

REGIONE MOLISE

Provincia di Campobasso

COMUNI DI MACCHIA VALFORTORE – MONACILIONI - PIETRACATELLA

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO DI MACCHIA VALFORTORE – MONACILIONI –
PIETRACATELLA – S. ELIA A PIANISI



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind 4



PROGETTISTA

CESI
CESI-S.p.A. ¶
Via Rubattino 54 ¶
I-20134 Milano – Italy ¶

OGGETTO DELL'ELABORATO

815.R.004 – Relazione Geologica



ERG Wind 4 srl

Torre WTC Via De Marini 1
16149 Genova Italia
ph +39 010 24011
fax +39 010 2401490

Sede Legale: Torre WTC Via De Marini 1 16149 Genova Italia Cap. Soc. euro 6 632 737,00 I.V. R.E.A. Genova 477792 Reg. Impr. GE Cod. Fisc. e P. IVA 02269E50640

Rev.

00

Data di emissione

15/12/2018

RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B8024036

Cliente ERG Power Generation S.p.A.

Oggetto Potenziamento Parco Eolico di Macchia Valfortore – Monacilioni – Pietracatella – S. Elia a Pianisi
Progetto definitivo
Rapporto 815.R.004
Relazione Geologica

Ordine 4700026165 del 06/06/2018 e 4700026592 del 05/10/2018

Note Rev. 00
WBS A1300001447X002 e A1300000815X002
Lettera di trasmissione prot. B8024995

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.



N. pagine 72 **N. pagine fuori testo** 115 + n. 8 Tavole

Data 15/12/2018

Elaborato SCE Giovanni Ceroni

Verificato SCE Andrea Nardi

Approvato SCE Carnevale Francesco

Indice

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	8
3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	15
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	18
5	STRATIGRAFIA LOCALE E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE-GEOTECNICHE	20
6	ANALISI SISMICA	27
7	ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI	33
7.1	Aerogeneratori in progetto da R-MN01 a R-MN05 (Comune di Monacilioni).....	34
7.2	Aerogeneratori in progetto da R-MC01 a R-MC06 (Comune di Macchia Valfortore).....	46
7.3	Aerogeneratori in progetto da R-PC01 a R-PC06 (Comune di Pietracatella)	52
7.4	Considerazione sullo stato dei luoghi dell'intera area oggetto d'interventi	59
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	64
9	BIBLIOGRAFIA	70
10	ALLEGATI	72
	Allegato A: Dati disponibili delle campagne geognostiche.....	72
	Allegato B: Report fotografico dei sopralluoghi di inizio luglio e novembre 2018. .	72
	Allegato C: Planimetria ubicazione indagini geologiche 1:10000.....	72
	Allegato D: Carta geologica alla scala 1:10000.	72
	Allegato E: Carta geomorfologica e carta idrogeologica alla scala 1:10000.	72
	Allegato F: Profili geologici alla scala 1:5000.	72

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	15/12/2018	B8024036	Prima emissione

Alla redazione del presente documento ha collaborato il Dott. Davide Martelli.

1 PREMESSA

La presente relazione geologica riguarda il progetto di potenziamento di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Il suddetto impianto ricade principalmente nei Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella, ed al margine meridionale del territorio comunale di Sant'Elia Pianisi (Figura 1.1), tutti posti in Provincia di Campobasso.

Il nuovo impianto è composto da sedici aerogeneratori con la relativa rete di cavidotti, servizi tecnici connessi ed una stazione utente. I nuovi aerogeneratori ricadono sostanzialmente lungo i tratti di crinale già interessati dall'esistente parco eolico (Figura 1.2). La stazione elettrica è ubicata nella medesima posizione di quella già esistente (Figura 1.5), così come i cavidotti interrati e gli accessi che ripercorrono quelli già in essere (Figura 1.2; Figura 1.3; Figura 1.4; Figura 1.5).

Il flusso di lavoro finalizzato alla stesura della relazione geologica e degli elaborati annessi (Carte Tematiche) è consistito nelle seguenti fasi:

1. Rilevamenti di superficie (inizio agosto 2018 e fine novembre 2018) della zona direttamente interessata dal progetto e delle aree limitrofe allo scopo di inquadrare il settore dai vari punti di vista necessari: geologico, strutturale, geomorfologico, ecc..
2. Integrazione fra le osservazioni raccolte direttamente in sito e la varia documentazione reperita quali ad esempio la cartografia geologica, le varie Carte Tematiche disponibili nel sito della Regione Molise, la caratterizzazione sismica del suolo e sottosuolo pubblicata da INGV, Protezione Civile, ecc..
3. Analisi dei sondaggi geognostici, delle indagini geofisiche, delle prove penetrometriche dinamiche (DPsh) e delle prove di laboratorio (quando disponibili), nell'ambito del progetto originario di realizzazione dell'esistente parco eolico.
4. Analisi ed integrazione di tutte le informazioni raccolte al fine di caratterizzare il settore d'indagine dai vari punti di vista necessari:
 - a. Geologico-strutturale
 - b. Geomorfologico
 - c. Idrogeologico
 - d. Stratigrafico
 - e. Geotecnico
 - f. Sismico

Riguardo alla caratterizzazione litostratigrafica locale e quella fisico-meccanica dei terreni, si segnala che tutti gli aerogeneratori insistono da progetto su formazioni geologiche a matrice prevalentemente argillosa a struttura scagliosa e solo i rari casi su terreni arenaceo-sabbiosi (parzialmente R-MN02 e totalmente R-MN05).

Solo per i sei aerogeneratori previsti in Comune di Macchia Valfortore (da R-MC01 a R-MC06), è stato possibile recuperare gli originali di tutte le indagini eseguite (sondaggi, geofisica, DPsh e prove di laboratorio). Mentre per le torri previste nei Comuni di Pietracatella (da R-PC01 a R-PC05) e Monacilioni (R-MN01 a R-MN05) sono state unicamente recuperate le relazioni geotecniche sulle fondazioni dell'impianto eolico esistente, che riportano solo una sintesi interpretativa delle indagini condotte nei due siti. Fortunatamente il sottosuolo di tutti e tre i siti è simile, poiché prevalentemente

costituito dal mélange tettonico delle Argille Scagliose. È quindi stato possibile usare i dati dei vari studi eseguiti a Macchia Valfortore per caratterizzare i materiali argillosi dei nuovi aerogeneratori di Pietracatella e Monacilioni.

Si rinvia alle successive fasi di progetto per i necessari ed ulteriori approfondimenti di carattere stratigrafico, geotecnico, idrogeologico e sismico.

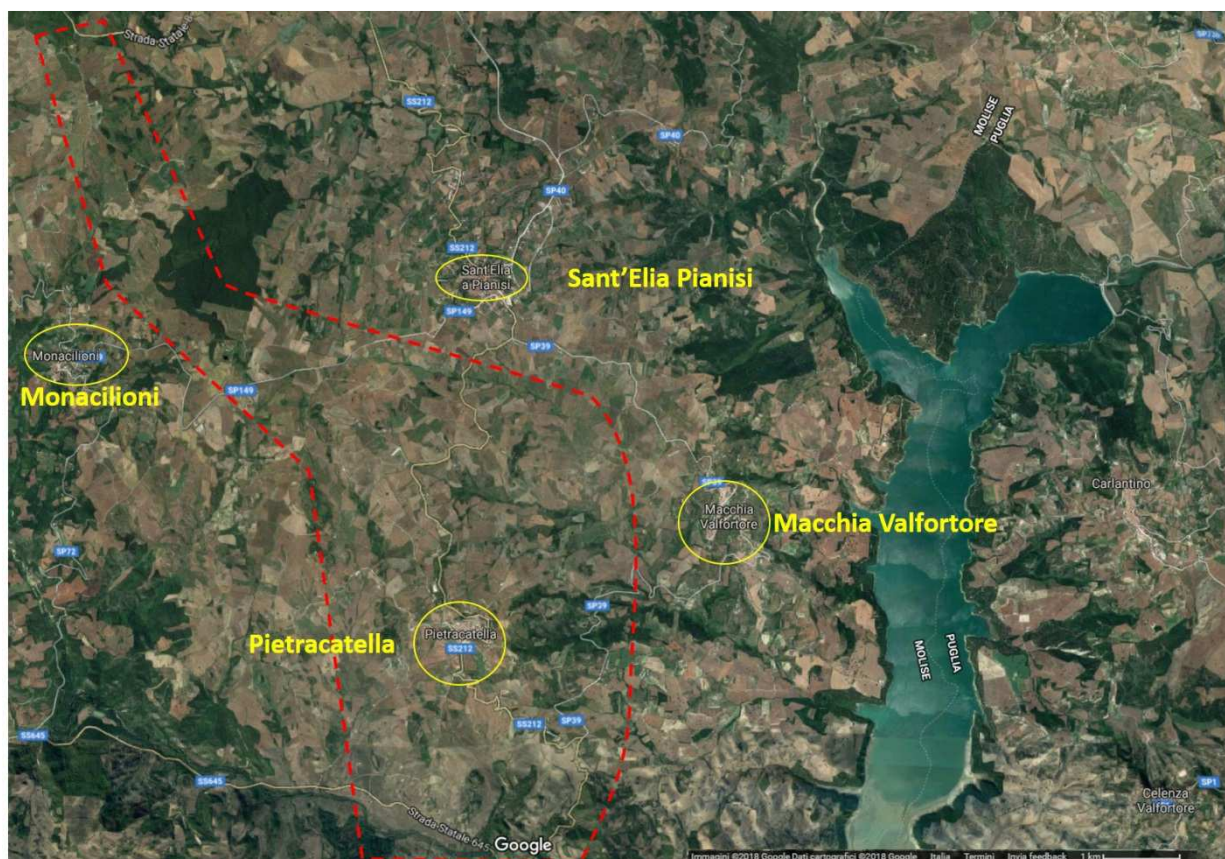


Figura 1.1- Stralcio fuori scala di Google Maps del settore interessato dagli interventi per il potenziamento del parco eolico esistente. Esso ricade principalmente nei Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella, ai margini dei territori comunali di Sant'Elia Pianisi a Nord.

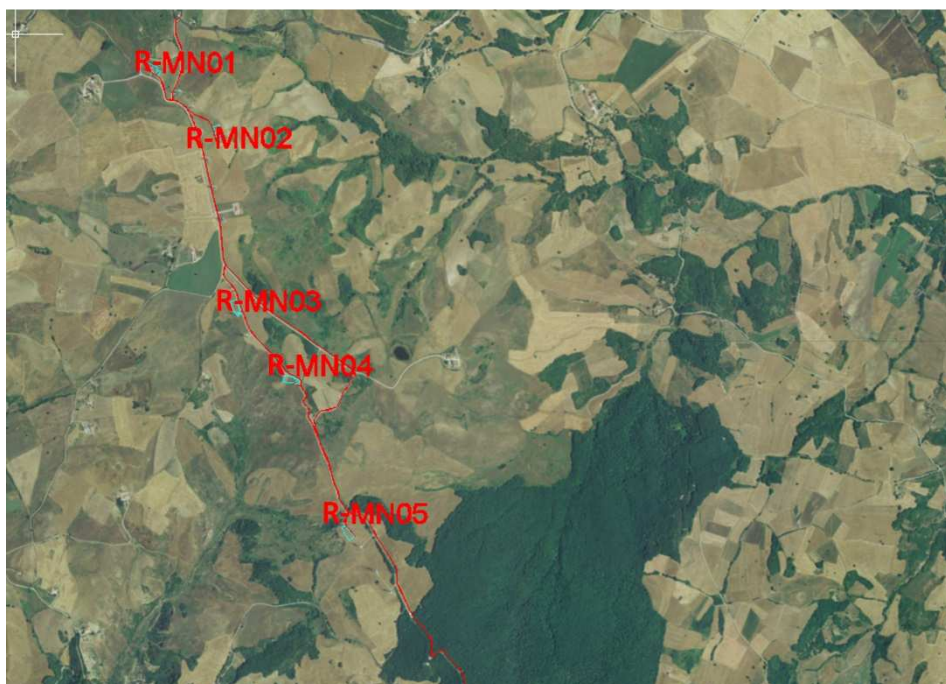


Figura 1.2- Stralcio fuori scala dell'ortofoto inerente la porzione più settentrionale del nuovo impianto dato da cinque aerogeneratori (da MN01 a MN05) con la relativa rete di cavidotti, accessi e servizi tecnici connessi (evidenziati sempre in rosso).

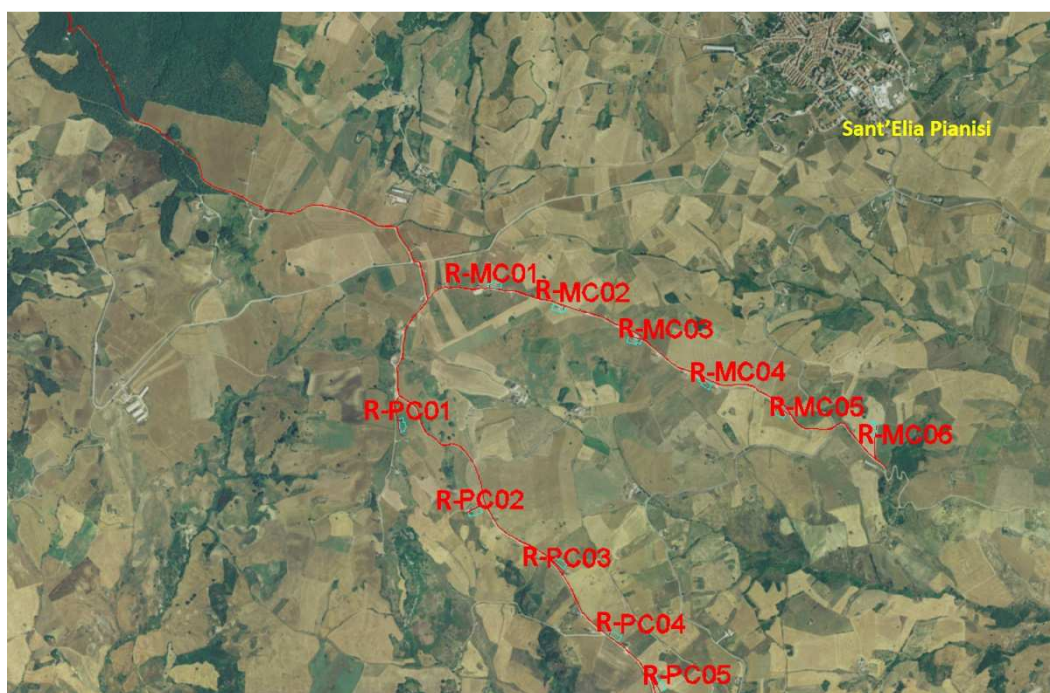


Figura 1.3- Stralcio fuori scala dell'ortofoto inerente la porzione centro-settentrionale del nuovo impianto a Sud dell'abitato di Sant'Elia Pianisi (CB). In questo settore il nuovo impianto riguarda sei macchine (da MC01 a MC06) in Comune di Macchia Valfortore e cinque aerogeneratori (da PC01 a PC05) in Comune di Pietracatella. Naturalmente gli interventi prevedono la messa in opera della relativa rete di cavidotti, accessi e servizi tecnici connessi (evidenziati sempre in rosso).

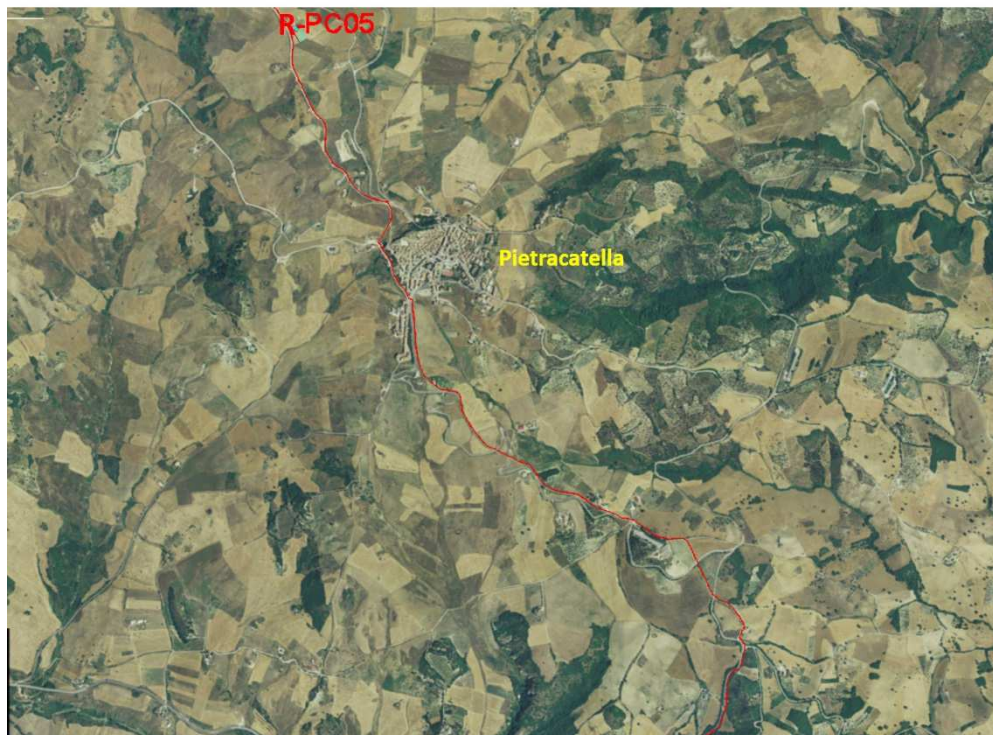


Figura 1.4- Stralcio fuori scala dell'ortofoto inerente la porzione centro-meridionale del nuovo impianto subito a Sud dell'abitato di Pietracatella (CB). In questo settore gli interventi riguardano la messa in opera di una nuova rete di cavidotti ed accessi (evidenziati in rosso).



Figura 1.5- Stralcio fuori scala dell'ortofoto inerente la porzione più meridionale del nuovo impianto nei pressi dell'area industriale Pietracatella (CB). In questo settore gli interventi riguardano la messa in opera della nuova rete di cavidotti ed accessi (evidenziati in rosso) sino al raggiungimento della stazione elettrica esistente oggetto di adeguamenti necessari al potenziamento del nuovo parco eolico in progetto.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'integrazione fra i dati raccolti durante il rilevamento geologico di superficie, la cartografia geologica pubblicata ed i risultati delle varie campagne geognostiche (inerenti i tre diversi progetti originari di realizzazione dell'esistente parco eolico), ha permesso di ricostruire la successione dei terreni presenti nell'area studiata. Per la nomenclatura delle unità e formazioni geologiche rinvenute, si fa riferimento alla Carta geologica del Molise (scala 1:100.000) redatta da Vezzani, Festa e Gisetti e pubblicata da S.EL.CA Firenze nel 2004.

I limiti delle varie formazioni geologiche affioranti nel settore d'indagine sono mappati nella Carta Geologica ed in alcuni profili geologici dell'area d'indagine per la cui consultazione si rimanda rispettivamente agli Allegati D ed F.

L'assetto strutturale dell'Appennino Centrale è condizionato dal sistema di Avanfossa-Avampaese come illustrato in Figura 2.1. Il settore d'indagine si è strutturato in catena durante le fasi contrazionali del Messiniano Inferiore (Figura 2.2; Vezzani et al., 2006).

Come si può osservare da Figura 2.3 la Catena Appenninica è costituita da un sistema imbricato dato delle Unità della Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese, del Bacino Molisano e della Piattaforma Abruzzese esterna, che ricoprono tettonicamente le Unità Apulo-Adriatiche deformate, a loro volta in sovrapposizione tettonica sulle argille dell'Avanfossa Adriatica (Vezzani et al., 2006).

Nel settore d'interesse, troviamo le successioni stratigrafiche discordanti dei Bacini di top-Thrust e le sottostanti ed alloctone Unità Sicilidi come esemplificato nelle colonne stratigrafiche di Figura 2.4 e cartografato nello schema strutturale di Figura 2.5 (Vezzani et al., 2006).

Nello specifico, le formazioni geologiche del settore d'indagine e le loro caratteristiche principali sono:

- ✓ Argille del Fiume Fortore (Pliocene Inf.? – Messiniano). Alternanza di argille biancastre, sabbie e arenarie gialle in strati centimetrici con marne, gessi e livelli di gessareniti, passante verso l'alto ad argille grigio oliva con sottili lenti di conglomerati calcarei. Spessore da 200 a 650 metri.
- ✓ Sabbie di Valli (Messiniano Sup.). Sabbie ed arenarie quarzoso-feldspatiche grossolane di colore sale e pepe in banchi fino a 10 metri di spessore, separati da livelli millimetrici di peliti bluastre, talora con lenti di megabrecce a blocchi decametrici calcarei e silicei ad affinità silicide. Spessore 300-500 metri.
- ✓ Flysch Numidico (Serravalliano – Langhiano). Quarzoareniti grossolane giallo-grigiastre a prevalenti granuli di quarzo perfettamente arrotondati, con sottili intercalazioni di argille marnose. Nella parte alta della formazione prevalgono le argille con sottili intercalazioni di arenarie quarzose (a). Spessore affiorante: 50-200 metri.
- ✓ Formazione Cercemaggiore (Miocene Inf.). Alternanza di breccie calcaree, biocalcareni e calcilutiti biancastre a liste e noduli di selce, con intercalazioni di argille marnose e marne rosse e grigio-verdastre con rari livelli di arenarie. Alla base è presente un discontinuo intervallo di peliti rosso-verdastre. Spessore: 100-300 metri.
- ✓ Argille scagliose (Miocene Inf. – Cretaceo Sup.). Mélange tettonico costituito da prevalenti argille ed argille marnose di colore da rosso-violaceo a grigio-verdastro con intercalazioni da centimetriche a decametriche di calcari micritici bianco-

verdognoli, calcarei silecei, quarzosiltiti azzurro-verdastre, radiolariti rosso-verdi e con blocchi cartografabili di calcareniti e calcari.

Le torri eoliche in progetto del settore più settentrionale dell'area d'indagine ricadono in Comune di Monacilioni e vanno da R-MN-01 a Nord sino a R-MN05 a Sud. R-MN-01 e R-MN04 sembrano insistere interamente su terreni classificati come appartenenti al mélange tettonico delle Argille Scagliose, almeno nei primi 20 metri circa dal piano campagna (profondità delle indagini). Riguardo R-MN03, sulla base della cartografia geologica disponibile e dei rilievi eseguiti, inizialmente attraversa sempre terreni argillosi, ma appartenenti alla Formazione di Cercemaggiore, per poi passare anch'essa alle Argille Scagliose. Tale passaggio non è evidenziato dalle interpretazioni delle indagini, unico dato geognostico disponibile per il sito di Monacilioni. Gli aerogeneratori R-MN02 e R-MN05 insistono invece sulle sabbie e quarzoareniti giallo-ocra del Flysch Numidico. R-MN02 solo inizialmente, poiché attorno ai 9 metri di profondità dal piano campagna passa anch'esso alle Argille Scagliose. R-MN05 invece sembra attraversare esclusivamente i materiali sabbioso-arenacei del Flysch Numidico almeno fino a 20 metri dal piano campagna. Infatti R-MN05 ricade su un'area pianeggiante delimitata ad Est da una scarpata sub-verticale di diversi metri di spessore affiorante data quarzoareniti da poco a mediamente cementate.

