

- biogas
- biometano
- eolico
- fotovoltaico
- efficienza energetica

Relazione Geologica

Progetto definitivo

Rifacimento dell'esistente impianto eolico di "Alia Sclafani"
 Comuni di Alia, Sclafani Bagni, Valledolmo (PA)
 Località "Serra Tignino – Serra Caverò"

N. REV. DESCRIZIONE
 a Emissione

ELABORATO
 Sicilwind s.r.l.

CONTROLLATO
 Asja Ambiente
 Italia S.p.A.

APPROVATO
 Sicilwind s.r.l.

IT/EOL/E-REAL/PDF/A/RS/150-a
 26/06/2024

Via Ivrea, 70 (To) Italia
 T +39 011.9579211
 asja.tecnico@hyperpec.it

asja



Indice

1. Premessa.....	4
1.1 Caratteristiche Generali del Progetto.....	4
2. Riferimenti normativi.....	5
3. Inquadramento geografico.....	6
4. Regime Vincolistico	7
5. Geologia dell'area e Stratigrafia	7
5.1 Breve introduzione tettono-stratigrafica	7
5.2 Descrizione litostratigrafica delle unità presenti nell'area vasta.....	8
5.3 Successione Stratigrafica Locale.....	10
5.3.1 Sottostazione Elettrica SSEU	10
5.3.2 Aerogeneratore RAL01	11
5.3.3 Aerogeneratore RAL02	11
5.3.4 Aerogeneratore RAL03	11
5.3.5 Aerogeneratore RAL04	12
5.3.6 Aerogeneratore RAL05	12
5.3.7 Aerogeneratore RAL06	12
5.3.8 Aerogeneratore RAL07	13
5.3.9 Aerogeneratore RAL08	13
5.3.10 Aerogeneratore RAL09.....	13
5.3.11 Aerogeneratore RAL10.....	14
5.3.12 Aerogeneratore RAL11.....	14
5.4 Caratterizzazione litologica e geotecnica	14
5.4.1 Sottostazione Elettrica SSEU	14
5.4.2 Aerogeneratori RAL01/02/03/04/05/06.....	15
5.4.3 Aerogeneratori RAL07/08/09/10/11	16
5.5 Cenni sul Modello Geologico	17
6. Idrografia	18
7. Geomorfologia.....	19
7.1 Considerazioni sulla stabilità dei versanti.....	20
7.1.1 Analisi geomorfologica dei versanti di interesse.....	21
8. ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	25
9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	26
9.1 Pericolosità Sismica di Base	27
9.2 Pericolosità Sismica Locale	49
9.2.1 Sondaggio sismico tipo MASW MW1.....	52

9.2.2	Sondaggio sismico tipo MASW MW2.....	53
9.2.3	Sondaggio sismico tipo MASW MW3.....	54
9.2.4	Sondaggio sismico tipo MASW MW4.....	55
9.2.5	Sondaggio sismico tipo MASW MW5.....	56
9.2.6	Sondaggio sismico tipo MASW MW6.....	57
9.2.7	Sondaggio sismico tipo MASW MW7.....	58
9.2.8	Sondaggio sismico tipo MASW MW8.....	59
9.2.9	Sondaggio sismico tipo MASW MW9.....	60
9.2.10	Sondaggio sismico tipo MASW MW10	61
9.2.11	Sondaggio sismico tipo MASW MW11	62
10.	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	63
11.	NOTE CONCLUSIVE.....	64

1. Premessa

La Società Asja Ambiente Italia S.p.A., con sede legale a Torino in Corso Vinzaglio n.24, intende realizzare l'integrale rifacimento dell'esistente impianto eolico denominato "Alia Sclafani", ubicato in provincia di Palermo nei comuni di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo.

Il progetto costituisce modifica dell'impianto eolico in esercizio e nello specifico consisterà nella rimozione e dismissione dei 30 aerogeneratori V52-850kW, e nella loro sostituzione con un numero inferiore di aerogeneratori di nuova generazione più performanti. Sulla base delle innovazioni tecnologiche ed al fine di migliorare l'efficienza impiantistica e le prestazioni ambientali, si prevede l'installazione di n. 11 aerogeneratori caratterizzati da un rotore pari a 138 m., un'altezza mozzo di 115 m. e una potenza unitaria pari a 5,0 MW, per una potenza complessiva installata pari a 55 MW."

La presente relazione, redatta su incarico della società proponente, riferisce sulle risultanze di uno studio di natura geologica a supporto del progetto definitivo; lo studio è finalizzato alla definizione delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area di progetto, attenzionando, in particolare, la presenza di eventuali pericolosità geologiche e/o geomorfologiche nonché la compatibilità tra l'assetto geologico l.s. del sottosuolo e le opere da realizzare.

Nello specifico verranno definiti, con riferimento agli areai di interesse, i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfogenetici e gli eventuali dissesti, in atto e potenziali, la loro tendenza evolutiva, la successione stratigrafica locale con definizione della genesi e distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione, fessurazione e degradabilità.

Per una prima caratterizzazione dei terreni di fondazione dal punto di vista geotecnico, sono stati presi in considerazione i dati delle indagini geognostiche già disponibili, eseguite in corrispondenza dei punti in cui sono ubicate le torri che saranno dismesse, adiacenti ai nuovi siti di progetto, nonché i dati derivanti anche da fonti bibliografiche; tali dati, infine, sono stati correlati con i risultati derivanti da una nuova campagna di indagini geofisiche consistente in n. 11 sondaggi sismici *tipo MASW* ubicati in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzate le nuove torri e che hanno permesso la caratterizzazione sismica del sottosuolo in corrispondenza delle future fondazioni.

Per i dettagli ed i risultati completi delle indagini sismiche eseguite in situ si rimanda alla specifica Relazione Geofisica.

1.1 Caratteristiche Generali del Progetto

La Società ha presentato a *e-distribuzione S.p.A.* (il Gestore) la richiesta di adeguamento della connessione esistente relativa ad un impianto eolico per una potenza in immissione di 60,125 MW e 17 kV in prelievo; alla richiesta è stato assegnato Codice di tracciabilità 355352114

In data 06/03/2024, il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG) alla Società Asja Ambiente Italia S.p.A.

Lo schema di connessione alla RTN, descritto nella STMG, prevede che l'impianto eolico debba essere allacciato alla rete AT con tensione nominale di 150 kV tramite il mantenimento della connessione esistente nella cabina primaria denominata SM Alia previa:

- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la cabina primaria Alia (ove dovrà essere realizzato uno stallo da 150 kV) e l'esistente stazione elettrica RTN di smistamento 150 kV denominata "Castronovo RT"

2. Riferimenti normativi

I riferimenti normativi per la redazione del presente studio geologico sono di seguito riportati:

- Deliberazione n. 81 del 24 febbraio 2022 - *"Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia"*
- D.P. n° 09/2021 - *"Approvazione delle Norme di Attuazione del PAI"*
- L. R. 13 agosto 2020 n°19 - *"Norme per il Governo del Territorio"*
- D.M. 17 Gennaio 2018 - *"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"*
- Circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014 - *"Studi Geologici per la redazione di strumenti urbanistici"*
- D.M. 14 Gennaio 2008 - *"Norme tecniche per le costruzioni"*
- Circolare 2 febbraio 2009, n° 617 - *"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni"*
- Norme Tecniche D.M. 11/03/1988 - *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 - *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."; modificata dall'O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005*
- Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19/12/2003 - *"Elenco dei comuni della Sicilia classificati sismici con i criteri della delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19 Dicembre 2003"*
- Legge regionale 6 aprile 1996, n.16 - *"Riordino della legislazione in materia forestale e di tutela della vegetazione"*.

3. Inquadramento geografico

La centrale eolica è costituita nell'insieme da n. 11 aerogeneratori disposti in corrispondenza dell'area di displuvio lungo una cresta montuosa che si snoda in direzione est-ovest. L'impianto si estende per una lunghezza complessiva di circa 5,0 km con gli aerogeneratori e gran parte del cavidotto di connessione, ubicati nell'area di confine tra il territorio comunale di Alia (PA) e quello di Sclafani Bagni (PA) e con un solo aerogeneratore ad interessare anche il territorio del comune di Valledolmo.

Dal punto di vista cartografico tutta l'area di interesse occupa la porzione meridionale della tavoletta I.G.M.I, in scala 1:25.000, denominata "Alia" (Fog. 259, Quadr. II, Orient. N.O.), mentre con riferimento alla cartografia regionale C.T.R in scala 1:10.000, tutti gli aerogeneratori ricadono all'interno della tavola 601020 denominata "Serra Tignino" e in misura marginale, per il solo tratto finale del cavidotto, è interessata anche la tavola 621010 "Alia".

A seguire si riportano le coordinate puntuali degli aerogeneratori:

Aerogeneratore	Coordinate Aerogeneratore UTM-WGS84 (Fuso 33)	
	Long. E (m)	Lat. N (m)
RAL 01	389.866	4.180.639
RAL 02	390.280	4.180.633
RAL 03	390.738	4.180.582
RAL 04	391.152	4.180.601
RAL 05	391.505	4.180.239
RAL 06	392.210	4.179.785
RAL 07	392.624	4.179.783
RAL 08	393.017	4.179.563
RAL 09	393.405	4.179.809
RAL 10	393.806	4.179.499
RAL 11	394.609	4.179.282

Tabella 2-1. Coordinate UTM Aerogeneratori

4. Regime Vincolistico

Relativamente al regime vincolistico di interesse tutti i manufatti in progetto, comprese le opere di connessione:

- non ricadono in aree individuate a *Pericolosità o Rischio Geomorfologico* nel P.A.I. della Sicilia;
- non ricadono in aree individuate a *Pericolosità o Rischio Idraulico* nel P.A.I. della Sicilia;
- non ricadono tra le aree censite come "*Siti di Attenzione*" della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico e Idraulico;
- non ricadono nella fascia di rispetto dai corsi d'acqua di 150 m. di cui alla L. 431/1985;

L'area interessata dall'intervento in progetto, altresì:

- **Risulta sottoposta** a vincolo idrogeologico di cui R.D. 3267/1923;
- **ricade** in Zona Simica 2, secondo la nuova classificazione delle zone sismiche in Sicilia (Decreto del Dirigente generale del DRPC Sicilia 11 marzo 2022, n. 64) per tutti i comuni interessati, Alia (cod. ISTAT 19082001), Sclafani Bagni (cod. ISTAT 19082069) e Valledolmo (cod. ISTAT 19082076).

5. Geologia dell'area e Stratigrafia

La caratterizzazione geologica della zona in esame è stata effettuata a partire da un rilevamento geologico di campagna, esteso ad una fascia più ampia degli areali di progetto, integrando le osservazioni ricavate dal rilievo di superficie sia con le osservazioni su fronti di scavo e tagli naturali del terreno nelle immediate vicinanze sia con i dati di letteratura.

Al fine di inquadrare l'area in esame, nel contesto più vasto dei terreni affioranti in zona, sarà fatto un breve cenno sulla serie geologica locale e su alcuni aspetti strutturali.

5.1 Breve introduzione tettono-stratigrafica

La Sicilia occupa un settore del Mediterraneo centro-occidentale e rappresenta, dal punto di vista geologico, un segmento del sistema alpino che si sviluppa lungo il limite di placca Africa-Europa. Questo segmento di catena collega le Maghrebidi africane con l'Appennino meridionale, attraverso il cuneo di accrezione della Calabria. La catena ed il suo prolungamento sommerso occidentale e settentrionale si estendono dal blocco sardo attraverso la Sicilia, fino al settore ionico-pelagiano ed in parte sono affioranti nel Mar Tirreno centro-meridionale.

L'area vasta è un segmento della catena Appennino-Maghrebide, un vasto edificio tettonico strutturato a falde di ricoprimento con diversi elementi tettonici e strutturali derivati da traslazione, deformazione e ricoprimento di terreni originariamente provenienti da diversi domini paleogeografici. Tali domini sono rappresentati dalla *Piattaforma Panormide*, dal *Bacino Imerese*, dalla *Piattaforma Trapanese* e dal *Bacino Sicano* che nel Mesozoico, durante un regime tettonico distensivo, caratterizzavano il

marginale continentale africano. Fino all'Oligocene, tali domini furono caratterizzati da una sedimentazione prevalentemente di tipo carbonatico per poi evolvere in una facies bacinale torbiditica nella quale si depositò il Flysch Numidico.

Nell'area di intervento affiorano prevalentemente i terreni arenaceo-pelitici della formazione del Flysch Numidico ed i terreni argilloso-marnosi della formazione di Tavernola.

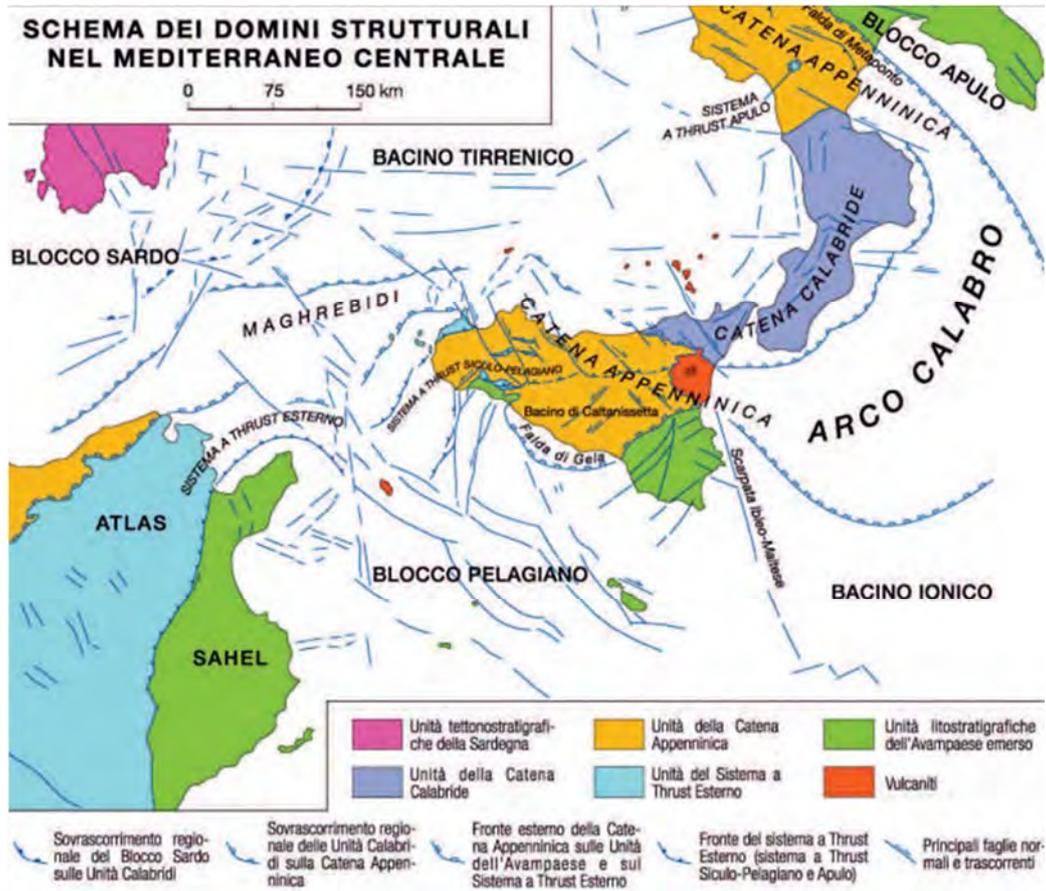


Figura 1 – Inquadramento della regione Sicilia nell'ambito dei domini strutturali nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al., 1994)

5.2 Descrizione litostratigrafica delle unità presenti nell'area vasta

I litotipi presenti nell'area sono di seguito elencati, dai più antichi ai più recenti:

A. *Complesso Pelitico Del Flysch Numidico* (Oligocene sup.)

Si tratta della formazione geologica maggiormente rappresentata, nell'area e in Sicilia in generale. Essa è costituita da un'alternanza monotona di argille silicee, siltiti argillose colore bruno tabacco scagliettate (FYN) e di quarzareniti o quarzosiltiti grigie a cemento siliceo, talora grossolane, organizzate in strati e banchi (FYN_a), che nella parte alta prevalgono sulle peliti. L'intervallo basale a prevalenza argillosa data all'Oligocene superiore, mentre quello quarzarenitico è assegnato

all'Aquitano-Burdigaliano. Verso l'alto le quarzareniti passano più o meno gradualmente a depositi prevalentemente pelitico-marnosi ascrivibili al Burdigaliano superiore–Langhiano. Il membro di Portella Colla, al quale gli affioramenti qui fanno parte, è datato all'Oligocene medio-superiore, ed è caratterizzato da alternanze di argilliti e arenarie argillose molto compatte e consistenti, talora scagliose, ritenute depositi bacinali esterni, strutturalmente più profondi.

B. *Complesso Pelitico – Formazione Tavernola* (Acquitano Sup. – Laghiano)

Tale complesso è costituito da marne e peliti grigio-verdastre intercalate a livelli arenacei centimetrici che si alternano a banchi di arenarie fini gialle o verdastre quarzose e ricche di granuli glauconitici; questa formazione si rinviene spesso in rapporto di paraconcordanza sulla sottostante formazione del Flynch Numidico, anche se i rapporti tra questa formazione e il più antico membro di Portella Colla della formazione del Flynch Numidico non sono sempre ben definibili, anche a causa degli effetti della tettonica gravitativa.

C. *Complesso Pelitico – Formazione Terravecchia* (Tortoniano Sup. – Messiniano Inf.)

La Formazione Terravecchia comprende sabbie grossolane con livelli conglomeratici, conglomerati rossastri e giallastri fluvio-deltizi ai quali seguono, spostandoci verso l'alto, areniti ed areniti pelitiche di piattaforma, arenarie torbiditiche, peliti, peliti sabbiose e marne argillose.

La formazione comprende, dal basso verso l'alto:

- Un membro conglomeratico (TRV-1), avente spessore di circa 250 metri;
- Un membro sabbioso (TRV-2), avente spessore massimo di circa 250 metri;
- Un membro pelitico (TRV-3), avente spessore massimo di 150-200 metri.

Il limite inferiore della formazione è discordante ed erosivo sui terreni del flysch numidico.

D. *Complesso Di Rocce Incoerenti* (Recente ed Attuale)

Tale complesso comprende alluvioni ghiaioso-sabbiose e sabbioso-limose e detriti di falda:

- *Alluvioni ghiaioso-sabbiose e sabbioso-limose*: si localizzano nelle aree di fondovalle con spessori variabili. Trattasi di depositi incoerenti sabbioso-ghiaiosi con subordinati lenti e livelli discontinui di limi e limi sabbiosi e depositi sabbioso-limosi con subordinati livelli di ghiaia. Presentano in genere un assetto lenticolare embriciato. I clasti hanno spigoli arrotondati con grado di arrotondamento variabile a seconda del materiale di provenienza e composizione litologica diversa da punto a punto in funzione delle formazioni litologiche affioranti nei rispettivi bacini imbriferi. Talora si osservano terrazzi alluvionali in ordini di diversa altezza rispetto agli alvei, con depositi analoghi a quelli delle alluvioni recenti.
- *Detrito di falda*: è costituito di elementi a spigoli vivi di dimensioni variabili, talora misti a terre rosse residuali. Accumuli detritici si localizzano, in particolare, a valle dei rilievi calcarei e gessosi della serie evaporitica.

- *Coltre eluvio-colluviale*: è costituita da depositi limoso-sabbiosi con una composizione variabile talora ricca in ghiaia e sabbia grossolana, prodotta dal dilavamento degli spessori sedimentari.

E. *Depositi Antropici* (Attuali)

L'intenso livello di antropizzazione ha fatto sì che talora gli affioramenti siano stati completamente oblitterati da secoli di attività umana (in prevalenza agricola) e siano stati coperti da uno spessore variabile (da pochi centimetri a circa 1,5 metri) di terreno incoerente, molto ricco in frammenti vegetali, dalle scarse proprietà geotecniche.

Come rappresentato nei paragrafi a seguire, dove verrà descritta la sequenza stratigrafica locale, lungo tutta l'area di interesse si riscontra un'alternanza di terreni appartenenti alle Formazioni Tavernola (TAV) e del Flysch Numidico (FYN); nello specifico dalle postazioni RAL01 a RAL04 i terreni di substrato afferiscono alla formazione di Tavernola, mentre da RAL 05 a RAL 10 si nota la presenza dei terreni numidici in superficie, sovrapposti tettonicamente alla Formazione Tavernola, la quale si riscontra a profondità comprese tra 4 e 13 metri di profondità.

5.3 Successione Stratigrafica Locale

L'analisi sulle risultanze delle indagini geognostiche eseguite nell'area, nell'ambito del vecchio progetto di costruzione dell'impianto Eolico "Alia Sclafani" (2007) in dismissione, unitamente alle indagini sismiche eseguite nell'ambito del presente progetto ed alla conoscenza dei luoghi da parte dello scrivente, hanno permesso di ricostruire le seguenti successioni litostratigrafiche puntuali degli areali di interesse:

5.3.1 Sottostazione Elettrica SSEU

- *Terreno antropico-agricolo*: Materiale di riporto incoerente costituito da sabbie limoso-argillose ricche in materiale organico dalle scarse proprietà geotecniche (spessore circa 0,5 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* poco consistenti ed alterate e Argille sabbiose ed argille limose di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro-grigiastro, consistenti e poco alterate. (spessore 9 – 14 metri);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate.

5.3.2 Aerogeneratore RAL01

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 1,30 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal marrone chiaro al marrone scuro, poco consistenti e molto alterate (spessore circa 2,40 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, consistenti e poco alterate (spessore circa 5,80 m);
- *Sabbie e sabbie argillose* di colori che vanno dal nocciola al beige, molto addensate con intercalati livelli di arenarie (spessore circa 1 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito).

5.3.3 Aerogeneratore RAL02

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 1,30 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore marrone-marrone scuro, poco consistenti e rimaneggiate. (spessore circa 1,10 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, poco consistenti, poco plastiche e poco alterate (spessore circa 5,20 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, consistenti e poco alterate. (spessore circa 6 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito).

5.3.4 Aerogeneratore RAL03

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,6 m);
- *Argille ed argille limose* di colore variabile dal marrone scuro al bruno-grigiastro-nerastro, poco consistenti, poco plastiche e molto alterate (spessore 3,40 m);
- *Sabbie e sabbie argillose* di colori che vanno dal nocciola al beige, molto addensate e con intercalati livelli di arenarie (spessore 5,60 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose*, molto tenaci (spessore 1 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore 1,40 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al grigiastro, molto tenaci e a luoghi disgregati dal carotaggio (spessore indefinito).

5.3.5 Aerogeneratore RAL04

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,7 m);
- *Argille ed argille limose* di colore variabile dal marrone scuro al bruno-grigiastro-nerastro, poco consistenti, poco plastiche e molto alterate. (spessore circa 2,50 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro-grigiastro consistenti e poco alterate (spessore circa 7,20 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito).

5.3.6 Aerogeneratore RAL05

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,5 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, poco consistenti e molto alterate (spessore circa 1,50 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro-grigiastro, consistenti e poco alterate, con intercalati livelli di arenarie quarzose carotate in frammenti. (spessore circa 2,00 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate, con intercalati livelli quarzatici grigiastri disgregati dal carotaggio. (spessore indefinito).

5.3.7 Aerogeneratore RAL06

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,5 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal marrone-marrone scuro-nerastro al marrone chiaro-beige, poco consistenti e molto alterate (spessore 1,20 m);
- *Sabbie e sabbie argillose* di colori che vanno dal nocciola al beige, molto addensate e con intercalati livelli di arenarie (spessore circa 3,80 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose*, molto tenaci (spessore circa 2,50 m);
- *Sabbie e sabbie argillose*, molto addensate e con intercalati livelli di arenarie (spessore circa 3,30 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose*, molto tenaci (spessore circa 1,70 m);
- *Argille, marne ed argilliti*, integre ed inalterate (spessore circa 0,5 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose*, molto tenaci (spessore indefinito).

5.3.8 Aerogeneratore RAL07

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,4 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, rimaneggiate (spessore circa 1,60 m);
- *Argille sabbiose ed argille limo-sabbiose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro-grigiastro, poco consistenti e molto alterate. (spessore circa 2,20 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate, con intercalati livelli quarzatici grigiastri disgregati dal carotaggio. (spessore indefinito).

5.3.9 Aerogeneratore RAL08

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,4 m);
- *Argille ed argille limose localmente sabbiose* di colore variabile dal marrone scuro al bruno-grigiastro-nerastro, poco consistenti e molto alterate. (spessore circa 3,40 m);
- *Argille sabbiose e sabbie argillo-limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro-grigiastro, consistenti e poco alterate, con intercalati livelli di arenarie carotate in frammenti (spessore circa 4,70 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose* di colore nocciola-grigiastro, molto tenaci a luoghi disgregate dal carotaggio (spessore circa 1,90 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate, con intercalati livelli quarzatici grigiastri disgregati dal carotaggio. (spessore indefinito).

5.3.10 Aerogeneratore RAL09

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 1,0 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, poco consistenti e molto alterate (spessore circa 2,00 m);
- *Sabbie e sabbie argillose* di colori che vanno dal nocciola al beige, molto addensate e con intercalati livelli di arenarie. (spessore circa 2,50 m);
- *Quarzareniti ed arenarie quarzose* di colore nocciola-grigiastro, molto tenaci a luoghi disgregate dal carotaggio (spessore circa 1,10 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito).

5.3.11 Aerogeneratore RAL10

- *Terreno vegetale e suolo agrario* (spessore circa 0,4 m);
- *Argille sabbiose ed argille limose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, poco consistenti, poco plastiche e molto alterate (spessore circa 2,40 m);
- *Argille sabbiose ed argille limo-sabbiose* di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro-grigiastro, consistenti e poco alterate. (spessore circa 4,00 m);
- *Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti*, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito).

5.3.12 Aerogeneratore RAL11

- *Terreno agricolo e porzione alterata*: Materiale incoerente costituito limi sabbioso-argillosi materiale organico dalle scarse proprietà geotecniche (spessore circa 3,8 m);
- *Argilliti e sabbie argillose alterate* (spessore circa 15 m)
- *Argille, argille marnose*, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indeterminato)

5.4 Caratterizzazione litologica e geotecnica

Le norme tecniche sulle costruzioni attualmente vigenti definiscono il *modello geotecnico* come uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

Le considerazioni relative alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni interessati dall'intervento, sono frutto di varie fasi di lavoro quali: l'osservazione diretta delle caratteristiche geolitologiche dei terreni, l'acquisizione di dati su litotipi aventi caratteristiche simili ai terreni indagati.

