS per descrivere il tipo di situazione idrogeologica o di impatto caratterizzante l'area di indagine prevede l'utilizzo di stringhe di pesi moltiplicatori per ciascuno dei parametri precedentemente analizzati, ciò al fine di esaltare o meno determinati processi. Tali stringhe variano in relazione allo scenario di impatto definito per l'area. Tra gli scenari utilizzati riportiamo:

- **Impatto normale:** situazioni a scarso gradiente topografico, dove non sussistono particolari condizioni di impatto antropico sul territorio. Enfasi a soggiacenza ed insaturo.
- **Impatto rilevante:** situazioni con importanti fonti di inquinamento potenziale diffuse; antropizzazione estensiva, coltivazioni con abbondante utilizzo di fitofarmaci. Enfasi anche ad infiltrazione e suolo.
- **Aree soggette a drenaggio:** aree dove avviene un forte scambio di acque tra corpi superficiali e sotterranei. Forte rilevanza al tipo di acquifero e alla sua conducibilità idraulica.
- **Aree carsiche:** aree estesamente carsificate in superficie e profondità con rapidi collegamenti tra superficie e profondità tramite inghiottitoi, pozzi carsici, etc. Massima enfasi all'infiltrazione efficace, all'acquifero, ma anche all'acclività.
- **Aree fessurate:** aree con rocce fessurate, ma non carsificate, in assenza di sistemi di cavità evoluti. Massima rilevanza della conducibilità, ma anche di acclività, tipo di acquifero e copertura del suolo.



Valori delle stringhe dei pesi in relazione allo scenario di impatto ipotizzato

• **VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA'**

Sulla base delle condizioni geologiche ed idrogeologiche riscontrate nel sito in esame il grado di vulnerabilità è stato valutato utilizzando gli indici relativi ad un impatto normale.

In tali ipotesi ne deriva:

	Valore indice	Stringa dei pesi	Indice di vulnerabilità
S	2	5	10
I	9	4	36
N	5	5	25
T	6	4	24
A	6	3	18
C	3	3	9
S	8	2	16
Totale			138

Valutazione dell'indice di vulnerabilità nell'ipotesi di condizioni di impatto rilevante

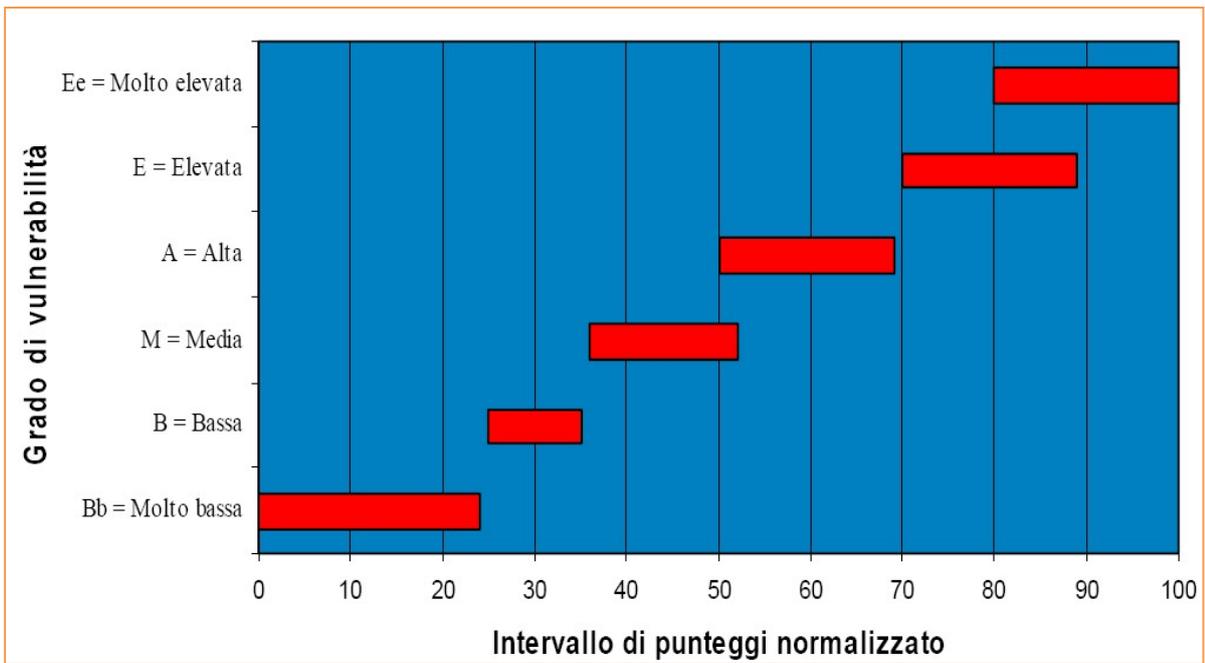
L'indice di vulnerabilità, per come definito, varia tra 26 e 260, al fine di una migliore rappresentazione che permetta una valutazione comparativa tra zone diverse si adotta usualmente un indice di vulnerabilità normalizzato definito come:

$$ISNO = \frac{ISGR - IS\ MIN}{ISMAX - ISMIN} \cdot 100$$

dove:

- ISGR Indice grezzo: 138
- IS MIN Indice minimo: 26
- IS MAX Indice massimo: 260

Pertanto il punteggio normalizzato risulta essere pari a **48** ed il relativo **grado di vulnerabilità** può essere considerato **medio**.



Grado di vulnerabilità in relazione al punteggio S.I.N.T.A.C.S. normalizzato

8. CLASSIFICAZIONE SISMICA E M.S. 1

Recenti studi riguardanti la distribuzione delle Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (disponibile on-line <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>) indicano, per la zona in esame, i seguenti eventi sismici.

Considerando che il parco eolico va ad interessare il territorio di Arlena di Castro e Tessennano e che il cavidotto e la sottostazione vanno ad interessare anche il territorio di Tuscania, per completezza di documentazione si riportano i dati relativi ai tre comuni.