Andando dal parco di Monacilioni verso Sud, incontriamo il crinale sede degli aerogeneratori in progetto del Comune di Macchia Valfortore (da R-MC01 a R-MC06). Qui compaiono principalmente tre formazioni geologiche: le Argille Scagliose, il Flysch Numidico e la Formazione di Cercemaggiore. La dorsale in oggetto è attraversata ortogonalmente da un sovrascorrimento. Questo porta ad affiorare nuovamente le Argille Scagliose ed alcuni lembi della Formazione di Cercemaggiore sopra al Flysch Numidico. Ciò avviene alle quote più elevate dove il crinale in oggetto con andamento WNW-ESE si diparte dalla dorsale principale orientata N-S. I materiali rinvenuti nei sondaggi della campagna geognostica del 2004 (vedi Allegati A e C) sembrano confermare i limiti cartografati nelle carte e sezioni geologiche prodotte (vedi Allegati D e F). In particolare le stratigrafie dei sondaggi S4 e S5 e le prove penetrometriche dinamiche Dpsh 1, 2 e 4 evidenziano nei primi metri dal piano campagna (4-7 metri) la presenza di limi sabbiosi, argille limose e sabbie quarzose che potrebbero costituire il risultato dell'alterazione delle quarzoareniti intercalate alle argille marnose tipiche del Flysch Numidico in senso stretto. Poco prima del limite orientale fra il Flysch Numidico e le Argille Scagliose, è stato eseguito il sondaggio S4 nella cui stratigrafia è anche denunciata la presenza di straterelli arenacei giallo-ocra, tipici del Flysch Numidico in questo settore. Questi materiali sono anche rinvenuti nel sondaggio S5, ovvero poco prima del sovrascorrimento che riporta a contatto le Argille scagliose con il Flysch Numidico, rispettivamente a W ed E del limite.

In sintesi, dall'integrazione fra i rilievi di superficie e l'analisi dei risultati della campagna geognostica del 2004 (vedi Allegati A e C), gli aerogeneratori in progetto R-MC01, R-MC04, R-MC05 e R-MC06 sembrano insistere, almeno nei primi 20 metri dal piano campagna (limite di profondità descritto nelle stratigrafie, ad eccezione di S2 fino a 30 metri) su terreni ascrivibili alle Argille Scagliose. R-MC01 ricade al confine tra la Formazione di Cercemaggiore e le Argille Scagliose, ma probabilmente solo a questa ultima è da ricondurre il sottosuolo di questo aerogeneratore. Solo le nuove torri eoliche R-MC02 e R-MC03 sembrano presentare nei primi metri dal piano campagna materiali propri del Flysch Numidico, per poi passare anch'essi alle Argille Scagliose.

Dal crinale sede dei nuovi aerogeneratori la relativa rete di cavidotti e di accessi prosegue da progetto verso Sud in direzione della stazione utente (SSE) dell'attuale parco eolico e solo oggetto di adeguamento per il nuovo impianto. Inizialmente i cavidotti e gli accessi attraversano nuovamente le già citate Argille Scagliose, intercettando nuovamente ma sempre per brevi tratti il Flysch Numidico. In questo tratto si passa attraverso il terzo sito, sotto la pertinenza del Comune di Pietracatella. Qui le torri eoliche oggetto di repowering sono cinque e sono identificate da Nord verso Sud da R-PC01 a R-PC05. Sulla base della cartografia geologica disponibile e dei rilievi di superficie eseguiti, tutti e cinque gli aerogeneratori, ad eccezione di R-PC02, sembrano insistere su di un sottosuolo dato dalle Argille Scagliose. Solo R-PC02 inizialmente sembrerebbe attraversare terreni della parte alta del Flysch Numidico, dove prevalgono comunque i termini argillosi a discapito delle sottili intercalazioni di arenarie quarzose. Ciò sembrerebbe confermato anche dalle interpretazioni delle indagini, unico dato geognostico disponibile anche per il sito di Pietracatella, che nei primi metri dal piano campagna descrivono un orizzonte argilloso marnoso-limoso debolmente sabbioso.

Proseguendo verso Sud, in corrispondenza dell'aumento dell'energia del rilievo, i cavidotti e gli accessi lasciano le Argille Scagliose ed insistono sulle Sabbie di Valle. Solo in corrispondenza della stazione utente e per un breve tratto a Nord di essa insistono sulle Argille del Fiume Fortore. La stazione utente è ubicata in fondo alla valle del Fiume Fortore in un'area pianeggiante alle pendici del versante a Nord. A Sud di essa, lungo l'asse della valle si rinvengono depositi alluvionali terrazzati ed alluvionali in senso stretto. Nelle carte geologiche contenute nell'Allegato D, sono anche cartografati altri tipi di depositi quali quelli dei principali corpi di frana.

Oltre al già citato sovrascorrimento, gli unici altri lineamenti cartografati nel settore d'indagini sono tre faglie dirette. Due sono principalmente ubicate al contatto tra le Sabbie di Valle e le Argille del Fiume Fortore ed hanno un andamento SE-NW. La terza è invece al contatto tra le Sabbie di Valle e le Argille Scagliose ed ha un andamento circa E-W.

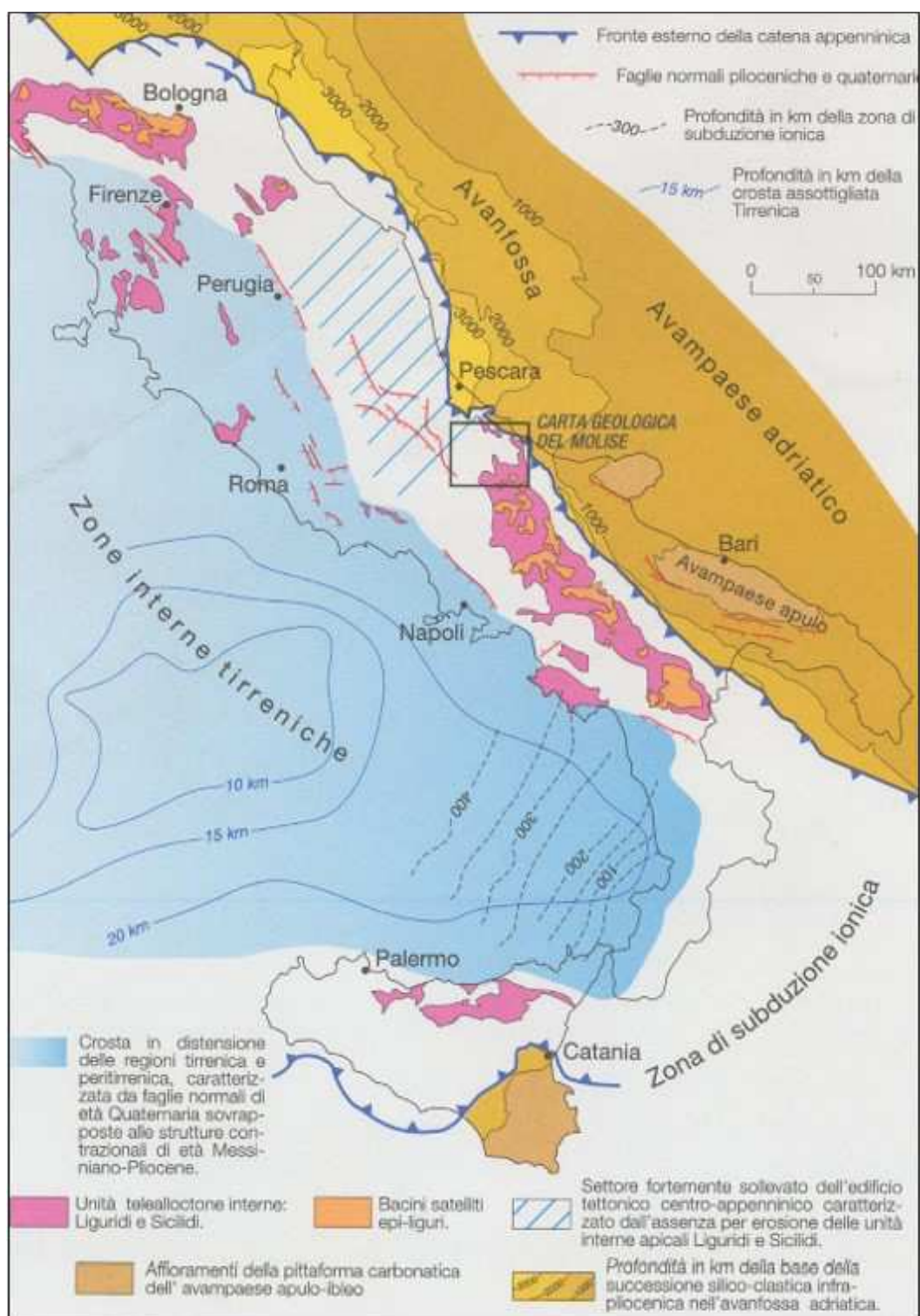


Figura 2.1- Assetto tettonico attuale (Vezzani et al., 2006).

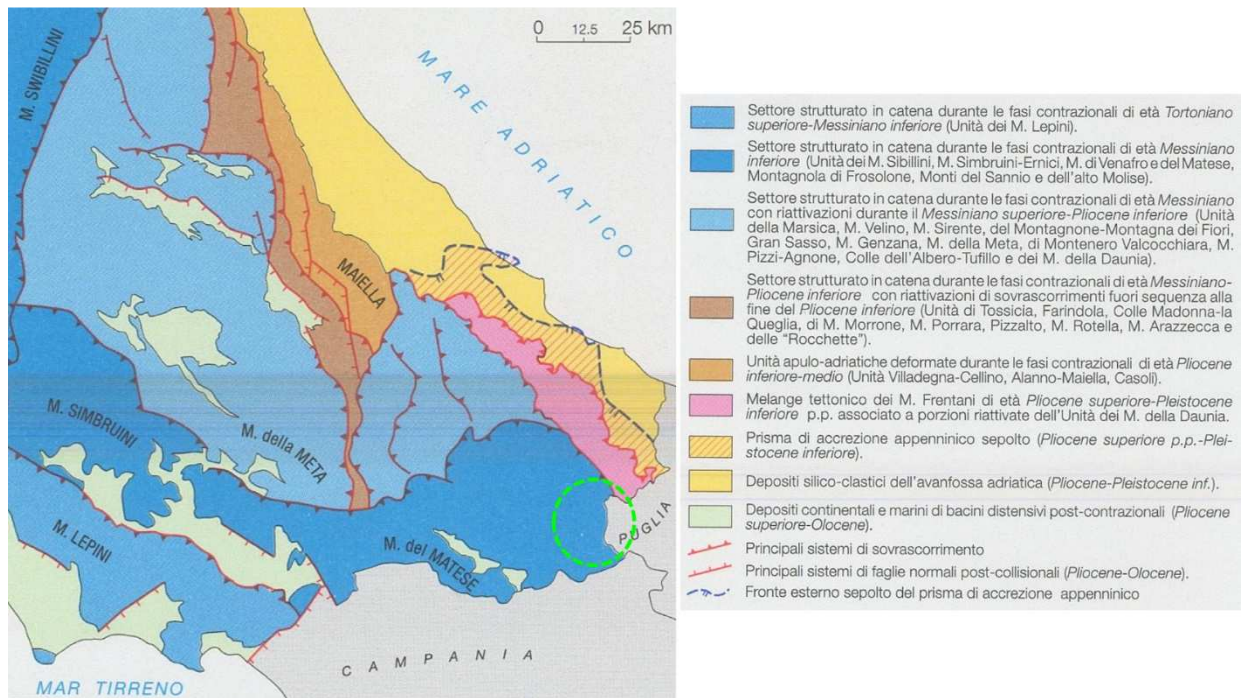
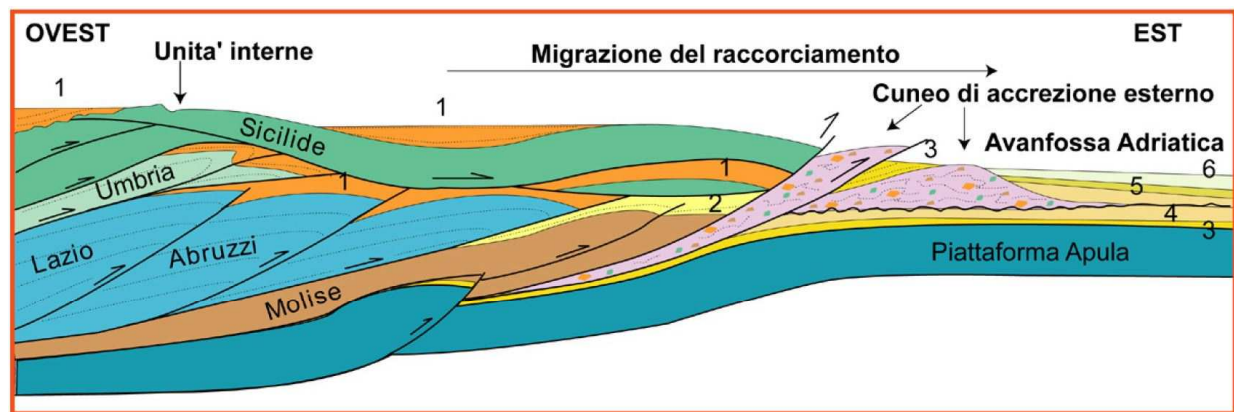


Figura 2.2- Schema cinematico estratto da Vezzani et al. (2006) modificato evidenziando col tratteggio in verde l'area d'interesse.



Successioni silico-clastiche dei bacini thrust-top e dell'Avanfossa Adriatica

1	Tortoniano-Messiniano (10-6.4 Ma)	3	Pliocene inf. (5.4-2.7 Ma)	5	Pliocene sup. (2.0-1.62 Ma)
2	Messiniano (6.4-5.4 Ma)	4	Pliocene medio-sup. (2.7-2.0 Ma)	6	Pleistocene inf. (1.62-0.72 Ma)

Figura 2.3- Sezione schematica della catena appenninica (Vezzani et al., 2006).

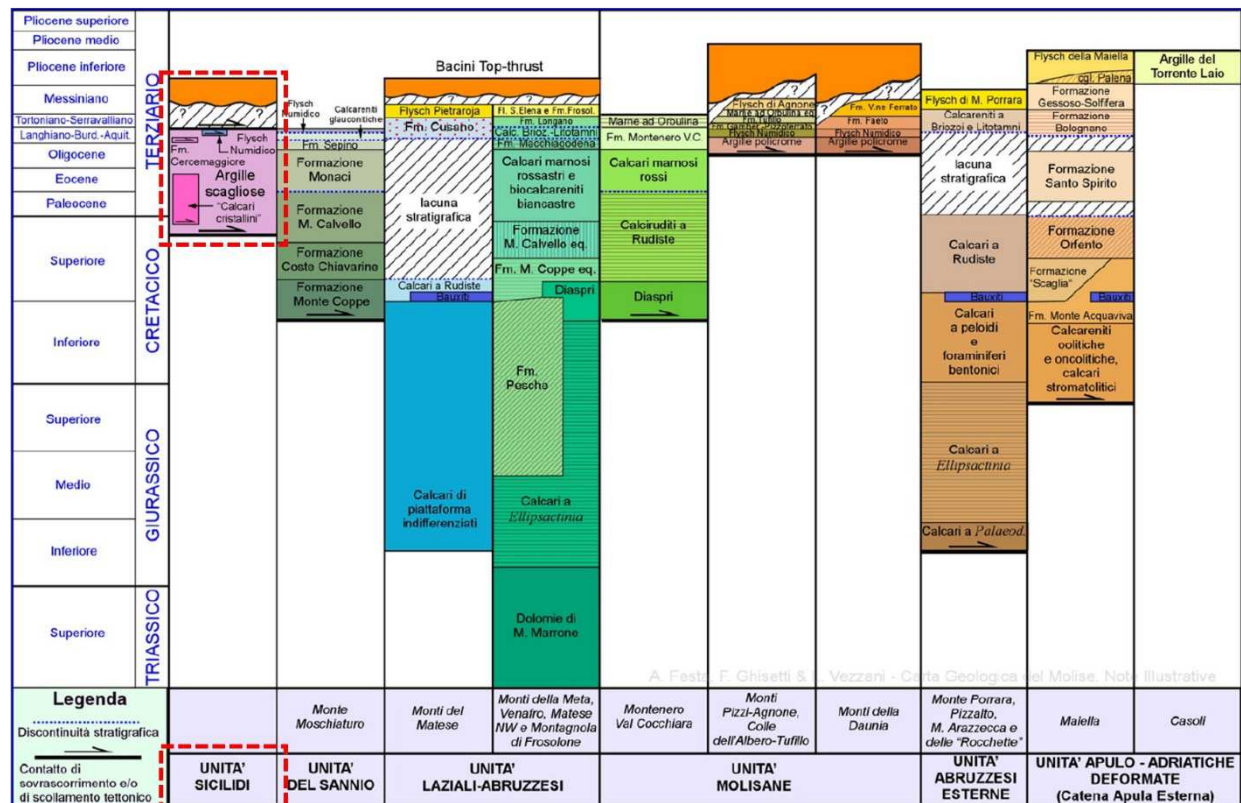


Figura 2.4- Colonne stratigrafiche delle unità tettoniche affioranti in Molise estratte da Vezzani et al. (2006) modificate evidenziando col tratteggio in rosso successioni discordanti dei Bacini di top-Thrust e le sottostanti ed alloctone Unità Sicilidi affioranti nell'area d'interesse.

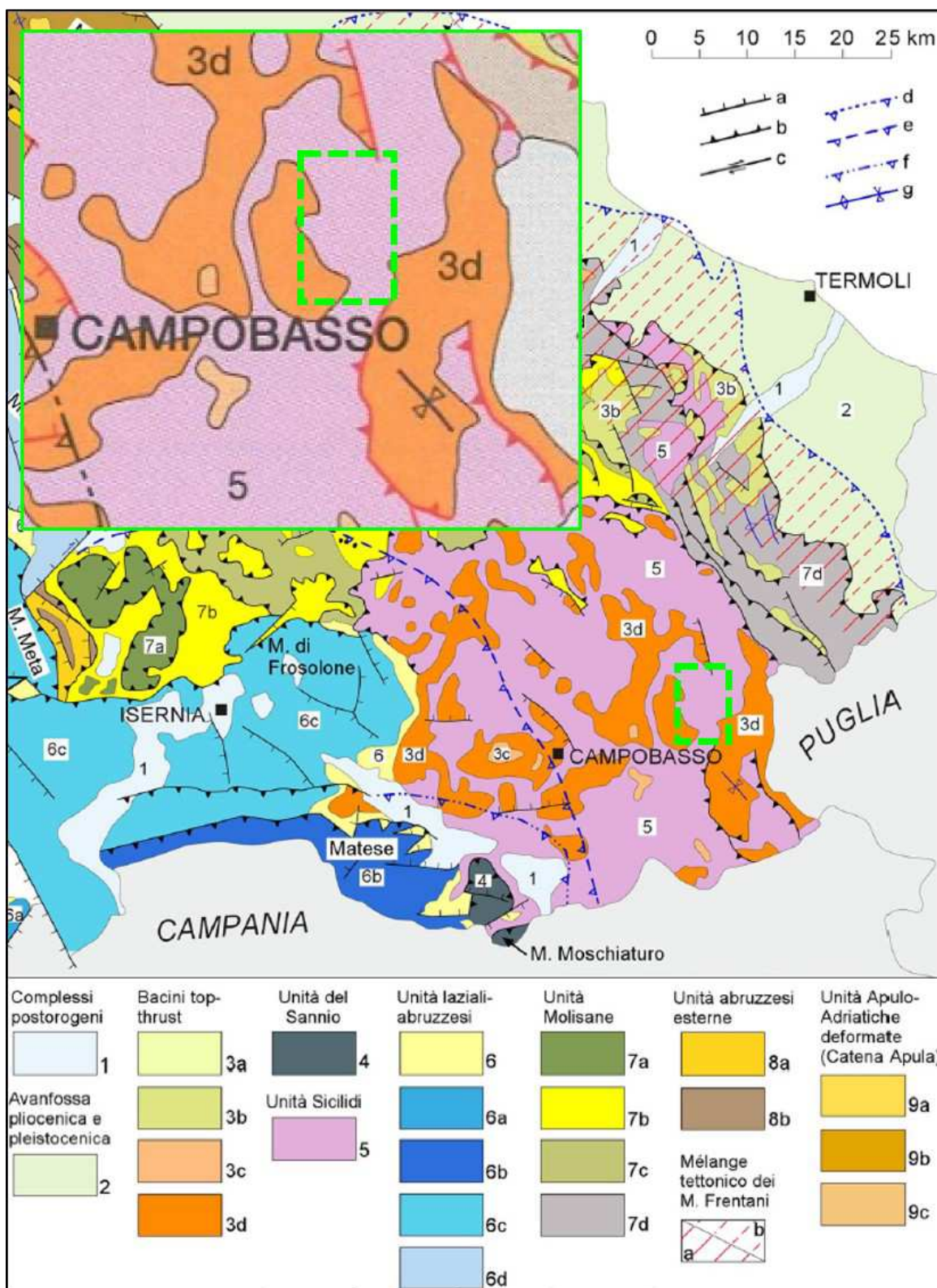


Figura 2.5- Schema strutturale dell'Appennino abruzzese-molisano estratto da Vezzani et al. (2006), modificato evidenziando col tratteggio in verde l'area d'interesse di cui è riportato un dettaglio a scala più definita. Nel settore d'indagine compaiono le successioni di top-Thrust delle Argille del F. Fortore e delle Sabbie di Valli (3d) di età compresa fra il Pliocene inferiore (?) ed il Messiniano unitamente alle Unità Sicilidi indifferenziate (5) di età compresa fra il Miocene medio-inferiore ed il Cretaceo superiore.

3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, in funzione delle sue caratteristiche geologico-strutturali, il settore d'indagine può essere suddiviso nei diversi complessi di seguito descritti e mappati nella carta idrogeomorfologica riportata all'Allegato E.

Complesso alluvionale: costituito dai depositi alluvionali ed alluvionali terrazzati lungo la valle del Fiume Fortore, ovvero nella zona industriale di Pietracatella, in prossimità della Stazione Utente dell'attuale parco eolico ed oggetto di adeguamenti come da progetto. Questi depositi sono dati principalmente da materiali sabbioso-ghiaiosi, talvolta limosi. Tale complesso è caratterizzato da una permeabilità per porosità che varia da media ad alta all'aumentare della granulometria della matrice ed in assenza di possibili intercalazioni argillose.

Complesso argilloso con intercalazioni arenacee: costituito dai terreni argillosi con sottili intercalazioni prevalentemente arenacee. Questo complesso raggruppa al suo interno le formazioni geologiche delle Argille del Fiume Fortore e della parte alta del Flysch Numidico (a). Sono generalmente impermeabili o comunque caratterizzati da permeabilità di tipo misto da molto scarsa a bassa nei livelli più arenacei. Negli orizzonti superficiali del complesso, l'alterazione e la fessurazione della componente argillosa, può comportare generalmente un aumento, comunque esiguo, del grado di permeabilità. Questi fenomeni possono localmente originare deflussi idrici a carattere discontinuo e stagionale all'interno dei primi metri di profondità. Nel settore d'indagine cartografato, questo complesso compare principalmente fra l'abitato di Pietracatella e la sua zona industriale dove è ubicata la stazione utente. Qui tale complesso è costituito solo dalle Argille del Fiume Fortore, in cui le prevalenti argille possono presentare intercalazioni anche di sabbie, gessi e gessareniti, in corrispondenza di cui il grado di permeabilità può lievemente aumentare.

Complesso arenaceo con intercalazioni argilloso-marnose: costituito da depositi prevalentemente arenacei con frequenti intercalazioni di argille marnose. Questo complesso è prevalentemente formato da porzioni di territorio appartenenti al Flysch Numidico in senso stretto (quarzoareniti con intercalazioni di argille marnose). La permeabilità di questo complesso è di tipo misto e varia da media a bassa e a seconda della prevalenza locale dei termini arenacei sulle componenti argilloso-marnosa. Questo complesso si estende ampiamente a Nord di Pietracatella, risultando qui costituito principalmente dal Flysch Numidico, dove trovano sede alcune sorgenti ed alcuni piccoli bacini lacustri.