5.4.1 Sottostazione Elettrica SSEU

Le caratteristiche geotecniche dei terreni che caratterizzano lo strato di fondazione sono state desunte dalle risultanze delle prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati estratti dai carotaggi eseguiti nel 2005 per la progettazione dell'impianto Eolico di Alia Sclafani:

Le caratteristiche geotecniche degli strati suddetti possono essere così sintetizzate:

- *Strato 1 – Terreno vegetale* (spessore 0,5 metri).
- o Non caratterizzato

- Strato 2 – Argille sabbiose ed argille limose di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, poco consistenti e molto alterate. (spessore compreso tra 3,5 e 8,5 metri).
 - Peso unità di volume = 1,9 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 1,7 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 21°

- Strato 3 – Argille sabbiose e sabbie argilloso-limose di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, consistenti e poco alterate, con intercalati sottili livelli di arenarie carotate in frammenti. (spessore variabile fino a 11,0 metri).
 - Peso unità di volume = 2,0 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 2,3 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 24°

- Strato 4 – Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito)
 - Peso unità di volume = 2,10 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 4,7 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 18°

5.4.2 Aerogeneratori RAL01/02/03/04/05/06

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione sono state desunte dalle risultanze delle prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati estratti dai carotaggi eseguiti nel 2005 per la progettazione dell'impianto Eolico di Alia Sclafani:

Le caratteristiche geotecniche dei strati suddetti possono essere così sintetizzati:

- Strato 1 – Terreno vegetale (spessore 0,4 – 1,80 metri).
 - Non caratterizzato

- Strato 2A – Argille sabbiose e sabbie argilloso-limose di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, consistenti e poco alterate, con intercalati sottili livelli di arenarie carotate in frammenti. (spessore compreso tra 5 e 6,70 metri).
 - Peso unità di volume = 2,0 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 2,3 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 24°

- Strato 2B – Argille sabbiose ed argille limose di colore variabile dal nocciola chiaro-beige al marrone-marrone scuro, poco consistenti e molto alterate. (spessore compreso tra 1,4 e 5,60 metri).
 - Peso unità di volume = 1,9 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 1,7 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 21°

- Strato 3A – Sabbie e sabbie argillose di colori che vanno dal marrone-nocciola al beige, molto addensate e con intercalati livelli di arenarie. Quarzareniti ed arenarie quarzose di colore grigiastro, molto tenaci a luoghi disgregati dal carotaggio.
 - **Arenarie e Quarzareniti**
 - Peso unità di volume = 2,5 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 5 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 45°
 - **Sabbie**
 - Peso unità di volume = 1,9 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 0,5 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 28°

- Strato 4 – Argille, argille marnose, marne debolmente sabbiose ed argilliti, di colore grigiastro scuro-azzurrognolo, con struttura scagliosa, molto consistenti, integre ed inalterate (spessore indefinito)
 - Peso unità di volume = 2,10 t/m³
 - Coesione non drenata (c') = 4,7 t/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 18°

5.4.3 Aerogeneratori RAL07/08/09/10/11

Le caratteristiche geotecniche dei terreni che caratterizzano lo strato di fondazione sono state desunte dalle risultanze delle prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati estratti dai carotaggi eseguiti nel 2005 per la progettazione dell'impianto Eolico di Alia Sclafani e nel 2017 per l'ampliamento dello stesso:

Le caratteristiche geotecniche degli strati suddetti possono essere così sintetizzati:

- Strato 1 – Terreno vegetale (spessore 0,8 – 1,60 metri).
 - Dati non presenti
- Strato 2 – Sabbie fini e sabbie fini limose scarsamente addensate (spessore compreso tra 7,20 e 6,40 metri).
 - Peso unità di volume = 18,5 kN/m³

- Peso unità di volume saturo = 26,42 kN/m³
- Coesione non drenata (c') = 10 kN/m²
- Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 28-29°

- Strato 3A – Arenarie quarzose molto addensate e con incipiente cementazione (spessore oltre 30 metri) che interessano gli aerogeneratori da RAL05 a RAL 09.
 - Peso unità di volume = 22,03 kN/m³
 - Peso unità di volume saturo = 26,91 kN/m³
 - Coesione non drenata (c') = 30 kN/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 43°
 - Coesione drenata (C_U) = 496,8 kN/m²

- Strato 3B – Argille con struttura scagliettata, tettonizzata, consistente in strati di arenaria quarzosa con incipiente cementazione (spessore oltre 30 metri) che interessano gli aerogeneratori RAL10 e RAL11.
 - Peso unità di volume = 22,68 kN/m³
 - Peso unità di volume saturo = 26,82 kN/m³
 - Coesione non drenata (c') = 25 kN/m²
 - Angolo di resistenza al taglio non drenato (ϕ') = 26 °
 - Coesione drenata (C_U) = 706 kN/m²
 - Modulo edometrico = 2,2 kN/m²

5.5 Cenni sul Modello Geologico

Come evidenziato nell'inquadramento geologico generale, con riferimento all'areale d'indagine, è sostanzialmente possibile individuare un unico modello geologico costituito da uno stato di copertura, riferibile essenzialmente a terreni di copertura olocenici eluvio-colluviali o alle stesse litologie di substrato alterate e il substrato stesso di natura prevalentemente pelitico-sabbiosa.

Con riferimento a quanto disposto dall'allegato D della Circolare 3/DRA del 20.06.2014, pertanto, è stata effettuata la seguente discretizzazione:

- **COPERTURA**

Depositi Eluvio-Colluviali - TIPO G2c

Livello di copertura riferibile prevalentemente a depositi eluviali e colluviali ed alla porzione superficiale alterata e variamente scompaginata del substrato, spesso pedogenizzati ed ad uso agricolo; si tratta di un orizzonte a comportamento essenzialmente coerente costituito da frammenti e clasti lapidei, con dimensioni estremamente variabili, immerse in una matrice pelitica, con spessori massimi di 2 metri.

- **SUBSTRATO**

Sedimenti A Grana Medio-Fine (areniti, argille ed arenarie)

Successioni con alternanza di litotipi in prevalenza argillosi e litotipi lapidei (areniti e rocce calcaree) (B4)

Successioni con alternanza di litotipi differenti (B3).

Sabbie cementate (G3)

6. Idrografia

L'assetto idrografico dell'area oggetto di studio appare chiaramente essere il risultato dell'interazione tra le caratteristiche idrodinamiche delle litologie affioranti ed in sottosuolo, e dell'assetto morfologico dell'area.

Gli areali di impianto interessati direttamente dall'installazione degli aerogeneratori e delle relative pertinenze, non risultano interferire direttamente con il reticolo idrografico, in quanto localizzati nei pressi di uno spartiacque superficiale; inoltre non sono presenti impluvi che interferiscono con il cavidotto di progetto.

L'areale d'indagine è caratterizzato da dorsali alto-collinari, la cui conformazione geomorfologica è dettata dalla litologia del sottosuolo, di natura prevalentemente marnoso-flyschoidale (Fm. di Tavernola e Fm. del Flysch Numidico). La principale vetta dell'area è il *Monte Castellazzo*, caratterizzato da una litologia arenacea ed è ubicato nei pressi degli aerogeneratori RAL10 e RAL11.

L'area di progetto praticamente ricade tutta all'interno del bacino idrografico del Fiume Torto (Rif. P.A.I. 031).

La SSEU e gli aerogeneratori RAL01, RAL02, RAL03, RAL04, RAL 06, RAL07 e RAL09 sono ubicati presso lo spartiacque tra i sottobacini del *Fosso Gulfa* e del *Vallone Succhiecchi* ma ricadono all'interno del sottobacino del Torrente Succhiecchi (affluente in destra idrografica del fiume Torto). Gli aerogeneratori RAL08 e RAL10 sono ubicati all'interno del bacino del Fiume Torto, il quale nasce a valle di Serra Tignino, ubicata tra RAL09 e RAL10 e che scorre verso Sud-Ovest con il nome di *Torrente Gian Iacopo*; il fiume prende il nome di Torto immediatamente a valle della confluenza tra il Vallone Gian Iacopo e la Valle Fiasconaro.

L'aerogeneratore RAL11 è ubicato lungo lo spartiacque tra il bacino del fiume Torto (031) e il bacino del fiume Imera Settentrionale (032).

Dall'analisi dei reticoli idrografici segnalati sulle carte CTR della Regione Siciliana e sulle carte IGM non risultano interferenze con il tracciato del cavidotto in progetto.

7. Geomorfologia

La morfologia dell'area è il risultato delle azioni combinate di diversi processi sia endogeni che esogeni; i processi endogeni sono rappresentati essenzialmente dalla tettonica, che ha determinato la giacitura degli strati rocciosi e la formazione di superfici di dislocazione con il conseguente controllo della morfologia.

L'aspetto dell'area in esame, classificata per quanto riguarda i fenomeni sismici di II categoria, è strettamente connesso agli effetti delle fasi orogenetiche che l'hanno interessata nelle varie età, a cui si è aggiunto il modellamento da parte degli agenti atmosferici, espletatosi ad opera delle acque corrive, della gravità, degli agenti chimici e condizionato peraltro dall'attività antropica.

L'assetto geostratigrafico e geostrutturale, ha infatti controllato e condizionato la morfogenesi dei rilievi a partire dalla loro emersione, caratterizzandone la conformazione del profilo topografico in forma di ripiani intermedi, sporadicamente interrotti da versanti regolarizzati relativamente brevi.

La configurazione geomorfologica dell'area di studio è stata plasmata, oltre che da fattori tettonico-strutturali e climatici anche dalle caratteristiche litologiche del sottosuolo, ed in particolare dalla presenza di terreni più o meno coerenti:

- Laddove affiorano i terreni prevalentemente argillosi, marnosi e sabbiosi delle formazioni di Tavernola e del Flysch Numidico l'area è caratterizzata da rilievi collinari dolci con versanti da scarsamente a mediamente acclivi e un reticolo idrografico complesso e ben sviluppato e forme di dissesto superficiale.
- Le aree caratterizzate dalla presenza delle arenarie e delle quarzareniti della Formazione del Flysch Numidico invece, solitamente, si presentano più acclivi e con una morfologia accidentata.

In generale, sotto il profilo della dinamica geomorfologica, l'agente attivo che influenza maggiormente il territorio è quello di tipo fluvio-denudazionale, intendendo quello dovuto all'azione delle acque meteoriche in tutti gli aspetti conseguenti allo scorrimento delle acque selvagge e delle acque incanalate e si differenzia a seconda dei litotipi su cui agisce, in funzione del diverso grado di alterabilità fisica e chimica delle rocce e del loro diverso grado di erodibilità.

L'area oggetto di studio, in virtù delle sue caratteristiche litologiche, risulta affetta dai processi morfogenetici in modo disomogeneo, data la propensione all'erosione da parte dei terreni argilloso-marnosi mentre i terreni di natura arenacea si presentano più propensi ad un modellamento di tipo gravitativo, influenzato in particolar modo dall'assetto tettonico (quindi dall'orientazione dei sistemi di fratturazione rispetto al versante) e dalla pendenza del versante.

L'attuale configurazione morfologica del territorio di studio consiste in una zona di alta collina con deboli pendenze nel versante settentrionale che diventano più marcate nel versante meridionale, caratterizzato dalla presenza dell'asta fluviale del Fosso Gulfa, il quale scorre con direzione N.E.-SSW circa 500 metri a sud del costruendo impianto. Le pendenze più significative nel versante

settentrionale dell'area d'indagine si hanno in corrispondenza dei terreni a nord dei futuri aerogeneratori RAL08, RAL09 e RAL 10, laddove è presente una incisione fluviale di un affluente in sinistra idrografica del *Vallone di Tratta*.

L'area oggetto del presente studio, per le sue caratteristiche morfologiche, oltre che litologico-strutturali, non appare significativamente influenzata dal modellamento delle acque superficiali. Nonostante l'area vasta presenti una morfologia tipicamente alto-collinare con pendenze frequentemente superiori a 10°, le aree di installazione degli aerogeneratori risultano ubicate nei pressi della zona di cresta, laddove la pendenza rientra prevalentemente nelle classi comprese tra 5° e 10°, più raramente tra 10° e 15°.

Le acque superficiali esercitano una azione limitata sui versanti e infatti sono poco frequenti i fenomeni di erosione e di dissesto ad essa collegati, anche in corrispondenza dei versanti con pendenze più elevate.

L'azione della gravità influisce in maniera decisamente più importante sul territorio a causa delle morfologie da moderatamente acclivi ad acclivi ed i fenomeni che si osservano nelle aree limitrofe sono legati a deformazioni superficiali lente e colamenti nei terreni marnoso-argillosi e a crolli nei terreni di natura arenacea.

Ai modellamenti naturali bisogna inoltre, localmente, aggiungere il modellamento antropico dal quale non è possibile prescindere in quanto i suoi effetti morfogenetici, sia in senso negativo che positivo, sono spesso considerevoli.

7.1 Considerazioni sulla stabilità dei versanti

Come già accennato gli aerogeneratori sono tutti posizionati in prossimità di un'area di spartiacque che digrada in maniera costante nelle direzioni Nord - Nord Est e Sud – Sud Ovest, rispettivamente con una pendenza media di circa 10-15° e maggiore di 25°.

La cartografia PAI riporta poche aree in dissesto attivo nelle zone limitrofe, tutte di tipo gravitativo con meccanismi a deformazione superficiale lenta, colamenti e crolli.

In particolare si elencano le aree in dissesto più prossime agli aerogeneratori in progetto:

- *Dissesto cod. 031-6AL-063* (ubicato in località Portella Legnaioli Nord Ovest), tipo "Deformazione Superficiale lenta" in stato attivo, pericolosità P2, ubicato circa 28 metri a nord dell'aerogeneratore RAL02.
- *Dissesto cod. 031-6AL-064* (ubicato in località Portella Legnaioli Nord), tipo "Deformazione Superficiale lenta" in stato attivo, pericolosità P2, ubicato circa 170 metri a nord ovest dell'aerogeneratore RAL04.
- *Dissesto cod. 031-6AL-066* (ubicato in località Cozzo Pignato Nord Ovest), tipo "Crollo e/o ribaltamento" in attività, pericolosità P3, ubicato circa 50 metri a sud-est dell'aerogeneratore RAL06.

- *Dissesto* cod. 031-6AL-067 (ubicato in località Cozzo Pignato Nord Ovest), tipo "Dissesti dovuti ad erosione accelerata" in stato non attivo, pericolosità P3, distante circa 65 metri direzione sud-est dell'aerogeneratore RAL06.
- *Dissesto* cod. 031-6SB-062 (ubicato in località Serra Tignino Sud), tipo "Crollo e/o ribaltamento" in attività, pericolosità P3, distante circa 106 metri a est dell'aerogeneratore RAL10.
- *Dissesto* cod. 031-6SB-064 (ubicato in località M. Castellazzo Sud), tipo "Crollo e/o ribaltamento" in attività, pericolosità P3, distante circa 290 metri ad ovest dell'aerogeneratore RAL11.
- *Dissesto* cod. 031-6SB-070 (ubicato in località M. Castellazzo Sud), tipo "Dissesti dovuti ad erosione accelerata", pericolosità P1, ubicato 301 metri a sud-ovest dell'aerogeneratore RAL11.

7.1.1 Analisi geomorfologica dei versanti di interesse

Nel presente paragrafo verranno analizzate più in dettaglio le aree in dissesto desunte dalla cartografia P.A.I. e/o rilevate durante i sopralluoghi ed i rilievi con drone, potenzialmente interferenti con le opere in progetto.

Dissesto 031-6AL-063

Per quanto concerne l'area in dissesto cod. 031-6AL-063 data la sua particolare ubicazione, appena 13 metri a nord della piazzola a servizio dell'aerogeneratore RAL02, essa rappresenta, nei fatti l'unica area in dissesto potenzialmente in grado di interferire con le future opere in progetto.

Le valutazioni di dettaglio hanno visto una iniziale analisi storica, recente, effettuata mediante comparazione delle ortofoto satellitari disponibili nel periodo da 2006 al 2023. L'analisi (Figg. 2 e 3) mostra come almeno sino al 2011 sia presente un'area leggermente ribassata in corrispondenza dell'impluvio in approfondimento che scorre verso N.E.; nelle ortofoto relative agli anni successivi, non risulta più visibile alcuna evidenza morfologica di dissesto, con l'areale regolarmente oggetto delle annuali attività agricole (Fig. 4). Sia durante i rilievi con drone che nei sopralluoghi effettuati in occasione del corrente progetto, non sono state rilevate evidenze circa la presenza di un'area in dissesto, comunque obliterate dalla vegetazione.

La stessa descrizione contenuta nella scheda P.A.I. classificando il dissesto come "Deformazione Superficiale lenta" indica, in ogni caso, un chiaro riferimento alla sola coltre di copertura superficiale, resta imprescindibile comunque una attenta gestione delle acque di scarico delle future aree di progetto, che non dovranno in alcun modo essere riversate nella suddetta area.



Figura 2 – Ortofoto satellitare (tratta da Google Earth – anno 2006) dell'area classificata come in dissesto attivo PAI con cod. 031-6AL-063.



Figura 3 – Ortofoto satellitare (tratta da Google Earth – anno 2011) dell'area classificata come in dissesto attivo PAI con cod. 031-6AL-063.



Figura 4 – Ortofoto satellitare (tratta da Google Earth – anno 06/2023) dell’area classificata come in dissesto attivo PAI con cod. 031-6AL-063.

Dissesti 031-6AL-066 e 031-6AL-067

Relativamente al dissesto identificato con cod. 031-6AL-066 esso, come indicato nella stessa cartografia P.A.I., è riferibile a *fenomeni di crollo al crollo* di un modesto affioramento arenaceo che data la particolare ubicazione, a valle della piazzole del futuro aerogeneratore RAL06 non parrebbe poter interferire con i manufatti in progetto, così come la stessa area cod. 031-6AL-067 essendo classificata come “quiescente” ed essendo essenzialmente riferibile a *fenomeni di colamenti* dei detriti provenienti dal crollo della suddetta parete arenacea.

Area Aerogeneratore RAL07

Particolare attenzione, invece, va posta sull’areale appena a nord del futuro aerogeneratore RAL07; nell’area il versante digrada, con valori di pendenza compresi tra 10° e 25° e presenta una conformazione morfologica con presenza di gibbosità e rotture di pendenza ben evidenti sia nelle foto aeree da drone che nelle ortofoto satellitari relative al periodo 2017 (Figg. 5 e 6), indicative di movimenti in atto che, seppur superficiali, potenzialmente possono coinvolgere la piazzola a servizio dell’aerogeneratore. Poiché tali movimenti, in passato, non risultano aver creato danni alla viabilità esistente a servizio dell’attuale parco eolico, si ritiene che gli effetti di tali movimenti, a monte, siano

molto limitati e che il dissesto coinvolga, appunto, solo le porzioni più superficiali del versante. Tale area, in ogni caso, in fase di progettazione esecutiva, dovrà essere oggetto di specifica attenzione sia in termini di regimentazione delle acque, che di stabilità delle future strutture.



Figura 5 – Foto da drone della futura area aerogeneratore di progetto RAL 07



Figura 6 – Ortofoto satellitare della futura area aerogeneratore di progetto RAL 07

8. ASPETTI IDROGEOLOGICI

Nell'area non sono stati identificati complessi idrogeologici estesi in quanto nel flysch numidico, data la natura impermeabile dei livelli pelitici e la presenza di intercalazioni e/o strati sabbiosi permeabili non continui spazialmente, non favorisce la presenza di complessi idrogeologici molto estesi; tuttavia, è registrata la presenza di falde acquifere sospese nei livelli/strati a natura sabbioso/arenacea, misurate prevalentemente tra i -5,00 e i -9,00 metri di profondità da piano campagna.

I depositi detritici, litologicamente disomogenei ed anisotropi, possono essere considerati orizzonti a porosità primaria con permeabilità variabile, dotati di una rete molto fitta di vuoti intercomunicanti.

Tale situazione è indicativa della sostanziale differenza di permeabilità tra i due principali tipologie di substrato litologico, infatti dal punto di vista idrologico i terreni a prevalente componente arenaceo-sabbiosa presenti nell'area di progetto, presentano una discreta permeabilità per lo più primaria, mentre le argille e le argille limose, affioranti estesamente nell'area di interesse, presentano di base una permeabilità bassa o molto bassa.

Al fine di definire meglio le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti nelle aree di progetto, essi sono stati, a grandi linee, raggruppati in due classi in funzione del grado di permeabilità:

Classe I – Terreni a permeabilità Alta o Medio-alta

Si tratta essenzialmente di terreni caratterizzati da una buona Permeabilità di tipo Primario, per porosità, riconducibili prevalentemente a terreni sabbiosi e arenacei, con spessori fino a svariati metri anche in corrispondenza dell'area di impianto; risultano caratterizzati da una matrice sabbiosa, con presenza di clasti a composizione prevalentemente quarzosa, che conferisce ai litotipi, in genere, elevati valori di permeabilità per porosità primaria.

Classe II – Terreni a permeabilità bassa o molto bassa

Appartengono a questa seconda classe i terreni caratterizzati in prevalenza da una matrice di natura argillosa o marnoso-argillosa a scarsa permeabilità, riferibile in linea generale ai depositi delle formazioni di Tavernola e del Flysch Numidico che caratterizzano la quasi totalità dell'area di progetto.

9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il concetto di *pericolosità sismica* di un territorio nella normativa italiana è stato oggetto negli anni di numerose variazioni con l'approvazione, nel tempo, di diversi decreti ed ordinanze che, in pochi anni, hanno cambiato notevolmente i criteri di classificazione e quindi la definizione stessa di pericolosità sismica.

La classificazione sismica del territorio italiano fino al 2003 si basava su una serie di decreti del Ministero dei Lavori Pubblici, approvati tra il 1980 ed il 1984; secondo tali norme molte aree del territorio nazionale non erano classificate in quanto ritenute aree non-sismiche. A partire dall'O.P.C.M. n. 3274/03 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica*" la zonizzazione sismica è stata estesa a tutto il territorio nazionale.

L'ordinanza 3274/03, operando su base comunale, classificava l'intero territorio di un comune secondo 4 differenti gradi di pericolosità sismica in funzione dell'accelerazione massima attesa al suolo a_g (accelerazione orizzontale su un suolo di categoria A) con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni, come da figura seguente:

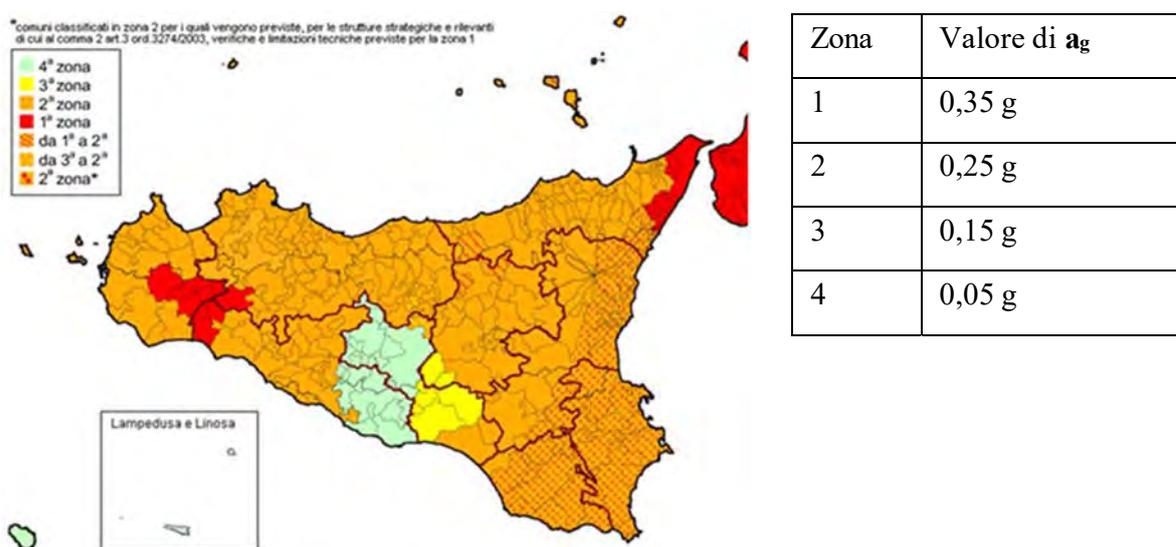


Figura 7 - Classificazione sismica comuni della Sicilia O.P.C.M. 3274/03

Tale impostazione, comunque innovativa, seppur con alcune modifiche e ridefinizioni dei criteri in alcune ordinanze successive (D.M. 159/2005 e O.P.C.M. 3519/06) rimane sostanzialmente immutata fino al D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".

Il D.M. 14/01/2008, solitamente indicato anche come NTC-2008, presentava alcune caratteristiche decisamente innovative per quanto riguarda il concetto di pericolosità sismica di un territorio, in particolare la definizione di 3 parametri sismici al posto del solo a_g , e la loro valutazione numerica in funzione delle coordinate geografiche del sito e della classe d'uso dei manufatti in progetto, non più quindi a scala comunale.

La nuova impostazione portava di fatto ad una chiara distinzione tra due diversi concetti:

- o la *Pericolosità sismica di base*
- o la *Pericolosità sismica locale*.

Le vigenti norme in materia di costruzione, le NTC 2018, entrate in vigore il 17/01/2018 sostanzialmente lasciano immutata questa impostazione.

9.1 Pericolosità Sismica di Base

La pericolosità sismica di base rappresenta, sostanzialmente, la probabilità che un evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito in relazione ad un terremoto standard di riferimento; in pratica fornisce i valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo (PGA - peak ground acceleration) riferite ad una situazione ideale con suolo rigido ed omogeneo ($V_s > 800$ m/s; categoria A nelle NTC 18).