Arlena di Castro										
PlaceID	IT_52797									
Coordinate (lat, lon)	42.464, 11.823									
Comune (ISTAT 2015)	Arlena di Castro									
Provincia	Viterbo									
Regione	Lazio									
Numero di eventi riportati	7									
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	52	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	0	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

Tessennano										
PlaceID	IT_52956									
Coordinate (lat, lon)	42.477, 11.790									
Comune (ISTAT 2015)	Tessennano									
Provincia	Viterbo									
Regione	Lazio									
Numero di eventi riportati	7									
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	7-8	5.29
2	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77
6-7	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83
NF	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	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

Tuscania										
PlaceID	IT_52959									
Coordinate (lat, lon)	42.420, 11.870									
Comune (ISTAT 2015)	Tuscania									
Provincia	Viterbo									
Regione	Lazio									
Numero di eventi riportati	29									
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8-9	1349	09	09	08	15		Viterbese	9		
6-7	1695	06	11	02	30		Lazio settentrionale	50	8-9	5.80
4	1877	12	23	05	03		Viterbese	19	6	4.72
2-3	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83
4	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
NF	1899	07	19	13	18	54	Colli Albani	122	7	5.10
3	1902	12	17	05	21		Monte Amiata	30	6-7	4.83
NF	1905	02	12	08	28		Monte Amiata	61	6	4.55
2-3	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
6	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11	7.08
3	1917	10	14	17	05		Montefiascone	17	5-6	4.20
3-4	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	7-8	5.29
4	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69
NF	1957	04	11	16	19		Valle del Salto	46	6	4.94
2-3	1957	12	06	04	54		Orvietano	63	7	4.97
NF	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04
NF	1960	07	12	14	08		Monti Martani	35	7-8	4.93
3	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77
8-9	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83
4	1979	09	19	21	35	37	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1980	09	08	19	41	1	Costa Grossetana	55	5-6	4.44
2-3	1984	04	29	05	02	59	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
3	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
3	1997	09	26	09	40	0	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14
4	2017	01	18	10	14	9	Aquilano	280		5.70

Il rischio sismico per le zone di Arlena di Castro, Tessennano e Tuscania e per la Regione Lazio, in genere, non va trascurato, poiché a fronte di una sismicità, registrata dalle reti sismiche nazionali, caratterizzata da scosse frequenti, ma di bassa intensità, il territorio presenta una vulnerabilità degli edifici esistenti ed un valore esposto (densità di popolazione, patrimonio storico-monumentale, ecc) elevati.

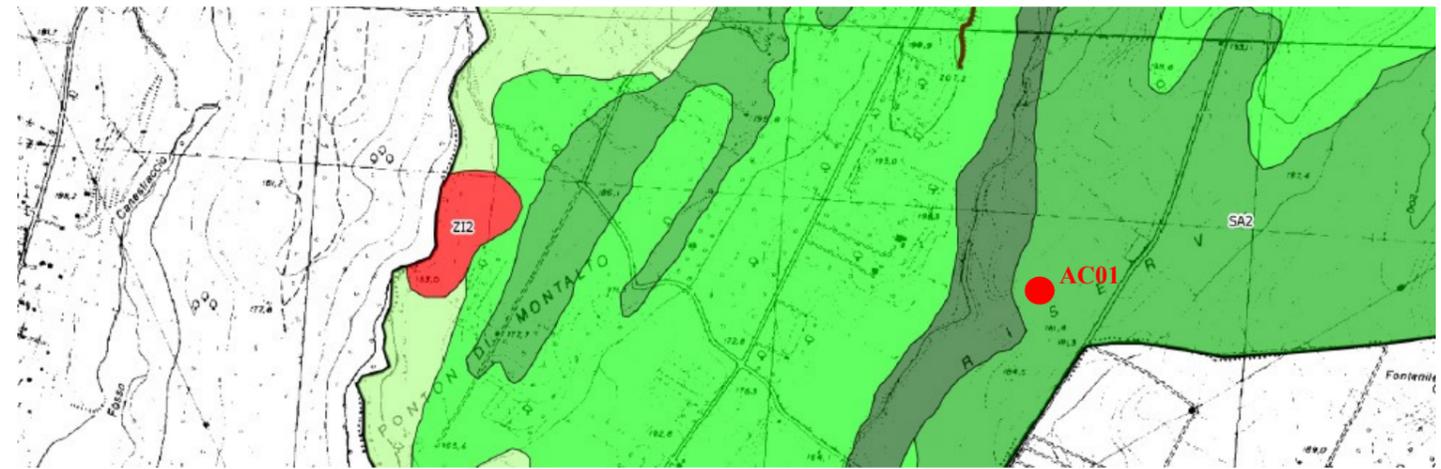
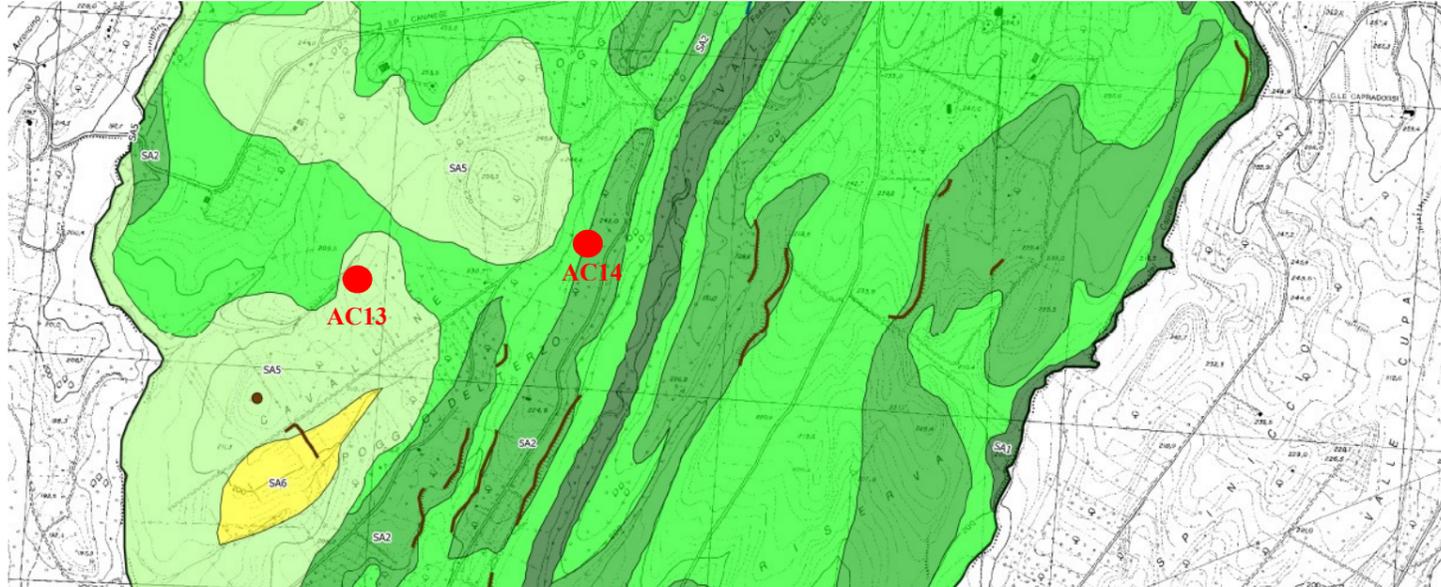
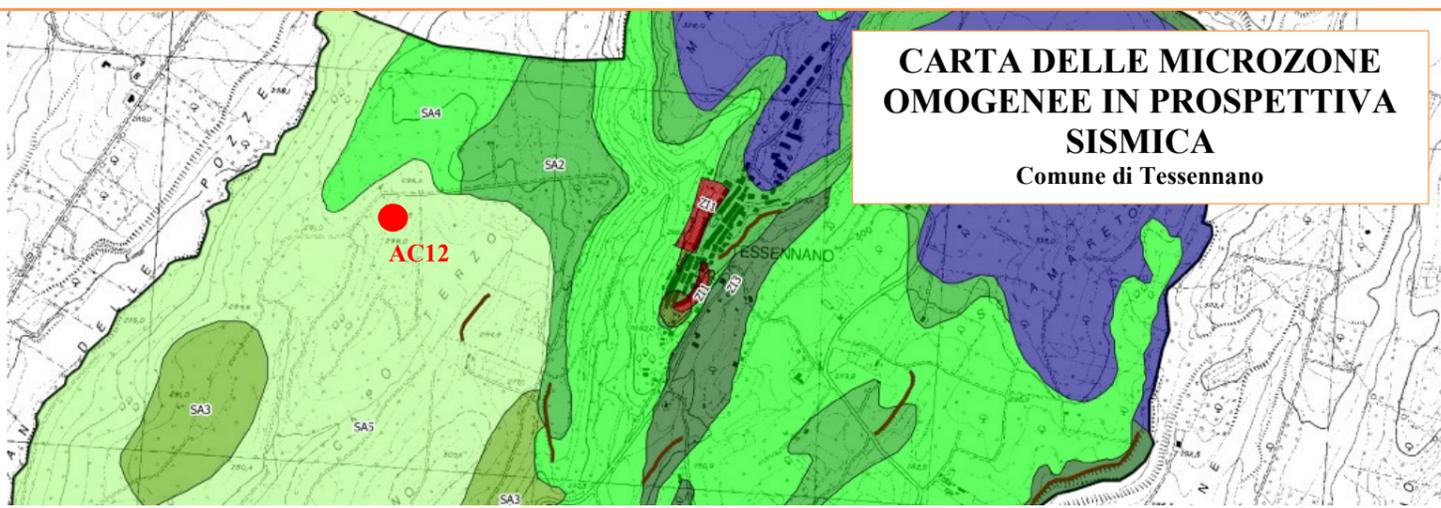