Lungo il crinale sede dei nuovi aerogeneratori in progetto, nella stratigrafia del sondaggio S4 è rilevata nei primi 5 metri dal piano campagna la presenza di sabbie quarzose, arenarie tenere ed argille limose, probabilmente frutto dell'alternazione dei materiali tipici del Flysch Numidico in senso stretto. In S4 è anche stata denunciata la perdita abbondante d'acqua nei primi 5 metri durante le fasi di perforazione. Le prove penetrometriche dinamiche Dpsh1 e Dpsh2 a Nord di S4 (rispettivamente distanti circa 300 e 450 metri) hanno evidenziato la presenza di un livello di falda che si attesta attorno ai 5 metri dal piano campagna. Tutto ciò conferma un discreto grado di permeabilità di questi materiali nelle sue porzioni più superficiali ed alterate. Da progetto, in questo complesso troverebbero sede i nuovi aerogeneratori R-MC02, R-MC03 e R-PC02, che nei primi metri dal piano campagna potrebbero presentare materiali maggiormente sabbiosi

propri del Flysch Numidico, ma comunque con un notevole tenore argilloso, per poi passare anch'essi alle Argille Scagliose. Diversamente, R-MN02 e R-MN05 insistono invece su terreni decisamente più sabbiosi, del Flysch Numidico in senso stretto. R-MN02 solo inizialmente, poiché attorno ai 9 metri di profondità dal piano campagna passa anch'esso alle Argille Scagliose. R-MN05 invece sembra attraversare esclusivamente i materiali sabbioso-arenacei del Flysch Numidico almeno fino a 20 metri dal piano campagna.

Complesso argilloso con livelli calcarei: costituito dal mélange tettonico delle Argille Scagliose, in cui nelle prevalenti argille varicolori sono inglobati livelli e blocchi anche cartografabili di calcari di varia natura. Questo complesso è generalmente impermeabile, ma data la sua caoticità può presentare localmente una permeabilità per fratturazione anche medio-elevata in corrispondenza dei livelli genericamente definiti calcarei. Ciò è connesso all'elevato grado di fratturazione di questi livelli litoidi raggiunto alla fine delle fasi di tettonizzazione che hanno generato il mélange stesso di cui fanno parte. Un riscontro di ciò è evidenziato dalla stratigrafia del sondaggio S6, dove a circa 8 metri dal piano campagna è stata segnalata la perdita totale del fluido di perforazione in corrispondenza di uno strato marnoso-calcareo molto fratturato.

Negli orizzonti superficiali del complesso, l'alterazione e la fessurazione della componente argillosa, può comportare un generale aumento, comunque esiguo, del grado di permeabilità.

Questo complesso costituisce gran parte del settore d'indagine, compreso il crinale sede dei nuovi aerogeneratori in progetto e su cui ricadrebbero tutte le nuove torri eoliche eccetto la R-MC02.

Complesso sabbioso-arenaceo: costituito dai banchi sabbiosi e arenarie intercalati a sottili livelli pelitici. Talora sono presenti megabrecce a blocchi decametrici. Questi materiali appartengono alla formazione delle Sabbie di Valli. Tale complesso è caratterizzato da una permeabilità complessa di tipo misto: medio-elevata per fratturazione nei termini più competenti delle arenarie e megabrecce e per porosità di grado medio-basso nei banchi sabbiosi intercalati ai livelli pelitici. Questo complesso affiora principalmente nell'area di Pietracatella ed a Sud di essa sino alla zona della stazione utente.

Complesso calcareo con intercalazioni argilloso-marnose: costituito prevalentemente dai termini della Formazione Cercemaggiore, ovvero spesse bancate calcaree compatte (brecciole calcaree, biocalcareni e calcilutiti) intercalate ad argille. La permeabilità di questo complesso è di tipo misto e varia da impermeabile a scarsa in corrispondenza dei livelli argilloso marnosi, raggiungendo valori anche medi per fratturazione nelle potenti bancate calcaree. Questo complesso affiora "a macchia di leopardo" in tutto il settore d'indagine, generalmente occupando superficialmente modeste porzioni di crinale con limitati speroni rocciosi che risaltano rispetto alle blande morfologie collinari al contorno.

Si evidenzia come il reticolo idrografico in continua evoluzione abbia operato ed operi tuttora modifiche sulle morfologie collinari prevalentemente argillose, determinando concavità morfologiche alla testa dei versanti (conche di erosione) raccordate al piede a forme convesse associate ad accumuli colluviali o accumuli di frana. Attualmente la sinergia di questi processi determina sull'intero settore d'indagine un continuo e diffuso rimaneggiamento delle coltri superficiali. Infatti, eccetto le fasce di colmo delle varie dorsali, tutti i versanti presentano diffusi fenomeni di colamento e soliflusso. Ciò rende difficile attribuire gran parte del territorio in esame ad un determinato complesso, in

quanto le caratteristiche di permeabilità delle coltri superficiali variano localmente e di pari passo con l'evoluzione dei vari dissesti presenti.

La presenza di acqua è stata rinvenuta unicamente nelle indagini DPsh 1 e 2 del 2004 nel sito del Comune di Macchia Valfortore, che rispettivamente hanno evidenziato la falda a 5.2 m ed a 4.8 m dal piano campagna. Tutte le altre indagini citate nelle relazioni rese disponibili per i tre siti di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella evidenziano chiaramente l'assenza di falda sino alle profondità investigate, ovvero sino a circa 20 metri dal piano campagna di ogni verticale.

Durante l'esecuzione dei rilievi tra agosto e novembre 2018 sono però stati cartografati alcuni piccoli bacini lacustri e pozzi nei pressi dei settori di crinale dell'esistente parco eolico. Generalmente i laghetti o le sorgenti sono ubicati sui terreni del Flysch Numidico e della Formazione di Cercemaggiore. Riguardo ai pozzi ne sono stati rilevati in particolare due a circa 100 metri dalla postazione prescelta per l'aerogeneratore R-MC06 di Macchia Valfortore. Zona in cui nelle immediate vicinanze non è disponibile nessuna indagine di dettaglio. Durante i rilievi in sito di fine novembre 2018, si è cercato di misurare la profondità di tali pozzi, raggiungendo per entrambi uno spessore fangoso a 3 metri dal piano campagna. In entrambi il livello dell'acqua era attorno a 2.1 metri dal piano campagna. Non è possibile sapere come ed a che profondità sia connessa la loro ricarica.

Si rimanda alle successive fasi di progettazione esecutiva per più specifici approfondimenti sul contesto idrogeologico del sottosuolo delle porzioni di territorio oggetto di interventi da progetto ed in particolare per ogni nuovo aerogeneratore, desumibile unicamente a mezzo di sondaggi sulla loro verticale e di profondità adeguate, comunque superiori ai 20 metri dal piano campagna.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'impianto eolico oggetto di repowering attraversa principalmente da Nord verso Sud i tre Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella. Il parco è situato principalmente alla sommità dei rilievi collinari degradanti in gran parte a Est verso il Lago di Occhito. Questi rilievi sono situati nel versante adriatico dell'Appennino Sannita, nella parte degradante verso il tavoliere pugliese.

L'orografia generale è costituita da dolci rilievi culminanti a quote massime di circa 900 m s.l.m. e degradanti fino al livello di base locale costituito dal Lago di Occhito, a quota di circa 200 m s.l.m.. Geologicamente rappresentano l'espressione delle Unità Sicilidi e delle successioni dei bacini top-thrust conglobate al loro interno. La litologia ha condizionato l'assetto morfologico locale, per cui prevalgono ampiamente le classiche forme ondulate con versanti a bassa pendenza tipiche delle argille, ampiamente presenti nella Formazione delle Argille Scagliose (Unità Sicilidi) affiorante estesamente nei rilievi di Macchia Valfortore. Blocchi da metrici a pluriometrici di lembi di formazioni calcareo-marnose (Formazione di Cercemaggiore) e arenacee più o meno cementate, rispettivamente riconducibili alle Sabbie di Valli ed alla Formazione del Flysch Numidico, sono conglobate all'interno delle Argille Scagliose, le cui porzioni più litoidi tendono a costituire le culminazioni dei rilievi e limitati affioramenti sui fianchi collinari. Una manifestazione di ciò è data dagli speroni rocciosi delle Sabbie di Valli su cui sorge l'abitato di Pietracatella.

Nel complesso, ad esclusione delle sopracitate porzioni litoidi, il substrato è mascherato da una continua copertura eluvio-colluviale, costituitasi a spese delle argille e dal rimaneggiamento agricolo, diffuso quasi ubiquitariamente nell'area (Figura 4.1).

Ai fini della redazione della carta idrogeomorfologica (Allegato E) le varie Formazioni Geologiche sono state raggruppate in vari complessi descritti nel precedente paragrafo di inquadramento idrogeomorfologico.

Nel dettaglio, la configurazione morfologica dei versanti è caratterizzata dall'incisione del reticolo idrografico recente nelle morfologie collinari determinando concavità morfologiche alla testa dei versanti raccordate al piede a forme convesse associate ad accumuli colluviali o accumuli di frana. La propensione al dissesto è ampiamente illustrata nelle cartografie del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) di cui si riporteranno numerosi stralci nel seguito. L'IFFI ha censito nel settore d'indagine numerosi fenomeni franosi impostati prevalentemente negli impluvi e coinvolgenti le coltri superficiali. Si tratta di fenomeni di colamento, con estensioni mediamente decametriche e di cui nell'attuale morfologia rimangono rare tracce. Come si sottolineerà anche nel prosieguo, dall'osservazione delle immagini storiche disponibili al sito di "Google Earth Pro" anche i fenomeni di maggiore estensione tendono comunque ad essere mascherati dal lavoro agricolo nel giro di poco tempo. Nelle cartografie IFFI sono inoltre indicate aree a franosità superficiale diffusa; si tratta di porzioni più estese di versante lungo i quali sono stati riconosciuti segni di instabilità superficiale di dimensioni non cartografabili. Tali areali interessano in genere tutti i fianchi collinari, lambendo ma senza generalmente intaccare le aree di dorsale, sede sia degli aerogeneratori in progetto che dei cavidotti. Questo si può anche osservare dalla carta idrogeomorfologica (Allegato E), dove si nota come su quasi tutto il territorio dell'area in esame siano state cartografate forme erosive e/o dissesto, ad eccezione di una stretta fascia che ripercorre le zone di crinale, talvolta interrompendosi.

Le continue lavorazioni dei terreni agricoli operano inadeguatamente, ovvero senza prevedere un efficiente sistema di regimazione delle acque. Quindi l'assenza di un'adeguata rete di scolo delle acque meteoriche unitamente alle accentuate pendenze dei versanti prevalentemente argillosi ed alle spesse e già degradate coltri superficiali comportano diffusi ed estesi dissesti in tutta l'area investigata.

In sintesi quasi tutti gli aerogeneratori oggetto di repowering, così come le opere di accesso ed i caviddotti si trovano ai margini di aree in erosione se non di dissesto.

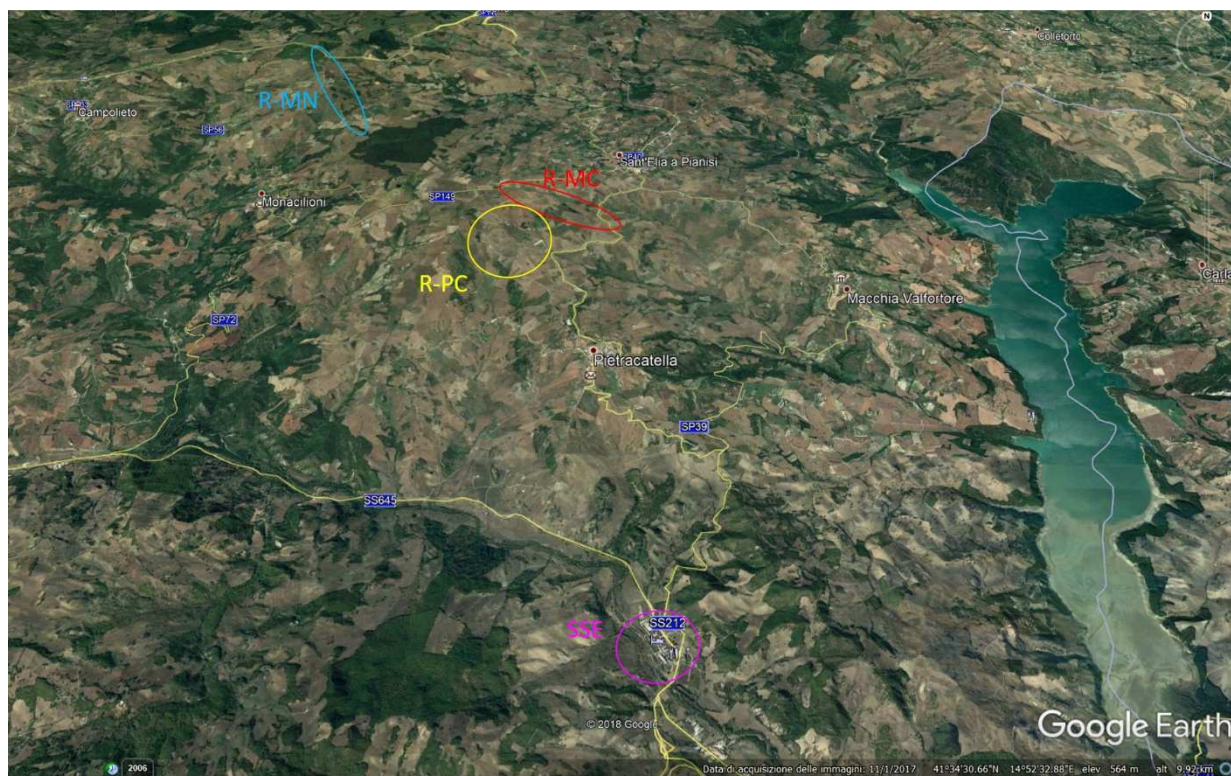


Figura 4.1- Vista panoramica dell'area d'indagine estratta dal sito di Google Earth Pro, in cui risaltano le morbide forme dei rilievi collinari e l'intenso utilizzo agricolo dell'area. In azzurro, rosso e giallo sono rispettivamente indicati i tre siti oggetto di repowering nei Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella. In lilla è evidenziata la posizione della stazione utente oggetto di ammodernamento ed ubicata nell'area industriale di Pietracatella.

5 STRATIGRAFIA LOCALE E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE-GEOTECNICHE

Analogamente a quanto sopra, la stratigrafica locale è stata ricostruita integrando le informazioni dedotte dai dati delle campagne geognostiche disponibili (relative ai tre progetti originari di realizzazione dell'esistente parco eolico), dai dati raccolti durante il rilevamento geologico di superficie e dalla cartografia geologica disponibile (Carta geologica del Molise; 1:100.000; da Vezzani et al., 2004).

Si evidenzia subito che tutti i nuovi aerogeneratori in progetto hanno dimensioni notevolmente maggiori rispetto a quelli esistenti. La campagna geognostica del 2004 del sito di Macchia Valfortore a cui si fa riferimento, ha indagato il sottosuolo attorno ai 20 m dal piano campagna, ad eccezione di un solo sondaggio (S2 del sito di Macchia Valfortore), che ha raggiunto i 30 metri. Le profondità d'indagine di 20 metri risultavano adeguate per il dimensionamento e la verifica delle fondazioni del parco eolico allora in progetto e successivamente realizzato, ma insufficienti per le più grandi torri eoliche ora in progetto. A tal riguardo, si evidenzia la necessità, nelle successive fasi progettuali, di conoscere la stratigrafia e le relative caratteristiche geotecniche sino ad una profondità di almeno 30 m dal piano campagna per tutte le verticali al di sotto dei nuovi aerogeneratori ora in progetto.

Nell'Allegato A si riportano gli elaborati principali reperiti per ogni campagna geognostica, mentre per l'ubicazione delle varie indagini si rimanda invece all'Allegato C.

Infatti, come precedentemente anticipato, purtroppo solo per i sei aerogeneratori previsti in Comune di Macchia Valfortore (da R-MC01 a R-MC06), è stato possibile recuperare gli originali di tutte le indagini eseguite nel 2004 (sondaggi, geofisica, DPsh e prove di laboratorio). Mentre per le torri previste nei Comuni di Pietracatella (da R-PC01 a R-PC05) e Monacilioni (da R-MN01 a R-MN05) sono state unicamente recuperate le relazioni geotecniche sulle fondazioni dell'impianto eolico esistente, che riportano solo una sintesi interpretativa delle indagini condotte nei due siti. Fortunatamente il sottosuolo di tutti e tre i siti, come già indicato, è simile, poiché prevalentemente costituito dal mélange tettonico delle Argille Scagliose. È quindi stato possibile usare i dati dei vari studi eseguiti a Macchia Valfortore per caratterizzare i materiali argillosi dei nuovi aerogeneratori di Pietracatella e Monacilioni.

Gli aerogeneratori che sembrano ricadere interamente (almeno sino a circa 20 metri dal piano campagna) in terreni ascrivibili alle Argille Scagliose sono:

- ✓ R-MN01 e R-MN04 (Monacilioni);
- ✓ R-MC01, R-MC04, R-MC05 e R-MC06 (Macchia Valfortore);
- ✓ R-PC01, R-PC03, R-PC04 e R-PC05 (Pietracatella).

Riguardo al sito di Monacilioni, R-MN03 attraversa inizialmente sempre termini argillosi, ma appartenenti alla Formazione di Cercemaggiore, per poi passare anch'essa alle Argille Scagliose. Tale passaggio non è evidenziato dalle interpretazioni delle indagini, unico dato geognostico disponibile per questo sito. Gli aerogeneratori R-MN02 e R-MN05 insistono rispettivamente solo in parte od interamente sulle sabbie e quarzoareniti giallo-ocra del Flysch Numidico. R-MN02 solo inizialmente, poiché attorno ai 9 metri di profondità dal piano campagna passa anch'esso alle Argille Scagliose. R-MN05 invece

sembra attraversare esclusivamente i materiali sabbioso-arenacei del Flysch Numidico almeno fino a 20 metri dal piano campagna.

Relativamente al sito di Macchia Valfortore, si evidenzia che tutti e sei gli aerogeneratori in progetto sembrano insistere, almeno tra i 5 metri ed i 20 metri dal piano campagna (limite di profondità descritto nelle stratigrafie, ad eccezione di S2 sino a 30 metri) su terreni ascrivibili alle Argille Scagliose. R-MC01 ricade al confine tra la Formazione di Cercemaggiore e le Argille Scagliose, ma probabilmente solo a questa ultima è da ricondurre il sottosuolo di questo aerogeneratore. Solo le nuove torri eoliche R-MC02 e R-MC03 sembrano presentare nei primi metri dal piano campagna materiali propri del Flysch Numidico, per poi passare anch'essi alle Argille Scagliose. A conferma di ciò si citano le stratigrafie dei sondaggi S4 e S5 e le prove penetrometriche dinamiche DPsh 1, 2 e 4 che nei primi metri dal piano campagna (4-7 metri) evidenziano la presenza di limi sabbiosi, argille limose e sabbie quarzose che potrebbero costituire il risultato dell'alterazione delle quarzoareniti intercalate alle argille marnose tipiche del Flysch Numidico in senso stretto. Comunque tutte le stratigrafie disponibili rilevano sempre una netta prevalenza dei termini argillosi, perlopiù a struttura scagliosa.

Per quanto invece concerne il sito di Pietracatella, solo R-PC02 sembrerebbe attraversare inizialmente terreni della parte alta del Flysch Numidico, dove prevalgono comunque i termini argillosi a discapito di sottili intercalazioni di arenarie quarzose. Ciò sembrerebbe confermato anche dalle interpretazioni delle indagini, unico dato geognostico disponibile anche per questo sito, che nei primi metri dal piano campagna descrivono un orizzonte argilloso marnoso-limoso debolmente sabbioso.

Come anticipato, non essendo disponibili indagini sull'esatta verticale dei siti individuati per i nuovi aerogeneratori, in questa fase si è impossibilitati a definirne lo specifico assetto stratigrafico e geotecnico. Comunque una volta verificata una discreta correlazione tra le varie stratigrafie e le prove di laboratorio (originali e interpretate) delle indagini eseguite prevalentemente in Argille Scagliose di tutti e tre i siti, si è deciso di adottare un approccio cautelativo, adottando un unico profilo stratigrafico-geotecnico basato principalmente sulle più dettagliate indagini eseguite nel sito di Macchia Valfortore. In particolare si è fatto riferimento al sondaggio S2. Questa è infatti l'unica indagine a spingersi a 30 metri di profondità dal piano campagna e la sola su cui sia stata effettuata una prova sismica in foro (Figura 5.1). I limiti di profondità delle varie unità geotecniche sono stati ritirati su quelli delle cinque unità geosismiche interpretati dalla prova down-hole. Ciò ha permesso anche di stimare per i vari intervalli il modulo di elasticità iniziale di Young (E_0). Per quanto invece riguarda la stima degli altri parametri geotecnici da attribuire ad ogni unità ipotizzata, questi sono stati ottenuti dall'integrazioni fra:

- ✓ analisi delle prove di laboratorio disponibili, di cui si riporta l'esempio del sito di Macchia Valfortore in **Tabella 5.1**;
- ✓ interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche DPsh di cui si riporta sempre l'esempio del sito di Macchia Valfortore in (Figura 5.2)
- ✓ interpretazioni già svolte nelle relazioni allegate alle diverse campagne geognostiche per cui si rimanda all'Allegato A.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione, schematizzata in Figura 5.3 degli aerogeneratori che si ipotizza interessino un sottosuolo dato prevalentemente dal mélange tettonico delle Argille Scagliose. In questa fase preliminare, in attesa nelle

successive fasi progettuali di specifiche indagini integrative sull'esatta verticale dei siti individuati per i nuovi aerogeneratori, a scopo anche cautelativo tale schema geotecnico è anche stato attribuito al sottosuolo delle nuove torri per cui si presume una netta prevalenza dei termini argilloso scagliosi soprattutto in profondità, ovvero: R-MC02, R-MC03 e R-PC02.

Quindi relativamente lo schema di Figura 5.3, la copertura, data dal suolo agrario, è variabile ed interessa i primi metri di profondità dal piano campagna. Tra i terreni di copertura e le profondità di circa 4-5 metri di profondità dal piano campagna si rinvencono sempre materiali argilloso-limosi, in cui la componente limosa aumenta nei settori cartografati come appartenenti al Flysch Numidico come già illustrato appena sopra.

Oltre i 4-5 metri sino a profondità massime di circa 15 m, nelle stratigrafie sono state generalmente individuate argille-limose, a tratti scagliettate, con crescente aumento di termini marnosi procedendo in profondità. Ciò comporta anche un aumento della consistenza con la profondità che passa da moderata sino a buona.

La parte terminale dei sondaggi ha sempre investigato materiali di natura argillosa-limosa e limoso-marnosa, a struttura prevalentemente scagliosa, a consistenza crescente con la profondità. La prova sismica eseguita nel foro di S2, spingendosi sino ai 30 m di profondità dal piano campagna, evidenzia a circa 20 metri un salto di velocità delle onde "P" e "S", probabilmente coincidente con il passaggio dal substrato alterato a quello inalterato.

Sempre riguardo allo schema di Figura 5.3, la sismica evidenzia a circa 3 metri dal piano campagna un salto di velocità delle onde "P" e "S", all'incirca coincidente col passaggio fra la copertura e la prima unità (1), costituita sino a 5 metri di profondità da termini molto alterati dati da limi argillosi ed argille limose (Figura 5.1). In questa fase preliminare vengono attribuite le proprietà geotecniche dell'unità (1) anche agli spessori della copertura.

Fra 5 e 12 metri, la prova down-hole non evidenzia nessun evidente passaggio di velocità, ma dall'analisi delle prove di laboratorio e delle DPsh, cautelativamente si è deciso di identificare due diverse unità. La prima unità (2) è data argille limoso-sabbiose debolmente marnose, variamente alterate e con consistenza moderata. La sottostante unità (3) compare attorno agli 8 metri e varia rispetto alla (2) per la struttura scagliettata delle argille-limose e l'aumento dei termini marnosi a discapito dei sabbiosi, ed un conseguente aumento con la profondità della consistenza che passa da media a buona.

Attorno ai 12 metri di profondità è presente un altro salto di velocità, presumibilmente si passa al cappellaccio alterato del substrato, qui costituito da argille marnose e limoso-marnose a struttura scagliettata. La consistenza aumenta progressivamente con la profondità sino a comportare a circa 20 metri un nuovo salto di velocità delle onde "P" e "S", probabilmente connesso al passaggio al substrato inalterato.