Come accennato già con l'ordinanza O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 l'intero territorio italiano era stato riclassificato con l'individuazione di 4 categorie sismiche in funzione dei valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo riferite a suolo rigido ed omogeneo ($V_s > 800$ m/s) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e con periodo di ritorno di 495 anni; tale classificazione è stata successivamente oggetto di un aggiornamento su base regionale (Applicazioni dei criteri dell'Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n. 3519, Deliberazione della giunta Regionale 24/Febrero2022, n 81). Con il Decreto del Dirigente generale del DRPC Sicilia 11 marzo 2022, n. 64 è stata resa esecutiva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, redatta con i criteri dell'Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, la cui proposta è stata condivisa dalla Giunta Regionale con la Deliberazione 24 febbraio 2022, n. 81, tenendo conto delle rettifiche riportate d'ufficio riguardo ad alcuni comuni siciliani.

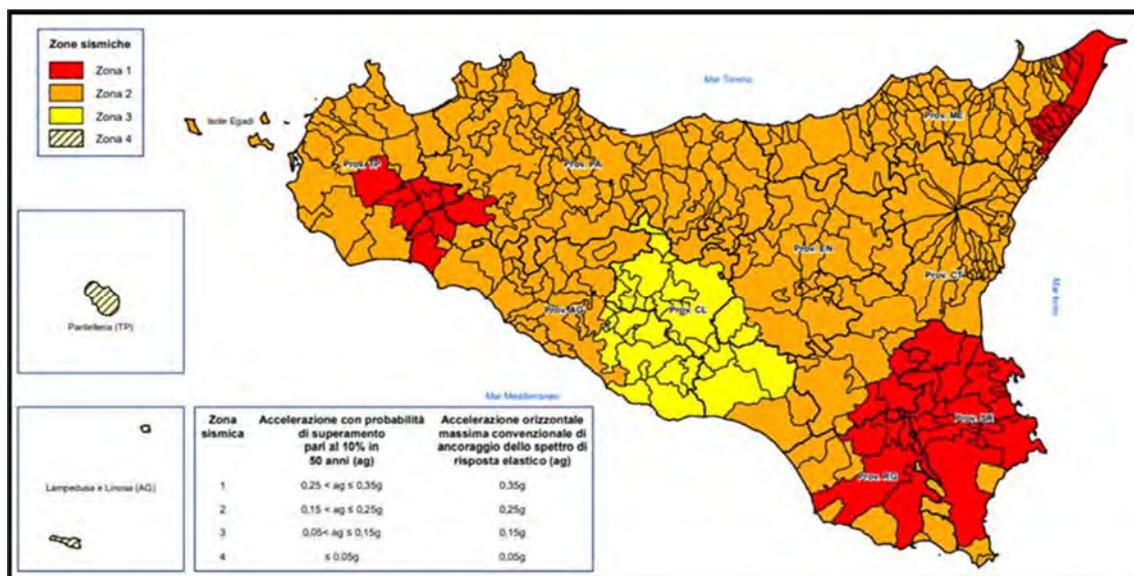


Figura 8 - Classificazione sismica comuni della Sicilia delib. della giunta Regionale 11/03/22, n. 64

In riferimento a tale macrozonazione sismica tutta l'area di progetto ricade in zona 2, ossia "Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti", con un'accelerazione orizzontale massima attesa pari a $a_g=0,25g$ e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni che risulta $0,15 \leq a_g \leq 0,25g$.

Nella nuova normativa, invece, poiché l'azione sismica viene definita facendo riferimento ad un reticolo i cui punti sono riportati in termini di latitudine e longitudine di fatto essa può presentare una discreta variabilità anche all'interno di uno stesso territorio molto ristretto; più nello specifico l'azione sismica viene definita in funzione dei parametri (a_g , F_o , T_c^*) che, secondo differenti tempi di ritorno (T_R), definiscono le forme spettrali e quindi la "pericolosità sismica di base" che assieme al fattore suolo (S), legato agli effetti di amplificazione locale (stratigrafica e topografica), andrà in definitiva a caratterizzare la "risposta sismica locale".

" [...] La pericolosità sismica (di base) è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_vR nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_vR , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_o , T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche."

Gli stati limite nei confronti dell'azione sismica, in relazione alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, si dividono in:

- **Stati limite di esercizio**
- *Stato Limite di Operatività (SLO);*
- *Stato Limite di Danno (SLD).*

- **Stati limite ultimi**
- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV);*
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).*

Per ciascuno degli stati limite considerati viene associata una probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} (Tab. 3.2.I. NTC 2018).

Per ogni valore di P_{V_R} viene calcolato il periodo di ritorno medio T_R di un evento avente quell'entità attraverso la seguente relazione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

L'elemento di conoscenza primario per la valutazione delle azioni sismiche in un determinato sito è pertanto rappresentato dalla "pericolosità sismica di base". Questa viene espressa, per ogni stato limite, in funzione della probabilità di superamento P_{V_R} in termini di spettro di risposta in accelerazione per un suolo di categoria A.

I parametri che identificano la pericolosità sismica di base sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono forniti dalla norma (NTC 2018), per diversi periodi di ritorno T_R , su tutto il territorio nazionale in un numero di punti che definiscono un reticolo di riferimento. Pertanto, per ogni punto del territorio nazionale è possibile individuare quattro punti del reticolo in modo da definire una maglia. I parametri sismici di tale punto si ottengono da quelli della maglia attraverso la seguente relazione:

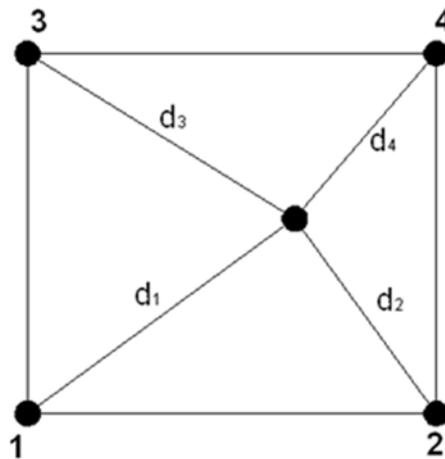
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

p : generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) da calcolare per il punto oggetto di studio;

d_i : distanza tra il punto oggetto di studio e l' i -esimo punto della maglia;

p_i : valore del generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) nell' i -esimo punto della maglia.



Con riferimento al vigente D.M. 17/01/2018 al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base occorre innanzitutto individuare le coordinate di sito, nella fattispecie tale operazione è stata effettuata tramite rilevatore satellitare (WGS 84) relativamente ai punti di installazione degli aerogeneratori di progetto:

- Lat. 37°76'64.52"N Long. 13°74'95.69"E (RAL1)
- Lat. 37°76'64.48"N Long. 13°75'42.69"E (RAL2)
- Lat. 37°76'60.43"N Long. 13°75'94.75"E (RAL3)
- Lat. 37°76'62.64"N Long. 13°76'41.72"E (RAL4)
- Lat. 37°76'30.44"N Long. 13°76'82.33"E (RAL5)
- Lat. 37°75'90.36"N Long. 13°77'63.03"E (RAL6)
- Lat. 37°75'90.67"N Long. 13°78'10.02"E (RAL7)
- Lat. 37°75'71.30"N Long. 13°78'54.95"E (RAL8)
- Lat. 37°75'93.92"N Long. 13°78'98.63"E (RAL9)
- Lat. 37°75'66.45"N Long. 13°79'44.60"E (RAL10)
- Lat. 37°75'47.83"N Long. 13°80'36.05"E (RAL11)

A partire da queste ultime coordinate, tramite il software SismoGIS versione 2023.05.1 sono stati ricavati i parametri a_g , F_0 , T_c^* per i vari periodi di ritorno T_R associati a ciascun Stato Limite, ipotizzando come tipologia un'opera ordinaria con $V_N = 50$ anni e classe d'uso I (Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli); risulta:

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.419	0.226
SLD	35	0.038	2.422	0.238
SLV	332	0.088	2.545	0.330
SLC	682	0.111	2.597	0.346

Tabella 1 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL01

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.420	0.226
SLD	35	0.038	2.423	0.238
SLV	332	0.088	2.545	0.330
SLC	682	0.111	2.597	0.346

Tabella 2 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL02

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.420	0.226
SLD	35	0.038	2.423	0.237
SLV	332	0.088	2.545	0.330
SLC	682	0.111	2.597	0.347

Tabella 3 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL03

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.420	0.226
SLD	35	0.038	2.423	0.238
SLV	332	0.088	2.545	0.330
SLC	682	0.111	2.597	0.347

Tabella 4 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL04

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.421	0.225
SLD	35	0.037	2.424	0.237
SLV	332	0.088	2.546	0.330
SLC	682	0.111	2.598	0.347

Tabella 5 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL05

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.421	0.225
SLD	35	0.037	2.425	0.237
SLV	332	0.088	2.547	0.331
SLC	682	0.111	2.598	0.348

Tabella 6 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL06

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.422	0.225
SLD	35	0.037	2.425	0.237
SLV	332	0.088	2.546	0.331
SLC	682	0.111	2.598	0.347

Tabella 7 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL07

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.422	0.225
SLD	35	0.037	2.425	0.237
SLV	332	0.088	2.547	0.331
SLC	682	0.110	2.598	0.348

Tabella 8 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL08

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_0 (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.422	0.225
SLD	35	0.037	2.425	0.237
SLV	332	0.088	2.545	0.331
SLC	682	0.111	2.597	0.347

Tabella 9 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL09

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_0 (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.422	0.225
SLD	35	0.037	2.426	0.237
SLV	332	0.088	2.547	0.331
SLC	682	0.110	2.598	0.348

Tabella 10 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL10

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_0 (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.035	2.422	0.225
SLD	35	0.037	2.426	0.237
SLV	332	0.087	2.547	0.331
SLC	682	0.110	2.599	0.348

Tabella 11 – Parametri sismici per l'aerogeneratore RAL11

Una volta valutati i parametri che definiscono la pericolosità sismica di base è possibile calcolare le ordinate spettrali degli spettri di risposta in accelerazione mediante le seguenti relazioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g F_0 \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g F_0 \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Dove:

F_0 : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2;

T_c : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro

$$T_c = T_c^*$$

T_B : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

$$T_B = \frac{T_c}{3}$$

T_D : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4.0 \frac{a_g}{g} + 1.6$$

Le forme spettrali così valutate vengono riportate per ogni stato limite nelle figure seguenti.

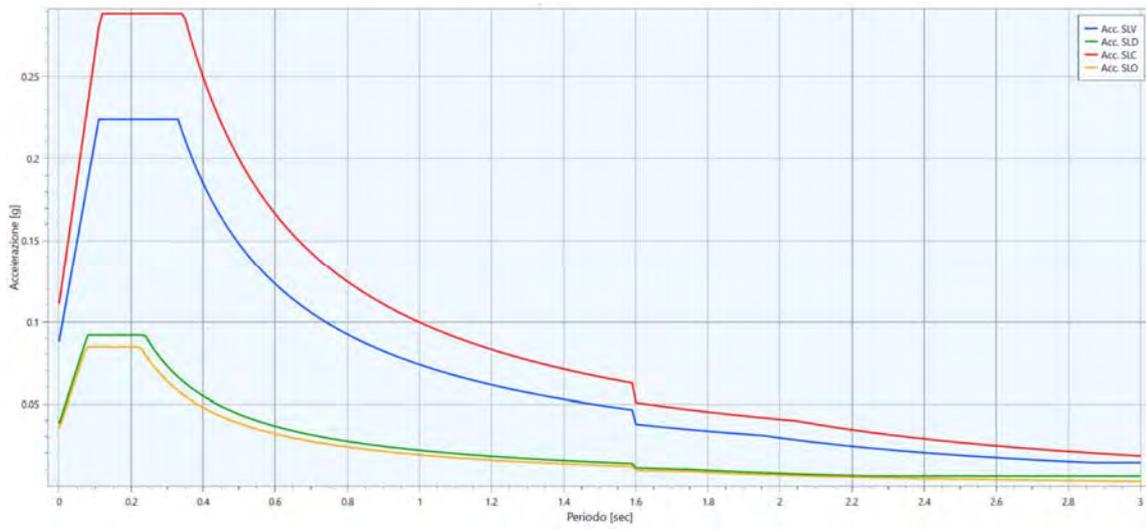


Figura 9 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL01.

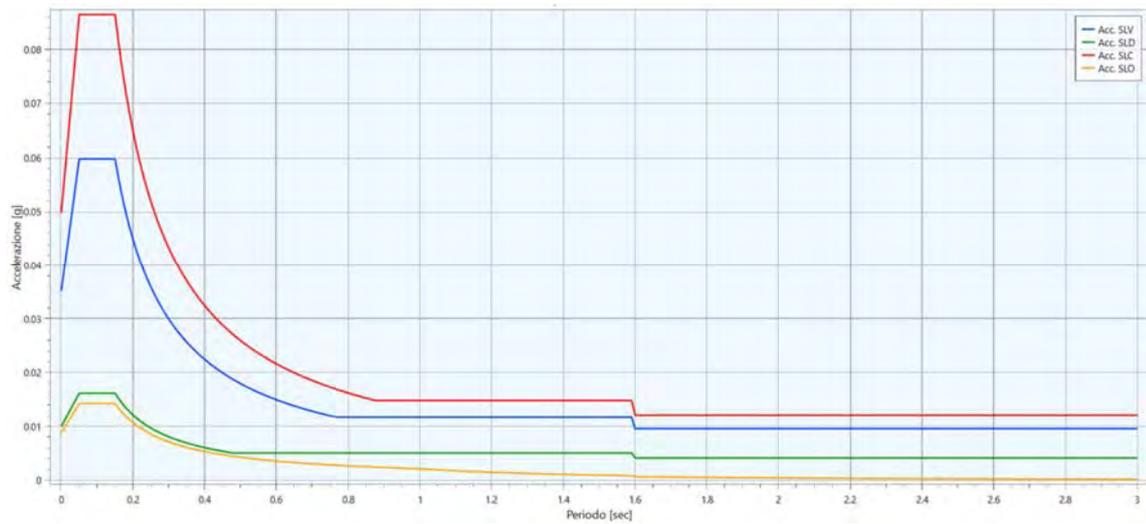


Figura 10 - Forme spettrali verticali per il sito RAL01.

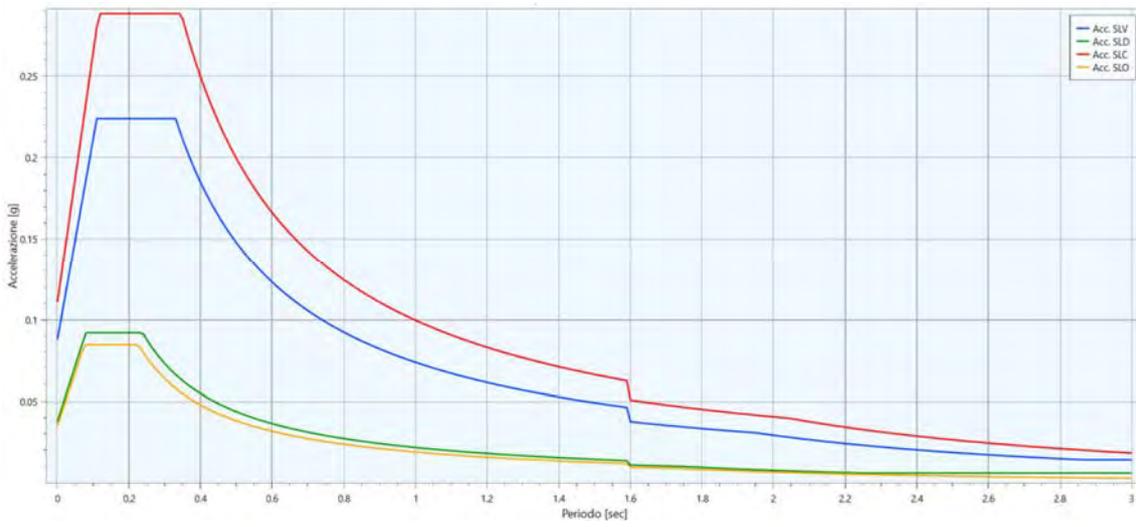


Figura 4 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL02.

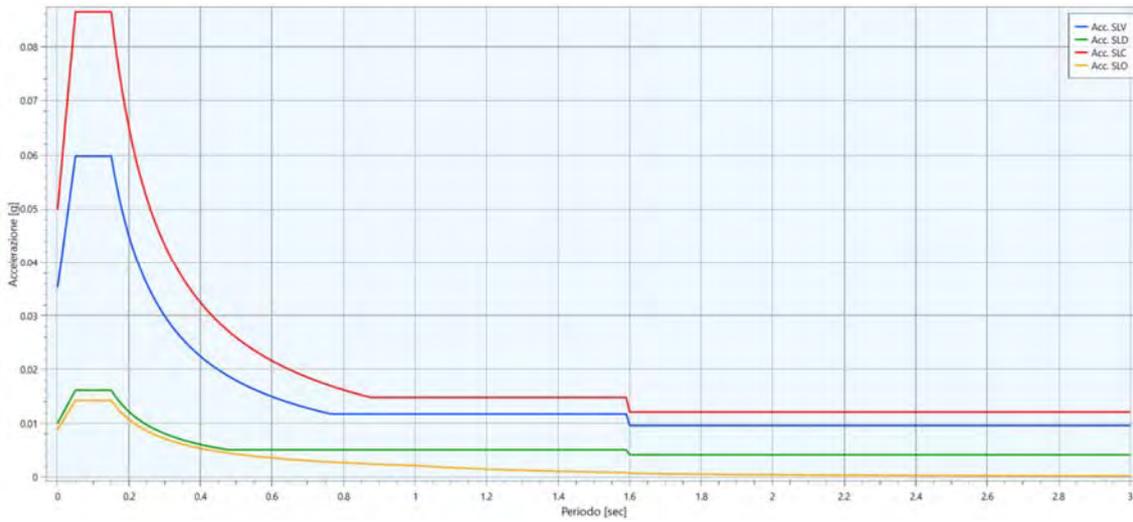


Figura 12 - Forme spettrali verticali per il sito RAL02.

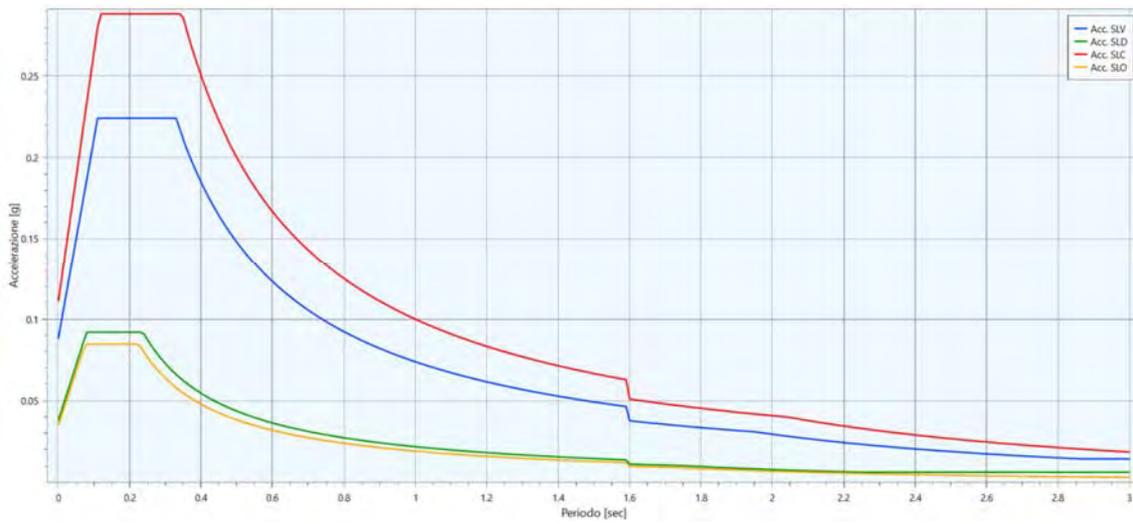


Figura 5 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL03.

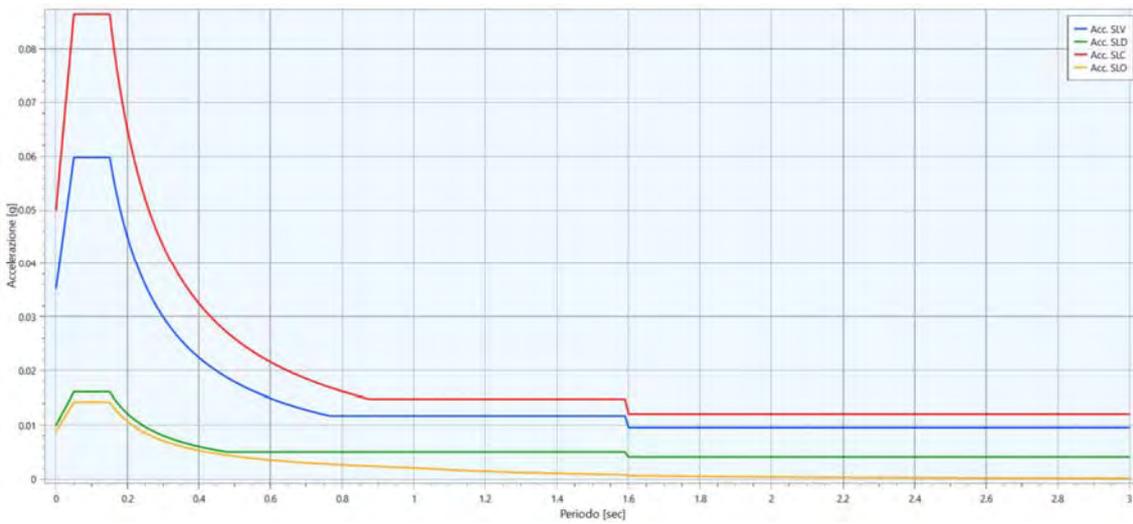


Figura 14 - Forme spettrali verticali per il sito RAL03.

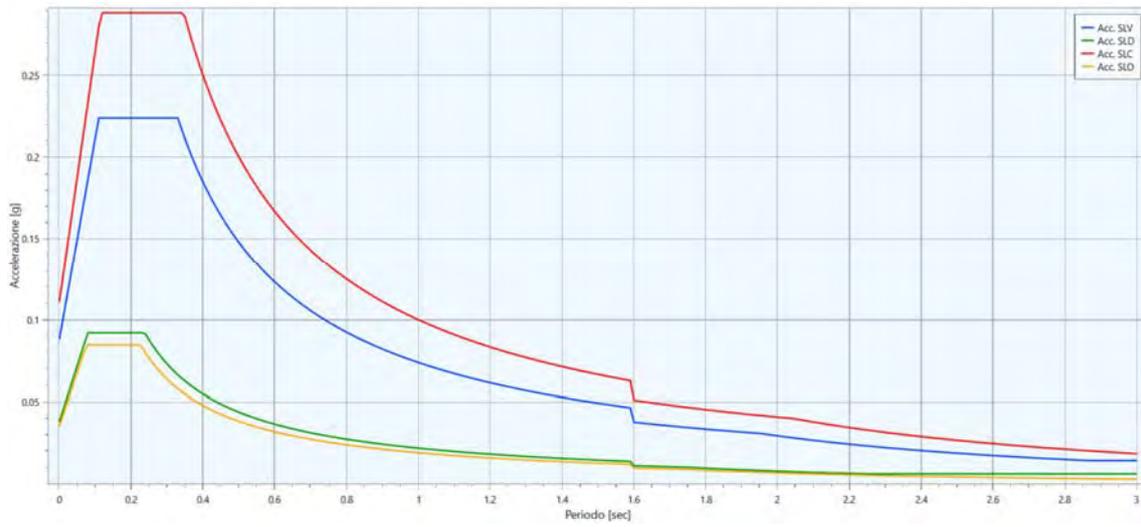


Figura 6 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL04.

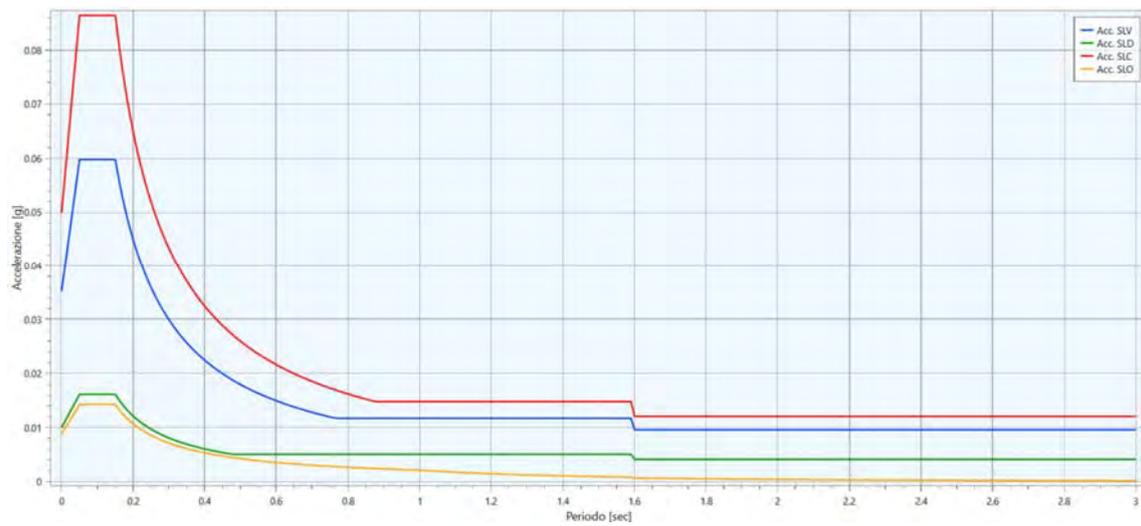


Figura 16 - Forme spettrali verticali per il sito RAL04

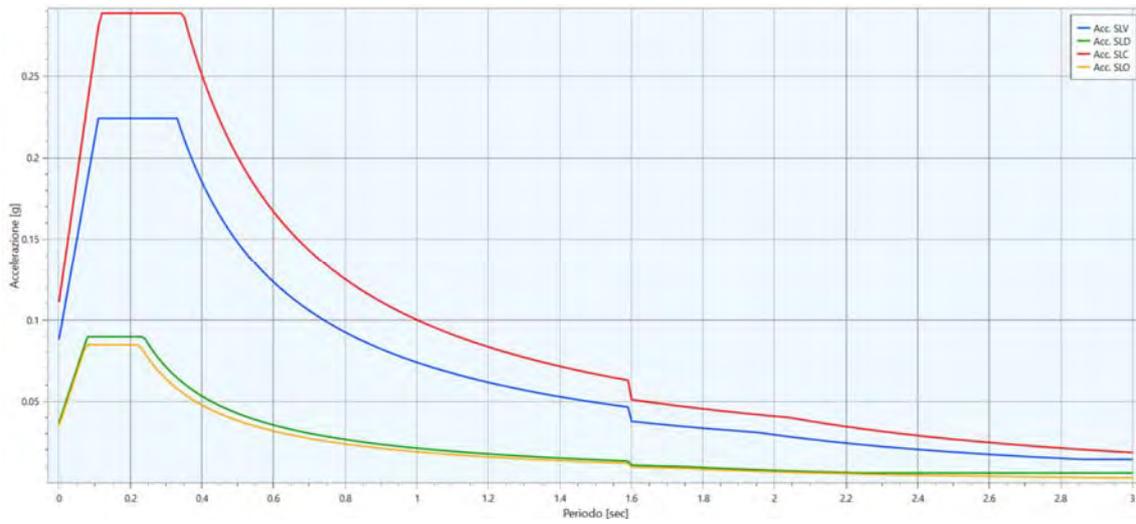


Figura 17 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL05.