Stralcio Carta dei Valori di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale

I Comuni di Arlena di Castro e Tessennano hanno provveduto a far redigere lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 545 del 26 novembre 2010, che risultano validate con determinazioni della Regione Lazio, rispettivamente, n. A04324 del 29.05.2013 e n. A05926 del 12.06.2012 ed elaborate rispettivamente dal Dott. Geol. Luca Costantini e dal Dott. Geol. Francesco Delle Monache, mentre la M.O.P.S. di livello 1 della UAS di Tuscania non risulta pubblicata sul sito ufficiale della Regione Lazio. .

Si riporta di seguito lo stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) per ciascun aerogeneratore e la relativa classificazione e una tabella riassuntiva.

**CARTA DELLE MICROZONE
OMOGENEE IN PROSPETTIVA
SISMICA**
Comune di Tessennano



Legenda

Zone stabili

ZS1 - Lave sottosature e sature (Lss) con inclinazione <math>< 15^\circ</math>.

Zone stabili suscettibili di amplificazione

SA1 - Lave sottosature e sature (Lss) con inclinazione >math>> 15^\circ</math>.

SA2 - Tufi prevalentemente litoidi (TI).

SA3 - Flysch a componente dominante calcareo marnosa, subordin. argillitica (Flc).

SA4 - Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi (Ts).

SA5 - Depositi prevalentemente sabbiosi a luoghi cementati in facies mar. e di trans. terr. lungo costa (Ds).

SA6 - Depositi prevalentemente argillosi in facies marina e di trans. terr. lungo costa (Dar).

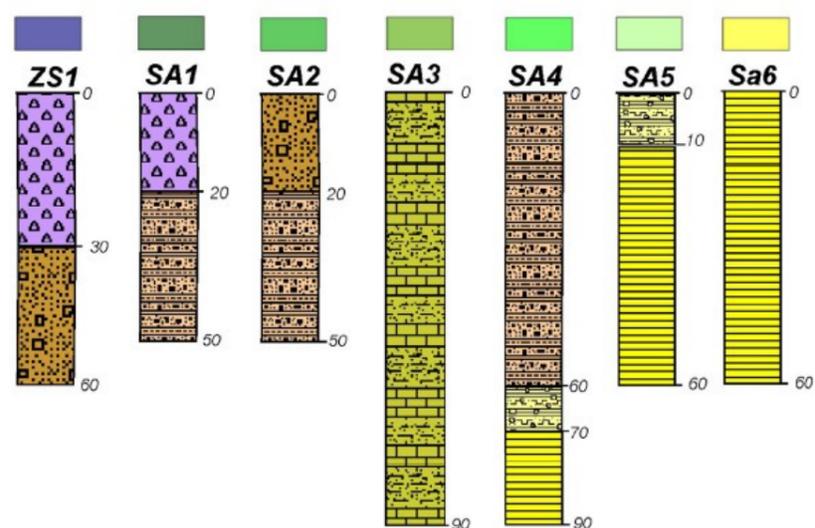
Zone suscettibili di instabilità

Instabilità di versante - tipologia: colata, stato: attivo.