I differenti schemi stratigrafici-geotecnici di Figura 5.4 e Figura 5.5 sono invece stati ideati per gli aerogeneratori R-MN02 e R-MN05, che come anticipato insistono rispettivamente solo in parte od interamente sul Flysch Numidico. Il sottosuolo dei due aerogeneratori differisce sostanzialmente perché oltre alle sabbie quarzose a vario grado di addensamento e contenuto in argilla, solo al disotto di R-MN05 è stata evidenziata la presenza di strati arenacei da teneri a mediamente cementati. Questa caratteristica è anche confermata dai rilievi di superfici, durante i quali si è riscontrato che R-MN05 ricadrebbe su un'area pianeggiante delimitata ad Est da una scarpata sub-verticale di

diversi metri di spessore affiorante. La sua elevata pendenza è probabilmente proprio riconducibile agli orizzonti di arenarie a maggiore cementazione.

Sulla base del materiale disponibile (Allegato A), la presenza di acqua è stata rinvenuta unicamente nelle indagini DPsh 1 e 2 del 2004 nel sito del Comune di Macchia Valfortore, che rispettivamente hanno evidenziato la falda 5.2 m ed a 4.8 m dal piano campagna. Tutte le altre indagini citate nelle relazioni rese disponibili per i tre siti di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella evidenziano chiaramente l'assenza di falda sino alle profondità investigate, ovvero sino a circa 20 metri dal piano campagna di ogni verticale. Durante l'esecuzione dei rilievi tra agosto e novembre 2018 sono però stati cartografati alcuni piccoli bacini lacustri e pozzi nei pressi dei settori di crinale dell'esistente parco eolico. Generalmente i laghetti o le sorgenti sono ubicati sui terreni del Flysch Numidico e della Formazione di Cercemaggiore. Riguardo ai pozzi ne sono stati rilevati in particolare due a circa 100 metri dalla postazione prescelta per l'aerogeneratore R-MC06 di Macchia Valfortore. Zona in cui nelle immediate vicinanze non è disponibile nessuna indagine di dettaglio. Durante i rilievi in sito di fine novembre 2018, si è cercato di misurare la profondità di tali pozzi, raggiungendo per entrambi uno spessore fangoso a 3 metri dal piano campagna. In entrambi il livello dell'acqua era attorno a 2.1 metri dal piano campagna. La bocca dei pozzi non presentava alcuna chiusura stagna. I giorni precedenti i rilievi si sono verificate abbondanti e prolungate precipitazioni. Non è stato possibile recuperare informazioni sulle caratteristiche costruttive dei pozzi, ovvero profondità dell'opera e dei tratti fenestrati. Non è quindi possibile sapere come ed a che profondità sia connessa la loro ricarica.

Si rimanda alle successive fasi di progettazione esecutiva per ulteriori e più specifici approfondimenti di carattere idrogeologico, stratigrafico e geotecnico. Questi dovranno essere mirati ad investigare maggiori profondità (almeno fino a 30 metri dal piano campagna), avendo cura di caratterizzare sotto tutti i punti di vista sia i litotipi argillosi che quelli sabbioso-arenacei. In particolare è necessario evidenziare l'eventuale presenza di acqua e di coltri alterate e rimaneggiate connesse a fenomeni di instabilità, ora mascherati perché rimodellati dal passato e continuo lavoro agricolo a cui sono sottoposti tutti i campi coltivati entro cui si snoda il parco eolico.

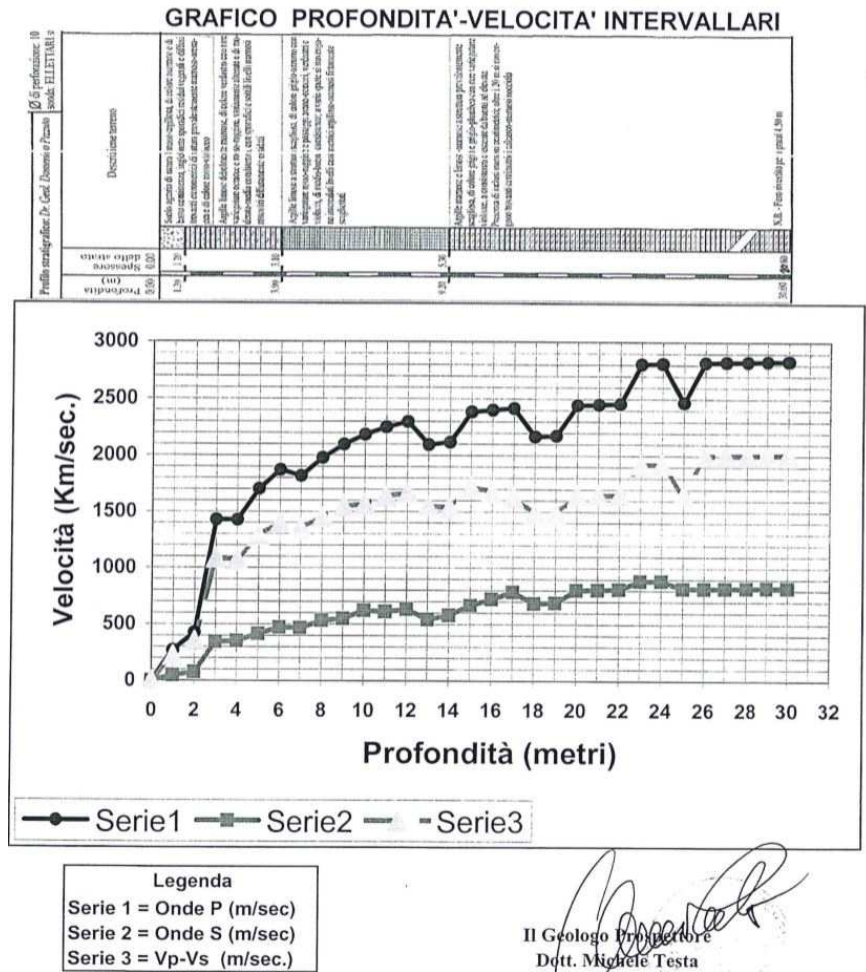


Figura 5.1- Grafico delle profondità-velocità intervallari delle misure sismiche in foro di tipo down-hole eseguite sul foro del sondaggio S2 (vedi Allegato A).

LABORATORIO GEOTECNICO
Dr Geol. Rita Maria Serio
Viale R. Margherita, 76
82028 San Bartolomeo in Galdo (BN)
Tel. 0824/967634



(Signature)
Rita Maria Serio

COMMITTENTE: IVPC 6 - AVELLINO	COMUNE: Macchia Valfortore (CB)
PROGETTO: Indagini geognostiche	Data: ottobre-04

CAMPIONI	PRELIEVI (metri)	GRANULOMETRIA				LIMITI				W %	G g/cm3	γ g/cm3	γd g/cm3	γsat g/cm3	sr %	Cu KPa	c' KPa	φ' (gradi)	Cc (100 -1000)	Eed (100 -1000) KPa
		Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP	IP	IC											
S1C1	3,00-3,60	0	3,7	34,3	62,0	38,60	24,33	14,27	0,81	27,08	2,715	1,881	1,480	1,935	88	41,69	21,70	18,44	0,136	11750
S1C2	10,00-10,60	0	2,1	40,6	57,3	50,50	27,49	23,01	1,43	17,51	2,684	2,082	1,772	2,112	91	149,69	39,71	21,52	-	-
S2C1	2,20-2,80	0	2,7	25,8	71,5	43,92	21,45	22,47	0,73	27,53	2,729	1,840	1,443	1,914	84	40,37	20,51	17,61	0,196	8650
S2C2	7,40-8,00	0	3,6	36,4	60,0	55,07	27,05	28,03	1,30	18,57	2,681	1,935	1,632	2,023	77	101,18	30,18	19,26	-	-
S2C3	13,00-13,60	0	3,9	37,7	58,4	63,37	29,96	33,41	1,41	16,13	2,725	2,061	1,775	2,124	82	257,98	48,93	20,16	-	-
S3C1	3,40-4,00	0	3,2	32,9	63,9	59,23	24,49	34,73	1,03	23,32	2,751	1,977	1,603	2,020	90	152,27	23,44	18,88	0,205	7600
S3C3	17,00-17,60	0	3,0	35,3	61,7	41,35	26,51	14,84	1,85	13,83	2,692	2,045	1,796	2,129	75	189,91	40,53	20,81	-	-
S4C1	4,00-4,60	0	62,9	16,0	21,1	-	-	-	-	24,30	2,687	1,996	1,606	2,008	97	-	12,83	21,95	-	-
S4C2	10,70-11,30	0	2,7	32,0	65,3	46,15	17,39	28,77	1,08	15,08	2,634	1,940	1,686	2,046	71	38,58	20,81	18,97	-	-
S5C1	9,00-9,60	0	1,6	41,5	56,9	54,66	24,11	30,56	1,25	16,44	2,659	1,715	1,473	1,919	54	78,13	25,11	19,07	-	-
S6C1	2,40-3,00	0	3,9	33,2	62,9	50,68	22,12	28,56	0,84	26,62	2,675	1,860	1,469	1,920	87	96,53	21,22	18,65	-	-
S6C2	14,50-15,10	0	3,1	33,4	63,5	61,96	33,41	28,55	1,63	15,56	2,663	1,907	1,651	2,031	68	97,65	29,48	19,02	-	-

Tabella 5.1 – Sintesi dei risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni estratti dai sondaggi della campagna geognostica del 2004 del sito di Macchia Valfortore (vedi Allegato A).

DPsh 1 Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.00	Pedologico-eluviale	6	---	---	---	---	---	0.38	1.85	37	1.000
2	1.00 2.00	Argille limoso-sabbiose	12	---	---	---	---	---	0.75	1.92	31	0.842
3	2.00 2.40	Trovanti	37	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4	2.40 7.00	Argille limoso-sabb. deb. marnose	15	---	---	---	---	---	0.94	1.96	29	0.773
5	7.00 8.40	Argille marnoso-limose	28	---	---	---	---	---	1.75	2.12	19	0.522
6	8.40 11.00	Argille limoso-sabbiose	13	---	---	---	---	---	0.81	1.93	30	0.818
7	11.00 15.20	Argille marnose	36	---	---	---	---	---	2.25	2.21	15	0.401

DPsh 2

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20	Pedologico-eluviale	4	---	---	---	---	---	0.25	1.80	42	1.125
2	1.20 6.00	Argille limoso-sabb. deb. marnose	18	---	---	---	---	---	1.13	2.00	26	0.708
3	6.00 6.40	Marne argillose	54	---	---	---	---	---	3.38	2.43	07	0.187
4	6.40 6.60	Argille marnoso-limose	28	---	---	---	---	---	1.75	2.12	19	0.522
5	6.60 7.00	Marne calcaree	92	---	---	---	---	---	---	---	---	---

DPsh 3

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.20	Pedologico-eluviale	6	---	---	---	---	---	0.38	1.85	37	1.000
2	1.20 2.60	Argille limose	12	---	---	---	---	---	0.75	1.92	31	0.842
3	2.60 3.80	Argille marnose	34	---	---	---	---	---	2.13	2.19	16	0.429
4	3.80 5.00	Argille limose deb. marnose	16	---	---	---	---	---	1.00	1.97	28	0.750
5	5.00 6.80	Argille marnoso-limose	25	---	---	---	---	---	1.56	2.08	21	0.574
6	6.80 9.60	Argille marnose e marne arg.	43	---	---	---	---	---	2.69	2.30	12	0.309
7	9.60 9.80	Trovante o strato litoide	100	---	---	---	---	---	---	---	---	---

DPsh 4

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.80	Pedologico	6	---	---	---	---	---	0.38	1.85	37	1.000
2	0.80 5.20	Argille limose	12	---	---	---	---	---	0.75	1.92	31	0.842
3	5.20 11.20	Argille limoso-marnose	22	---	---	---	---	---	1.38	2.04	23	0.628
4	11.20 13.20	Argille marnose	40	---	---	---	---	---	2.50	2.26	13	0.347

DPsh 5

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.40	Pedologico-eluviale	3	---	---	---	---	---	0.19	1.78	44	1.194
2	1.40 5.20	Argille limose e limi argillosi	6	---	---	---	---	---	0.38	1.85	37	1.000
3	5.20 9.60	Argille limose deb. marnose	15	---	---	---	---	---	0.94	1.96	29	0.773
4	9.60 11.60	Argille marnoso-limose	25	---	---	---	---	---	1.56	2.08	21	0.574
5	11.60 13.20	Argille marnose	37	---	---	---	---	---	2.31	2.23	14	0.387

DPsh 6

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 2.20	Pedologico-eluviale	3	---	---	---	---	---	0.19	1.78	44	1.194
2	2.20 5.00	Argille limose e limi argillosi	6	---	---	---	---	---	0.38	1.85	37	1.000
3	5.00 8.20	Argille limose deb. marnose	15	---	---	---	---	---	0.94	1.96	29	0.773
4	8.20 10.60	Argille marnoso-limose	24	---	---	---	---	---	1.50	2.07	22	0.591
5	10.60 12.20	Argille marnose	33	---	---	---	---	---	2.06	2.18	16	0.444

Figura 5.2- Interpretazione delle prove DPsh eseguite durante la campagna geognostica del 2004 nel sito di Macchia Valfortore (vedi Allegato A).

Unità stratigrafiche:	prof. da p.c. (m)		E ₀ (kg/cmq)	gamma (t/mc)	phi (°)	c' (kg/cmq)	cu (kg/cmq)
	lim.sup.	lim.inf					
Monacilioni: R-MN01 ; R-MN03 ; R-MN04							
Macchia Valfortore: da R-MC01 a R-MC06							
Pietracatella: da R-PC01 a R-PC05							
<i>terreno vegetale</i>	0	2	203	1.85	15	0.16	0.40
<i>limi argillosi e argille limose molto alterate</i>	2	5	6720				
<i>argille limose sabbiose variamente alterate</i>	5	8	11653	1.84	18	0.21	0.40
<i>argille limose variamente marnose e scagliettate debolmente alterate</i>	8	12	11653	1.94	19	0.30	1.01
<i>substrato alterato (argille arnose e marne argillose scagliettate)</i>	12	20	23630	2.00	20	0.35	1.58
<i>substrato inalterato (argille arnose e marne argillose scagliettate)</i>	20	30	41209	2.06	20	0.49	2.58

Figura 5.3- Profilo stratigrafico-geotecnico degli aerogeneratori che si ipotizza interessino un sottosuolo dato prevalentemente dal melangè tettonico delle Argille Scagliose.

MONACILIONI: unità stratigrafica R-MN02	prof. da p.c. (m)		E ₀ (kg/cmq)	gamma (t/mc)	phi (°)	c' (kg/cmq)	cu (kg/cmq)
	lim.sup.	lim.inf					
<i>terreno vegetale</i>	0	1	203	1.85	15	0.16	0.40
<i>sabbie variamente limoso-argillose variamente addensate</i>	1	9	/	2.14	31	0.24	/
<i>argille limose variamente marnose e scagliettate debolmente alterate</i>	9	12	11653	1.94	19	0.30	1.01
<i>substrato alterato (argille arnose e marne argillose scagliettate)</i>	12	20	23630	2.00	20	0.35	1.58
<i>substrato inalterato (argille arnose e marne argillose scagliettate)</i>	20	30	41209	2.06	20	0.49	2.58

Figura 5.4- Profilo stratigrafico-geotecnico dell'aerogeneratore R-MN02, che insiste per i primi 9 metri sulle sabbie e quarzoareniti del Flysch Numidico, passando poi ad un sottosuolo dato prevalentemente dal mélangè tettonico delle Argille Scagliose.

MONACILIONI: unità stratigrafica R-MN05	prof. da p.c. (m)		E ₀ (kg/cmq)	gamma (t/mc)	phi (°)	c' (kg/cmq)	cu (kg/cmq)
	lim.sup.	lim.inf					
<i>terreno vegetale</i>	0	1.5	203	1.85	15	0.16	0.40
<i>sabbie a debole tenore di limo e argilla</i>	1.5	30	/	2.00	36	/	/

Figura 5.5- Profilo stratigrafico-geotecnico dell'aerogeneratore R-MN05, che insiste interamente, almeno sino ai 20 metri di profondità indagata, sulle sabbie e quarzoareniti del Flysch Numidico.

6 ANALISI SISMICA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, lo Stato ha delegato le Regioni per l'adozione della classificazione sismica del territorio. Questo studio di pericolosità forniva alle Regioni uno strumento per la classificazione del proprio territorio, introducendo quattro intervalli di accelerazione ag (zone sismiche), a cui era legata la probabilità che il territorio venisse interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superasse una determinata soglia di intensità o magnitudo. Le Regioni hanno di conseguenza aggiornato l'elenco dei Comuni attribuendogli una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Sulla base della Deliberazione del Consiglio Regionale 27 giugno 2006, n. 108 "Aggiornamento degli elenchi delle zone classificate sismiche - Art. 3, comma 1 della Legge Regionale del 20 maggio 2004, n. 13.), i tre Comuni di Macchia Valfortore, Monacilioni e Pietracatella sono classificati dal punto di vista sismico in Zona 2.

Il 28 aprile 2006, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519, ha prescritto l'adozione dell'aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, previsto dall'O.P.C.M. 3274/03. Il nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Tabella 6.1).

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Tabella 6.1 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

La classificazione sismica al 2015 aggiornata secondo il recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274, conferma che l'area in esame ricade nella Zona Sismica 2 (Figura 6.1).

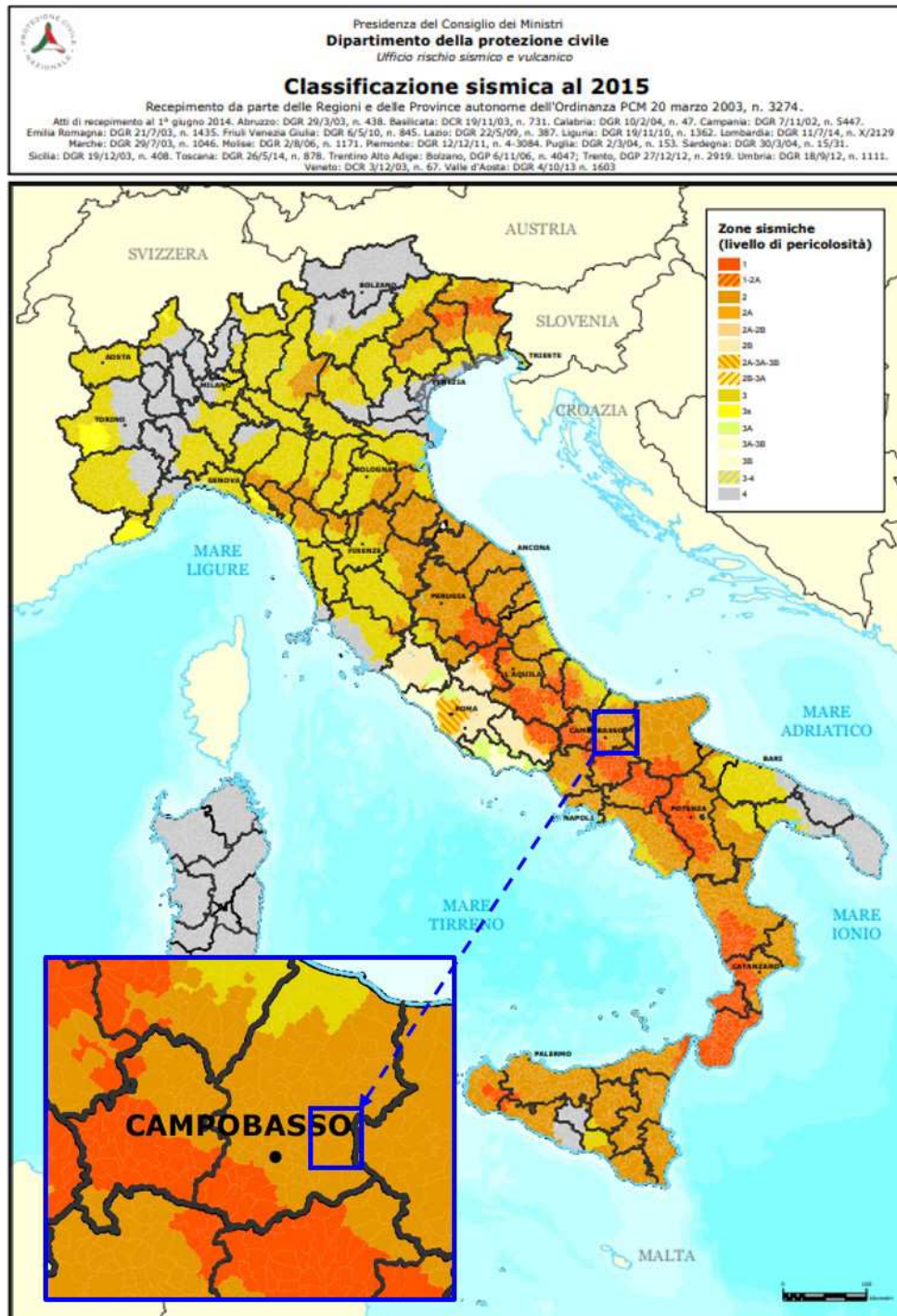


Figura 6.1- Classificazione sismica al 2015 aggiornata secondo il recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274 (http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/A3_class20150416_r.pdf). La figura è stata modificata evidenziando in blu un dettaglio della Regione Molise contenente i Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella tutti nuovamente classificati in Zona Sismica 2.

Per una stima più puntuale di *ag* nell'ambito dei territori comunali interessati dagli interventi è possibile ricorrere agli elaborati grafici prodotti nell'ambito del Progetto DCP-INVG-S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>). La mappa interattiva permette di stimare le variazioni di *ag* al 16mo, 50mo e 84mo percentile, con le seguenti probabilità di

superamento in 50 anni: 81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5%, 2%, rispettivamente corrispondenti a periodi di ritorno di 30, 50, 72, 100, 140, 200, 975 e 2475 anni.

Di seguito si riportano alcuni esempi di queste elaborazioni, ottenute facendo variare la probabilità di superamento in 50 anni al 50%, 10% e 2% e stimando le variazioni di ag 50mo percentile.

Dall'osservazione di tutti e tre gli elaborati da Figura 6.2 e Figura 6.4, si nota come i valori di ag risultino simili in tutti e tre i comuni in cui si snoda il parco eolico oggetto di repowering (Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella). A seconda delle tre probabilità di superamento imposte nelle elaborazioni (50%, 10% e 2%), gli intervalli di ag calcolati passano rispettivamente da 0.075-0.1 (Figura 6.2), a 0.2-0.225 (Figura 6.3), sino a 0.35-0.4 (Figura 6.4).

È importante evidenziare chiaramente che i valori di pericolosità sismica stimati attraverso queste elaborazioni sono espressi in termini di accelerazione massima del suolo assunto come rigido, con ag intesa come frazione dell'accelerazione di gravità. Ovvero si assume che la velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m sia maggiore di 800 m/s e che quindi il suolo sia tutto classificato indistintamente in 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" (come al punto 3.2.2 del D.M. del 17/01/2018 e similmente al punto 3.2.1 del D.M.14/09/2005; Tabella 5). Chiaramente da indagini più specifiche, variando in primo luogo la categoria del sottosuolo in modo peggiorativo, gli intervalli di valori di ag stimati aumenteranno di conseguenza.