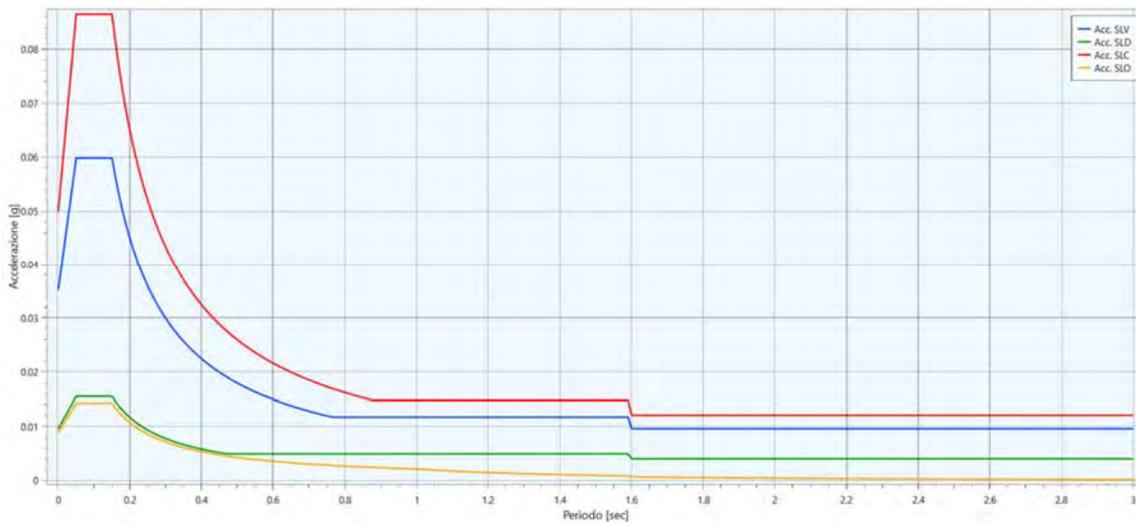


Figura 18 - Forme spettrali verticali per il sito RAL05

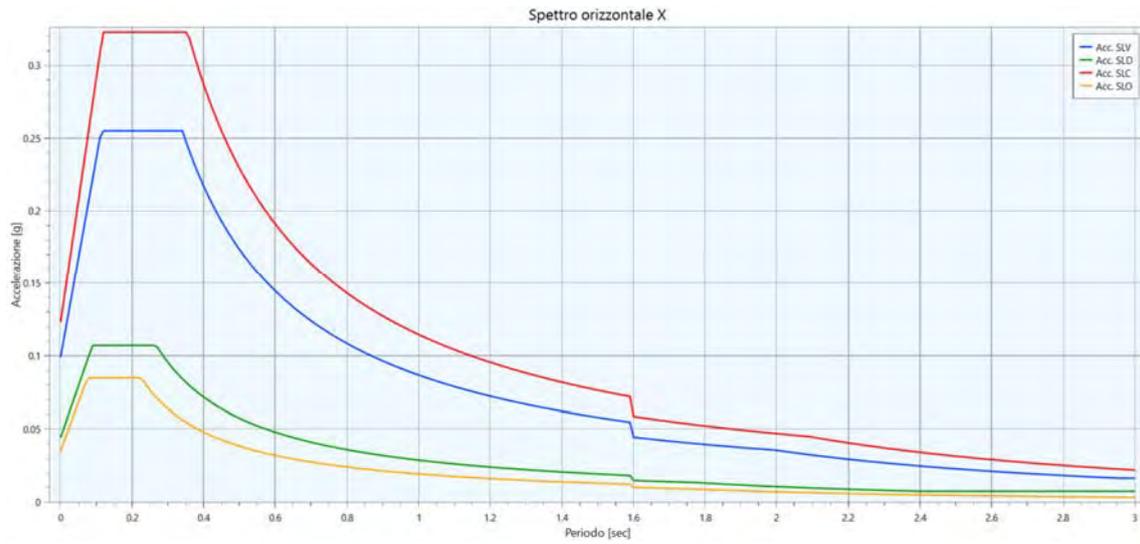


Figura 19 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL06.

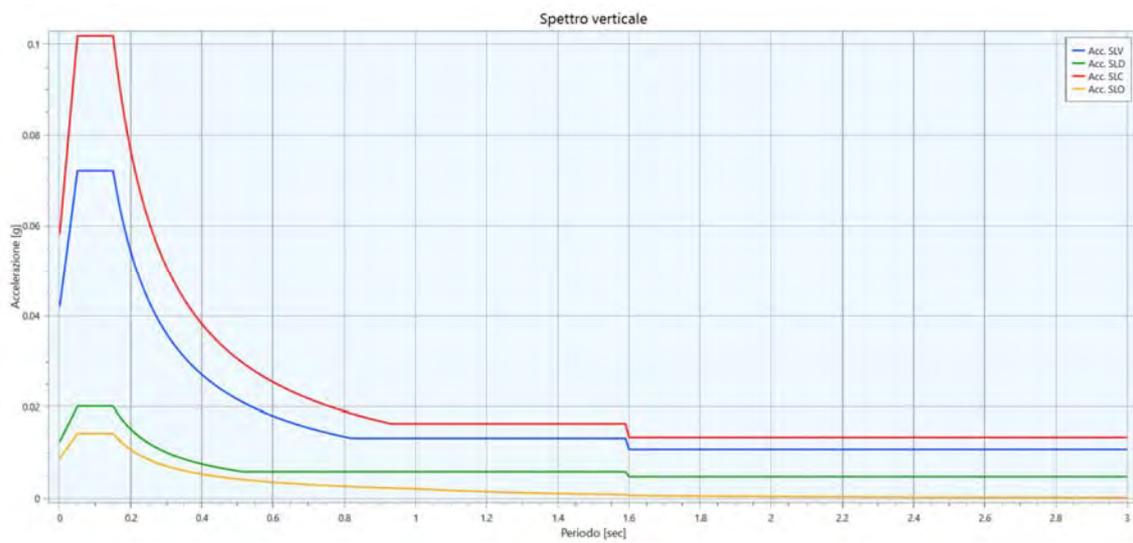


Figura 7 - Forme spettrali verticali per il sito RAL06.

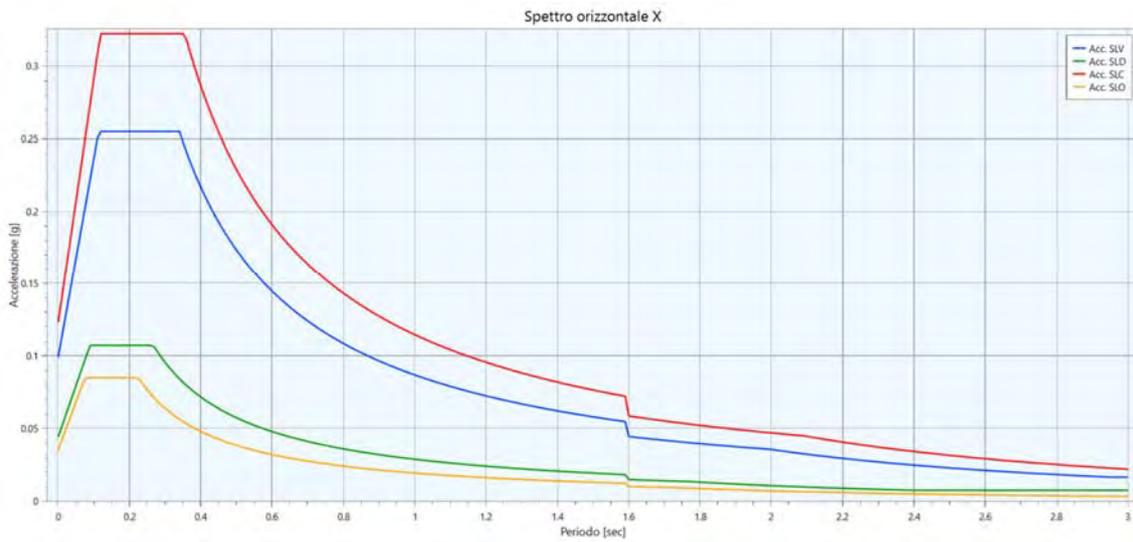
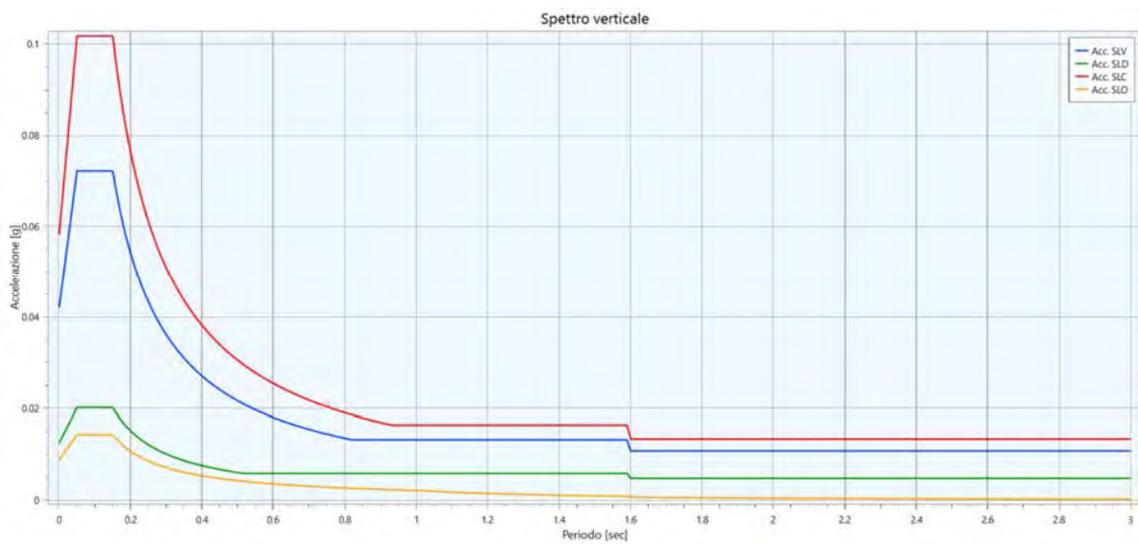


Figura 21 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL07



8 - Forme spettrali verticali per il sito RAL07.

. Figura

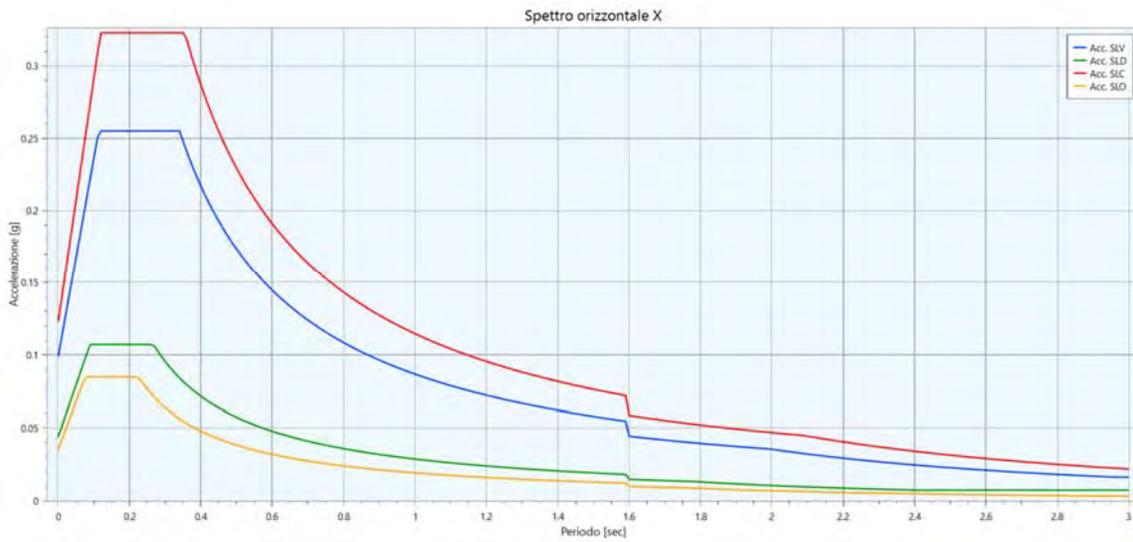


Figura 9 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL08

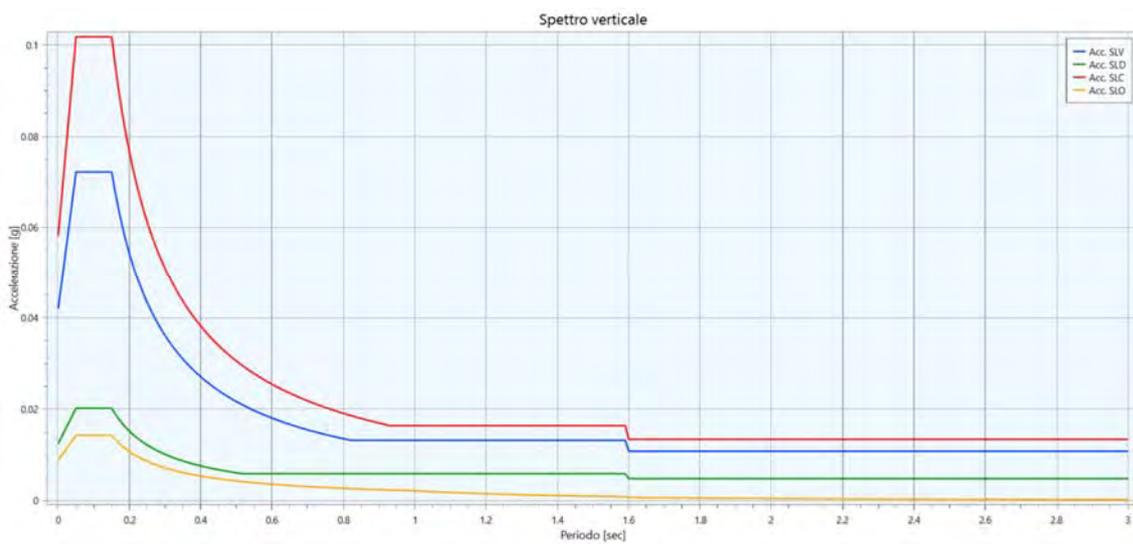


Figura 24 - Forme spettrali verticali per il sito RAL08.

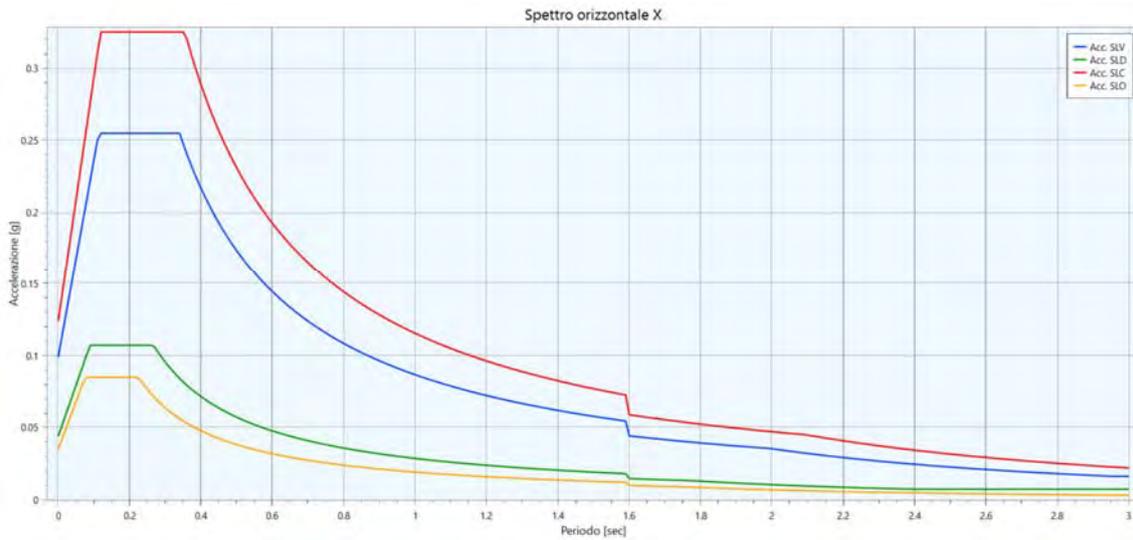


Figura 25 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL09

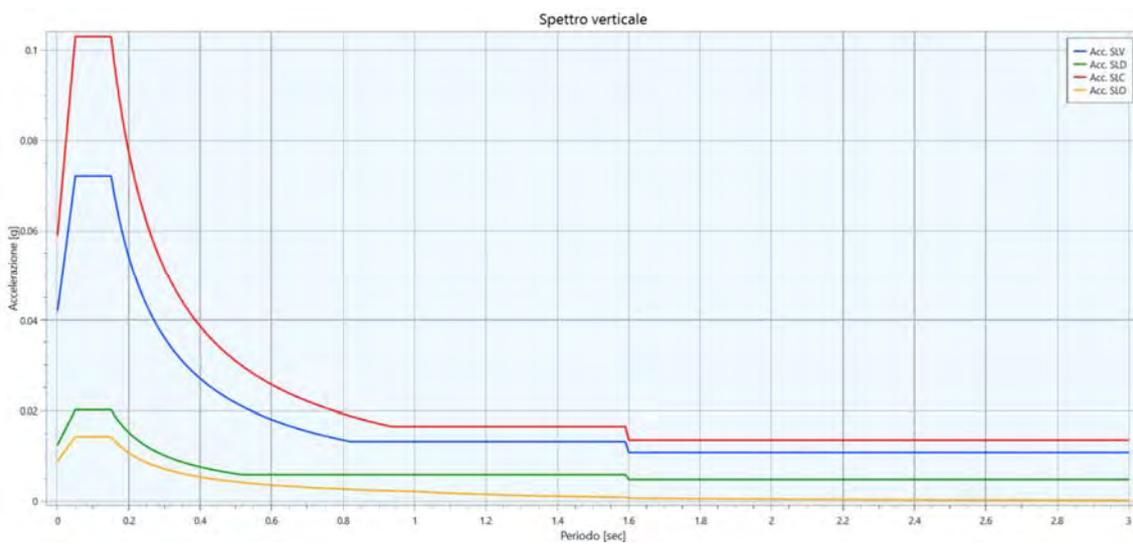


Figura 26 - Forme spettrali verticali per il sito RAL09.

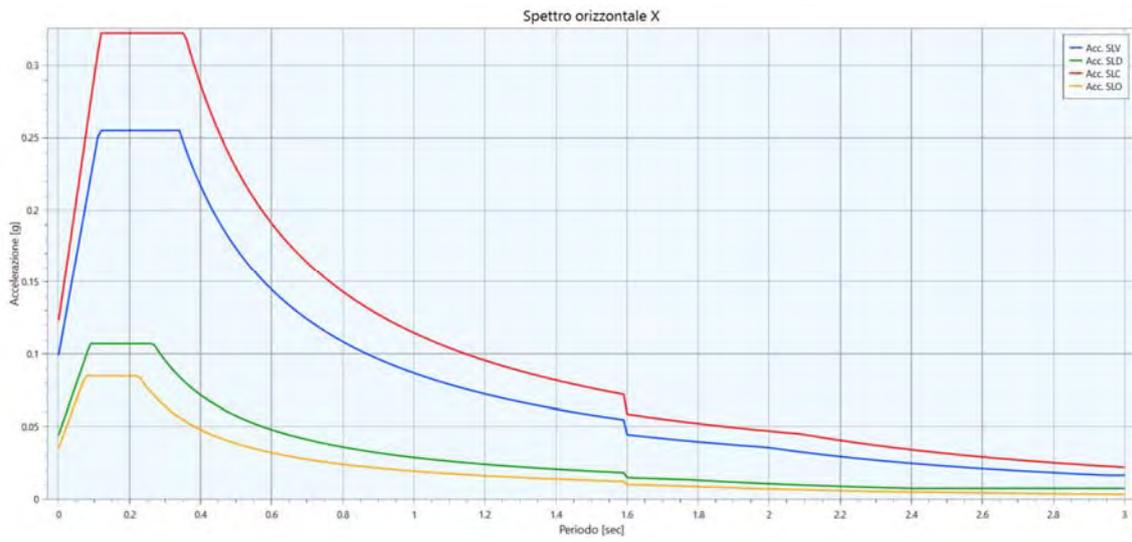


Figura 27 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL10

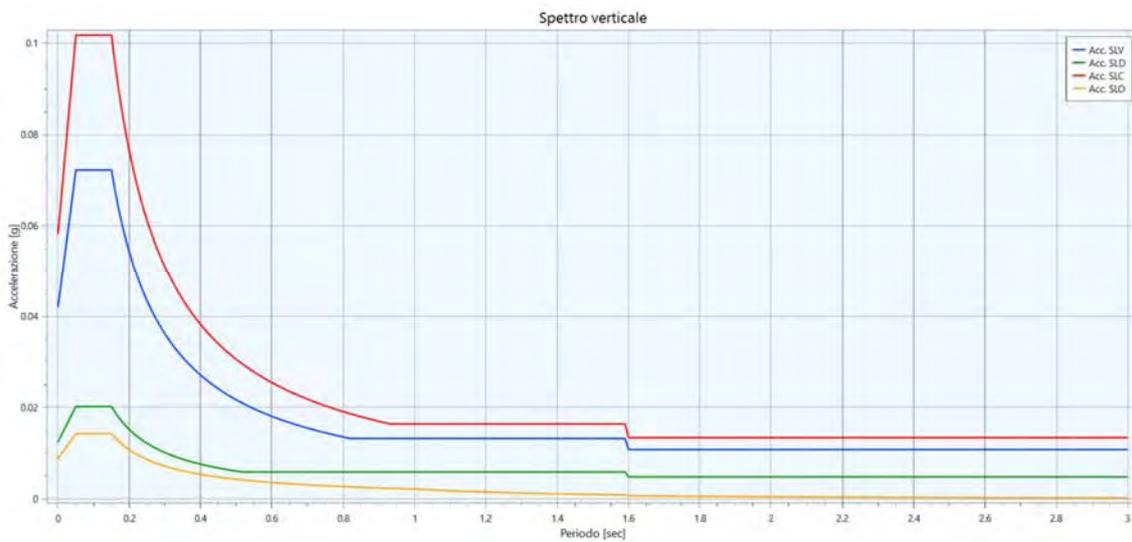


Figura 28 - Forme spettrali verticali per il sito RAL10.

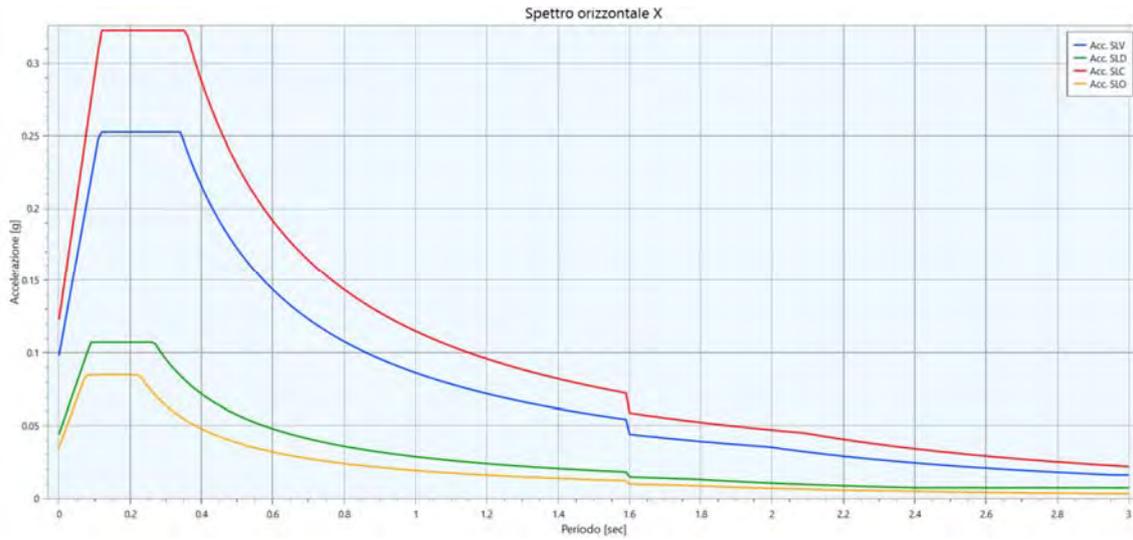


Figura 29 – Forme spettrali orizzontali per il sito RAL11

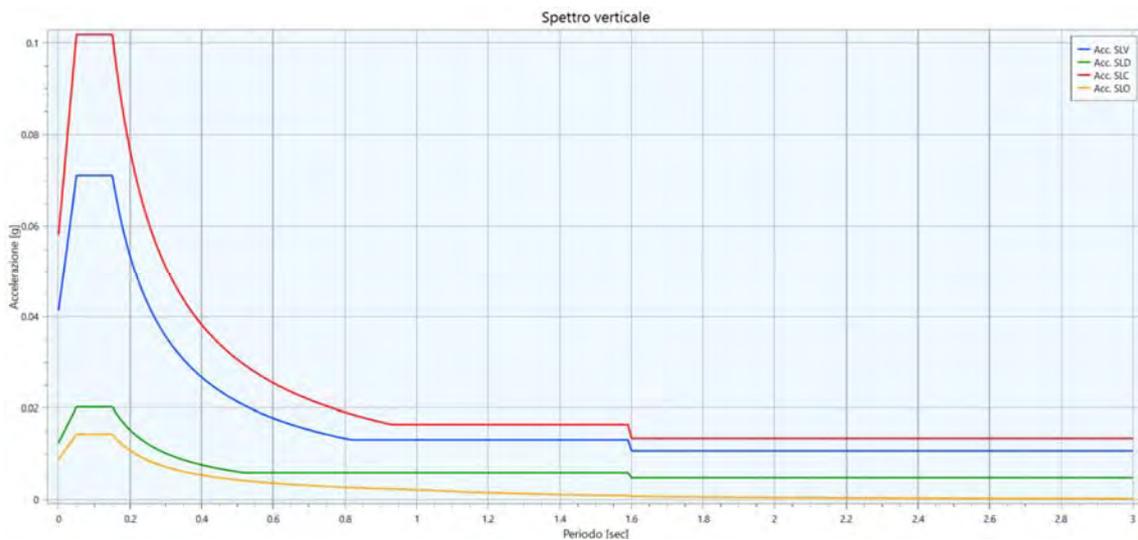


Figura 30 - Forme spettrali verticali per il sito RAL11.