Instabilità di versante - tipologia: crollo, stato: attivo.

Instabilità di versante non definita.

Stratigrafie di riferimento



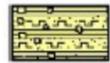
Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi (Ts): Tufi pomicei, tufi stratificati con intercalazioni di lave tefritico leucitiche (Lss)



Tufi prevalentemente litoidi (TI): Tufo giallo litoide con vario grado di fratturazione, localmente con fenomeni di arenizzazione ed alterazione



Lave sottosature e sature (Lss): Basanite leucitica e lave tefritico leucitiche con vario grado di fratturazione e alterazione



Depositi prevalentemente sabbiosi in facies marina (Ds): Sabbie e conglomerati poligenici, sabbie limose con ciottoli poligenici.



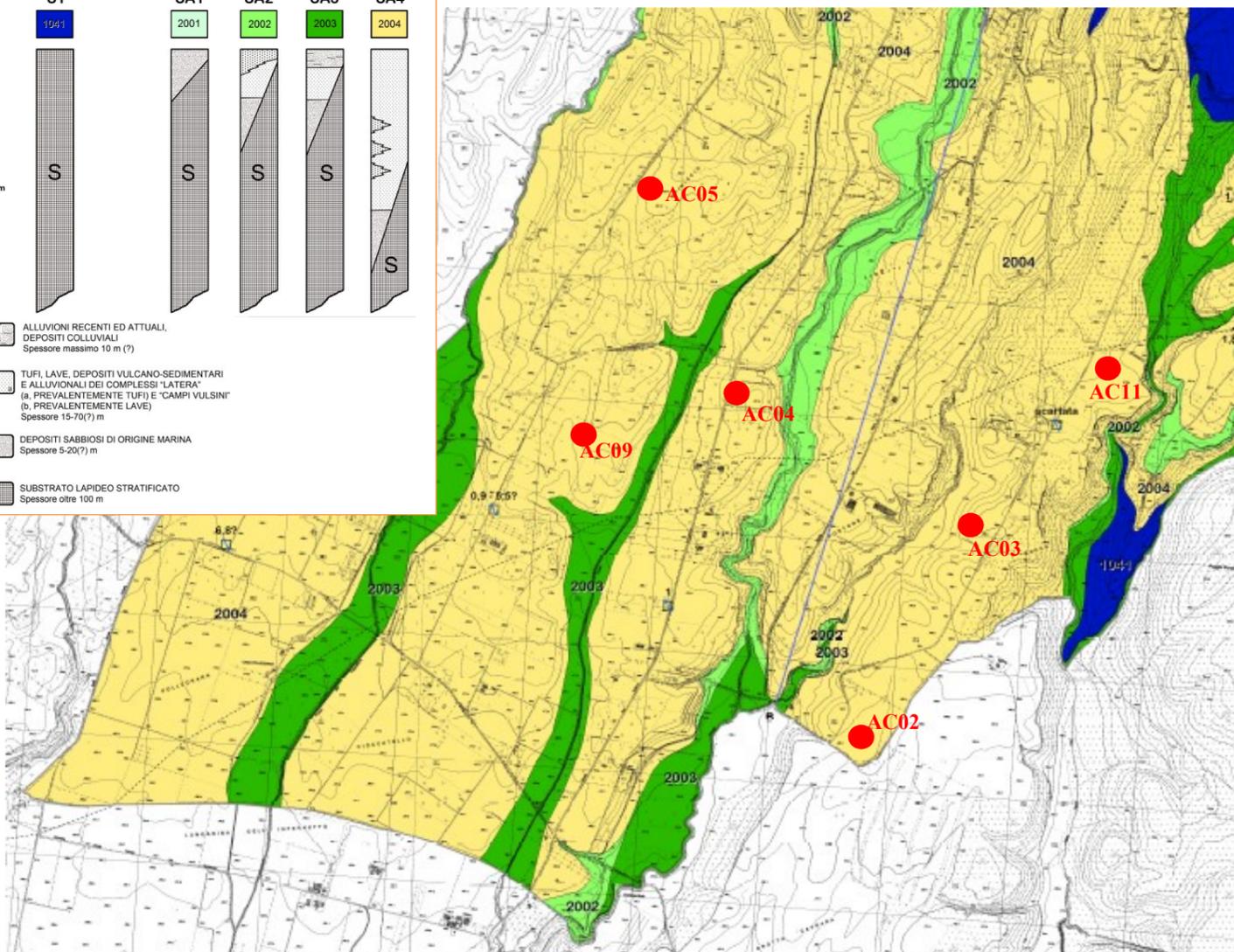
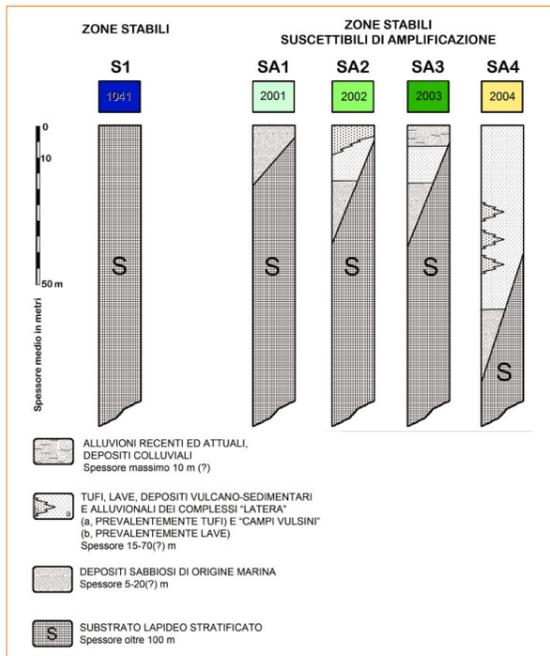
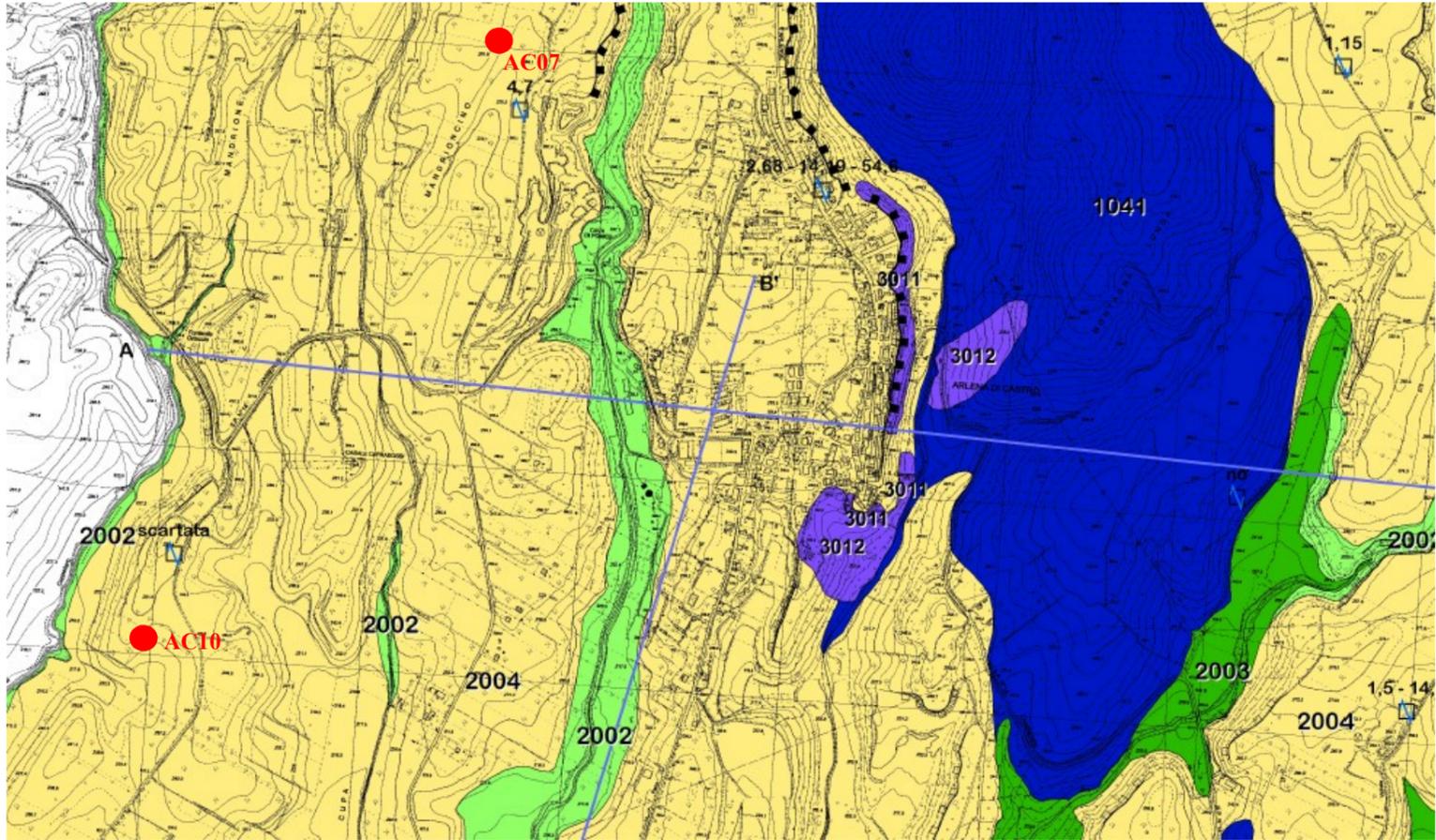
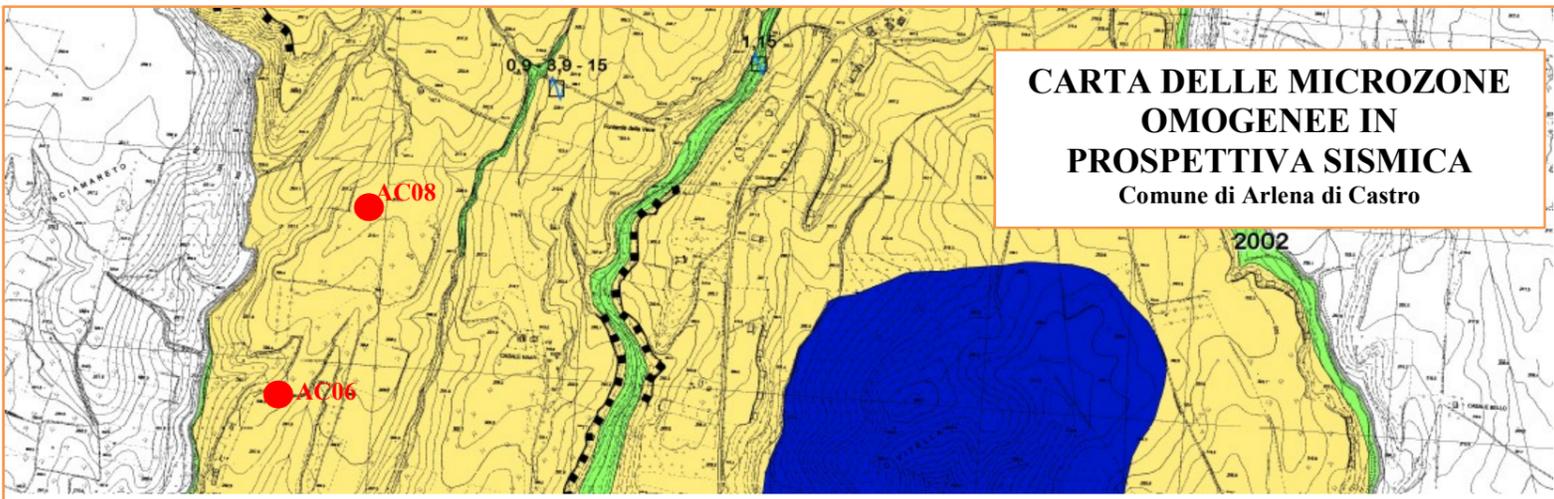
Depositi prevalentemente argillosi in facies marina (Dar): argille e sabbie argillose grigie del pleistocene e pliocene, argilliti a luoghi sabbiose con intercalazioni di livelli di ciottoli e brecce