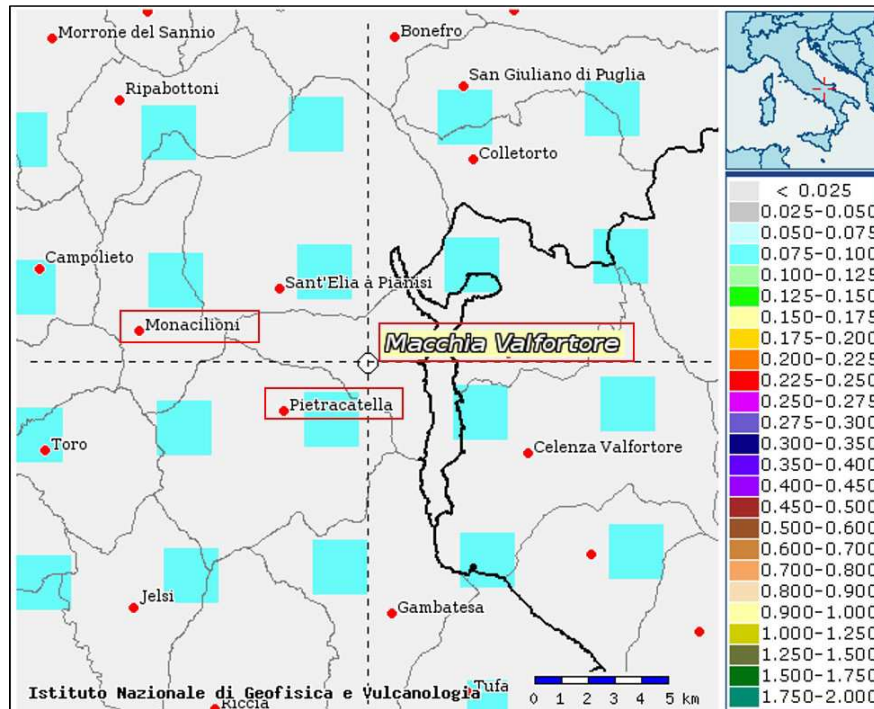


Figura 6.2- Valori di ag con probabilità di superamento del 50% in 50 anni al 50mo percentile (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>). La linea nera in grassetto individua all'incirca l'andamento NW-SE del crinale su cui saranno ubicati da progetto i nuovi aerogeneratori

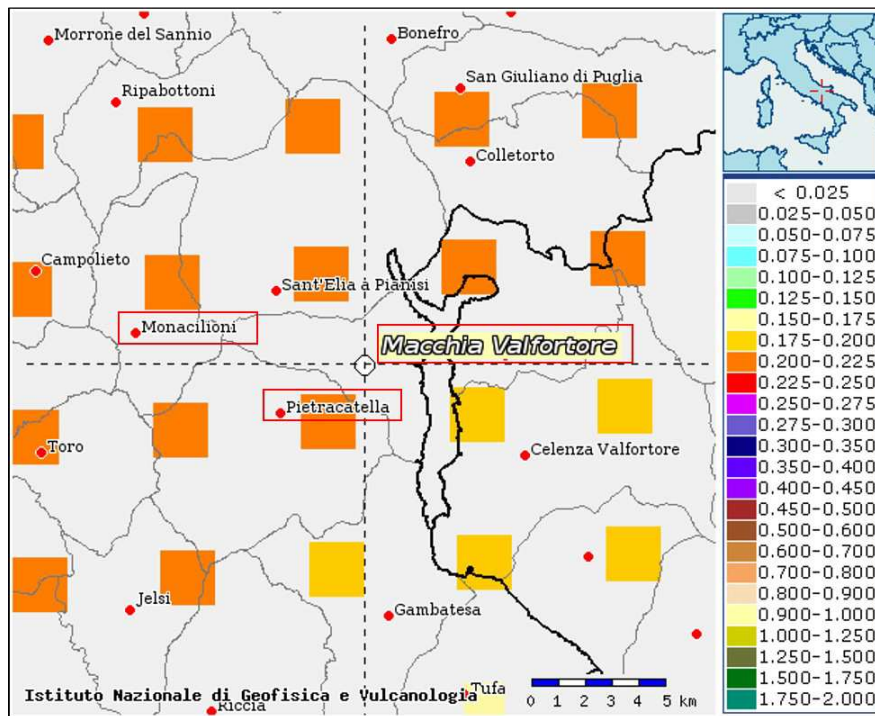


Figura 6.3- Valori di a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni al 50mo percentile (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>). La linea nera in grassetto individua all'incirca l'andamento NW-SE del crinale su cui saranno ubicati da progetto i nuovi aerogeneratori.

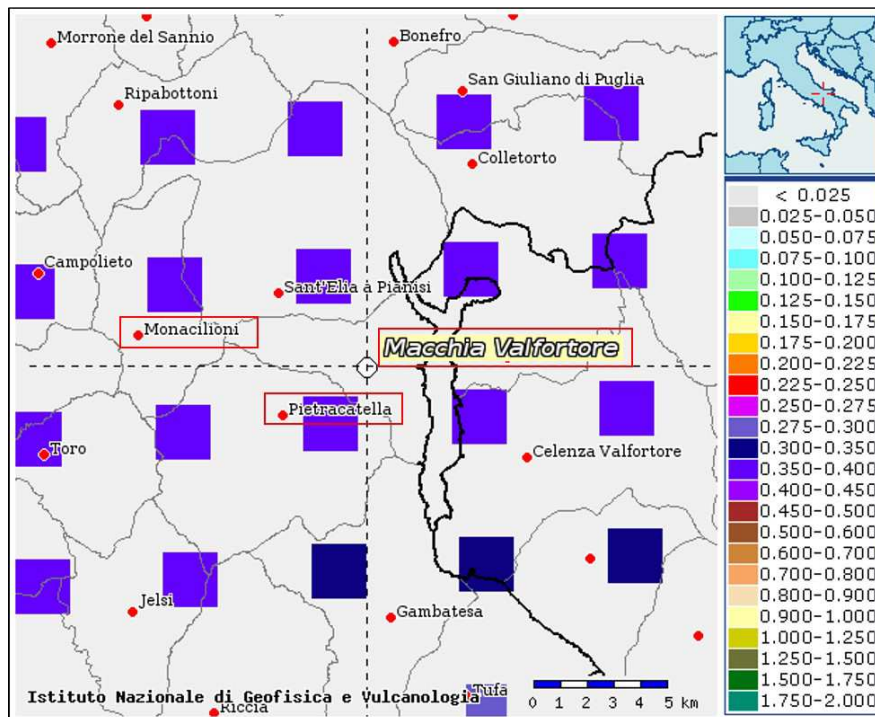


Figura 6.4- Valori di a_g con probabilità di superamento del 2% in 50 anni al 50mo percentile (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>). La linea nera in grassetto individua all'incirca l'andamento NW-SE del crinale su cui saranno ubicati da progetto i nuovi aerogeneratori

Ad oggi, le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) approvate con il Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018 prescrivono che ad ogni costruzione sia associata una "propria"

accelerazione di riferimento. Questa deve essere calcolata in funzione della vita nominale dell'opera in progetto e della sua ubicazione (coordinate geografiche).

La classificazione sismica (Zona Sismica di appartenenza del Comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti.

L'azione sismica sulle opere deve essere valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", a sua volta stimata in funzione di:

- ✓ valori di accelerazione orizzontale massima a_g ;
- ✓ parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC,
- ✓ condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale (di categoria A nelle NTC);
- ✓ punti di un reticolo di riferimento i cui nodi non distino più di 10 km fra loro;
- ✓ diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

In seconda fase, per caratterizzare al meglio la risposta sismica locale, è necessario considerare l'influenza di:

- ✓ condizioni stratigrafiche locali del sottosuolo (**Tabella 6.2**);
- ✓ morfologia della superficie (**Tabella 6.3** e **Tabella 6.4**).

Le accelerazioni a_g e le relative forme spettrali così ottenute forniscono le azioni di progetto.

Su sito di riferimento rigido orizzontale, le forme spettrali previste dalle NTC sono definite in funzione di:

- ✓ accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g);
- ✓ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0);
- ✓ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T^*C).

Poiché le forme spettrali sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento, occorre imporre:

- ✓ vita di riferimento dell'opera (VR),
- ✓ probabilità di superamento nella vita di riferimento (PVR) associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Riguardo al parametro VR, questo è ricavato dal prodotto fra la sua vita nominale (VN) ed il coefficiente d'uso (CU), che a sua volta dipende dalla classe d'uso secondo la **Tabella 6.5** al punto 2.4.2 del D.M.14/09/2005.

Riguardo al parametro PVR, questo permette di individuare le azioni sismiche necessarie in funzione dei dati di pericolosità sismica disponibili (**Tabella 6.6**).

Dalle indagini geofisiche condotte nel sito di Macchia Valfortore emerge che il valore della V_{s30} è di circa 385 m/s e si riferisce al substrato inalterato e consistente delle argille a struttura scagliosa. Tale valore porta ad assegnare ai terreni investigati una categoria di suolo "B" (**Tabella 6.2**). Dato che quasi tutto il parco eolico oggetto di repowering, come più volte ribadito, si imposta sempre su tali materiali, si attribuisce in via preliminare una Categoria di sottosuolo "B" ai siti di tutti gli aerogeneratori in progetto. Tale categoria sismica potrà essere verificata nelle successive fasi progettuali.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 6.2 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato delle NTC al punto 3.2.2 del D.M. del 17/01/2018.

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 6.3 – Categorie topografiche delle NTC al punto 3.2.2 del D.M. del 17/01/2018.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 6.4 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T estratti dalle NTC al punto 3.2.3 del D.M. del 17/01/2018

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tabella 6.5 – Classi d'uso delle NTC al punto 2.4.2 del D.M. del 17/01/2018.

Stati Limite	P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 6.6 – Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato, estratta dalle NTC al punto 3.2.1 del D.M. del 17/01/2018.

7 ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI

Nei successivi paragrafi si cercherà di caratterizzare almeno qualitativamente la stabilità dei settori al contorno delle aree prescelte per l'ubicazione dei nuovi aerogeneratori nei tre diversi Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella. Tale caratterizzazione è di tipo qualitativo e non quantitativo, poiché non è basata su dati oggettivi derivati da specifiche indagini geognostiche, ma solo sull'integrazione fra i dati ottenuti da:

- ✓ rilievi geomorfologici di superficie eseguiti durante i sopralluoghi di agosto e novembre 2018;
- ✓ analisi morfometriche del modello digitale del terreno;
- ✓ confronto meramente qualitativo delle immagini storiche disponibili al sito di Google Earth Pro;
- ✓ consultazione della cartografia del Progetto IFFI;
- ✓ consultazione della cartografia allegata Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Franosi, Rischio e Pericolosità da Frana).
- ✓ Consultazione della cartografia del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI).

Il PAI è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità del Bacino interregionale del Fortore con Deliberazione 29 settembre 2006, n. 102) ed integra Studio del Rischio Idrogeologico del 2001 della Regione Molise finalizzato all'individuazione specifica delle criticità areali relativamente alle pericolosità da frana e idraulica.

Fra i documenti pubblicati più aggiornati riguardo l'individuazione dei dissesti nell'area d'indagine vi è il PAI del Fiume Fortore. In particolare, la cartografia tematica sulla pericolosità da frana classifica diversamente le varie porzioni di versante in funzione delle condizioni di dissesto dedotte al momento delle osservazioni alla base dell'ultimo aggiornamento del progetto. Il PAI distingue tre classi di pericolosità da frana:

- ✓ PF3: estremamente elevata, in cui sono presenti movimenti di massa attivi;
- ✓ PF2: aree a pericolosità da frana elevata, caratterizzate dalla presenza di elementi distintivi del carattere di quiescenza e da indicatori geomorfologici diretti quali la presenza di corpi di frana preesistenti e di segni precursori di fenomeni gravitativi;
- ✓ PF1: aree a pericolosità moderata prive, al momento, di indicazioni morfologiche di fenomeni superficiali e/o profondi che possano riferirsi a movimenti gravitativi veri e propri.

La classe di pericolosità di una certa porzione di versante è quindi cartografata ipotizzando attorno ad ogni dissesto individuato una fascia di territorio che può risentire dell'evoluzione del suddetto dissesto. In base al grado di attività del fenomeno (attivo o quiescente) od alla propensione al dissesto del versante il grado di pericolosità decresce. Chiaramente tutto dipende dallo stato del territorio al momento dell'ultimo aggiornamento del database.

L'integrazione di tutti questi dati ha portato anche alla mappatura e classificazione delle forme di erosione e/o dissesto della carta idrogeomorfologica, per la cui visualizzazione si rimanda all'Allegato E. Nel prosieguo sono riportate varie immagini stralciate dall'archivio storico di Google Earth Pro, della cartografia del Progetto IFFI e da quella allegata Studio del Rischio Idrogeologico e del PAI della Regione Molise. Per le riprese fotografiche di dettaglio scattate fra agosto e novembre 2018 si rimanda all'Allegato B.

Nelle immagini stralciate dall'archivio storico di Google Earth Pro sono evidenziati solo i settori immediatamente limitrofi ai siti prescelti per l'ubicazione dei nuovi aerogeneratori

per cui dall'analisi sia indirette delle foto in oggetto che dirette dei luoghi durante i sopralluoghi di agosto e novembre 2018 si sono rilevati indizi di movimento.

7.1 Aerogeneratori in progetto da R-MN01 a R-MN05 (Comune di Monacilioni)

Come si può evincere osservando le seguenti immagini stralciate dalla cartografia del Progetto IFFI, dello Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise e dal PAI, fra gli aerogeneratori oggetto di repowering in Comune di Monacilioni, le torri R-MN03, R-MN04 e R-MN05 si troverebbero rispettivamente in aree al limite (i primi due) od entro (l'ultimo) settori classificati come a pericolo di frana elevato (Figura 7.5).

Per R-MN01 ed R-MN02 non vi sono segnalazioni particolari da evidenziare. R-MN01 si trova in un'area a cui non è associato nessun grado di rischio o pericolosità (Figura 7.1, Figura 7.3 e Figura 7.5). Il versante su cui sarebbe ubicato R-MN01 è l'unico ad essere orientato verso NE e né la cartografia tematica reperita (IFFI, Studio del Rischio Idrogeologico e PAI) né i rilievi eseguiti hanno evidenziato evidenti dissesti in atto. Il dissesto cartografato dall'IFFI e dal PAI a Sud di R-MN03 sarebbe ad oltre 70 metri dal limite inferiore della piazzola, ma al momento dei rilievi non sono state rilevate particolari deformazioni in atto nei pendii immediatamente a valle dell'area d'imposta. Ai pendii a valle di R-MN02 è associato un aumento del grado di pericolosità ed un conseguente grado di rischio moderato (Figura 7.3), ma né la cartografia tematica dell'IFFI e del PAI né i rilievi eseguiti hanno evidenziato evidenti dissesti in atto.

Il sito d'imposta di R-MN04 si trova al limite di un'area classificata come soggetta a frane superficiali diffuse (progetto IFFI; Figura 7.2) o a colate in terra (Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise; Figura 7.4). Sempre secondo lo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise i versanti a valle di R-MN04 sono classificati come a rischio moderato e pericolosità estremamente elevata (Figura 7.4), mentre per il PAI il grado di pericolosità è declassato ad elevato (Figura 7.5). L'analisi delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro conferma la presenza di deformazioni superficiali a valle di R-MN04 tra il 2006 ed il 2016 (Figura 7.7). Tali fenomeni sono meglio osservabili in Figura 7.8 e mappati nella carta idrogeomorfologica dell'Allegato E. Come confermato dai rilievi effettuati fra agosto e novembre 2018, si tratta di movimenti perlopiù superficiali, almeno per quanto concerne i più vicini, ovvero A, C e D (Figura 7.7 e Figura 7.8). Sempre dai rilievi effettuati non sono emersi evidenti indizi di retrocessione verso le posizioni prescelte per l'ubicazione dei nuovi aerogeneratori. Nelle immagini di Figura 7.7 e Figura 7.8 il movimento indicato come A consiste in un limitato fenomeno di colata, apparentemente superficiale, a circa 30 metri dal limite inferiore della piazzola di R-MN04. Sempre nelle immagini di Figura 7.7 e Figura 7.8 il fenomeno indicato come B è l'unico a presentarsi particolarmente vicino alla zona di dorsale (circa 20 metri) in cui passa la strada d'accesso del parco eolico, ma rimane comunque distante dai due aerogeneratori più vicini (circa 190 metri da R-MN03 e circa 90 metri da R-MN04). Una sua riattivazione con fasi di retrocessione potrebbe avere qualche impatto unicamente sui cavidotti che dovrebbero passare lungo i margini della strada di accesso al parco eolico.

Il sito d'imposta di R-MN05 ricade in un'area classificata come in frana e precisamente alla testa di un fenomeno di colata (Figura 7.2 e Figura 7.4). Secondo lo Studio del Rischio Idrogeologico, ai pendii a valle di R-MN05 è associato un grado rischio moderato e pericolosità estremamente elevata (Figura 7.4), mentre per il PAI il grado di pericolosità è nuovamente declassato ad elevato (Figura 7.5). In realtà dai rilievi eseguiti il sito ipotizzato

per R-MN05 si trova in un'area pianeggiante che al momento dei rilievi non presentava alcun evidente indizio di deformazione in atto (Figura 7.11). L'area pianeggiante è interrotta da una scarpata subverticale costituita da orizzonti di arenaria mediamente cementata intercalati a sabbie addensate e sottili livelli argilloso-pelitici (Figura 7.12). Tali materiali sono stati classificati come appartenenti al Flysch Numidico. Il limite inferiore della piazzola di R-MN05 si troverebbe a circa a 35 metri a Est di tale scarpata. Dal confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro tra il 2006 ed il 2016 (Figura 7.10), il limite della scarpata non sembra essere variato sensibilmente, almeno alla risoluzione delle foto offerta dal sito. Solo a valle della scarpata la morfologia presenta segni evidenti di deformazioni in atto sino al fondovalle.

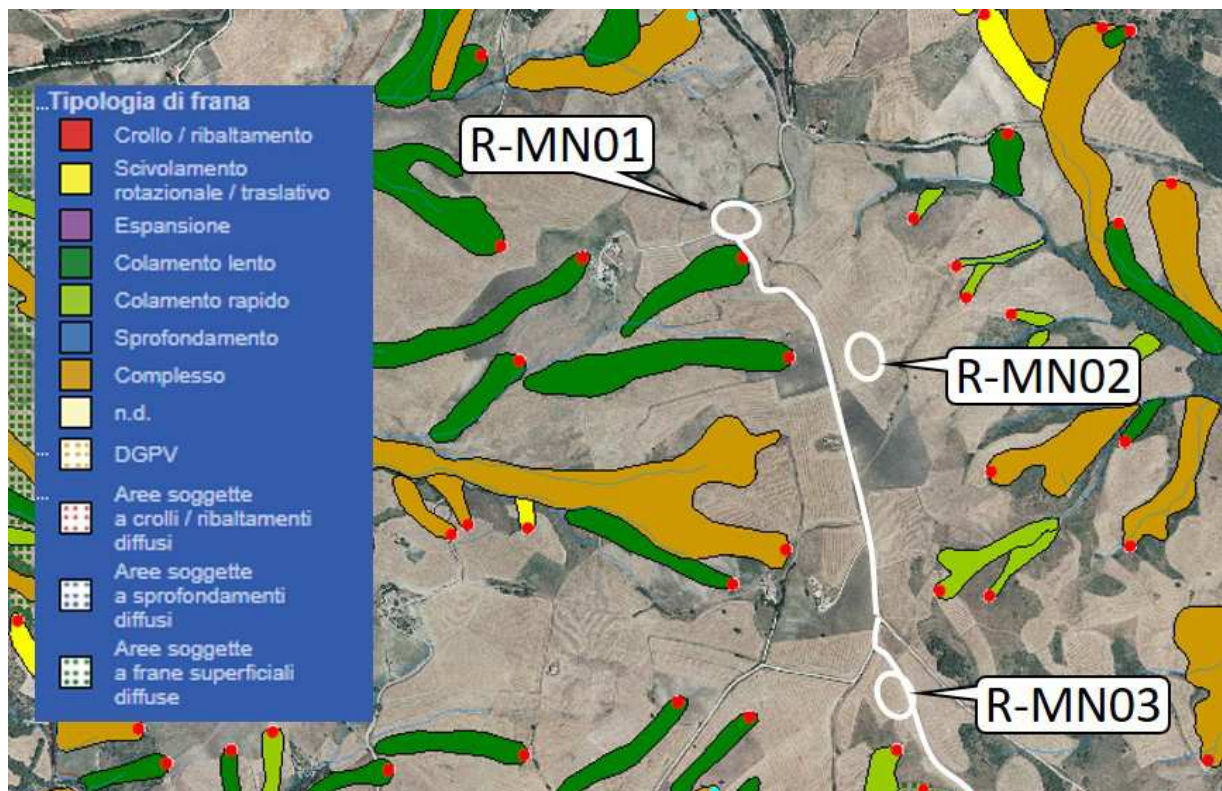


Figura 7.1- Stralcio fuori scala dell'Inventario dei Fenomeni Franosi relativo alla Regione Molise (Progetto IFFI: (<http://www.isprambiente.gov.it/>) inerente i nuovi aerogeneratori in progetto in Comune di Monacilioni (da R-MN01 a R-MN03).

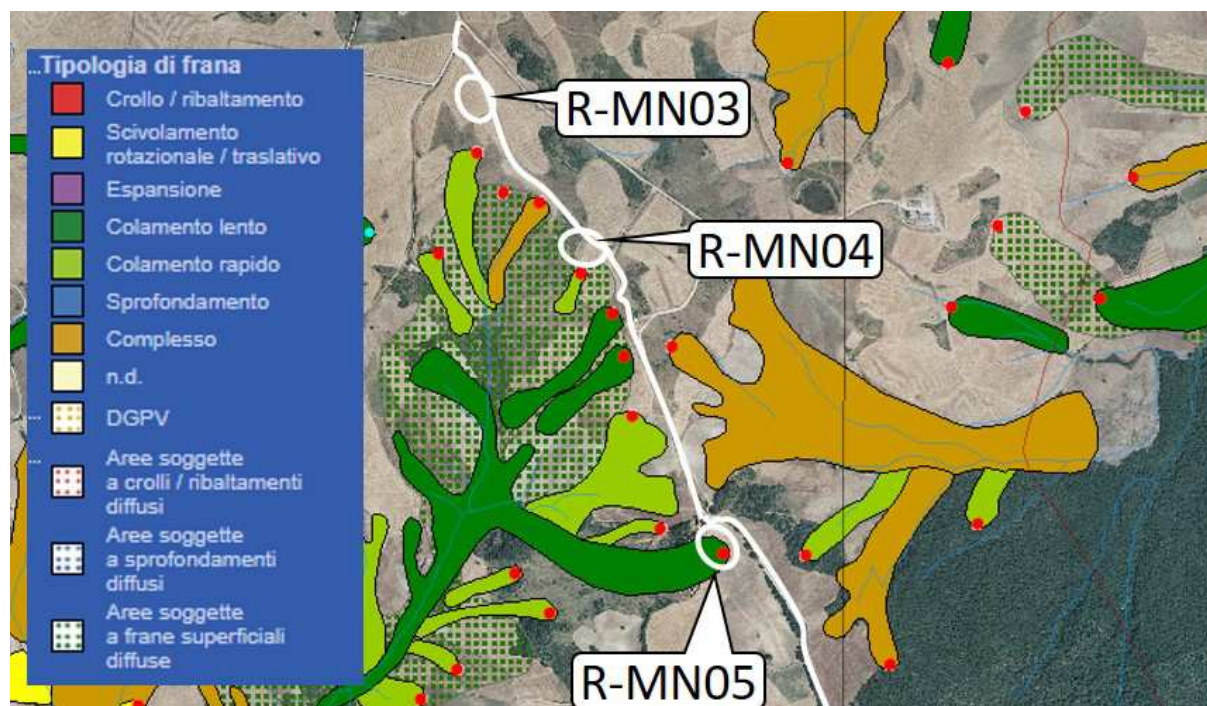


Figura 7.2- Stralcio fuori scala dell'Inventario dei Fenomeni Franosi relativo alla Regione Molise (Progetto IFFI: (<http://www.isprambiente.gov.it/>) inerente i nuovi aerogeneratori in progetto in Comune di Monacilioni (da R-MN03 a R-MN05).