In funzione della categoria di suolo (tratta dalle prove sismiche effettuate presso ciascun punto) pari a B (con l'eccezione di RAL11 che ricade in categoria C), ed alla categoria topografica T1, mediante l'applicativo online <https://geoapp.eu/parametrisismici2018> sono stati calcolati i coefficienti sismici per ciascun areale di progetto con riferimento alla tipologia "Stabilità dei pendii e delle fondazioni":

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,005	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,412	0,442	1,039	1,307
<i>Beta</i>	0,2	0,2	0,2	0,24

Tabella 12 – Coefficienti sismici di sito per i punti RAL01, RAL02.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,005	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,412	0,441	1,038	1,306
<i>Beta</i>	0,2	0,2	0,2	0,24

Tabella 13 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL03.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,005	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,412	0,442	1,038	1,307
<i>Beta</i>	0,2	0,2	0,2	0,24

Tabella 14 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL04.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,004	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,411	0,441	1,035	1,302
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,200	0,240

Tabella 15 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL05.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,004	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,411	0,440	1,032	1,298
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,200	0,240

Tabella 16 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL06.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,004	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,411	0,440	1,033	1,300
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,200	0,240

Tabella 17 – Coefficienti sismici di sito per i punti RAL07 e RAL 08.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,004	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,412	0,441	1,036	1,304
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,200	0,240

Tabella 18 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL09.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,004	0,011	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,411	0,440	1,032	1,298
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,200	0,240

Tabella 19 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL10.

	SLO	SLD	SLV	SLC
<i>SS (Ampl. Strat)</i>	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>CC (Coeff. Cat.)</i>	1,48	1,47	1,37	1,36
<i>ST (Ampl. Topog.)</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>kh</i>	0,008	0,009	0,021	0,032
<i>kv</i>	0,004	0,004	0,010	0,016
<i>A_{max} (m/s²)</i>	0,410	0,439	1,029	1,294
<i>Beta</i>	0,200	0,200	0,200	0,240

Tabella 20 – Coefficienti sismici di sito per il punto RAL11.

Il modello di pericolosità sismica MPS04-S1, liberamente distribuito dall'istituto di geofisica e vulcanologia (INGV) riporta per il comune di Alia un valore dell'accelerazione del suolo compreso tra 0,075 e 0.150.

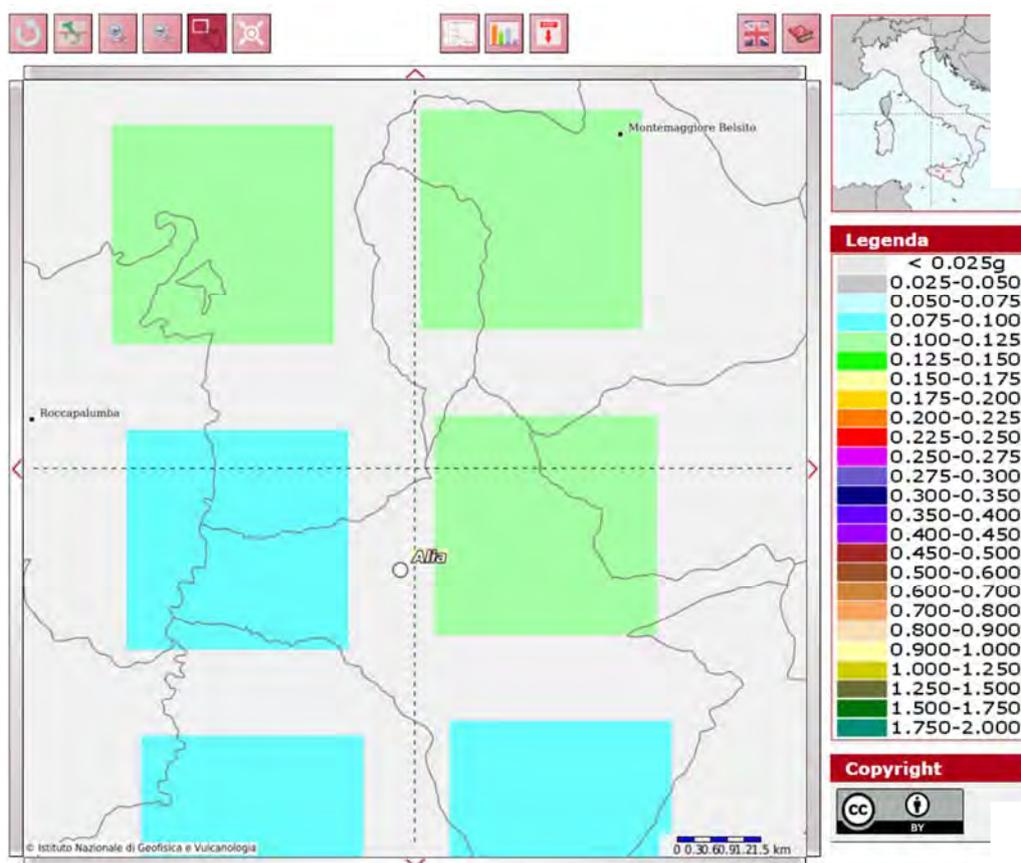


Figura 101 – Modello di pericolosità sismica MPS04-S1.

Alia

PlaceID IT_66391
 Coordinate (lat, lon) 37.778, 13.714
 Comune (ISTAT 2015) Alia
 Provincia Palermo
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 12



Figura 32 – Storico dei terremoti avvertiti nel comune di Alia (PA).

9.2 Pericolosità Sismica Locale

La pericolosità Sismica Locale rappresenta una stima a scala di dettaglio delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in cui si prevede l’evento sismico (condizioni locali).

In effetti è ormai chiaro che la struttura geologica sovrastante il bedrock assume un ruolo determinante nella modifica del treno di onde sismiche con fenomeni di amplificazione o di smorzamento; sicché, ad esempio, quando si passa dal bedrock rigido ad un terreno più superficiale con minore rigidità (variazione di impedenza) le onde sismiche subiscono un rallentamento e, per la legge della conservazione dell’energia, la loro ampiezza aumenta. Ne consegue un’amplificazione del moto sismico con danni all’edificato superiori rispetto ad aree circostanti poggianti su un terreno di copertura più rigido.

Altresì, citando la casistica espressa nelle varie circolari A.R.T.A. (per la redazione dei P.R.G. comunali), situazioni che portano ad una amplificazione dell’azione sismica sono legate per esempio a

zone di ciglio (con $H > 10$ mt), zone di cresta rocciosa o di dorsale, aree di fondovalle con presenza di alluvioni incoerenti, zone pedemontane di falda di detrito, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse o zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti; oltre a questa casistica vengono ugualmente prese in considerazione quelle situazioni che possono portare all'accentuazione di fenomeni di instabilità già in atto in occasione di eventi sismici quali zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti o zone con elevata acclività associate a copertura detritica o ancora ammassi rocciosi con acclività $> 50\%$ ed una giacitura sfavorevole degli strati.

In fase esecutiva la pericolosità sismica locale viene valutata o mediante analisi specifiche, come indicate al paragrafo 7.11.3 delle NTC 2018 o più comunemente, facendo riferimento alla procedura semplificata descritta al paragrafo 3.2.2. Quest'ultima si basa sulla misura in situ delle velocità delle onde sismiche di taglio (onde S) e sulla successiva individuazione della categoria sismica del sottosuolo in funzione del parametro $V_{S,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri o comunque al di sopra del bedrock). Il valore del parametro $V_{S,eq}$ viene valutato mediante la relazione:

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

dove h_i e $V_{S,i}$ indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio dell' i -esimo strato, N il numero di strati ed H la profondità del substrato rigido, definito come quella formazione costituita da roccia o da terreno molto rigido caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le NTC 2018 individuano le seguenti possibili categorie di sottosuolo:

Categoria	
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s , eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s .
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s .
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s .
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri.

Tabella 21 – Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018.

Sulla base dei dati ricavati dai sondaggi sismici realizzati in situ e tenuto conto della situazione globale del sito, considerando i valori di $V_{s,eq}$ ottenuti pari rispettivamente a:

- **450,59 m/s (MW1);**
- **570,89 m/s (MW2);**
- **461,91 m/s (MW3);**
- **523,23 m/s (MW4);**
- **444,24 m/s (MW5);**
- **408,87 m/s (MW6);**
- **361,00 m/s (MW7);**
- **365,49 m/s (MW8);**
- **513,82 m/s (MW9);**
- **482,90 m/s (MW10);**
- **336,74 m/s (MW11);**

è possibile ascrivere il sottosuolo di fondazione in **categoria B** per i punti **da RAL01 a RAL10**, ed in la **categoria C** per il solo punto **RAL11**; a seguire vengono forniti i dettagli delle indagini per ogni singolo areale futura sede degli aerogeneratori.

9.2.1 Sondaggio sismico tipo MASW MW1

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 216$ m/s; spessore medio 2.17 metri.

Strato n°2: $V_s = 342.9$ m/s; spessore medio 7.1 metri.

Strato n°3: $V_s = 630.7$ m/s; spessore medio 20.8 metri.

Strato n°4: $V_s = 855.1$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

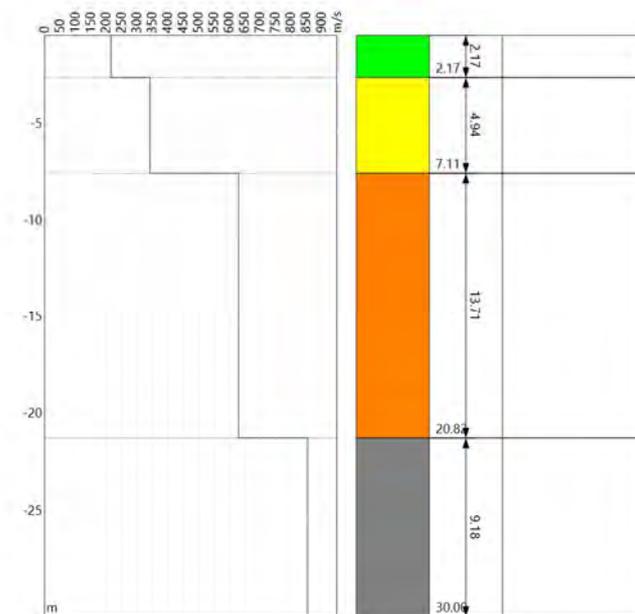


Figura 33 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW1

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 450.89$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.2 Sondaggio sismico tipo MASW MW2

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 191.4$ m/s; spessore medio 1.6 metri.

Strato n°2: $V_s = 382.9$ m/s; spessore medio 5.2 metri.

Strato n°3: $V_s = 576.6$ m/s; spessore medio 2.6 metri.

Strato n°4: $V_s = 789$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

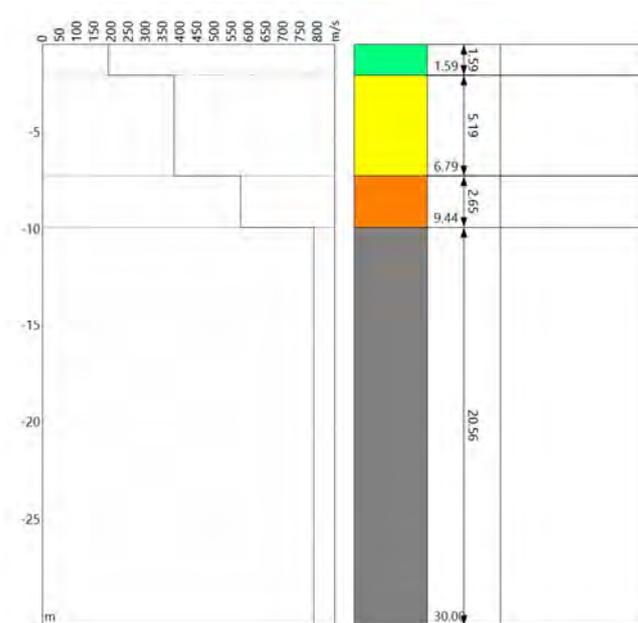


Figura 34 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW2

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 570.89$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.3 Sondaggio sismico tipo MASW MW3

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 171.9$ m/s; spessore medio 2.8 metri.

Strato n°2: $V_s = 206.3$ m/s; spessore medio 1.6 metri.

Strato n°3: $V_s = 429.8$ m/s; spessore medio 5.7 metri.

Strato n°4: $V_s = 724.6$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

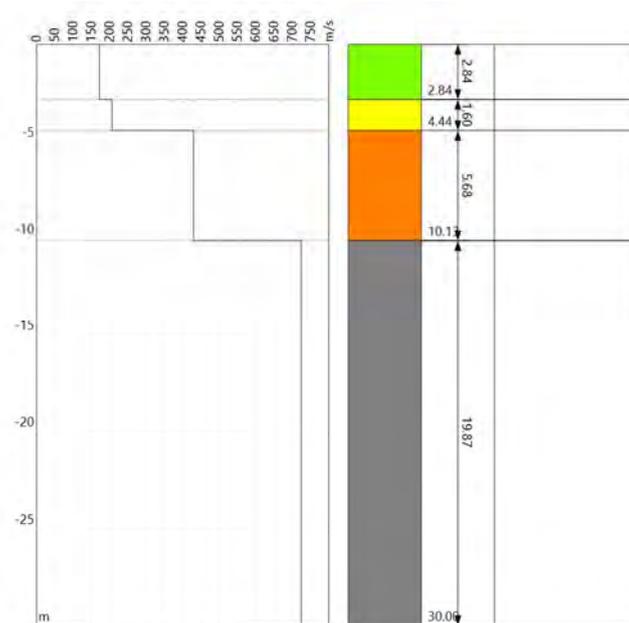


Figura 35 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW3

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 461.91$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.4 Sondaggio sismico tipo MASW MW4

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 218.5$ m/s; spessore medio 2 metri.

Strato n°2: $V_s = 296.5$ m/s; spessore medio 1 metro.

Strato n°3: $V_s = 398.4$ m/s; spessore medio 5.7 metri.

Strato n°4: $V_s = 698.7$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

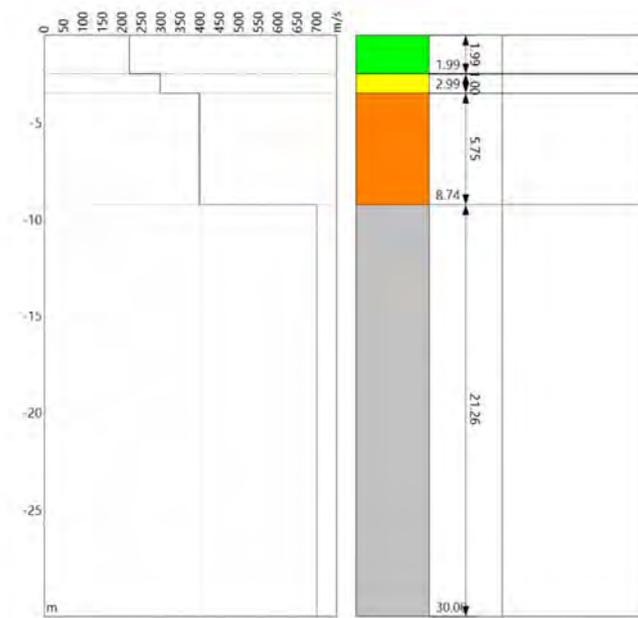


Figura 36 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW4

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 523.23$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.5 Sondaggio sismico tipo MASW MW5

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 229.1$ m/s; spessore medio 2.75 metri.

Strato n°2: $V_s = 353.9$ m/s; spessore medio 3.9 metri.

Strato n°3: $V_s = 601.4$ m/s; spessore medio 13.6 metri.

Strato n°4: $V_s = 843.1$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

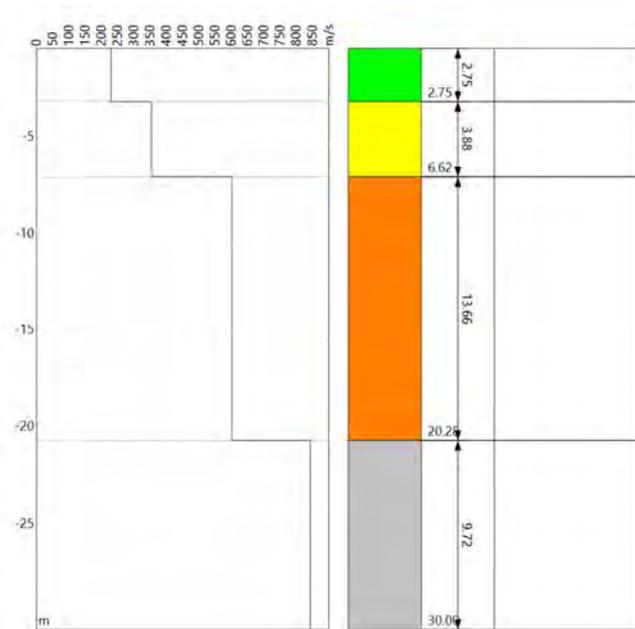


Figura 37 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW5

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 444.24$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.6 Sondaggio sismico tipo MASW MW6

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 122.5$ m/s; spessore medio 1.37 metri.

Strato n°2: $V_s = 206.8$ m/s; spessore medio oltre 2.87 metri.

Strato n°3: $V_s = 429.2$ m/s; spessore medio 6.77 metri.

Strato n°4: $V_s = 584.0$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

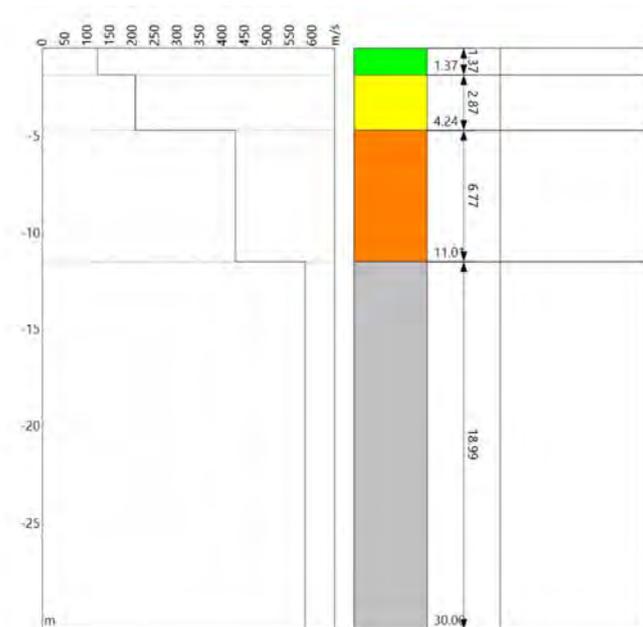


Figura 38 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW6

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 408.87$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.7 Sondaggio sismico tipo MASW MW7

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 212.7$ m/s; spessore medio 2.36 metri.

Strato n°2: $V_s = 333.3$ m/s; spessore medio oltre 2.16 metri.

Strato n°3: $V_s = 551.4$ m/s; spessore medio 5.29 metri.

Strato n°4: $V_s = 1166.5$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

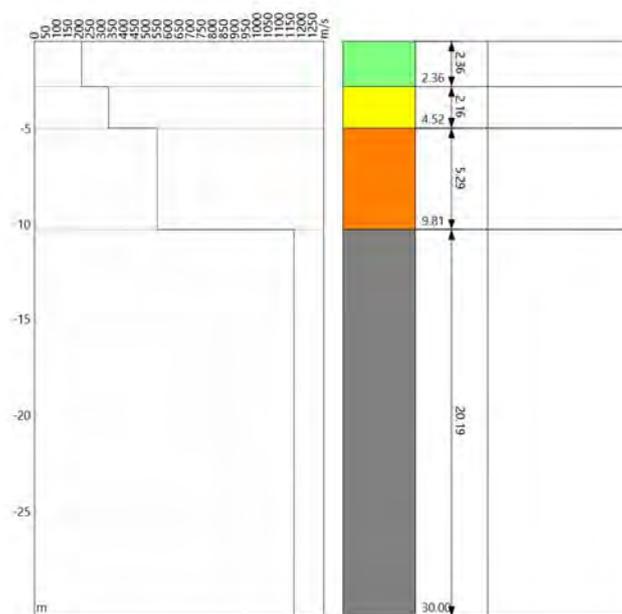


Figura 39 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW7

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 361,00$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.8 Sondaggio sismico tipo MASW MW8

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 3 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 176.5$ m/s; spessore medio 5.02 metri.

Strato n°2: $V_s = 241.9$ m/s; spessore medio oltre 6.02 metri.

Strato n°3: $V_s = 659.2$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

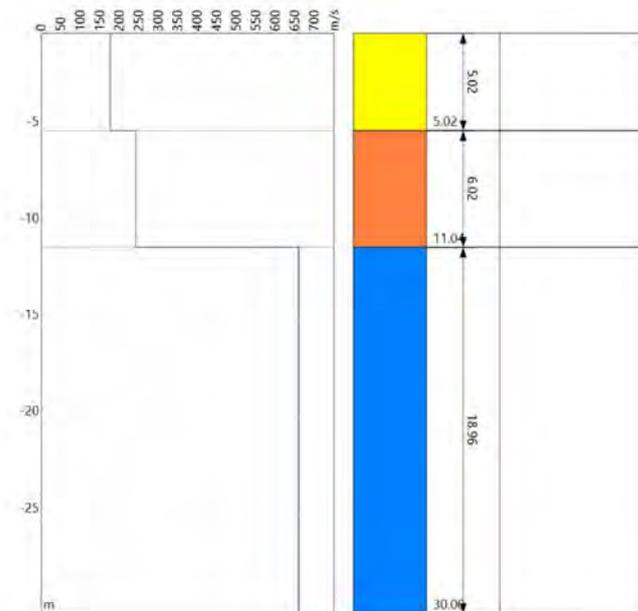


Figura 40 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW8

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 365,49$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.9 Sondaggio sismico tipo MASW MW9

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 218.1$ m/s; spessore medio 1.70 metri.

Strato n°2: $V_s = 222.7$ m/s; spessore medio oltre 1.48 metri.

Strato n°3: $V_s = 343.2$ m/s; spessore medio 5.21 metri.

Strato n°4: $V_s = 751.6$ m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

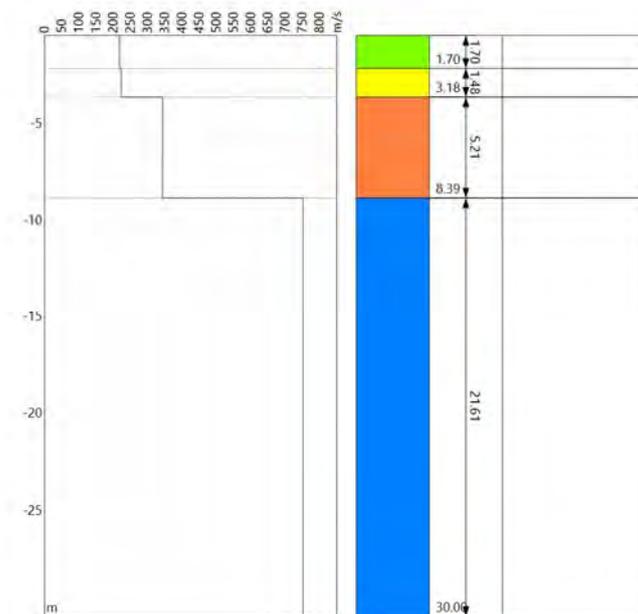


Figura 41 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW9

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 513,82$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.10 Sondaggio sismico tipo MASW MW10

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 3 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 154.3$ m/s; spessore medio 0.80 metri.

Strato n°2: $V_s = 259.1$ m/s; spessore medio oltre 6.17 metri.

Strato n°3: $V_s = 695.1$ m/s; spessore oo. Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

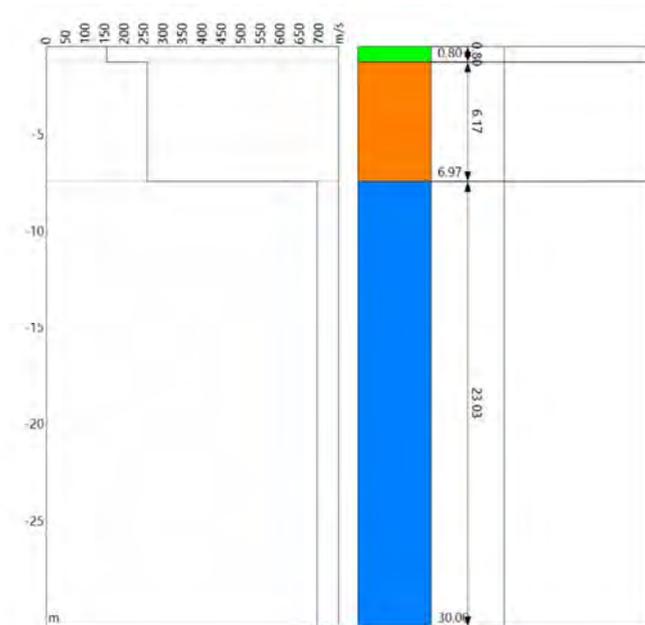


Figura 42 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW10

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 513,82$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo B**.

9.2.11 Sondaggio sismico tipo MASW MW11

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 3 sismostrati di seguito riportato.

Strato n°1: $V_s = 175.3$ m/s; spessore medio 3.81 metri.