Flysch (Flc): Alternanze di livelli calcareo marnosi, arenacei e argillitici argillitici, localmente con al tetto un livello di alterazione/copertura detritica (1- 2 m)

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Comune di Arlena di Castro



Denominazione aerogeneratore	Classificazione da M.O.P.S. di livello 1	Descrizione stratigrafica
AC01 (Tessennano)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA2	Tufi prevalentemente litoidi: tufo giallo litoide con vario grado di fratturazione, con locali fenomeni di arenizzazione ed alterazione di circa 20 metri di spessore poggiante su tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi con intercalazioni di lave leucitiche di almeno 30 metri di spessore
AC02 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC03 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC04 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC05 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC06 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC07 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC08 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC09 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC10 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e

	amplificazione SA4	alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC11 (Arlena di Castro)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA4	Tufi, lave, depositi vulcano-sedimentari e alluvionali dei complessi "Latera" (a, prevalentemente tufi) e "Campi Vulsini" (b, prevalentemente lave) con spessori da 15 a oltre 50 metri poggianti o sui depositi sabbiosi di origine marina (spessore da 5 a oltre 10 metri) o sul substrato lapideo stratificato
AC12 (Tessennano)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA5	Depositi prevalentemente sabbiosi in facies marina: sabbie e conglomerati poligenici, sabbie limose con ciottoli poligenici di circa 10 metri di spessore poggianti su depositi prevalentemente argillosi di spessori estremamente consistenti
AC13 (Tessennano)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA5	Depositi prevalentemente sabbiosi in facies marina: sabbie e conglomerati poligenici, sabbie limose con ciottoli poligenici di circa 10 metri di spessore poggianti su depositi prevalentemente argillosi di spessori estremamente consistenti
AC14 (Tessennano)	Zona stabile suscettibile di amplificazione SA2	Tufi prevalentemente litoidi: tufo giallo litoide con vario grado di fratturazione, con locali fenomeni di arenizzazione ed alterazione di circa 20 metri di spessore poggianti su tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi con intercalazioni di lave leucitiche di almeno 30 metri di spessore

9. CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DEI TERRENI DI FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

✚ Caratteristiche fisico meccaniche

In questa fase di progettazione definitiva, non potendo accedere ai siti ove è prevista l'installazione degli aerogeneratori, per fornire una caratterizzazione preliminare dei terreni di fondazione si fa ricorso a dati bibliografici.

Gli aerogeneratori sono stati raggruppati in funzione della caratterizzazione geo-litologica osservata in superficie:

Denominazione aerogeneratore	Litologia in affioramento
AC08, AC06, AC07, AC14	Formazione di Grotte di Castro (Piroclastiti)
AC05, AC10	Formazione di Farnese (Colata piroclastica)
AC01, AC02, AC03, AC04, AC09, AC11	Unità di Fosso La Tomba (Agglomerati vulcanici)
AC12	Unità di Poggio Terzolo (Argille)
AC13	Formazione di Canino (Trachiti)

Raggruppamento AC05, AC10

Questi aerogeneratori sono ubicati in un'area dove predomina la Formazione di Farnese, generalmente incoerente o debolmente coerente a matrice cineritica contenente pomici grigio chiaro o scure anche di piccolissime dimensioni, possono essere presenti inclusi lavici e sedimentari; gli spessori possono variare da una decina di metri a oltre 30 metri.

I valori fisico meccanici della formazione piroclastica sono generalmente dell'ordine di grandezza di quelli riportati nella tabella che segue:

Descrizione litologica	Angolo di attrito in °	Peso di volume naturale in t/mc
Piroclastiti sciolte	29	16

Raggruppamento AC06, AC07, AC08, AC14

Gli aerogeneratori su-indicati ricadono in aree caratterizzate dall'affioramento di prodotti piroclastici con lapilli, scorie e pomici assimilabili a sabbie di varie dimensioni di ingente spessore.

La stratigrafia tipo è la seguente:

- da 0.00m a -1.00m: terreno vegetale
- da - 1.00m a -24.00/30.00m: piroclastite sabbiosa di colore dal marroncino al grigiastro, con livelli da prettamente sabbiosi con pomici e livelli decisamente pomicei
- da -24.m: localmente a questa profondità le piroclastiti si possono trovare a contatto con lave tefritiche leucititiche di colore grigio chiaro.

I valori fisico meccanici della formazione piroclastica sono generalmente dell'ordine di grandezza di quelli riportati nella tabella che segue:

Descrizione litologica	Peso nell'unità di volume KN/mc	Umidità naturale %	C' KPa	ϕ°
Piroclastite	14	45	26	25

Raggruppamento AC13

L'aerogeneratore AC13 è ubicato in un'area caratterizzata dall'affioramento di prodotti da incoerenti a zeolitizzati a matrice cineritica con pomici e inclusi lavici e sedimentari di ingente spessore.

La stratigrafia tipo è la seguente:

- da 0.00m a -1.00m: terreno vegetale
- da - 1.00m a -26.00m: piroclastite di colore dal marroncino avana al grigiastro, localmente tendente al rossiccio, caratterizzata da alternanze di livelli da sabbio-limosi a prettamente sabbiosi o prettamente limosi con pomici in matrice sabbiosa
- da -26.00m a -30.00m: lave tefritiche di colore grigio molto fratturate.

I valori fisico meccanici della formazione piroclastica sono generalmente dell'ordine di grandezza di quelli riportati nella tabella che segue:

Descrizione litologica	Peso nell'unità di volume KN/mc	Umidità naturale %	C' KPa	ϕ' °
Piroclastite	14	37	22	25

Raggruppamento AC01, AC02, AC03, AC04, AC09, AC11

Gli aerogeneratori su-indicati ricadono in un'area caratterizzata dall'affioramento di depositi vulcano-clastici secondari ad elementi pomicei, lavici ed arenacei per lo più incoerenti di ingente spessore.

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.