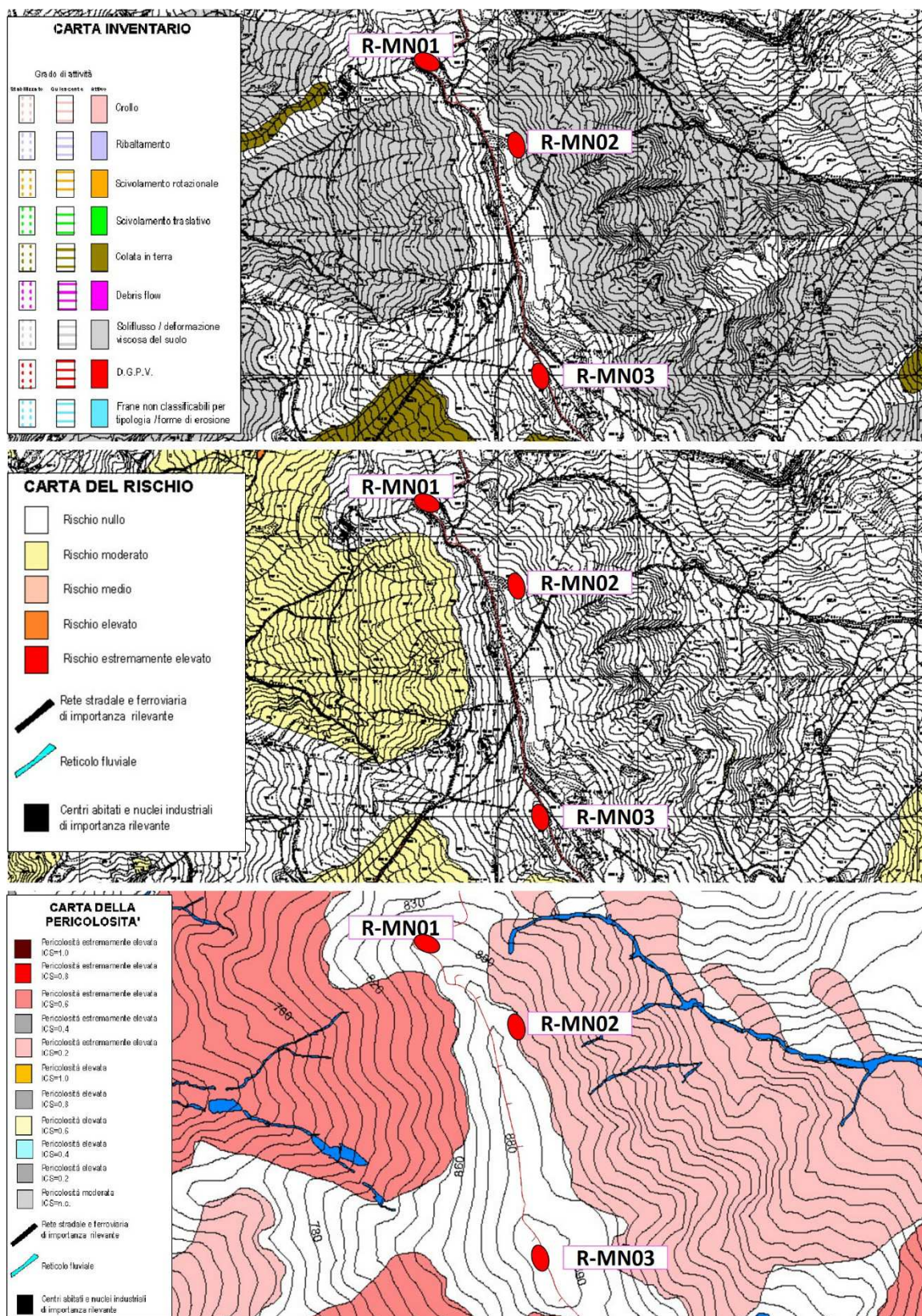


Figura 7.3- Stralci fuori scala delle cartografie allegate allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Fransi, Rischio e Pericolosità da Frana - http://regione.molise.it/lpp/sez_a/sez_a.htm) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto da R-MN01 a R-MN03.

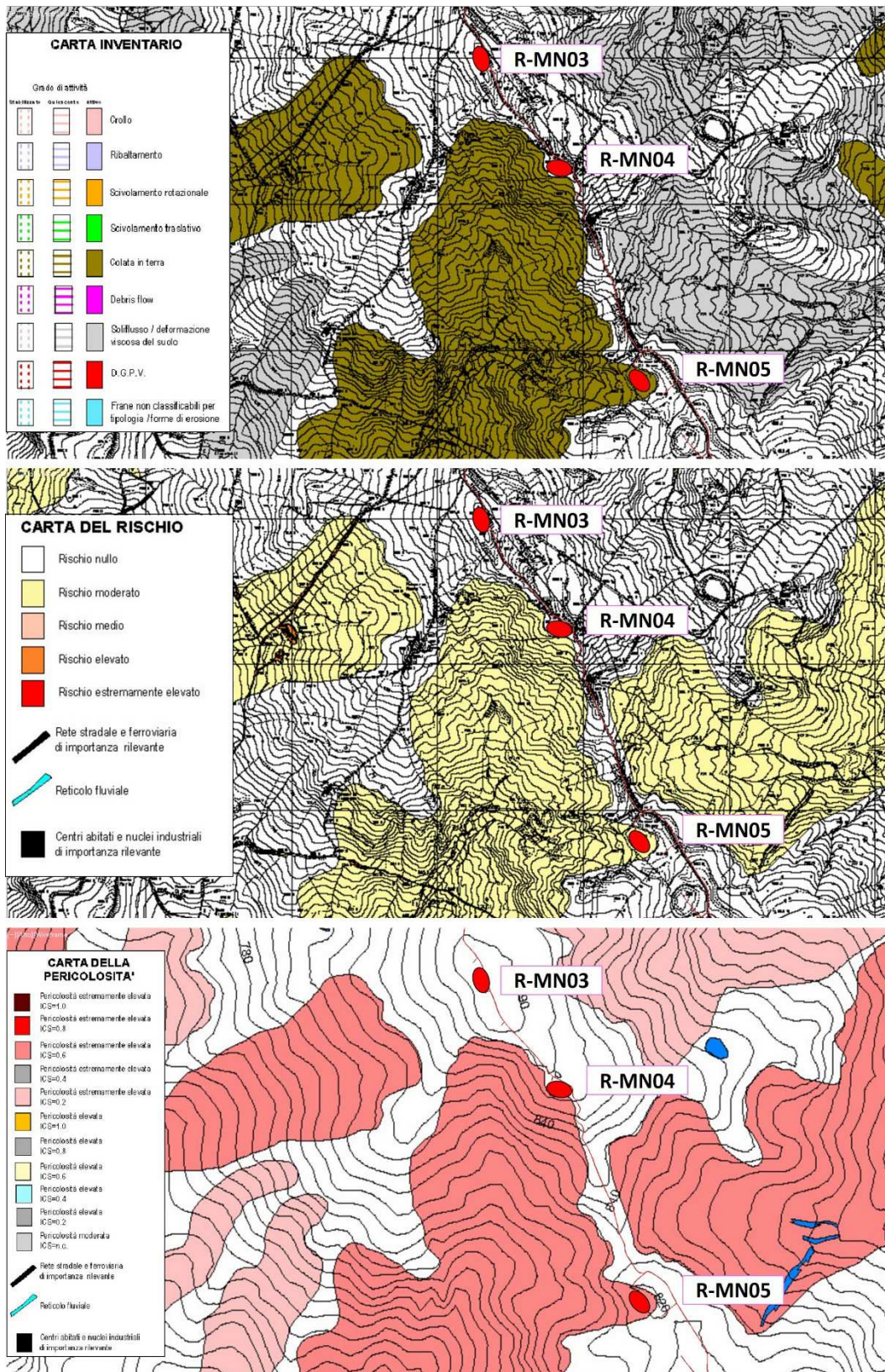


Figura 7.4- Stralci fuori scala delle cartografie allegato allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Franosi, Rischio e Pericolosità da Frana - http://regione.molise.it/lpp/sez_a/sez_a.htm) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto da R-MN03 a R-MN05.

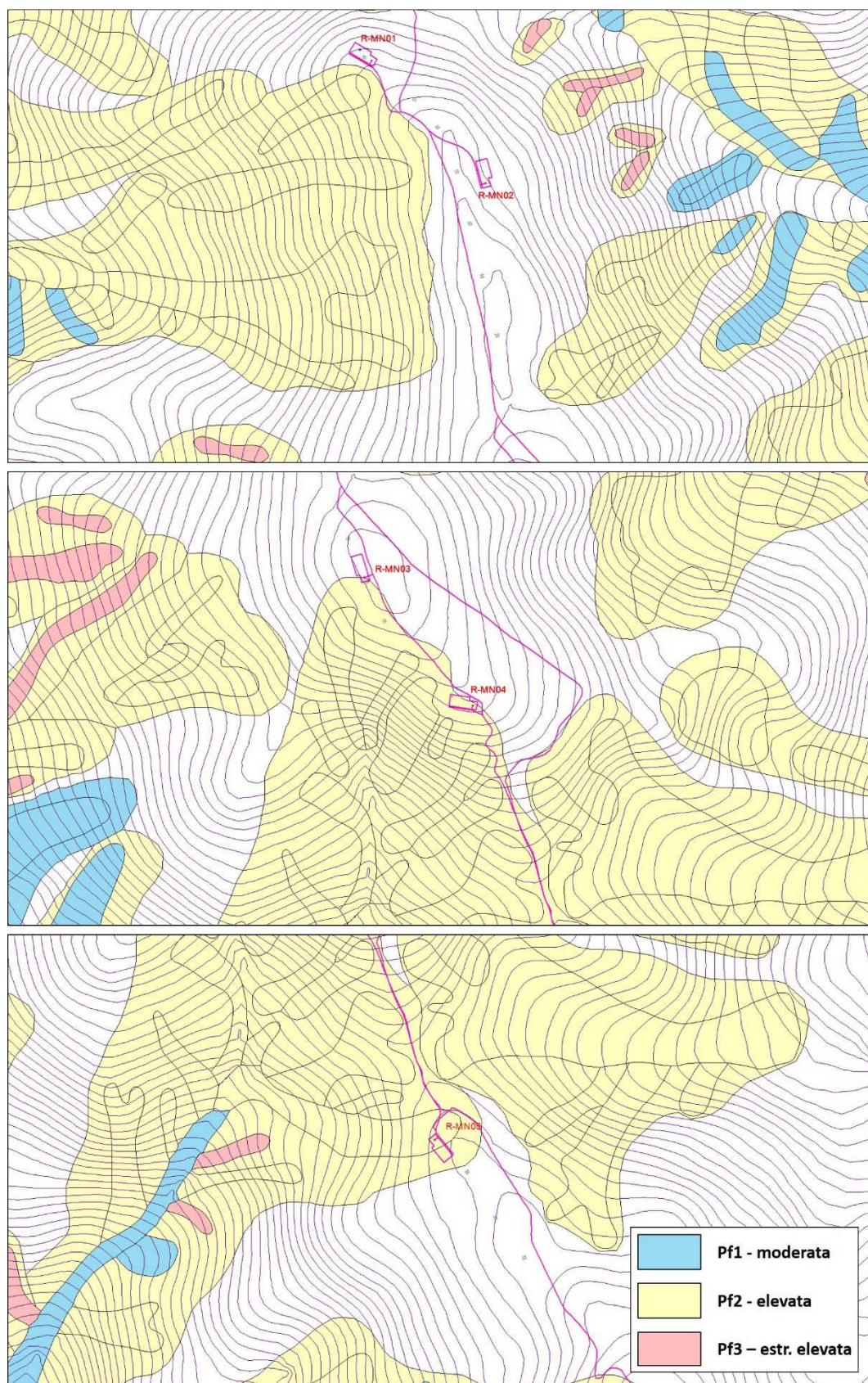


Figura 7.5- Stralci fuori scala delle cartografie allegate al PAI della Regione Molise inerenti i nuovi aerogeneratori da R-MN01 a R-MN05 ed il tracciato degli accessi e dei cavidotti in progetto (<http://adbpcn.regione.molise.it/>).

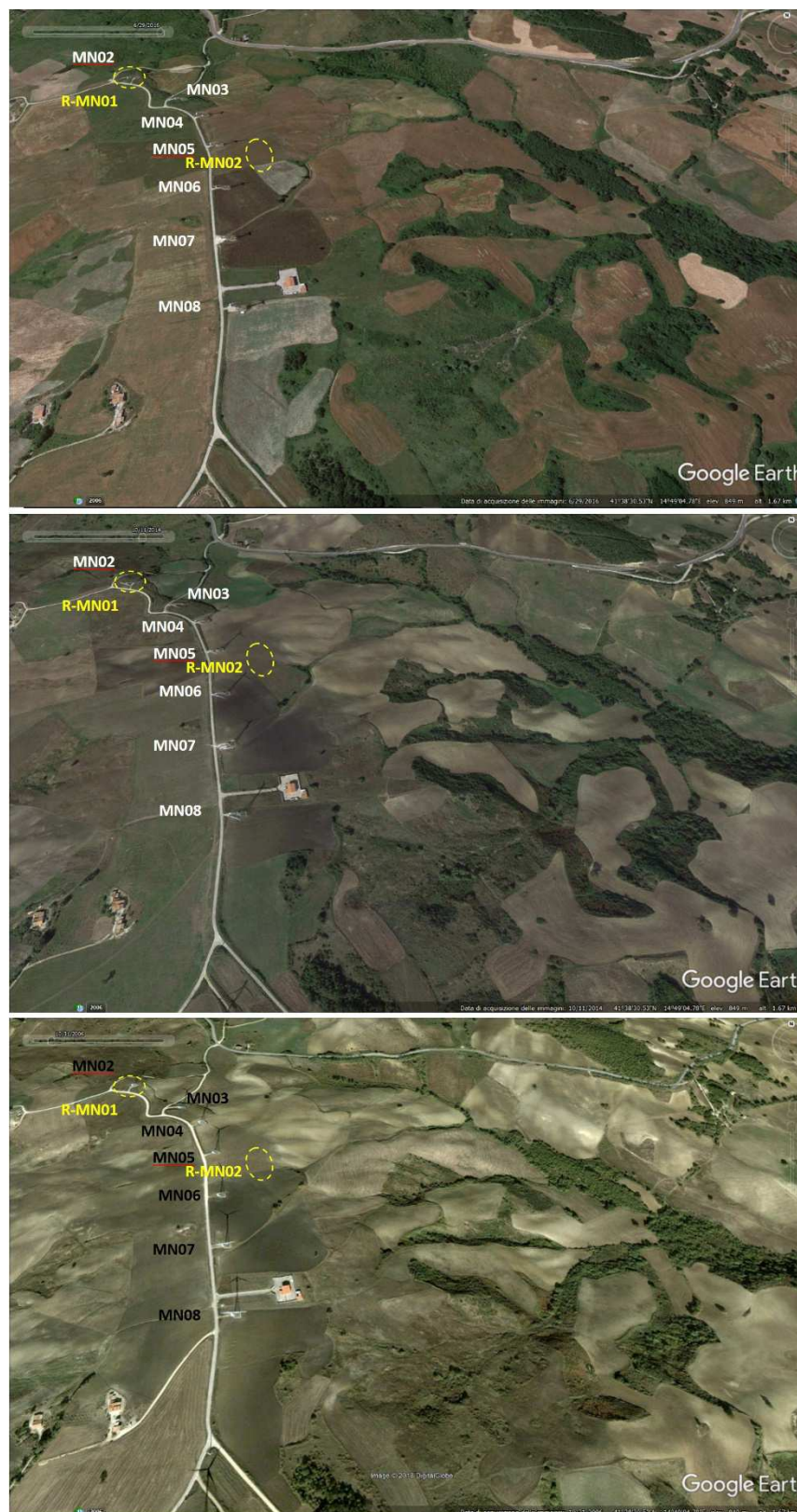


Figura 7.6- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014 e 2006 (dall'alto verso il basso) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-MN01 e R-MN02. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, non si osservano deformazioni e/o fenomeni di dissesto immediatamente limitrofi ai siti individuati per le nuove torri in progetto.

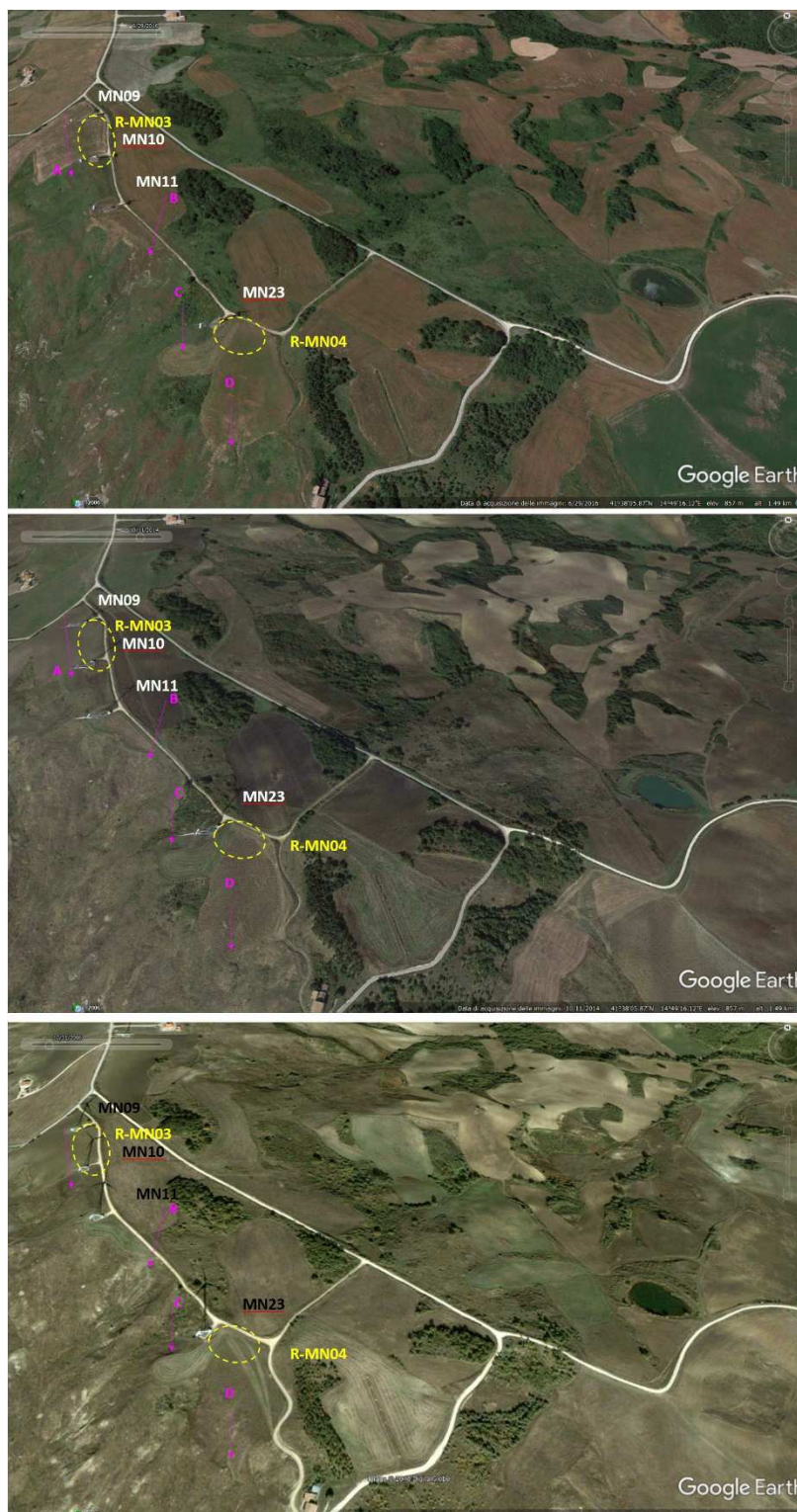


Figura 7.7- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014 e 2006 (dall'alto verso il basso) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-MN03 e R-MN04. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osservano deformazioni e/o fenomeni di dissesto a valle di tutte e tre le nuove torri in progetto. Tali fenomeni sono meglio osservabili nella successiva figura e nella carta idrogeomorfologica dell'Allegato E. Si tratta di movimenti perlopiù superficiali, almeno per quanto concerne i più vicini, ovvero A, C e D. Attualmente tali fenomeni non sono retrocessi sino alle posizioni prescelte per l'ubicazione dei nuovi aerogeneratori.

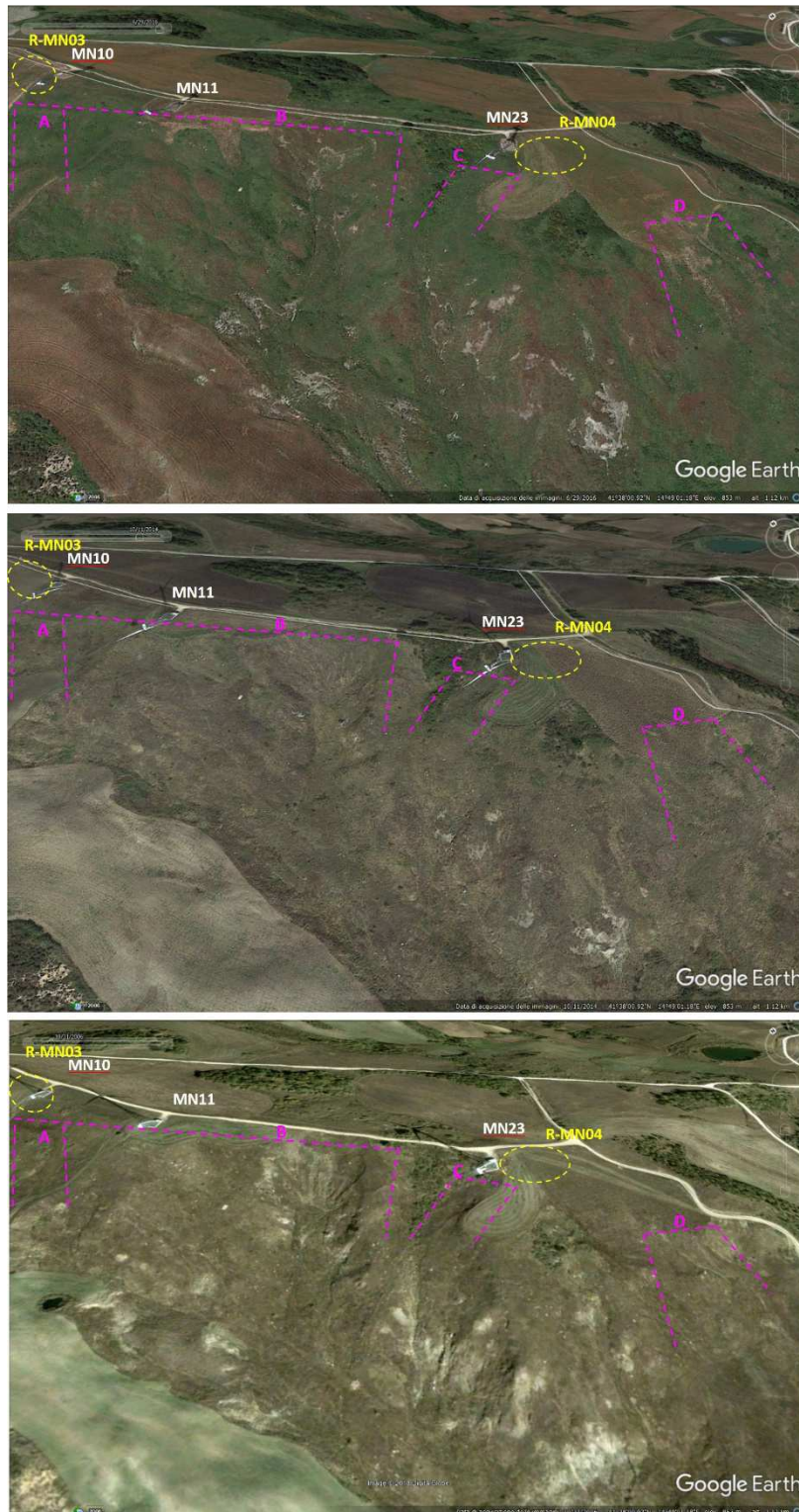


Figura 7.8- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014 e 2006 (dall'alto verso il basso) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-MN03 e R-MN04. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osservano deformazioni e/o fenomeni di dissesto a valle di tutte e tre le nuove torri in progetto. Si tratta di movimenti perlopiù superficiali, almeno per quanto concerne i più vicini, ovvero A, C e D. Attualmente tali fenomeni non sono retrocessi sino alle posizioni prescelte per l'ubicazione dei nuovi aerogeneratori.