Strato n°2: $V_s = 242.8$ m/s; spessore medio oltre 11.27 metri.

Strato n°3: $V_s = 712.0$ m/s; spessore oo. Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

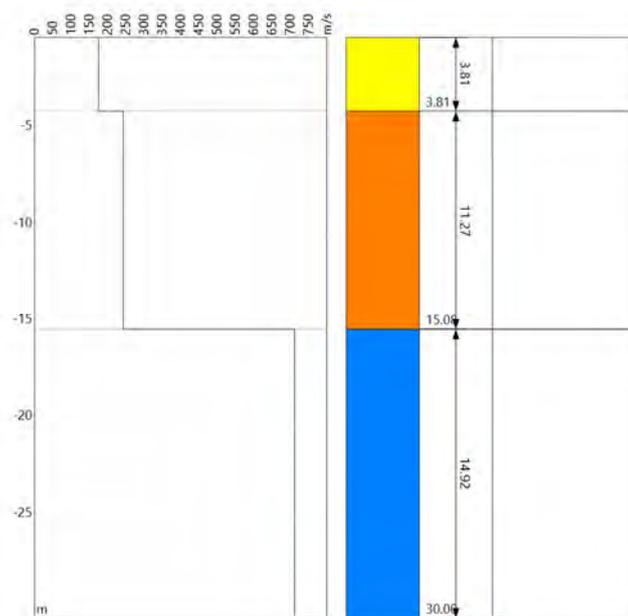


Figura 43 – Sezione sismostratigrafica del sondaggio sismico MW11

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, **$V_{S,eq} = 336,74$ m/s**, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_s , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di **tipo C**.

10. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

Tabella 22 - N.T.C. Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel caso specifico essendo il sito con pendenza media inferiore di 15° si può classificare entro la categoria T1.

11. NOTE CONCLUSIVE

La Società Asja Ambiente Italia S.p.A., con sede legale a Torino in Corso Vinzaglio n.24, intende realizzare l'integrale rifacimento dell'esistente impianto eolico denominato "Alia Sclafani", ubicato in provincia di Palermo nei comuni di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo.

A supporto del progetto definitivo, su incarico della stessa Società proponente, è stato effettuato uno studio di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica. Lo studio è stato redatto conformemente alle normative di settore vigenti con particolare riferimento ai contenuti tecnici della circolare A.R.T.A.- Sicilia 3/DRA del 20/06/2014 ed in ottemperanza al D.M. 17/01/2018. I risultati dello studio sono di seguito sinteticamente riepilogati:

Analisi Geologica e Geolitologica

Dal punto di vista litologico l'area vasta in esame risulta interessata esclusivamente da rocce sedimentarie di origine clastica riferibili, nel quadro geologico regionale, alle Formazioni note in letteratura come *Flysch Numidico* (Oligocene Superiore-Miocene Inferiore) e Tavernola (Acquitano Superiore – Langhiano).

Con riferimento all'area stretta di progetto il substrato in posto risulta prevalentemente di natura argillo-marnosa (Formazione di Tavernola) o costituito da argille-sabbiose, argilliti e limi sabbio-argillosi in prevalenza, con presenza di lenti di quarzareniti, relativamente alla *Formazione del Flysch Numidico*, la quale nell'area presenta spessori che oscillano tra i 200 ed i 400 metri.

Tale substrato presenta in genere buone caratteristiche meccaniche, tuttavia, generalmente, al di sopra del substrato in posto non alterato, nel tempo, si è collocata una coltre di copertura alterata e presumibilmente a minore consistenza, caratterizzata dalla presenza di una matrice di fondo di natura argillo-limosa con componente sabbiosa; tale particolare litologia, limitatamente alla copertura, può risultare un elemento predisponente all'instaurarsi di fenomeni di scivolamento superficiali.

In sub-ordine, localmente, si rinvencono inoltre affioramenti di quarzareniti variamente cementate, sempre con buone caratteristiche meccaniche.

Lineamenti morfologici e geomorfologici

L'attuale configurazione morfologica del territorio in esame appare tipicamente riferibile ad un'area alto-collinare con deboli pendenze molto variabili, nella fattispecie modeste per i versanti settentrionali che diventano più marcate in corrispondenza dei versanti che digradano verso sud.

Le pendenze più significative per i versanti settentrionali si hanno in corrispondenza dei terreni a nord dei futuri aerogeneratori RAL08, RAL09 e RAL 10, con pendenze localmente superiori ai 20°, mentre altrove appaiono piuttosto blande, al contrario i versanti meridionali appaiono più regolari ma con pendenze sensibilmente più accentuate, mediamente comprese tra i 15° ed i 30° e localmente con valori anche superiori ai 35°.

L'area di interesse per le sue caratteristiche morfologiche, oltre che litologico-strutturali, non appare significativamente influenzata dal modellamento delle acque superficiali, essendo le aree di installazione degli aerogeneratori ubicate nei pressi di una cresta morfologica, laddove le pendenze medie rientrano prevalentemente nelle classi comprese tra 5° e 10°, più raramente tra 10° e 15°.

Più in generale le acque superficiali esercitano una azione piuttosto limitata sui versanti e infatti sono poco frequenti i fenomeni di erosione e di dissesto ad essa collegati, con l'azione gravitativa che influisce in maniera decisamente più importante nell'evoluzione morfologica del territorio.

Da punto di vista della stabilità globale dell'area, le verifiche dirette attraverso sopralluoghi, integrate con studi ed analisi specifiche, non hanno evidenziato situazioni di rischio o individuato pericolosità rilevanti connesse ai dissesti sui versanti o pericolosità idrauliche o idrologiche in corrispondenza delle aree di installazione degli aerogeneratori.

Per la conoscenza generale dello stato di dissesto idrogeologico del territorio, sono state consultate le carte redatte per il *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* della Regione Sicilia le quali non hanno evidenziato scenari di pericolosità e rischio geomorfologico e/o idraulico. Il Cavidotto MT risulta anch'esso libero da interferenze con aree in dissesto.

La cartografia PAI riporta poche aree in dissesto attivo nelle zone limitrofe, tutte di tipo gravitativo con meccanismi essenzialmente a deformazione superficiale lenta, colamenti e crolli.

In particolare tra le aree in dissesto più prossime agli aerogeneratori in progetto due sono state oggetto di analisi più approfondite:

a) *Un'area segnalata sulla cartografia P.A.I. con codice identificativo 031-6AL-063*, ubicata appena 13 metri a nord dell'aerogeneratore RAL02, classificata come "Deformazione Superficiale lenta" in stato attivo a pericolosità geomorfologica P2.

L'analisi di dettaglio, inizialmente basata su una analisi storica delle ortofoto satellitari disponibili non ha mostrato evidenze circa un'attività gravitativa recente, con l'areale regolarmente oggetto delle annuali attività agricole, inoltre sia durante i rilievi con drone che nei sopralluoghi effettuati in occasione del corrente progetto, non sono state rilevate evidenze circa la presenza di un'area in dissesto, anche se potenzialmente obliterate dalla vegetazione.

La stessa descrizione contenuta nella scheda P.A.I. classificando il dissesto come "*Deformazione Superficiale lenta*" indica, in ogni caso, un chiaro riferimento alla sola coltre di copertura superficiale; resta comunque imprescindibile una attenta gestione delle acque di scarico delle future aree di progetto, che non dovranno in alcun modo essere riversate nella suddetta area.

b) *Un'area non segnalata sulla cartografia P.A.I.* ubicata appena a nord del futuro aerogeneratore RAL07, caratterizzata dalla presenza di gibbosità e rotture di pendenza ben evidenti sia nelle foto aeree da drone che nelle ortofoto satellitari, indicative di movimenti in atto che, seppur superficiali, potenzialmente possono coinvolgere la piazzola a servizio dell'aerogeneratore. Poiché tali movimenti, in passato, non risultano aver creato danni alla viabilità esistente, a servizio dell'attuale parco eolico, si ritiene che gli effetti di tali movimenti, a monte, siano molto limitati e che il dissesto coinvolga,

appunto, solo le porzioni più superficiali del versante. Tale area, in ogni caso, in fase di progettazione esecutiva, dovrà essere oggetto di specifica attenzione sia in termini di regimentazione delle acque, che di stabilità delle future strutture.

Idrografia ed Idrogeologia

Dal punto di vista idrografico generale i manufatti in progetto, ovvero gli areali di pertinenza degli aerogeneratori e le linee di connessione, non risultano interferire direttamente o indirettamente con il reticolo idrografico, in quanto localizzati nei pressi di uno spartiacque superficiale naturale, né sono presenti impluvi che interferiscono con il cavidotto di progetto, inoltre non ricadono in aree vincolate P.A.I. relativamente a siti d'attenzione o pericolosità idraulica.

Dal punto di vista idrogeologico non sono stati identificati complessi idrogeologici di una qualche rilevanza data la natura scarsamente permeabile del substrato in posto a causa dei livelli pelitici, mentre le stesse intercalazioni di strati sabbiosi permeabili risultando non continui spazialmente impediscono la presenza di complessi idrogeologici molto estesi. Con riferimento alle precedenti campagne geognostiche è stata comunque localmente rilevata la presenza di una falda idrica sospesa a profondità variabili tra -4,5 e -10 metri da piano campagna, tale da potere interferire con le fondazioni delle opere in progetto.

I terreni che affiorano nell'area in esame sono stati, a grandi linee, raggruppati in due classi in funzione del grado di permeabilità, rispettivamente:

- *Terreni a permeabilità Alta o Medio-alta* riconducibili prevalentemente a terreni sabbiosi e arenacei, caratterizzati da una matrice sabbiosa, con clasti a composizione prevalentemente quarzosa, che conferisce ai litotipi, in genere, elevati valori di permeabilità per porosità primaria.
- *Terreni a permeabilità bassa o molto bassa* caratterizzati in prevalenza da una matrice di natura argillosa o marnoso-argillosa a scarsa permeabilità, riferibile in linea generale ai depositi delle formazioni di Tavernola e del Flysch Numidico che caratterizzano la quasi totalità dell'area di progetto.

Caratterizzazione Litotecnica Preliminare

Con riferimento all'area di interesse, è stato possibile individuare un modello geologico, unico, del sottosuolo costituito da uno stato di copertura, riferibile essenzialmente a terreni di copertura olocenici eluvio-colluviali o alle stesse litologie di substrato alterate e il substrato stesso di natura prevalentemente pelitico-sabbiosa.

Con riferimento a quanto disposto dall'allegato D della Circolare 3/DRA del 20.06.2014, pertanto, è stata effettuata la seguente discretizzazione:

- COPERTURA

Depositi Eluvio-Colluviali - TIPO G2c

Livello di copertura riferibile prevalentemente a depositi eluviali e colluviali ed alla porzione superficiale alterata e variamente scompaginata del substrato, spesso pedogenizzati ed ad uso agricolo; si tratta di un orizzonte a comportamento essenzialmente coerente costituito da frammenti e clasti lapidei, con dimensioni estremamente variabili, immerse in una matrice pelitica, con spessori massimi di 2 metri.

- SUBSTRATO

Sedimenti A Grana Medio-Fine (areniti, argille ed arenarie)

- Successioni con alternanza di litotipi in prevalenza argillosi e litotipi lapidei (areniti e rocce calcaree) (B4)
- Successioni con alternanza di litotipi differenti (B3).
- Sabbie cementate (G3)

A scopo puramente indicativo sono state fornite le possibili caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, desunte dalle risultanze delle prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati estratti dai carotaggi eseguiti in occasione della progettazione dell'impianto Eolico oggi in dismissione.

Una prima caratterizzazione sismica degli areali di interesse è stata inoltre possibile con riferimento alle risultanze di una campagna di indagini geofisiche, consistente nell'esecuzione in n. 11 sondaggi sismici *tipo MASW* ubicati in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzati i nuovi aerogeneratori.

Si rappresenta fin d'ora, che gli aspetti geotecnici e geofisici dovranno comunque, essere adeguatamente approfonditi in sede di progettazione esecutiva e in ogni caso prima della realizzazione dell'opera, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche, al fine di potere verificare il modello geologico e geotecnico fornito al fine di valutare la natura ed il corretto dimensionamento delle strutture di fondazione.

In fase esecutiva, bisognerà altresì prestare, particolare attenzione alle opere di regimentazione delle acque superficiali provenienti dalle aree di piazzola e dalla strada di nuova realizzazione, con particolare riferimento alle aree individuate nell'analisi geomorfologica.

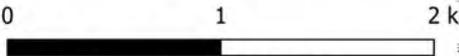
Allo stato delle conoscenze attuali ed alla luce delle indagini eseguite, in conclusione, è possibile affermare che l'area interessata dalle opere in progetto non presenta potenziali scenari di pericolosità geologiche e/o geomorfologiche tali da essere in contrasto con il progetto proposto, risultando, di fatto, compatibile con il territorio in esame.

Palermo, Giugno 2024

Il Tecnico
Dott. Geol. Rosario Fria

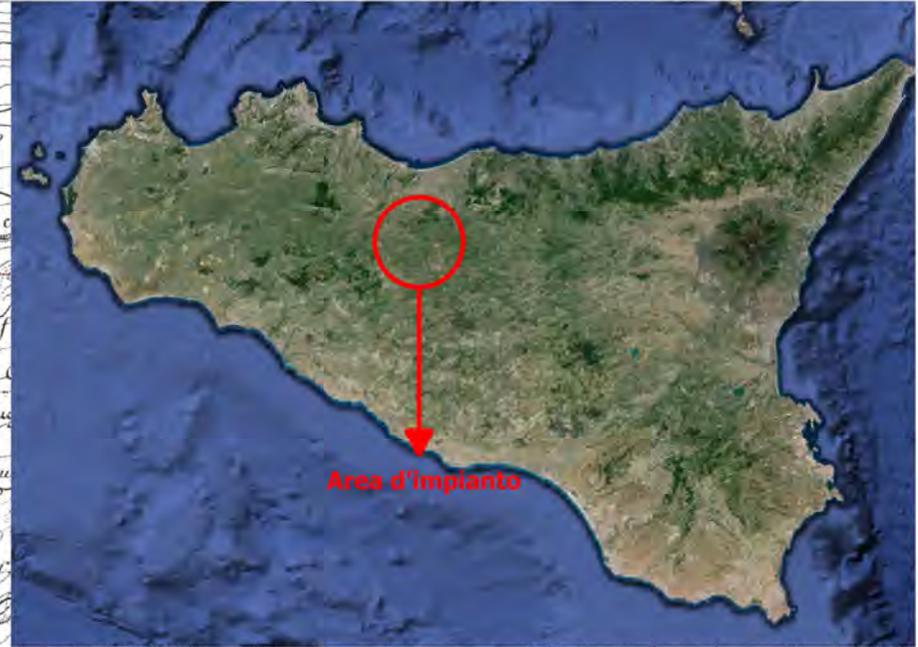
ELABORATI GRAFICI

Tav. 01 - Inquadramento su IGM
Scala 1:25000

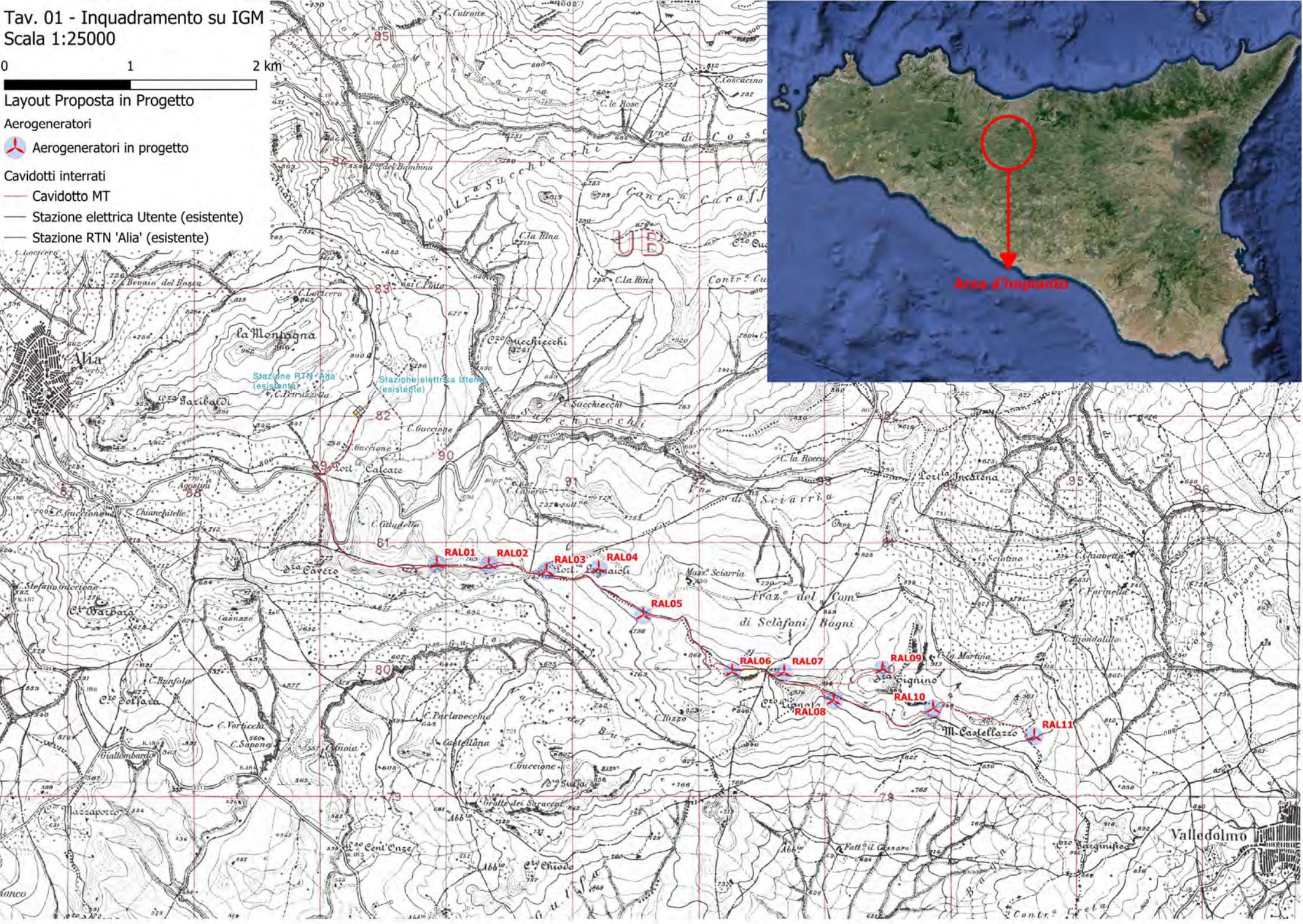


Layout Proposta in Progetto

- Aerogeneratori
- Aerogeneratori in progetto
- Cavidotti interrati
- Cavidotto MT
- Stazione elettrica Utente (esistente)
- Stazione RTN 'Alia' (esistente)



Area d'impianto

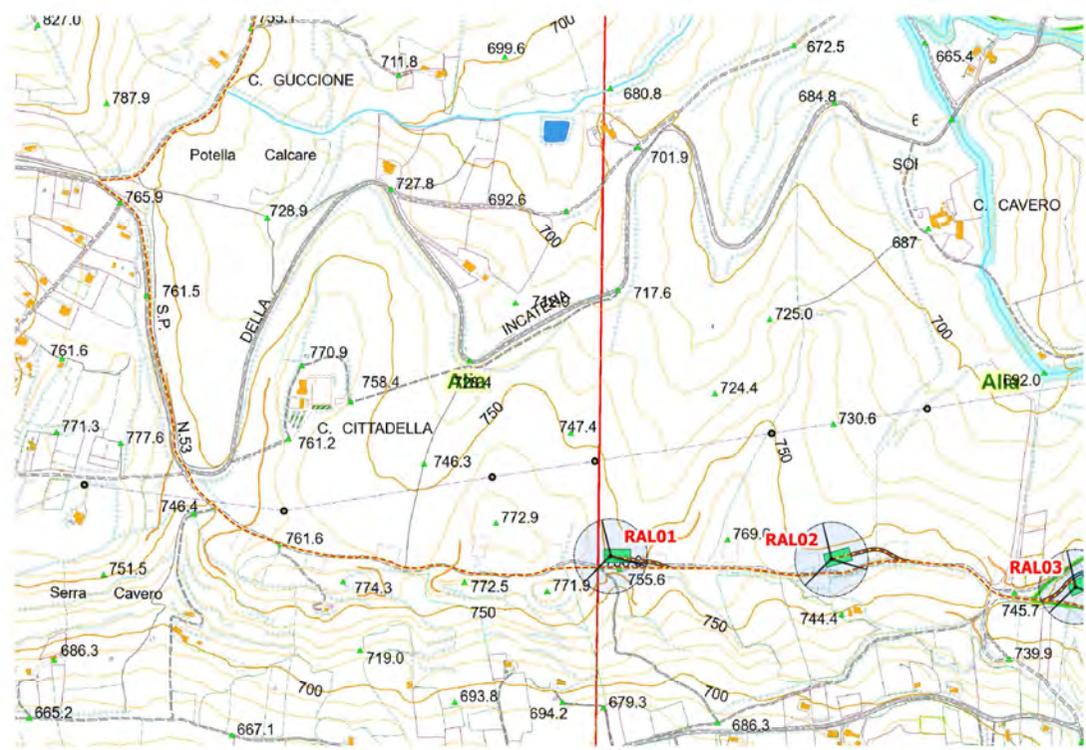
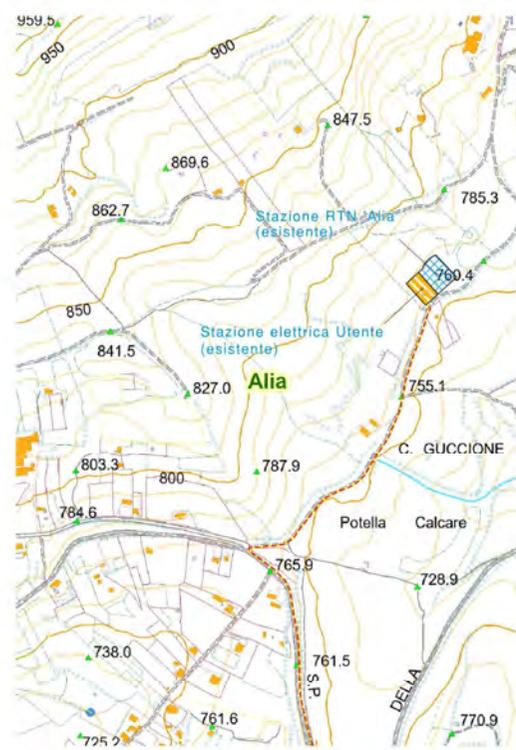


Tav. 02 - Inquadramento su CTR
 Scala 1:10.000

0 250 500 750 m

Layout Proposta in Progetto

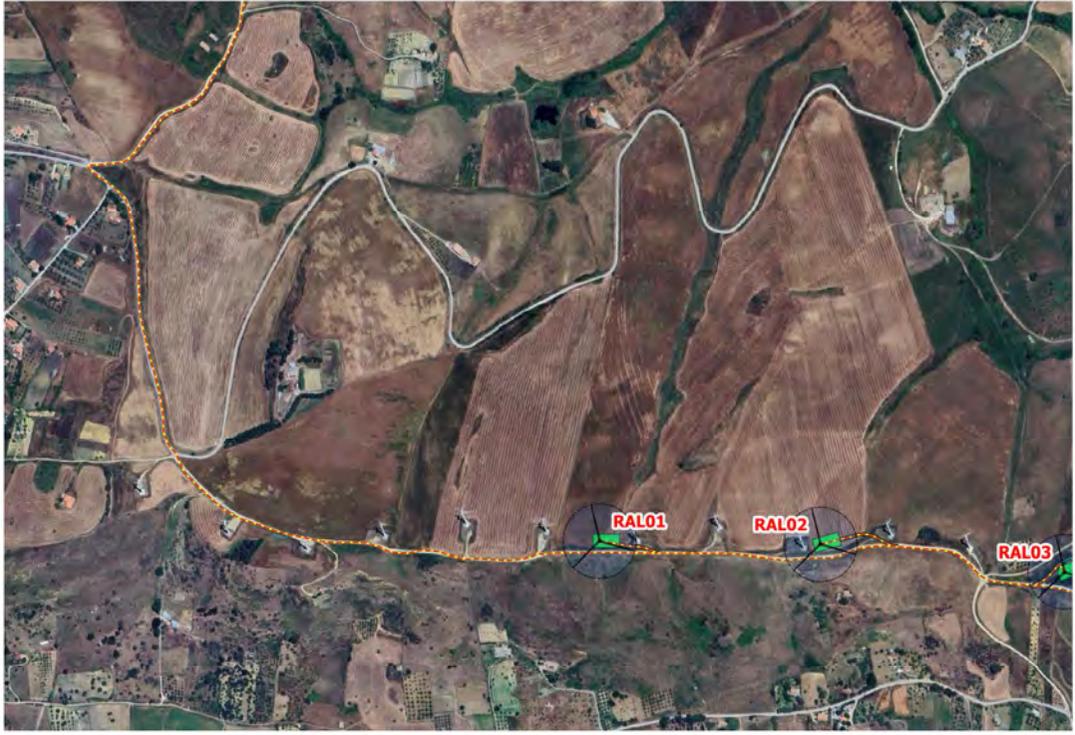
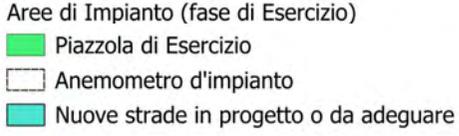
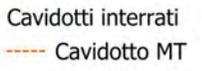
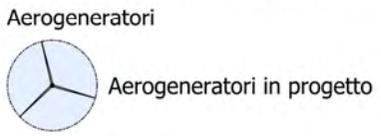
- Aerogeneratori
-  Aerogeneratori in progetto
- Cavidotti interrati
-  Cavidotto MT
- Aree di Impianto (fase di Esercizio)
-  Piazzola di Esercizio
-  Anemometro d'impianto
-  Nuove strade in progetto o da adeguare



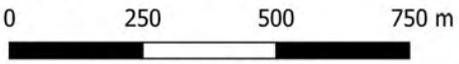
Tav. 03 - Inquadramento su Ortofoto
Scala 1:10.000