I valori fisico meccanici della formazione piroclastica sono generalmente dell'ordine di grandezza di quelli riportati nella tabella che segue:

Descrizione litologica	Peso nell'unità di volume KN/mc	Umidità naturale %	C' KPa	ϕ' °
Piroclastite	14	42	23	25

Raggruppamento AC12

L'aerogeneratore AC12 è ubicato in una zona caratterizzata dall'affioramento di prodotti da sabbiosi a prevalentemente argillosi.

In affioramento si rinvencono depositi sabbioso-limosi con spessori fino a 10 metri sovrastanti dei depositi prevalentemente argillosi caratterizzati da spessori considerevoli (oltre 60 metri di profondità) e che costituiscono il substrato impermeabile.

I parametri fisico – meccanici dedotti dalla letteratura sono i seguenti:

N° strato	Prof. in metri	Cu Kg/cm ^q	ϕ°	γ_{sat} t/mc	γ_d t/mc
1	0.00-10.00	1.00	32	1.98	1.56
2	da – 10.00	2.30	37	2.20	1.70

Da quanto su esposto, ad eccezione dell'aerogeneratore AC12 che interessano formazioni prettamente sedimentarie, è stata riscontrata una sostanziale omogeneità litologica dell'area di impianto, infatti, anche se con spessori variabili, si evidenzia, la presenza nel sottosuolo di un primo strato, con spessori variabili da zona a zona, di formazioni piroclastiti da incoerenti a debolmente coerenti, attribuibili agli ultimi episodi dell'attività del distretto Vulsino, poggianti, in genere, su lave da fratturate a molto fratturate a compatte.

In fase esecutiva dovranno essere eseguite indagini puntuali secondo quanto previsto dalle NTC18 e dal Regolamento Regionale di cui alla DGR n. 189 del 13 aprile 2021 in funzione del livello di rischio sismico determinato in base alla zona sismica e alla classe d'uso dell'opera da realizzare secondo lo schema riportato nel suddetto regolamento.

Categoria di sottosuolo

Anche per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo, essendo in fase di progettazione definitiva e non potendo accedere ai siti ove è prevista l'installazione degli aerogeneratori ed eseguire prove sismiche puntuali di tipo diretto e/o indiretto si è fatto ricorso a dati bibliografici.

Dall'esame dei dati raccolti si evidenzia che i terreni sono caratterizzati da valori di V_{s30} compresi nel range 280 m/s – 390m/s, quindi in questa fase si adotta un valore medio di V_{s30} pari a 335m/s ed il terreno (§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*) può essere collocato in classe C, essendo:

Tipo C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/sec e 360 m/s.*

Anche in questo caso in fase esecutiva dovranno essere eseguite indagini puntuali secondo quanto previsto dalle NTC18 e dal Regolamento Regionale di cui alla DGR n. 189 del 13 aprile 2021 in funzione del livello di rischio sismico determinato in base alla zona sismica e alla classe d'uso dell'opera da realizzare secondo lo schema riportato nel suddetto regolamento.

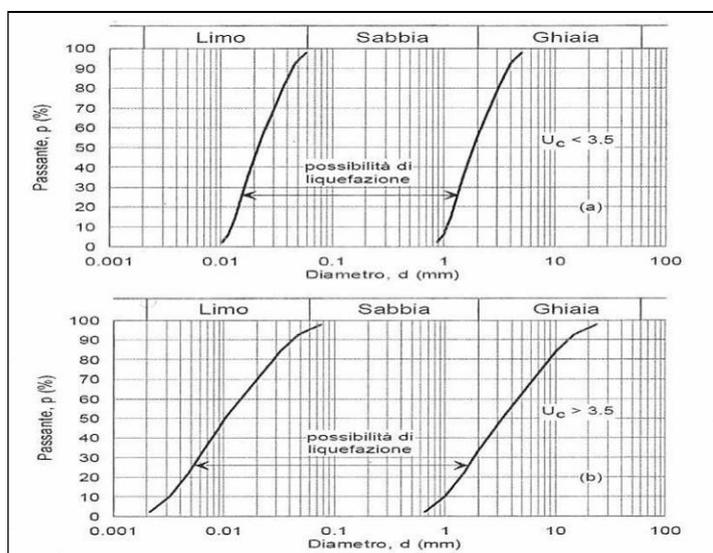
Per quanto concerne la categoria Topografica, come da Tab. 3.2. III del D.M. 17.01.2018, riportata di seguito, la superficie topografica può essere classificata in CATEGORIA T1.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

10. LIQUEFAZIONE

Le NTC 2018, al cap. 7.11.3.4.2, stabiliscono che la verifica nei confronti della liquefazione di un terreno di fondazione possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.100 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante (terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).



Per quanto sopra esposto, si può ritenere che i terreni presenti nell'area di sedime possono 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.

11. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Da quanto sopra ed al fine di fornire una rapida sintesi delle eventuali criticità riscontrate, si riporta il seguente prospetto:

- **Rischio geologico:**
 - Rischio di frana attuale: assente
 - Rischio di frana potenziale: assente
 - Rischio di alluvionabilità: assente
 - Rischio di erosione lineare accelerata: assente
 - Rischio di crollo massi: assente
- **Rischio sismico:** medio
- **Rischio cavità:** assente
- **Rischio liquefazione:** assente
- **Rischio subsidenza:** assente
- **Rischio tettonico:** assente

Per quanto riguarda l'aerogeneratore AC12:

Descrizione litologica	Peso nell'unità di volume t/mc	ϕ°
Depositi sabbiosi	1.56	32
Depositi argillosi	1.70	37

Per tutti gli altri aerogeneratori:

Descrizione litologica	Peso nell'unità di volume KN/mc	ϕ°
Depositi piroclastici	15	27

Come già ribadito in fase esecutiva dovranno essere eseguite indagini in situ e prove di laboratorio per la caratterizzazione dei terreni di fondazione.

12. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Una breve descrizione della sismicità storica dei Comuni interessati è stata riportata nelle pagine precedenti del presente lavoro.

Per un sisma con un periodo di ritorno (T_R) di 50 anni e probabilità di superamento (P_{VR}) pari al 10%, questo valore è generalmente compreso nel range 0,125 – 0,150 Ag/g (INGV: “Mappa della pericolosità sismica del territorio”).