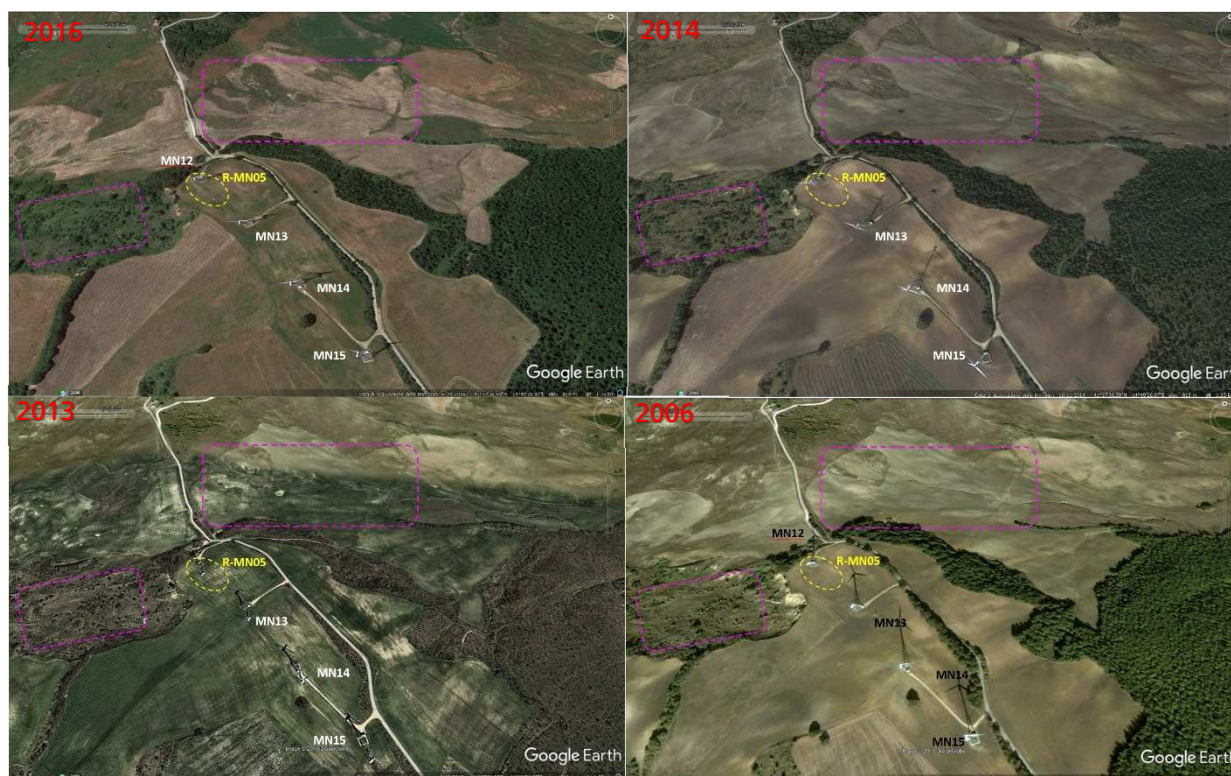


Figura 7.9- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2006 inerenti il nuovo aerogeneratore in progetto R-MN05. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osservano deformazioni e/o fenomeni di dissesto sia a Nord che a SW della nuova torre in progetto. Il fenomeno a Nord ha già in passato intaccato la sede stradale ed è stato oggetto di interventi recenti. Una sua riattivazione con fasi di retrocessione potrebbe avere qualche impatto unicamente sui cavidotti che dovrebbero passare lungo i margini della strada sopra citata. Circa a 35 metri a Ovest del sito ipotizzato per R-MN05 l'area pianeggiante d'imposta è interrotta da una scarpata subverticale. Per tale scarpata non sono stati rilevati evidenti indizi di retrocessione sia durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate. Immagini storiche di maggior dettaglio di tale scarpata sono riportati nella successiva figura.

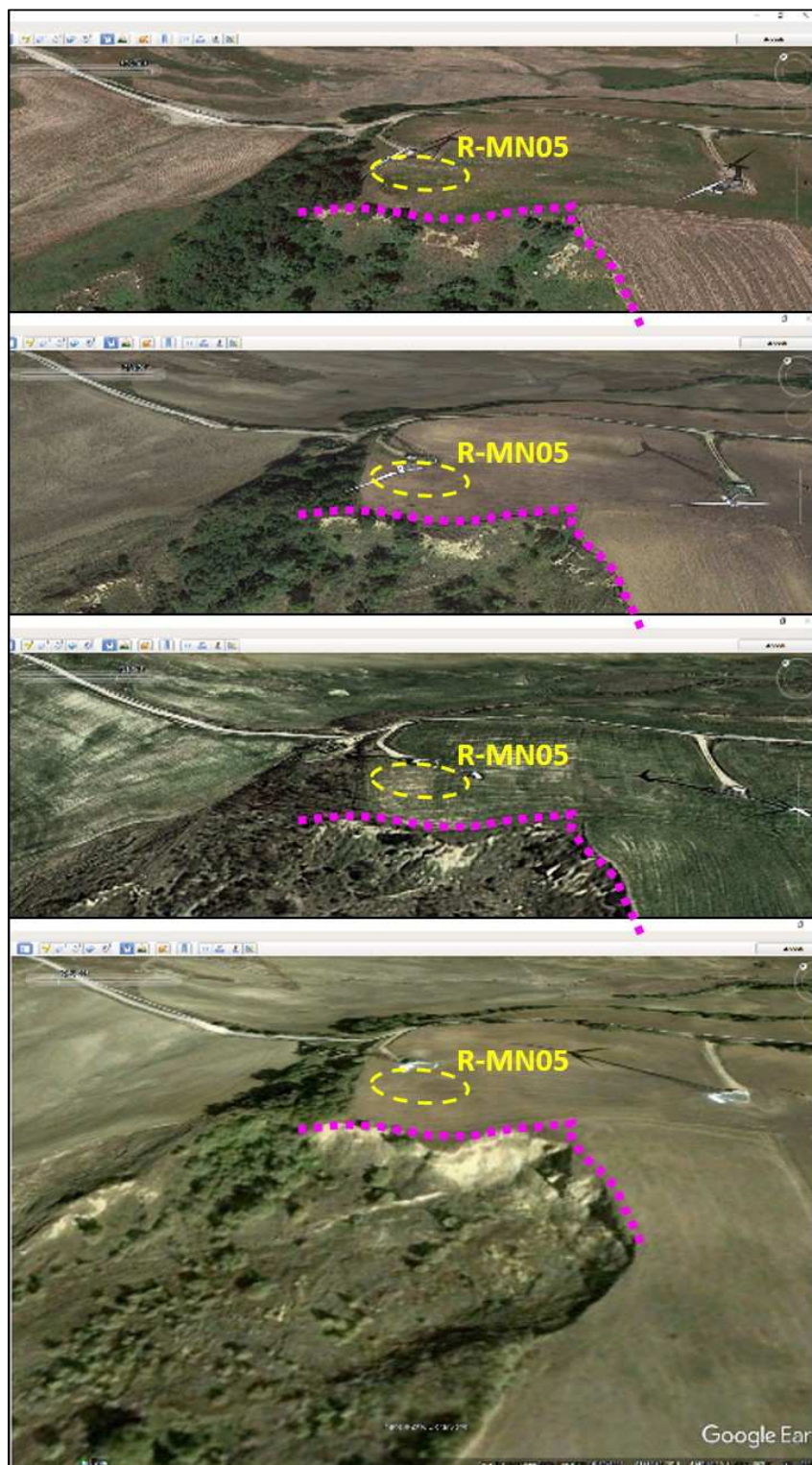


Figura 7.10- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2006 inerenti la scarpata ad Ovest del sito prescelto per il nuovo aerogeneratore in progetto R-MN05. La scarpata è subverticale ed il materiale affiorante è dato da orizzonti di arenaria mediamente cementata intercalati a sabbie addensate e sottili livelli argilloso-pelitici. Come già anticipato nella precedente figura, per tale scarpata non sono stati rilevati evidenti indizi di retrocessione durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018. Anche dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate, almeno alla risoluzione delle foto offerta dal sito di Google Earth Pro, il limite della scarpata non sembra essere variato sensibilmente.



Figura 7.11- Panoramica scattata a Nord della torre eolica esistente MN12. Nel settore pianeggiante fra la MN12 ed il punto di scatto ha sede da progetto l'aerogeneratore R-MN05 (Novembre 2018). Vedi Allegato B il punto di scatto GPX_48b.



Figura 7.12- Panoramica scattata a Sud ad inquadrare la scarpata verticale in arenaria (Flysch Numidico) che delimita a Ovest il settore pianeggiante in cui ha sede da progetto l'aerogeneratore R-MN05 (Novembre 2018). Vedi Allegato B il punto di scatto GPX_48b.

7.2 Aerogeneratori in progetto da R-MC01 a R-MC06 (Comune di Macchia Valfortore)

Come si può evincere osservando le seguenti immagini stralciate dalla cartografia del Progetto IFFI (Figura 7.13), dello Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Figura 7.14) e dal PAI (Figura 7.15), fra gli aerogeneratori oggetto di repowering in Comune di Macchia Valfortore, nessuna delle torri da R-MC01 e R-MC06 ricade in settori classificati come in frana. Inoltre tutte le zone di dorsale immediatamente limitrofe ad ogni piazzola in progetto sono classificate con un grado nullo sia in base al rischio che alla pericolosità. Solo parte della piazzola ma non l'aerogeneratore R-MC03 (circa 20 metri) ricade parzialmente in un settore a pericolosità elevata secondo il PAI. Ciò è da ricondursi alla ipotizzata possibilità di regressione del fenomeno di colamento superficiale poco a valle classificato come attivo dal PAI (Figura 7.15). Grazie al confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro tra il 2005 ed il 2016 (da Figura 7.16 a Figura 7.21), alla massima di risoluzione disponibile al sito, non si evidenziano importanti fenomeni in grado di interferire negativamente con le aree d'imposta dei nuovi aerogeneratori. Questi confronti sembrano inoltre dare nuovamente conferma del carattere superficiale del fenomeno a valle del limite occidentale della piazzola R-MC03. Anche dai sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 non sono emerse segnalazioni particolari riguardo a dissesti da evidenziare, ad esclusione di limitati fenomeni di superficiali di soliflusso nei versanti coltivati a valle della dorsale d'imposta dell'attuale parco eolico, tra cui anche quello a valle di R-MC03 (Figura 7.18). L'evoluzione dei fenomeni più imponenti è invece osservabile in Figura 7.20 ed in Figura 7.21, ma riguardano il versante opposto rispetto alla piazzola del nuovo R-MC05 ed insistono su terreni ad oltre 100 metri rispetto a R-MC06. Tra l'altro per i fenomeni indicati come B e C, al momento dei rilievi non sono stati rilevati indizi di regressione verso la dorsale e/o deformazioni evidenti dei campi arati. Il fenomeno indicato come C, l'unico a presentare indizi di movimento all'atto dei sopralluoghi (la strada SS212 rimane tuttora lesionata), come anticipato, si trova comunque a debita distanza sul pendio opposto rispetto alla dorsale che lo separa da R-MC05.

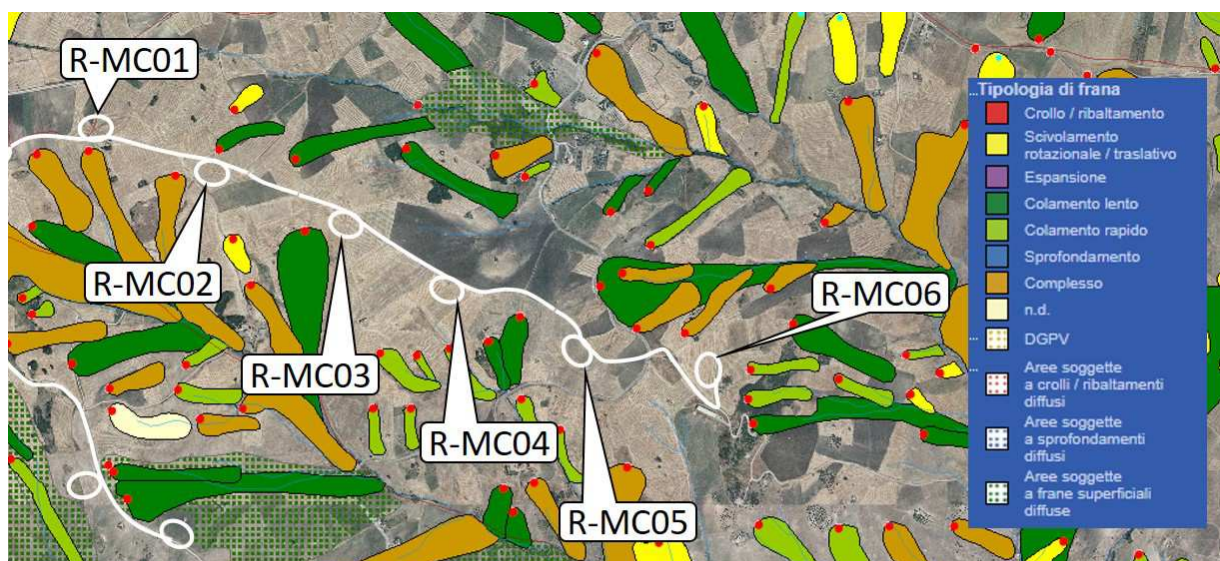


Figura 7.13- Stralcio fuori scala dell'Inventario dei Fenomeni Franosi relativo alla Regione Molise (Progetto IFFI: (<http://www.isprambiente.gov.it/>) inerente i nuovi aerogeneratori in progetto in Comune di Macchia Valfortore (da R-MC01 a R-MC06).

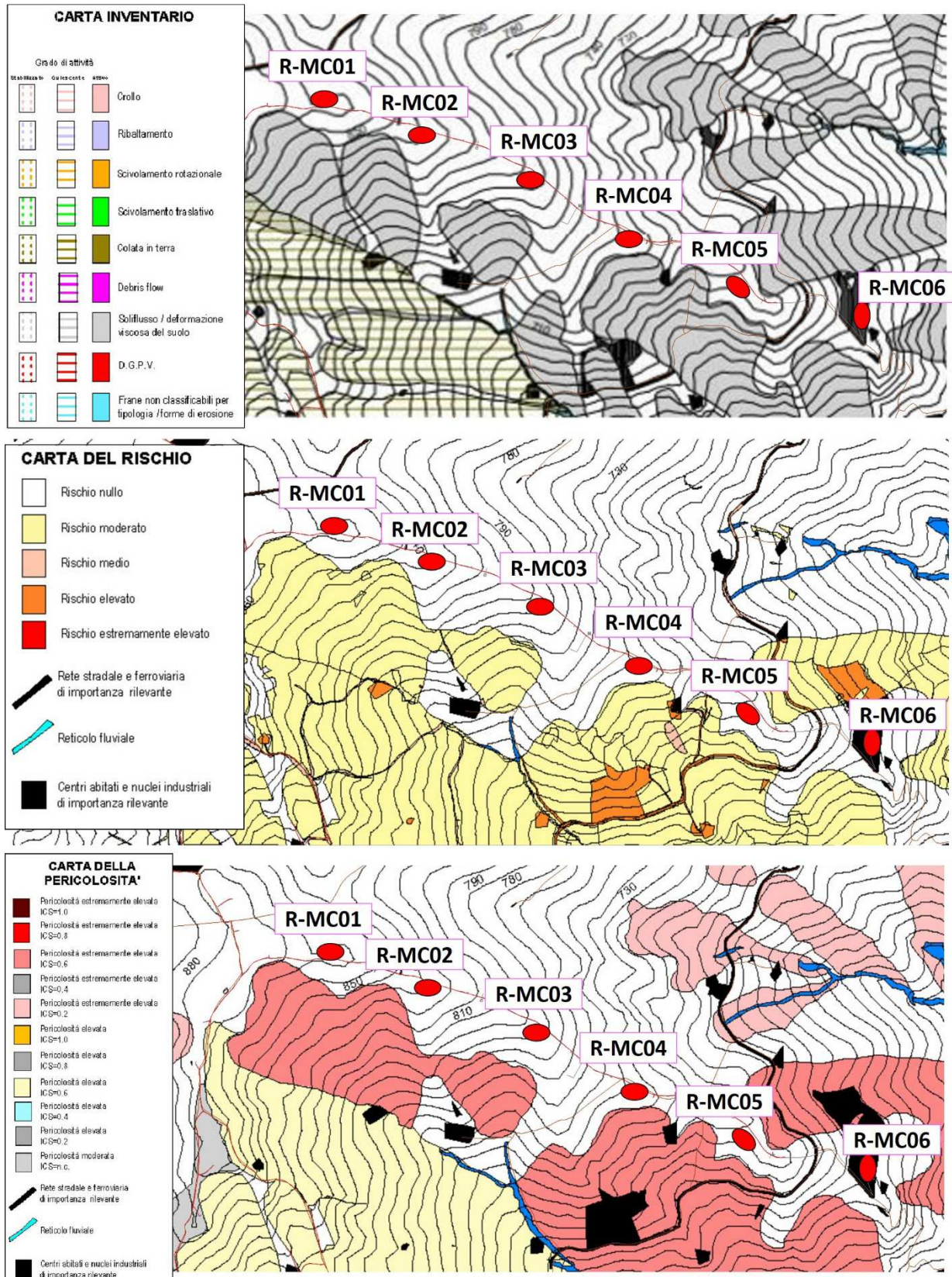


Figura 7.14- Stralci fuori scala delle cartografie allegare allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Fransi, Rischio e Pericolosità da Frana - http://regione.molise.it/lpp/sez_a/sez_a.htm) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto da R-MC01 a R-MC06.

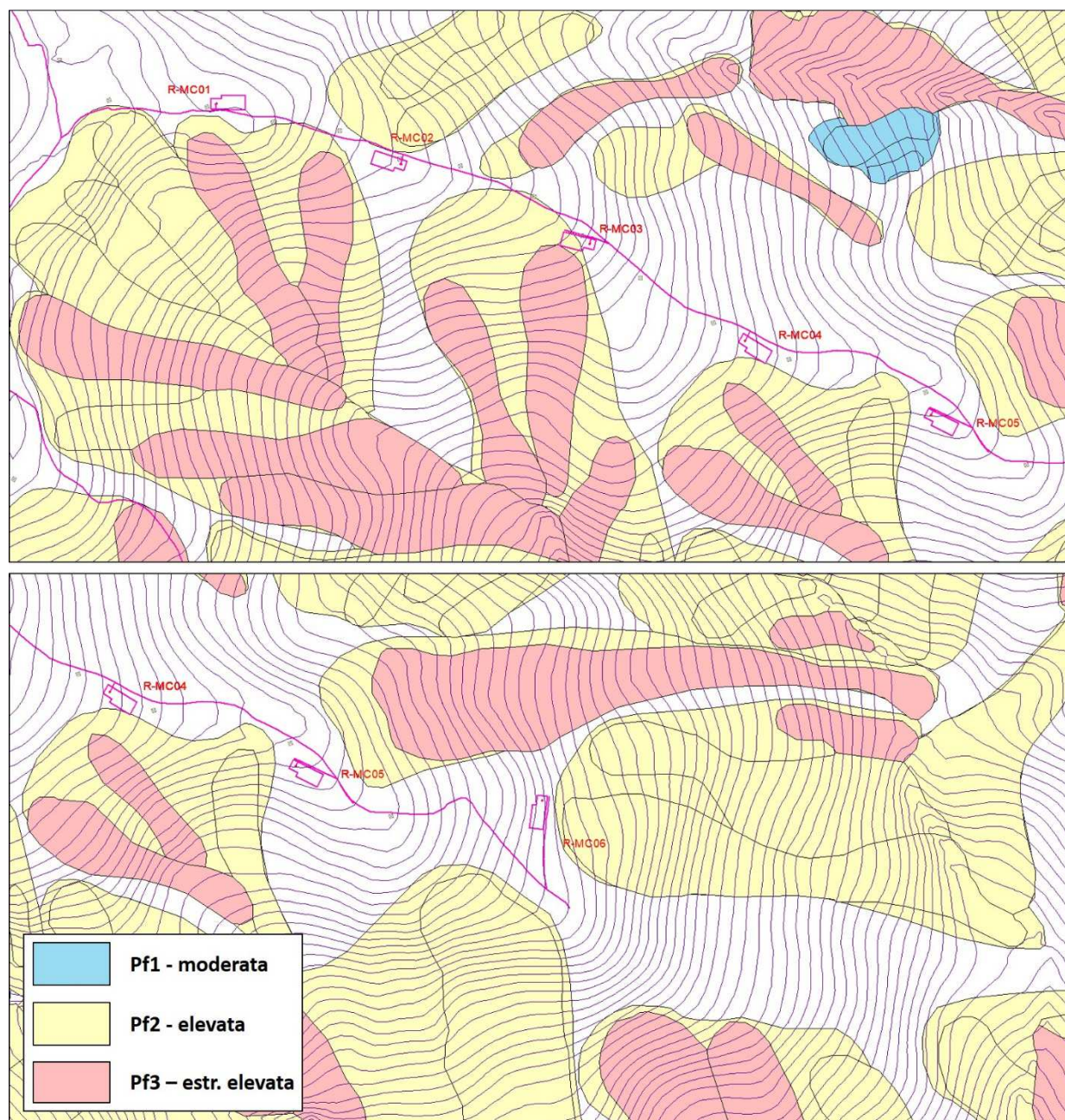


Figura 7.15- Stralci fuori scala delle cartografie allegate al PAI della Regione Molise inerenti i nuovi aerogeneratori da R-MC01 a R-MC06 ed il tracciato degli accessi e dei cavidotti in progetto (<http://adbpcn.regione.molise.it/>).



Figura 7.16- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti il nuovo aerogeneratore in progetto R-MC01. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, non si osservano particolari deformazioni e/o fenomeni di dissesto immediatamente limitrofi alla nuova torre in progetto. Ciò ad esclusione di un modesto fenomeno di soliflusso a valle di R-MC01, per cui però non sono stati rilevati evidenti indizi di retrocessione sia durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate.

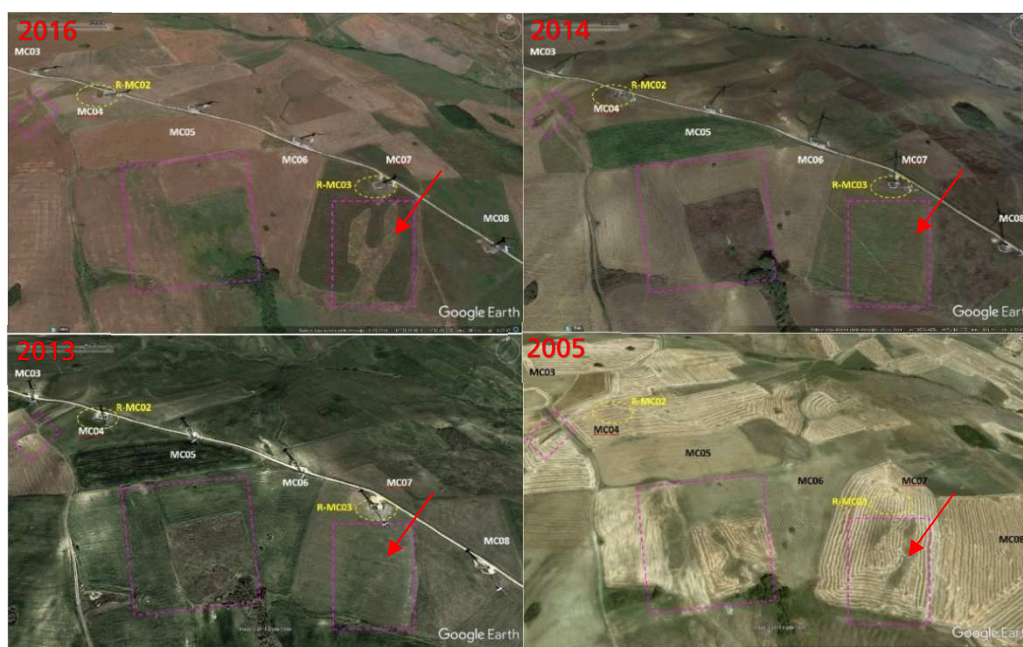


Figura 7.17- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-MC02 e R-MC03. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osservano alcuni fenomeni di soliflusso a valle delle nuove torri in progetto. Però, sia dalle osservazioni eseguite durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate, tali fenomeni non sembrano essere mai retrocessi andando ad intaccare le zone d'imposta degli aerogeneratori dell'attuale parco eolico. Indicato dalla freccia rossa una porzione di versante soggetta a fenomeni di soliflusso anche identificati dal PAI.