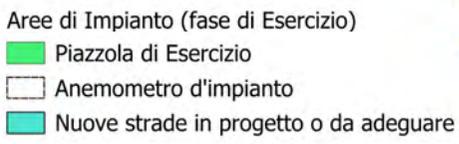
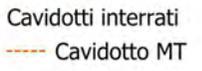
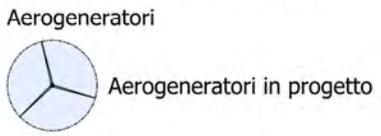
Layout Proposta in Progetto



Tav. 04 - Carta delle tinte altimetriche
 Scala 1:10.000

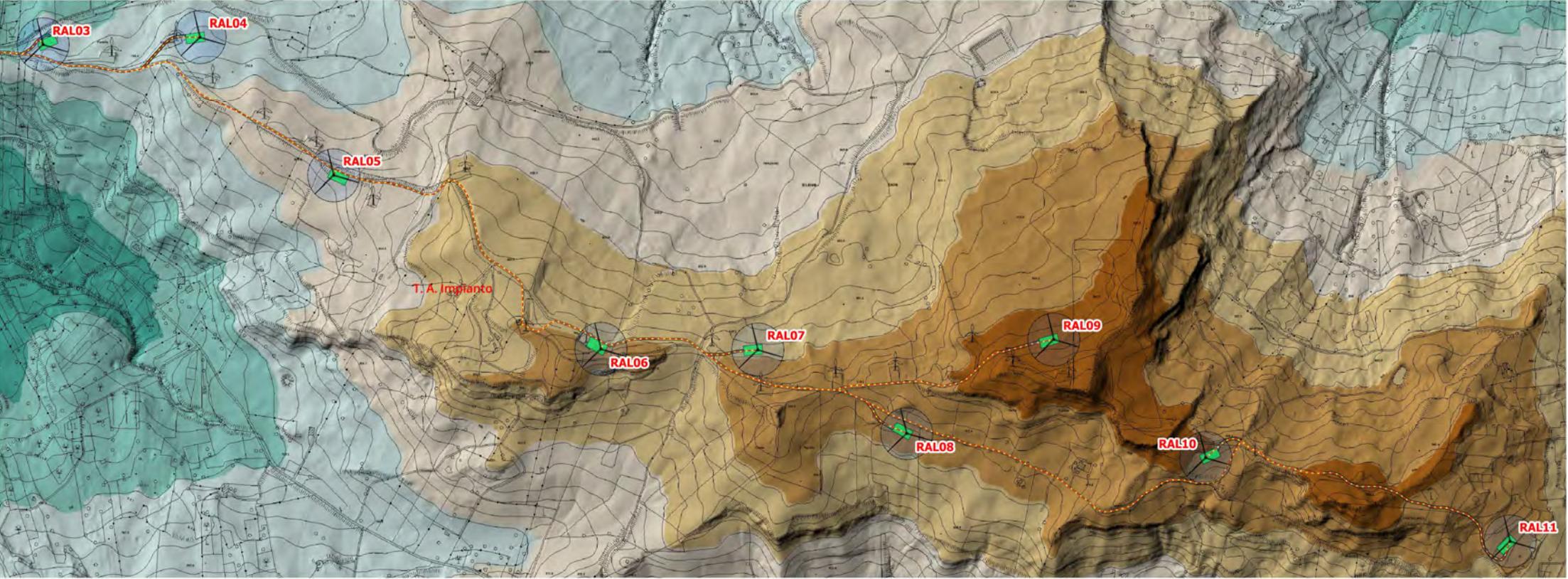
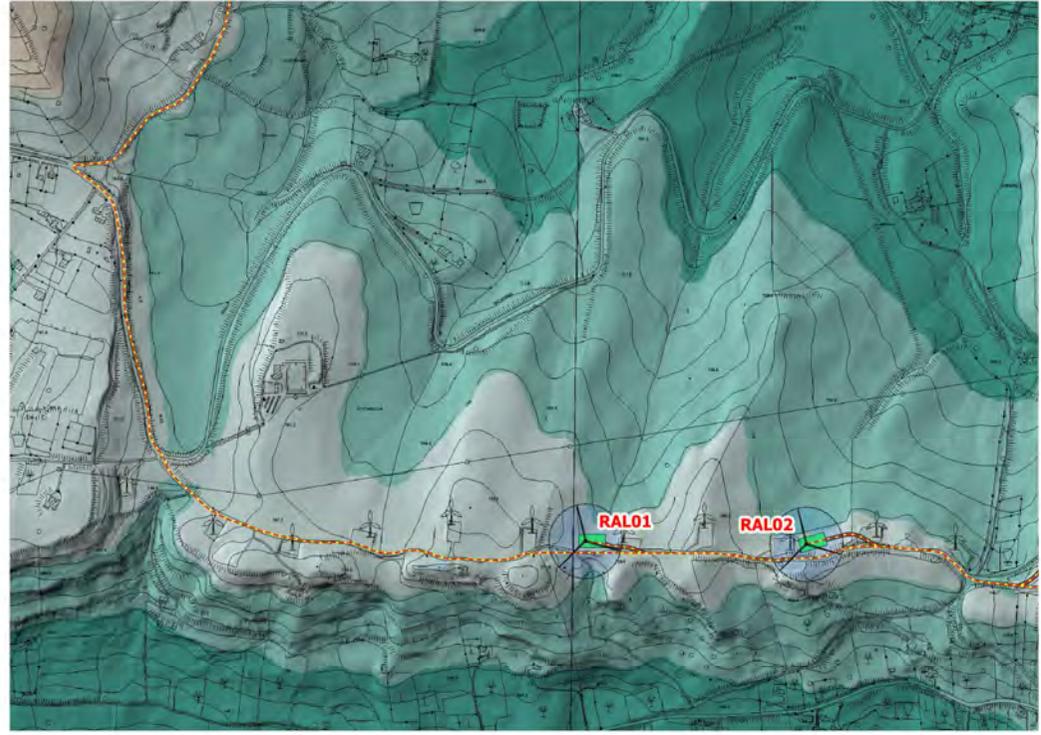
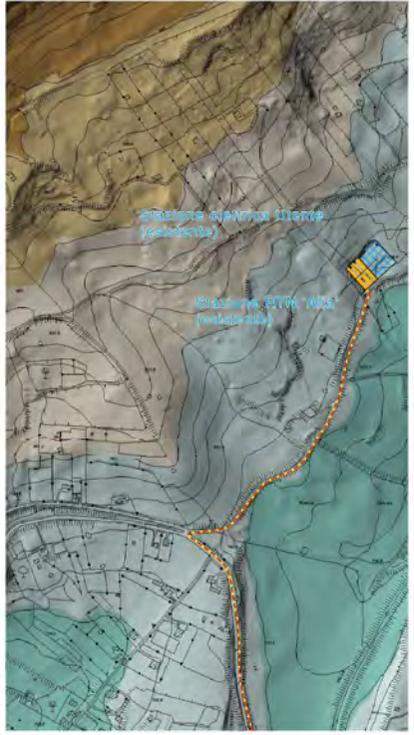


Layout Proposta in Progetto



Fasce altimetriche

- <= 650
- 650 - 700
- 700 - 750
- 750 - 800
- 800 - 850
- 850 - 900
- 900 - 950
- > 950



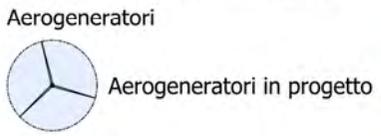
Tav. 05 - Carta delle pendenze

Scala 1:10.000

0 250 500 750 m



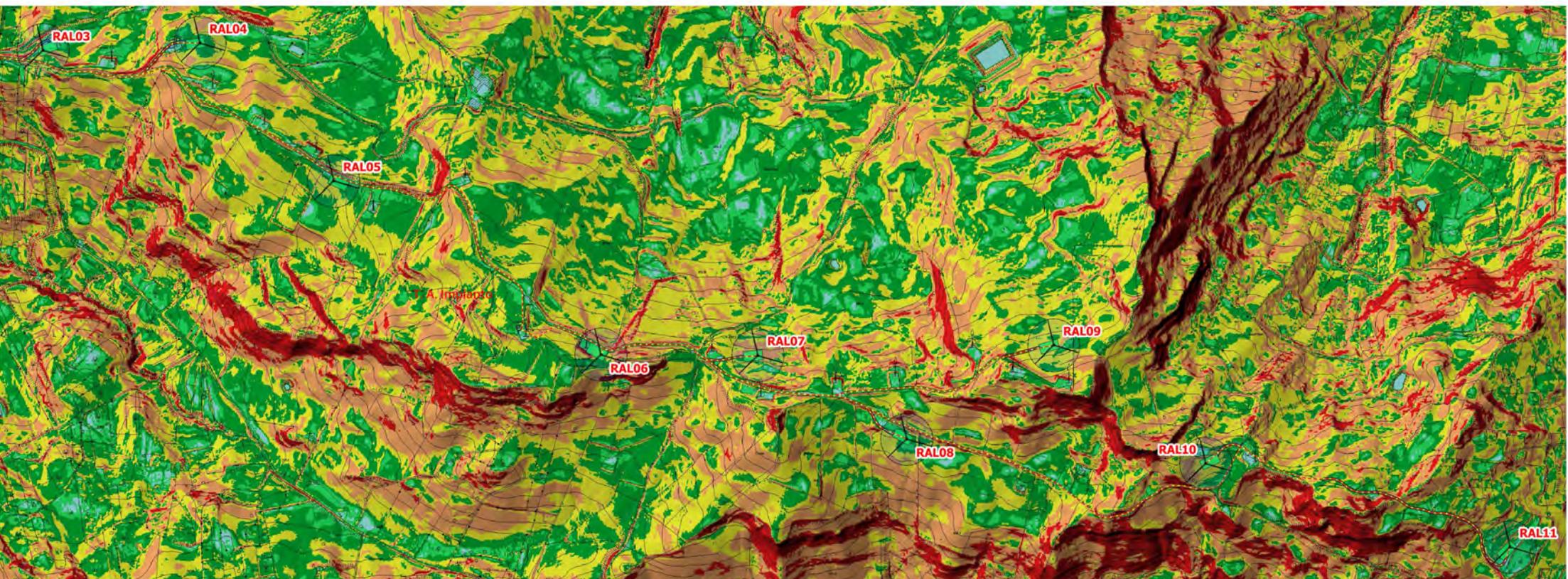
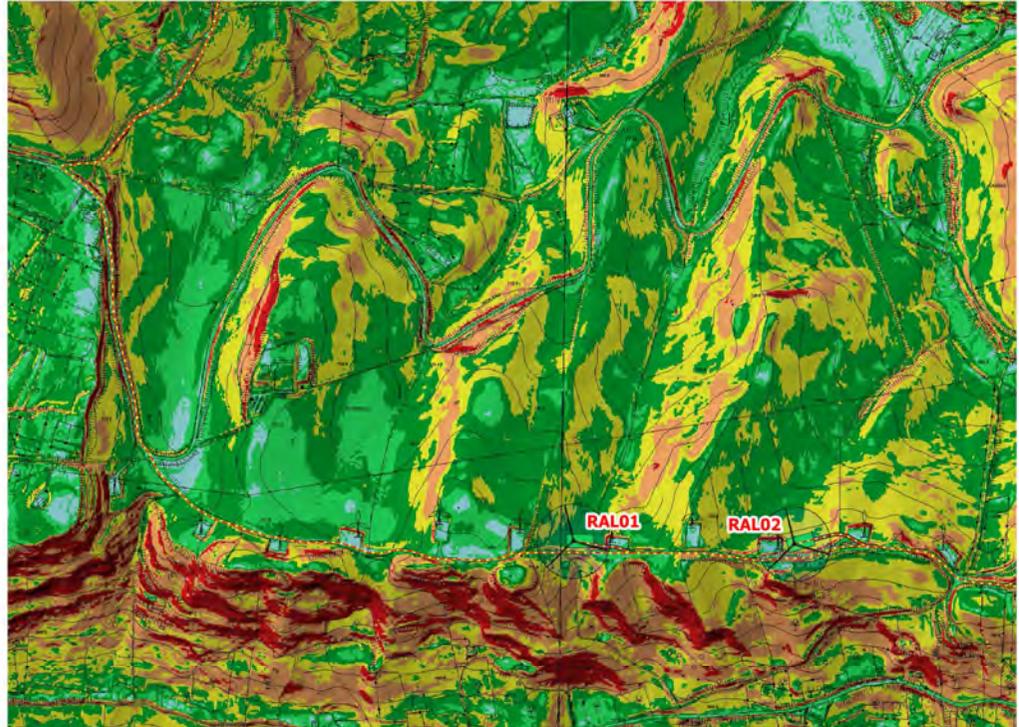
Layout Proposta in Progetto



- Pendenza (°)
- <= 2°
 - 2 - 5°
 - 5 - 10°
 - 10 - 15°
 - 15 - 25°
 - > 25°

- Cavidotti interrati
- Cavidotto MT

- Aree di Impianto (fase di Esercizio)
- Piazzola di Esercizio
 - Anemometro d'impianto
 - Nuove strade in progetto o da adeguare



Tav. 06 - Carta geologica

Scala 1:10.000

0 250 500 750 m



Layout Proposta in Progetto

Aerogeneratori



Aerogeneratori in progetto

Cavidotti interrati

— Cavidotto MT

Aree di Impianto (fase di Esercizio)

■ Piazzola di Esercizio

□ Anemometro d'impianto

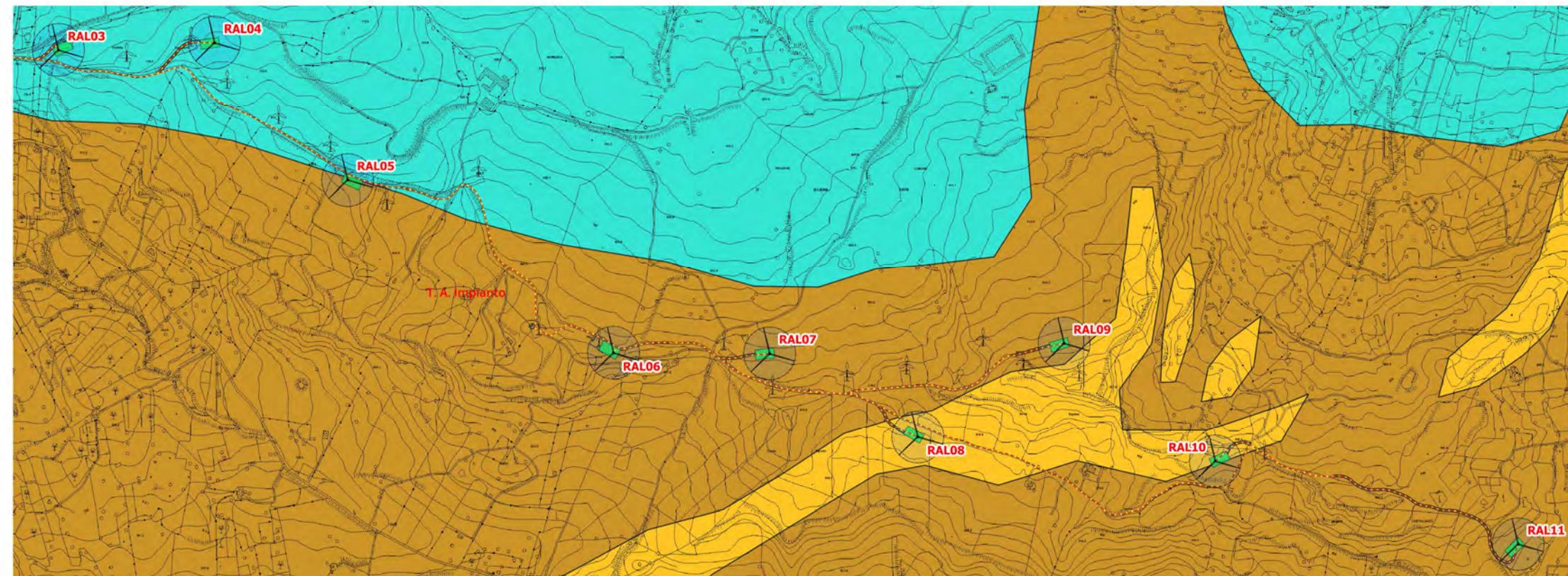
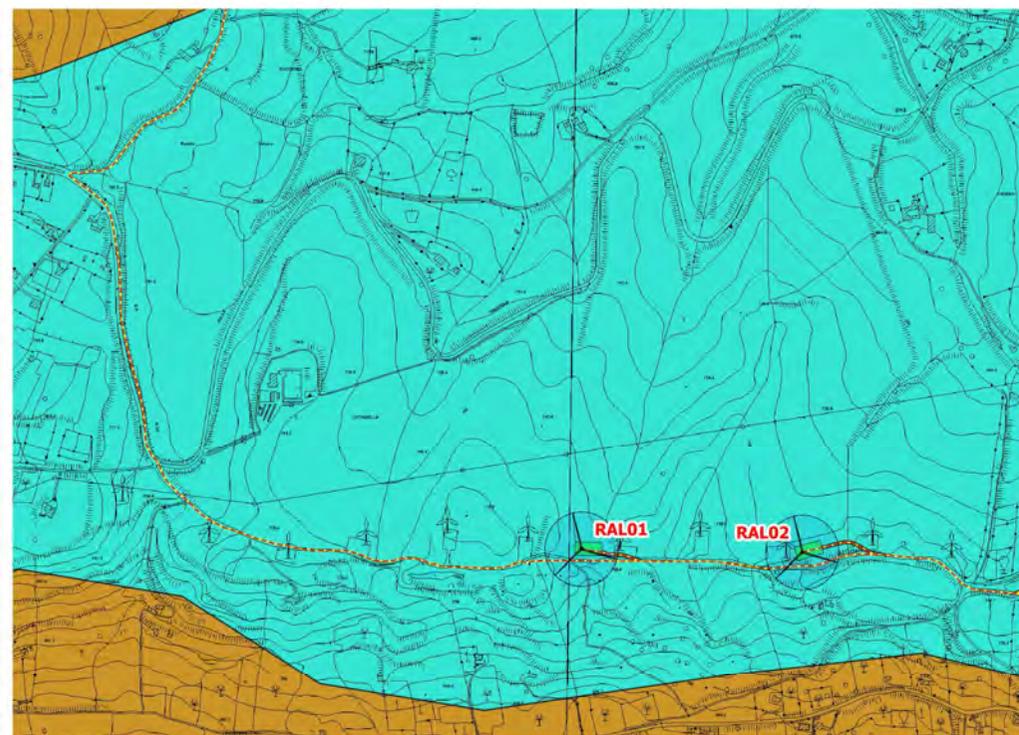
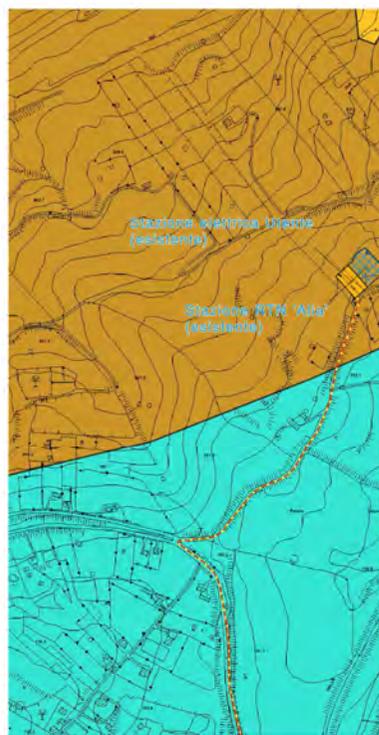
■ Nuove strade o da adeguare

Litologie

■ Alternanze di argilliti nerastre e quarzareniti passanti ad un'alternanza di quarzareniti in grossi banchi e sottili livelli di argille brune. (FYN)

■ Marne e peliti grigio-verdastre nelle quali si intercalano banchi plurimetrci di arenarie quarzose giallastre e verdastre. (TAV)

■ Quarzareniti e quarzoruditi giallastre in grossi banchi. (FYN-a)



Tav. 07 - Carta litotecnica

Scala 1:10.000

0 250 500 750 m

Layout Proposta in Progetto

Aerogeneratori



Aerogeneratori in progetto

Cavidotti interrati

Cavidotto MT

Aree di Impianto (fase di Esercizio)

Piazzola di Esercizio

Anemometro d'impianto

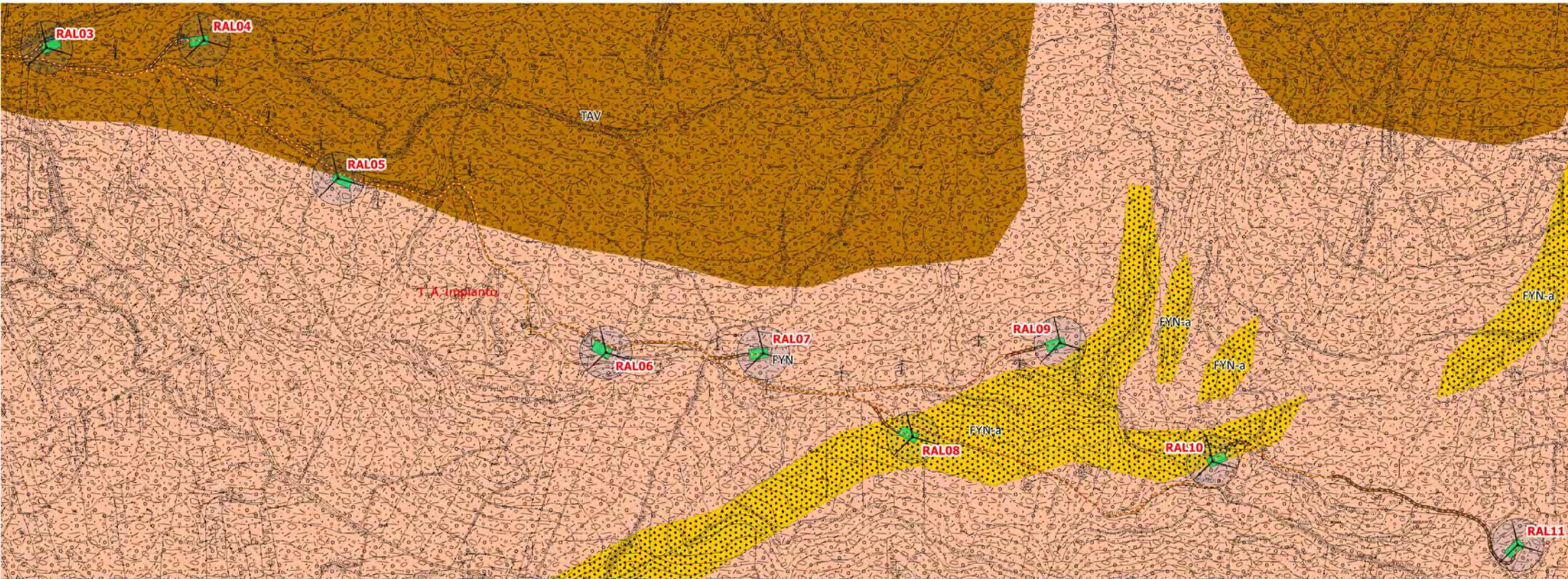
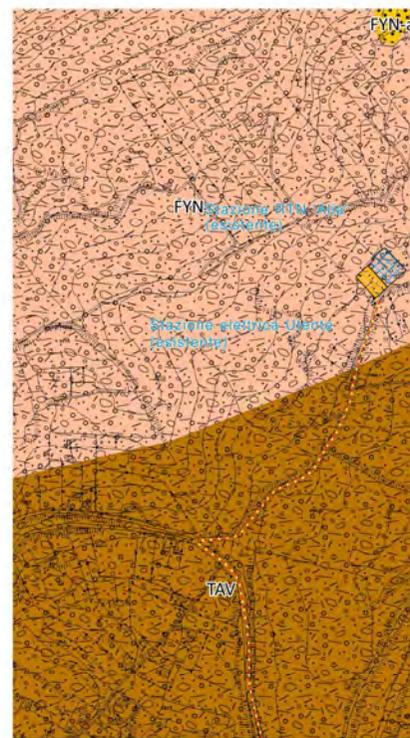
Nuove strade in progetto o da adeguare

Unità Litotecniche

B3 - Successioni con alternanza di litotipi differenti (argille e arenarie) (TAV)

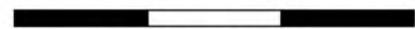
B4 - Successioni con alternanza di litotipi in prevalenza argillosi e litotipi lapidei (areniti e rocce calcaree) (FYN)

G3 - Sabbie cementate (FYN-a)



Tav. 08 - Carta della permeabilità
Scala 1:10.000

0 250 500 750 m



Layout Proposta in Progetto

Aerogeneratori



Aerogeneratori in progetto

Cavidotti interrati

--- Cavidotto MT

Fase di Esercizio)

Aree di Impianto (fase di Esercizio)