Per la valutazione della pericolosità sismica, variabile in funzione delle coordinate geografiche, la determinazione dei parametri di azione sismica di ciascun aerogeneratore per i diversi stati limite è stato utilizzato il programma Geostru PS ed è stata considerata una classe d’uso .

AC01

Le coordinate geografiche, riferite all’ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell’INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.445024
Longitudine:	λ_{ED50}	11.780187

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un’opera di “Classe III”;
- una Classe di Suolo di tipo “C”;
- una Categoria Topografica “T1”;
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,050	2.490	0.248
SLD	75	0,063	2.494	0.261
SLV	712	0,151	2.478	0.281
SLC	1462	0,188	2.515	0.286

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC02

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.434349
Longitudine:	λ_{ED50}	11.811797

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.488	0.250
SLD	75	0,065	2.486	0.262
SLV	712	0,155	2.482	0.281
SLC	1462	0,193	2.522	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC03

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.442155
Longitudine:	λ_{ED50}	11.818985

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.250
SLD	75	0,066	2.483	0.262
SLV	712	0,156	2.484	0.282
SLC	1462	0,193	2.525	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC04

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.446207
Longitudine:	λ_{ED50}	11.807697

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.250
SLD	75	0,066	2.483	0.262
SLV	712	0,156	2.484	0.281
SLC	1462	0,193	2.525	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC05

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.453886
Longitudine:	λ_{ED50}	11.801881

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.250
SLD	75	0,066	2.482	0.262
SLV	712	0,156	2.485	0.281
SLC	1462	0,193	2.526	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC06

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.475815
Longitudine:	λ_{ED50}	11.808038

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,053	2.489	0.250
SLD	75	0,067	2.476	0.262
SLV	712	0,157	2.491	0.282
SLC	1462	0,194	2.531	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC07

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.473472
Longitudine:	λ_{ED50}	11.813036

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,054	2.489	0.250
SLD	75	0,068	2.475	0.262
SLV	712	0,157	2.492	0.282
SLC	1462	0,194	2.532	0.288

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC08

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.480798
Longitudine:	λ_{ED50}	11.811105

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,054	2.489	0.250
SLD	75	0,068	2.475	0.262
SLV	712	0,158	2.492	0.282
SLC	1462	0,195	2.533	0.288

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC09

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.445320
Longitudine:	λ_{ED50}	11.800915

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.250
SLD	75	0,066	2.484	0.262
SLV	712	0,156	2.483	0.281
SLC	1462	0,193	2.524	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC10

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.459817
Longitudine:	λ_{ED50}	11.804558

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.250
SLD	75	0,066	2.482	0.262
SLV	712	0,156	2.485	0.281
SLC	1462	0,194	2.526	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC11

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.447892
Longitudine:	λ_{ED50}	11.824883

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.250
SLD	75	0,066	2.482	0.262
SLV	712	0,156	2.485	0.282
SLC	1462	0,194	2.526	0.287

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC12

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.479491
Longitudine:	λ_{ED50}	11.781888

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,052	2.489	0.249
SLD	75	0,066	2.482	0.261
SLV	712	0,156	2.485	0.281
SLC	1462	0,193	2.525	0.286

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC13

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.458232
Longitudine:	λ_{ED50}	11.772596

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,050	2.490	0.248
SLD	75	0,063	2.492	0.261
SLV	712	0,152	2.479	0.281
SLC	1462	0,189	2.516	0.286

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

AC14

Le coordinate geografiche, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	42.459201
Longitudine:	λ_{ED50}	11.780776

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di "Classe III";
- una Classe di Suolo di tipo "C";
- una Categoria Topografica "T1";
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente, a 81%, 63%, 10% e 5%.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T^*_c (s)
SLO	45	0,051	2.490	0.248
SLD	75	0,064	2.491	0.261
SLV	712	0,152	2.480	0.281
SLC	1462	0,190	2.518	0.286

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio ha avuto come oggetto, in particolare, la valutazione dei caratteri geologici e geomorfologici e idrogeologici dell'area interessata dalla realizzazione di un impianto eolico che prevede l'installazione di numero 14 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MW ciascuno, per una potenza elettrica complessiva pari a 84 MW nei Comuni di Tessennano e Arlena di Castro; gli aerogeneratori sono collegati tra loro per mezzo di un cavidotto interrato M.T. fino alla S.E. Utente 30/150kV in loc. "Cioccatello" nel Comune di Arlena di Castro da dove parte un cavidotto interrato A.T. che raggiunge la S.E. Terna 150/380kV in loc. "Campo Villano" nel Comune di Tuscania.

In sintesi:

- L'area di progetto è molto vasta, ma nonostante ciò è stata constatata una sostanziale omogeneità dal punto di vista litologico, riscontrando la presenza di prodotti piroclastici con spessori e grado di addensamento variabili posti a tetto di lave da compatte a fratturate. Fa eccezione l'area di installazione degli aerogeneratori AC12 dove si rinvencono depositi sedimentari da sabbiosi a limosi ad argillosi.
- La morfologia nel suo complesso è caratterizzata da un aspetto collinare con pendenze, in corrispondenza dell'installazione degli aerogeneratori, non superiori ai 15°.
- La falda di base è collocata ad una profondità compresa tra 40 e 70 metri dal piano di campagna.
- I comuni interessati sono stati classificati come appartenenti alla categoria 2B dalla D.G.R. Lazio 387 del 22.05.2009.
- Le opere previste in progetto non vanno ad interferire con aree di esondazione e/o in frana come individuate dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.

Nelle presente relazione è stata fornita anche una caratterizzazione fisico meccanica e sismica dei terreni di fondazione; in merito a ciò si tiene a precisare che si tratta di una caratterizzazione preliminare in quanto in questa fase di progetto definitivo non è stato possibile accedere ai siti ove è prevista l'installazione degli aerogeneratori.

I dati forniti non sono esaustivi ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione sismica e in fase esecutiva dovranno essere eseguite indagini puntuali secondo quanto previsto dalle NTC18 e dal Regolamento Regionale di cui alla DGR n. 189 del 13 aprile 2021 in funzione del livello di rischio sismico determinato in base alla zona sismica e alla classe d'uso dell'opera da realizzare secondo lo schema riportato nel suddetto regolamento.