■ Piazzola di Esercizio

□ Anemometro d'impianto

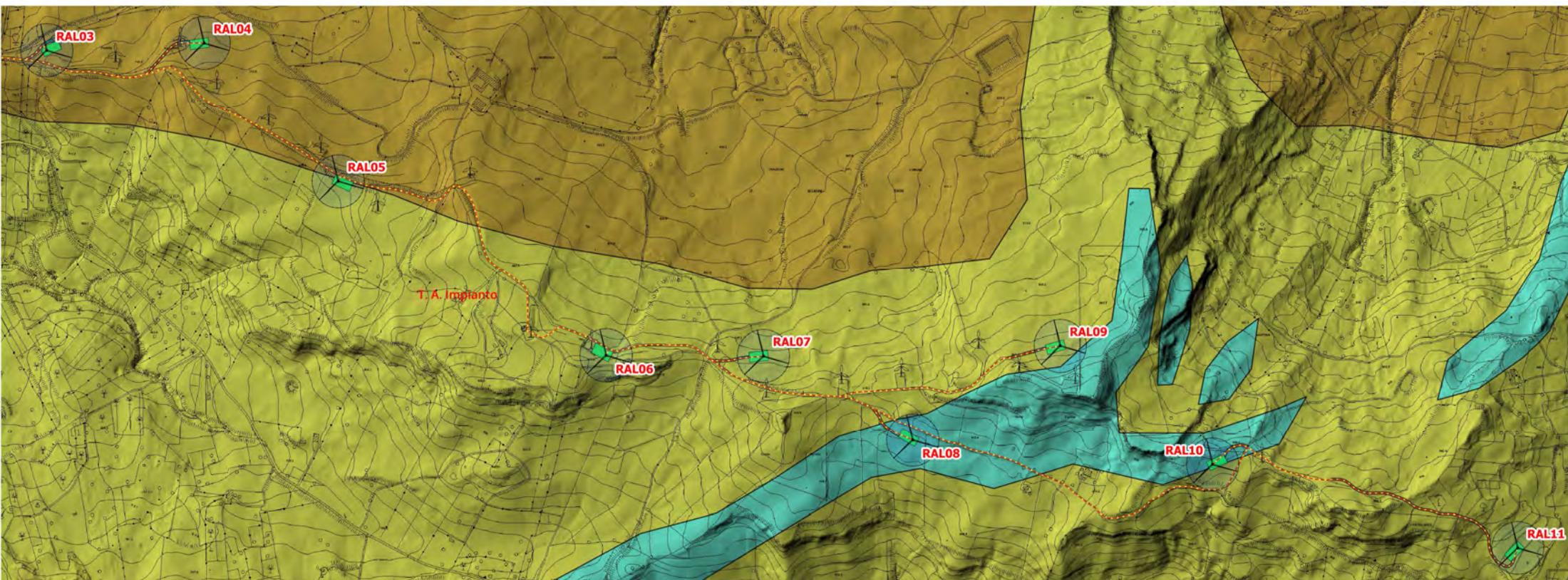
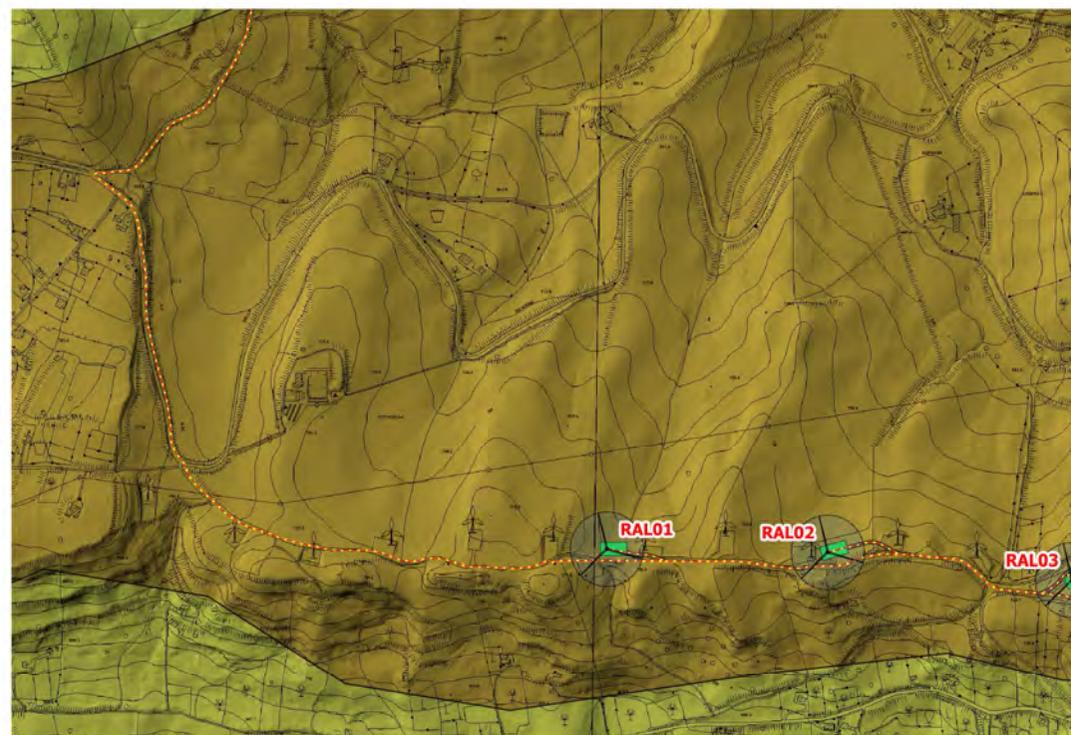
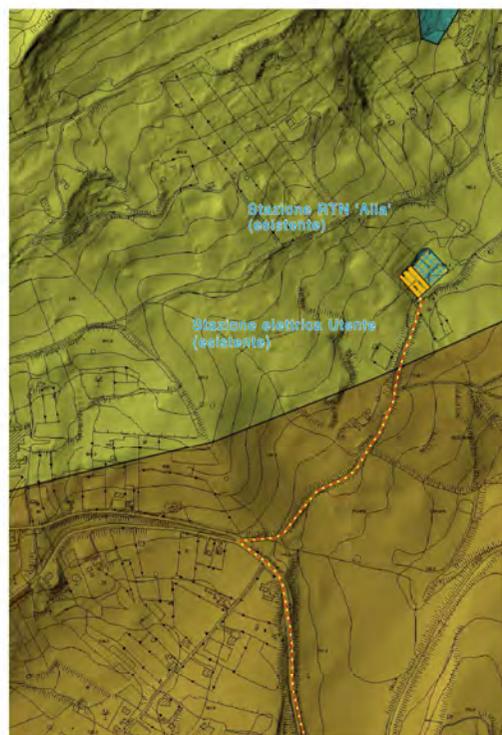
■ Nuove strade in progetto o da adeguare

permeabilità

■ bassa

■ medio-alta

■ medio-bassa



Tav. 09 - Carta idrografica

Scala 1:10.000

0 250 500 750 m

Layout Proposta in Progetto

Aerogeneratori



Aerogeneratori in progetto

Cavidotti interrati

Cavidotto MT

Aree di Impianto (fase di Esercizio)

Piazzola di Esercizio

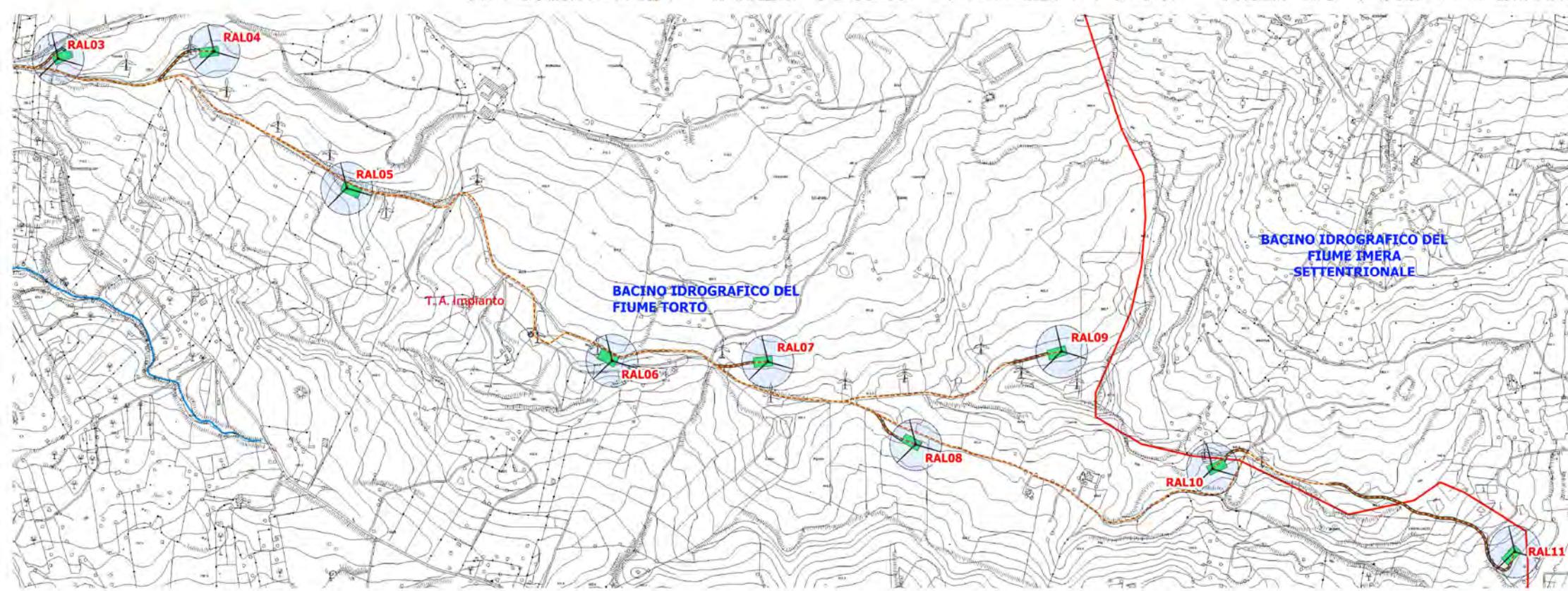
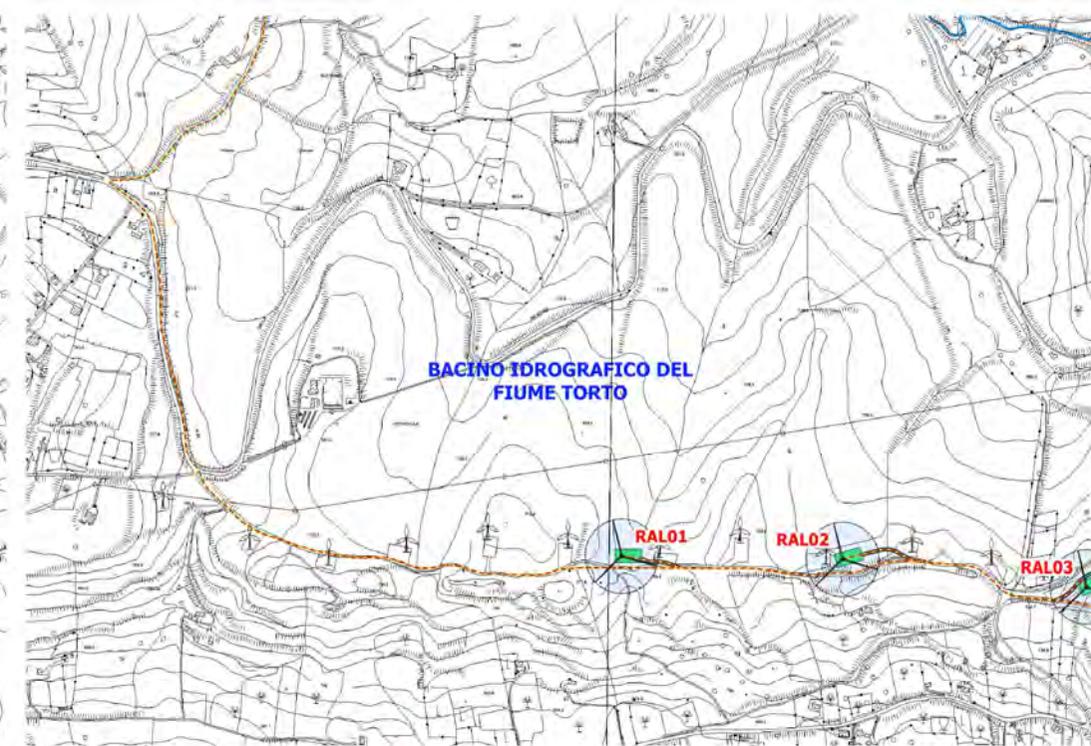
Anemometro d'impianto

Nuove strade in progetto o da adeguare

IDROGRAFIA

Bacini idrografici principali

Elementi Idrici



Tav. 10 - Carta dei dissesti PAI
Scala 1:10.000

0 250 500 750 m

Layout Proposta in Progetto

PAI AGG. 19.09.2023

Aerogeneratori

PAI Geomorfologia



Aerogeneratori in progetto

Dissesti per Attività e Tipologia

Cavidotti interrati

Attivo

Cavidotto MT

Inattivo

Aree di Impianto (fase di Esercizio)

Crollo e o ribaltamento

Piazzola di Esercizio

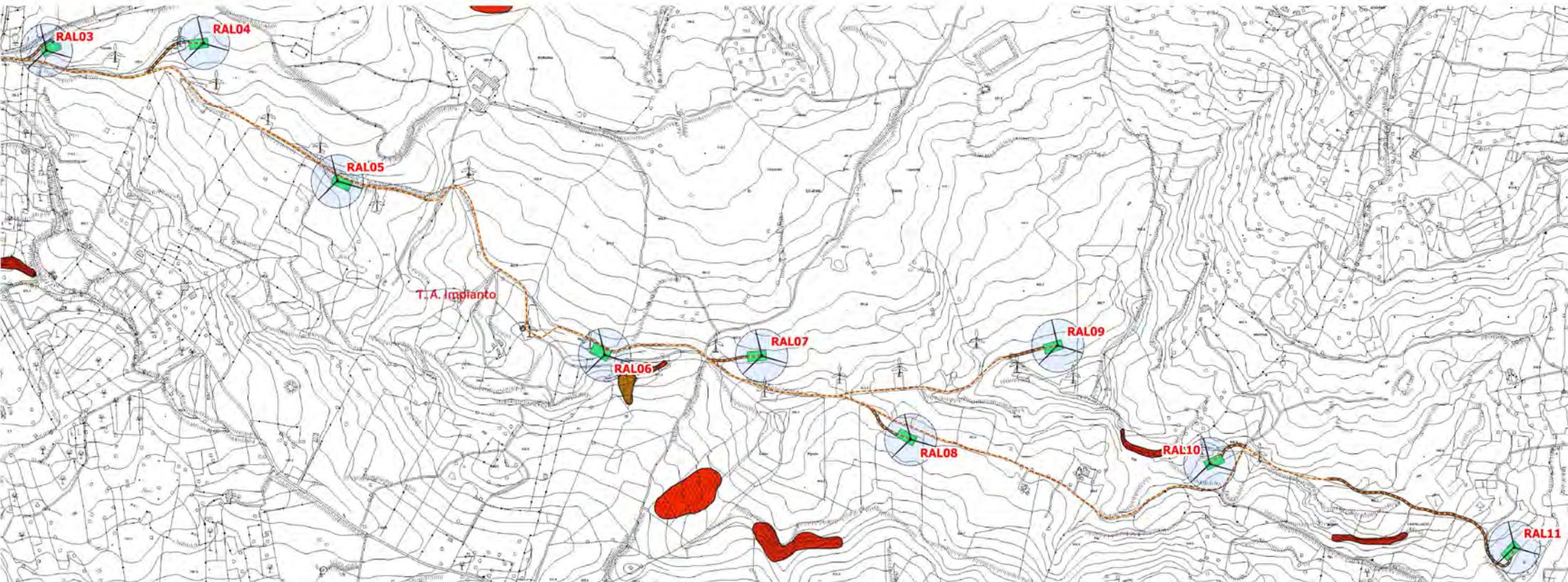
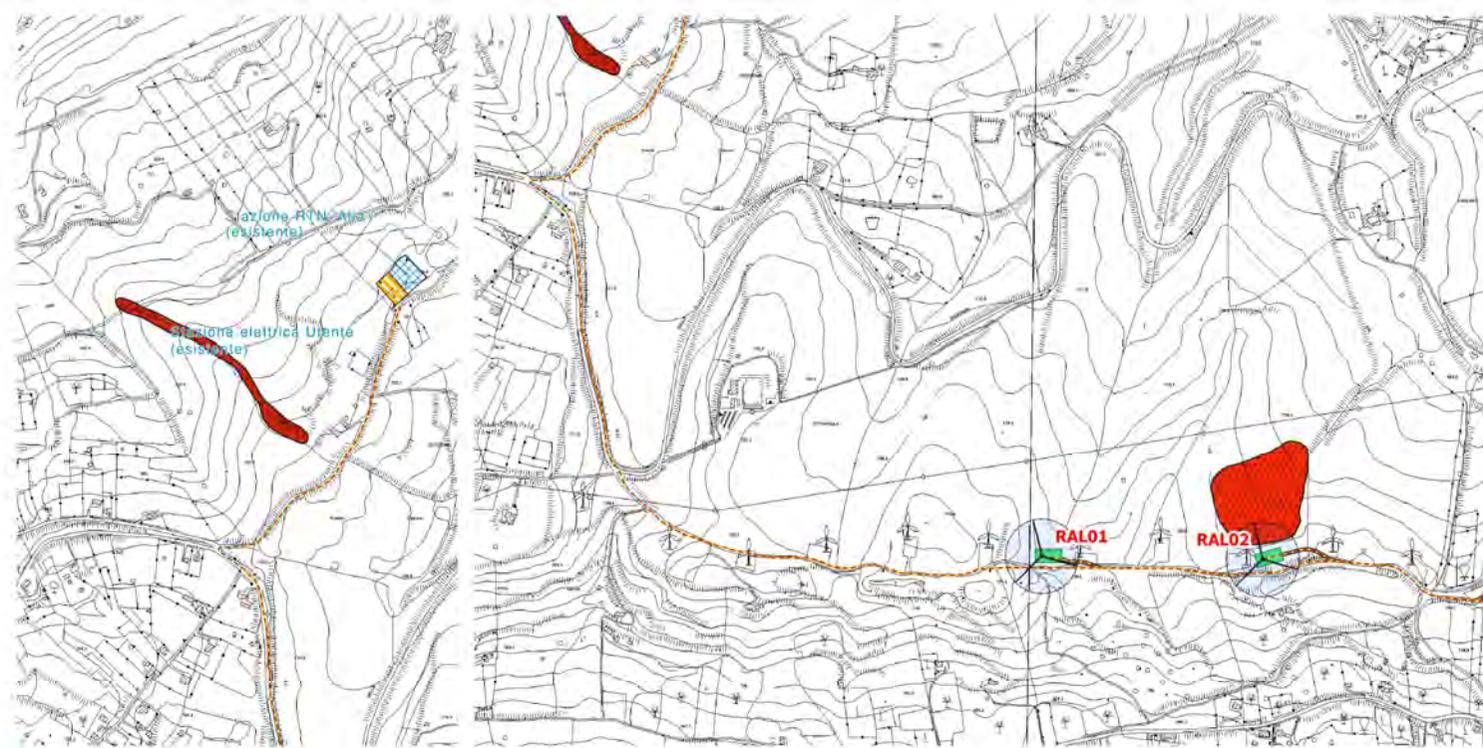
Colamento lento

Anemometro d'impianto

Deformazione superficiale lenta

Nuove strade o da adeguare

Dissesti dovuti ad erosione accelerata



Tav. 11 - Carta della pericolosità e rischio geomorfologico PAI
 Scala 1:10.000

0 250 500 750 m

Layout Proposta in Progetto

PAI AGG. 19.09.2023

Aerogeneratori

PAI Geomorfologia



Aerogeneratori in progetto

Rischio Geomorfologico

R3 elevato

Pericolosità Geomorfologica

P1 moderato

P2 medio

P3 elevato

P4 molto elevato

Cavidotti interrati

Cavidotto MT

Aree di Impianto (fase di Esercizio)

Piazzola di Esercizio

Anemometro d'impianto

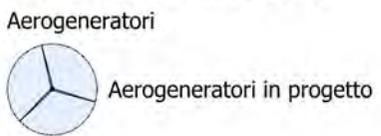
Nuove strade o da adeguare



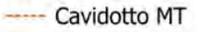
Tav. 12 - Carta della pericolosità e rischio idraulico PAI
Scala 1:10000



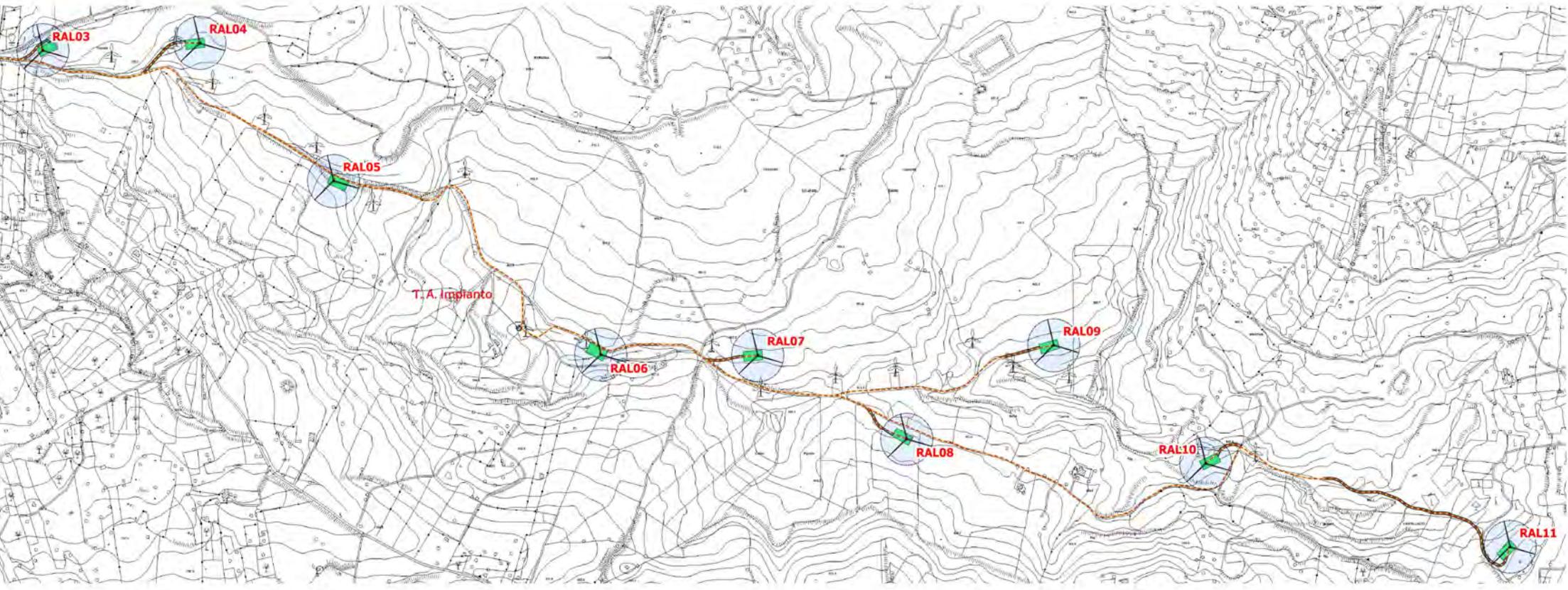
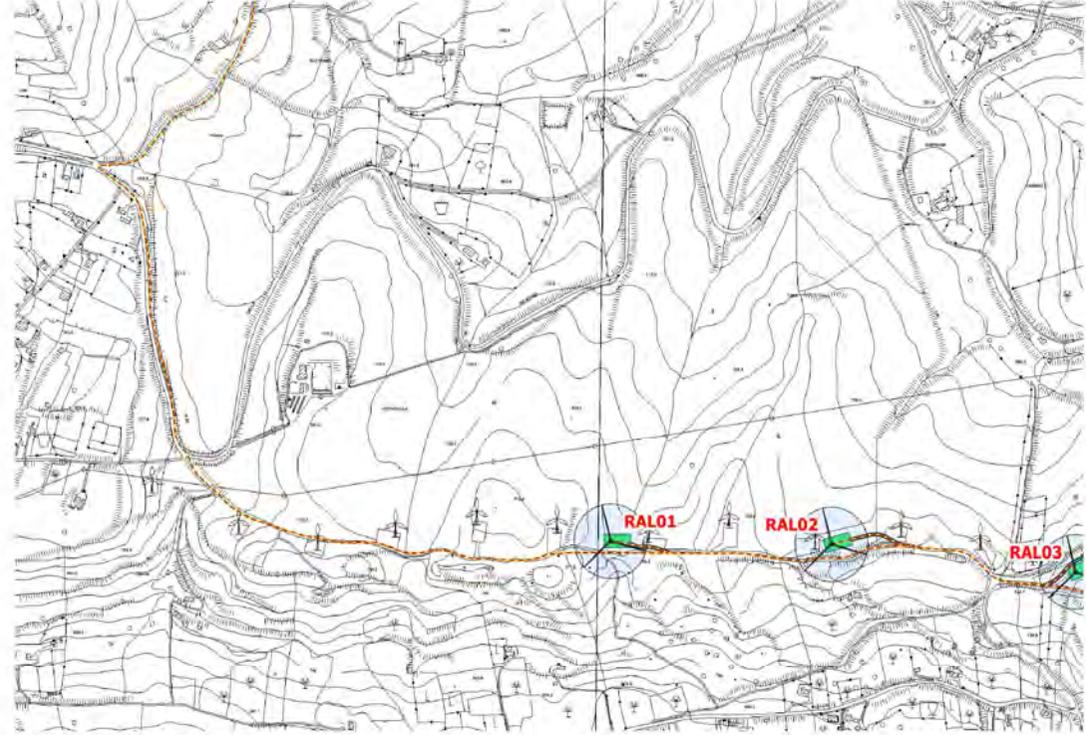
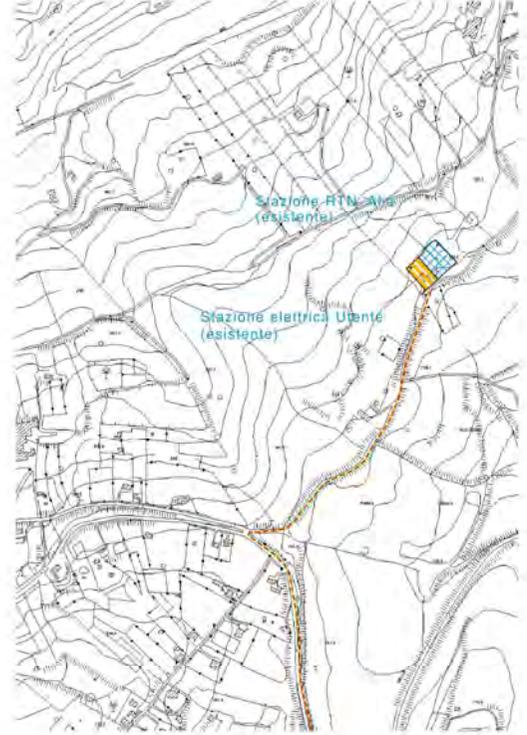
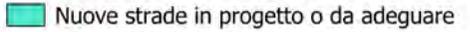
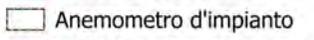
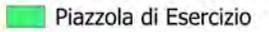
Layout Proposta in Progetto



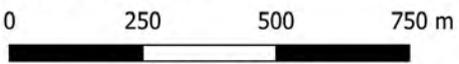
Cavidotti interrati



Aree di Impianto (fase di Esercizio)



Tav. 13 - Carta del vincolo idrogeologico
Scala 1:10.000



Layout Proposta in Progetto