Figura 7.18- Panoramica verso monte (Nord) scattata dalla strada di accesso al parco eolico esistente ad inquadrare i versanti a valle dei settori di crinale prescelti da progetto per l'ubicazione del nuovo aerogeneratore R-MC03 subito a destra dell'ultimo traliccio inquadrato in foto (Agosto 2018). Poco a valle di questo si intuiscono nei campi coltivati morfologie probabilmente legate a fenomeni di soliflusso. Si evidenzia la completa assenza di una rete di drenaggio delle acque meteoriche superficiali nei pendii interessati dalle coltivazioni, probabile causa di questi fenomeni. Vedi Allegato B il punto di scatto GPX_43.

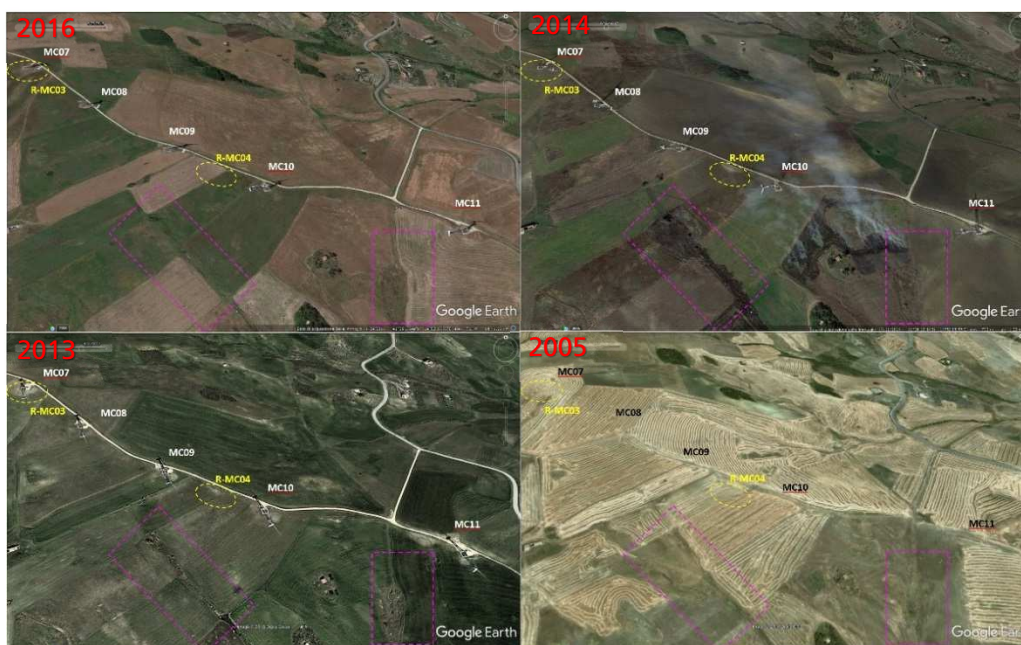


Figura 7.19- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-MC03 e R-MC04. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osservano alcuni fenomeni di soliflusso a valle delle nuove torri in progetto. Però, sia dalle osservazioni eseguite durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate, tali fenomeni non sembrano essere mai retrocessi andando ad intaccare le zone d'imposta degli aerogeneratori dell'attuale parco eolico.

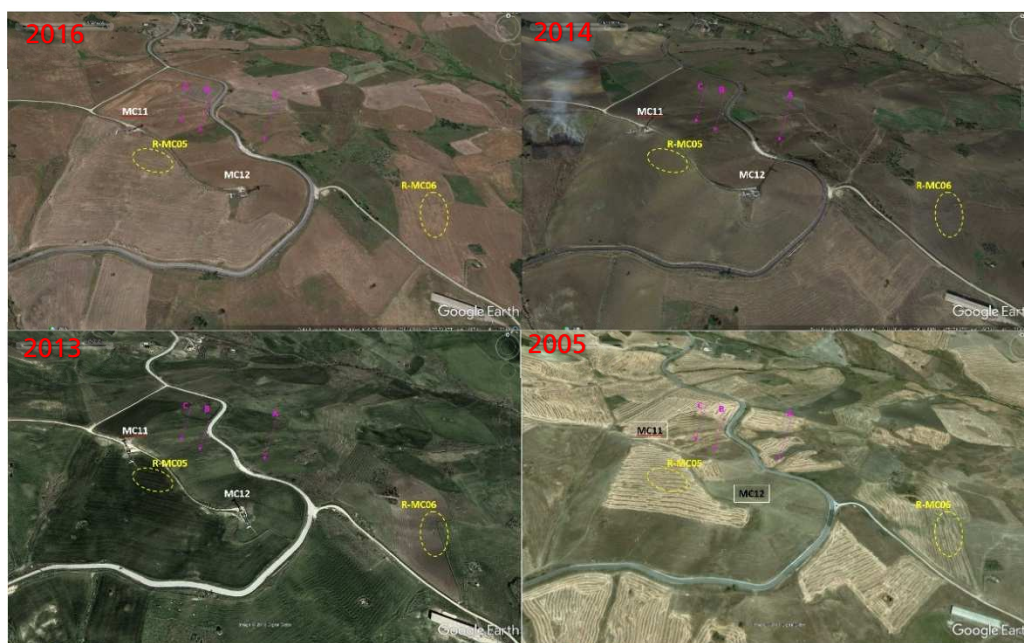


Figura 7.20- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-MC05 e R-MC06. Da queste immagini si osservano alcuni fenomeni di colata (A, B e C) che già a partire dal 2005 hanno interessato i pendii a NW del sito prescelto per R-MC05, andando più volte a lesionare la sede stradale della SS212. Però, sia dalle osservazioni eseguite durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate, tali fenomeni non sembrano essere mai espansi lateralmente che retrocessi andando ad intaccare le zone d'imposta ipotizzate per gli aerogeneratori R-MC05 e R-MC06.



Figura 7.21- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti alcuni fenomeni di colata (A, B e C) che già a partire dal 2005 hanno interessato i pendii a NW del sito prescelto per R-MC05. Si può notare come tali fenomeni abbiano più volte lesionato la sede stradale della SS212, senza però mai espandersi lateralmente e/o retrocedere andando ad intaccare le zone d'imposta ipotizzate per gli aerogeneratori R-MC05 e R-MC06.

7.3 Aerogeneratori in progetto da R-PC01 a R-PC06 (Comune di Pietracatella)

Come si può evincere osservando le seguenti immagini stralciate dalla cartografia del Progetto IFFI (Figura 7.22 e Figura 7.23), dello Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Figura 7.24), fra gli aerogeneratori oggetto di repowering in Comune di Pietracatella, nessuna delle torri in progetto ricade in settori classificati come in frana, ad eccezione di R-PC02. Lo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise classifica come a rischio nullo e pericolosità moderata tutti i nuovi aerogeneratori in progetto, ad esclusione di R-PC02 a cui è associato un rischio moderato ed una pericolosità elevata. In realtà la più recente classificazione del PAI classifica similmente solo i settori su cui sono ubicate R-PC01 e R-PC05, ovvero a pericolosità nulla (Figura 7.25). Invece considera le piazzole di R-PC03 e R-PC04 a cavallo di settori con pericolosità da nulla ad elevata. Dal confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro (Figura 7.30) e da quanto emerso dai sopralluoghi non si evidenziano particolari fenomeni in atto, sempre eccetto le blande deformazioni delle degradate coltri superficiali, continuamente rimodellate dal lavoro agricolo effettuate senza un'adeguata regimazione delle acque superficiali. Comunque secondo la cartografia del PAI, gli aerogeneratori R-PC03 e R-PC04 distano rispettivamente circa 35 e 45 metri dai più vicini fenomeni classificati come quiescenti. Sempre secondo il PAI la torre R-PC02 si trova in un'area a pericolosità elevata, a circa venti metri del fianco occidentale di un fenomeno di colata a pericolosità estremamente elevata. R-PC02 ricadrebbe però entro il percorso una colata attiva sulla base del PAI, quiescente per lo Studio del Rischio Idrogeologico ed inesistente per il Progetto IFFI. Difatti, sia dai rilievi eseguiti fra agosto e novembre 2018, che dal confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro tra il 2005 ed il 2016 (da Figura 7.16 a Figura 7.21) alla massima risoluzione disponibile al sito, non sono emersi evidenti indizi di fenomeni in grado di interferire negativamente con l'area area d'imposta di R-PC02, ma solo sulle aree limitrofe (Figura 7.28). Dal confronto delle immagini di estratte da Google Earth Pro i campi interessati dal fenomeno segnalato dal PAI appaiono sempre coltivati od arati e presentano solo blande ondulazioni del versante. Dai sopralluoghi di novembre 2018, non sono emersi evidenti indizi di movimento del versante a monte di R-PC02 (foto B di Figura 7.29), mentre a valle si sono osservati estesi fenomeni superficiali di soliflusso (foto A di Figura 7.29), come anche evidenziato dall'IFFI (Figura 7.23). La foto C di Figura 7.29 evidenzia invece le lesioni delle gabbionate sul margine orientale della strada di accesso al parco eolico sempre nei pressi R-PC02. Tali lesioni potrebbero essere causate o dal fenomeno ipotizzato dal PAI o da riattivazioni dei fenomeni classificati come quiescenti sul lato opposto del crinale rispetto a R-PC02. D'altronde in questo settore, a parte la stretta fascia su cui scorre la strada di accesso del parco eolico e su cui troverebbero sede i nuovi aerogeneratori in progetto, su tutti i versanti da entrambe le parti del crinale sono cartografate ampie zone in dissesto superficiale, generalmente quiescenti ad eccezione di alcuni colamenti attivi. Questi più che con le zone d'imposta degli aerogeneratori in progetto, potrebbero interferire in caso di regressioni eccezionali con la strada di accesso del parco eolico sede degli attuali cavidotti ed oggetto di ammodernamento.

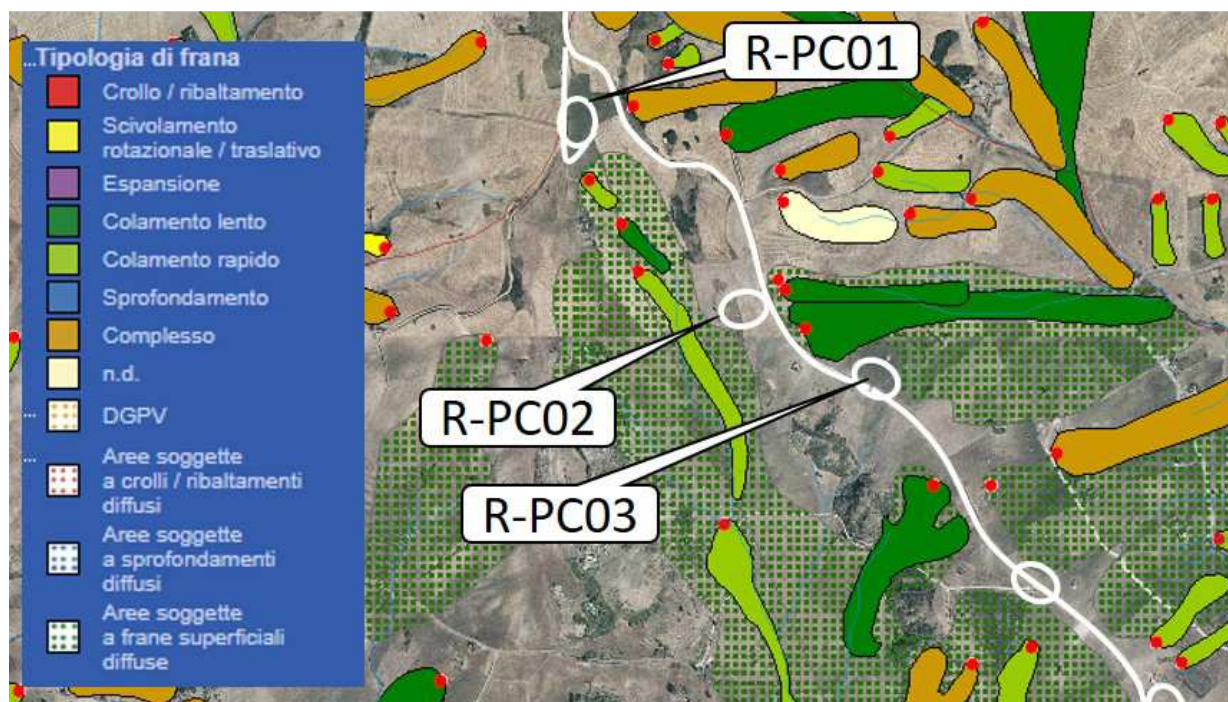


Figura 7.22- Stralcio fuori scala dell'Inventario dei Fenomeni Franosi relativo alla Regione Molise (Progetto IFFI: (<http://www.isprambiente.gov.it/>) inerente i nuovi aerogeneratori in progetto in Comune di Pietracatella (da R-PC01 a R-PC03).

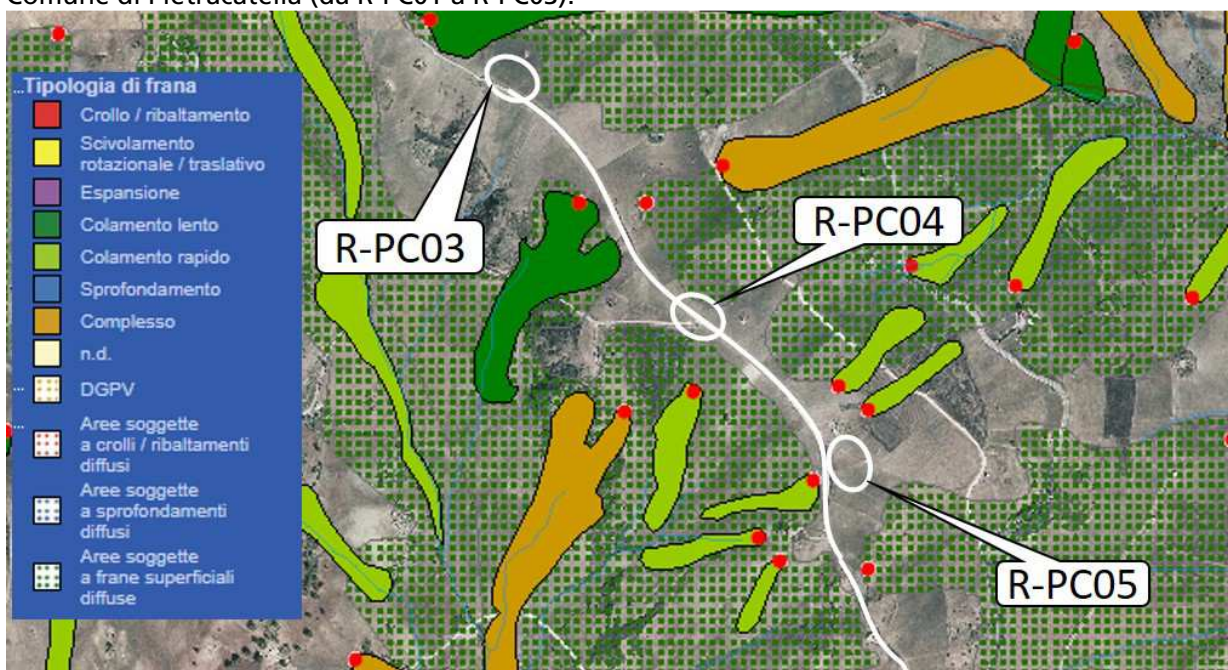


Figura 7.23- Stralcio fuori scala dell'Inventario dei Fenomeni Franosi relativo alla Regione Molise (Progetto IFFI: (<http://www.isprambiente.gov.it/>) inerente i nuovi aerogeneratori in progetto in Comune di Pietracatella (da R-PC03 a R-PC05).

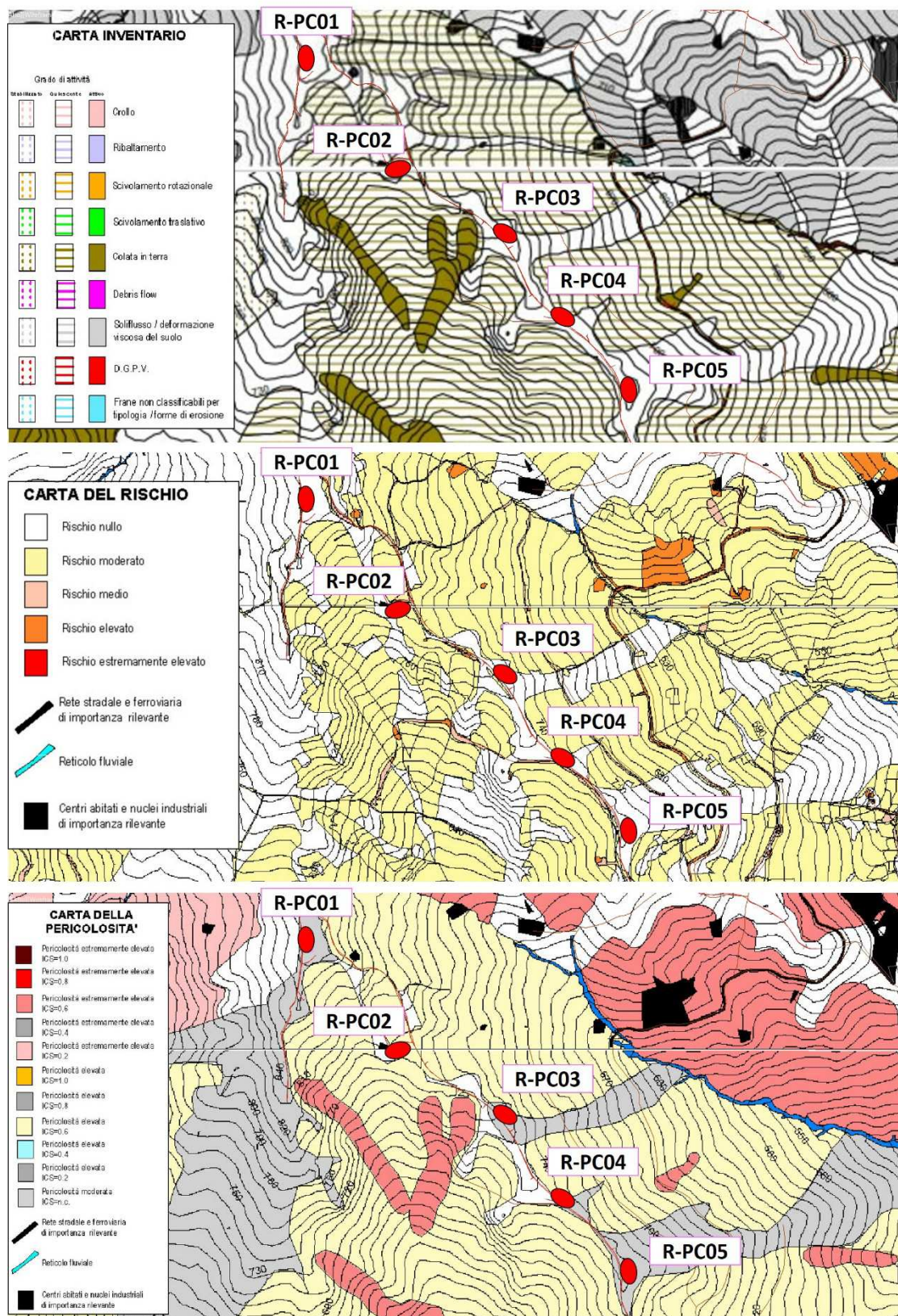


Figura 7.24- Stralci fuori scala delle cartografie allegare allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Franosi, Rischio e Pericolosità da Frana - http://regione.molise.it/lpp/sez_a/sez_a.htm) inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto da R-PC01 a R-PC05.

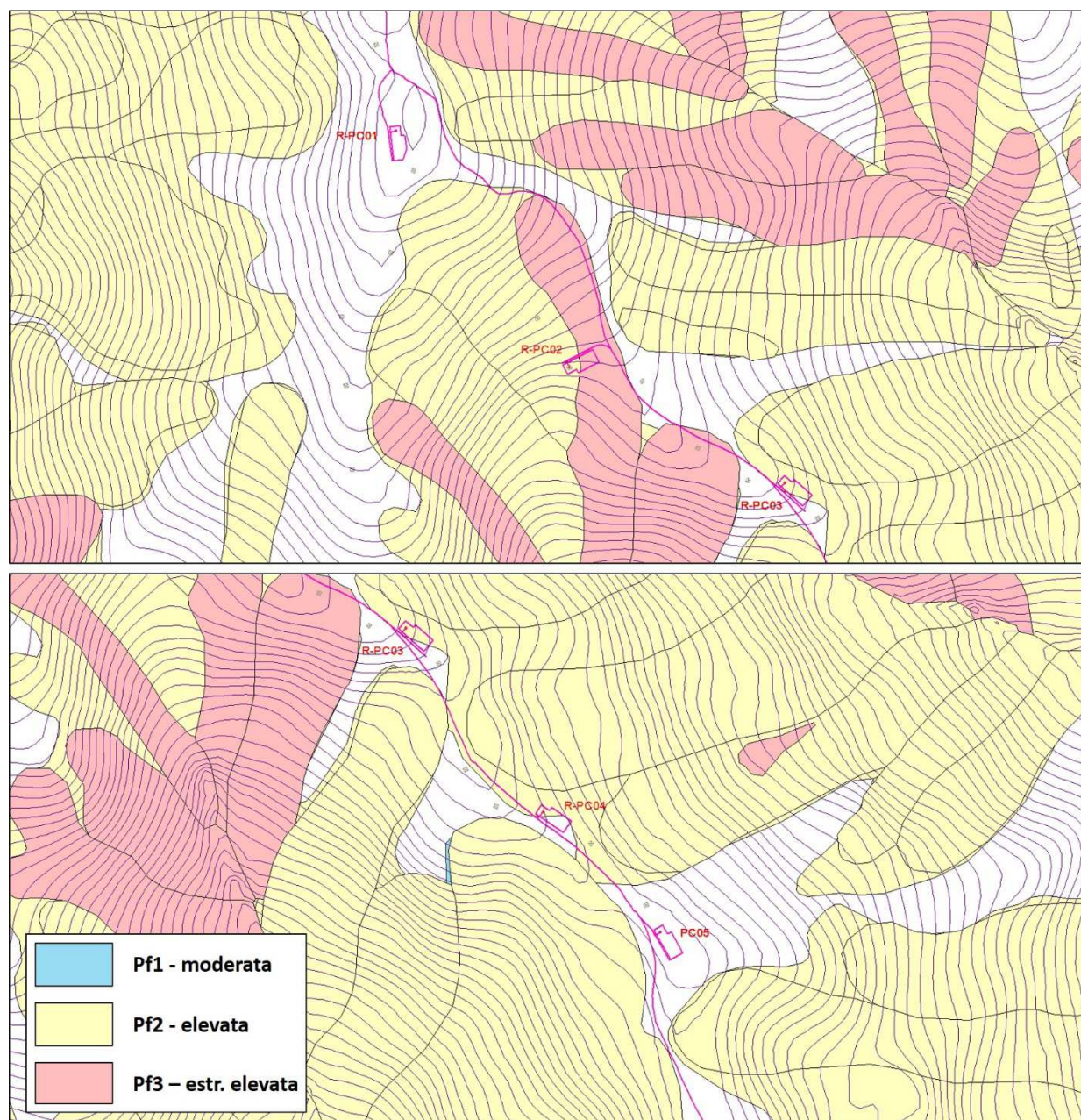


Figura 7.25- Stralci fuori scala delle cartografie allegate al PAI della Regione Molise inerenti i nuovi aerogeneratori da R-PC01 a R-PC05 ed il tracciato degli accessi e dei cavidotti in progetto (<http://adbpcn.regione.molise.it/>).

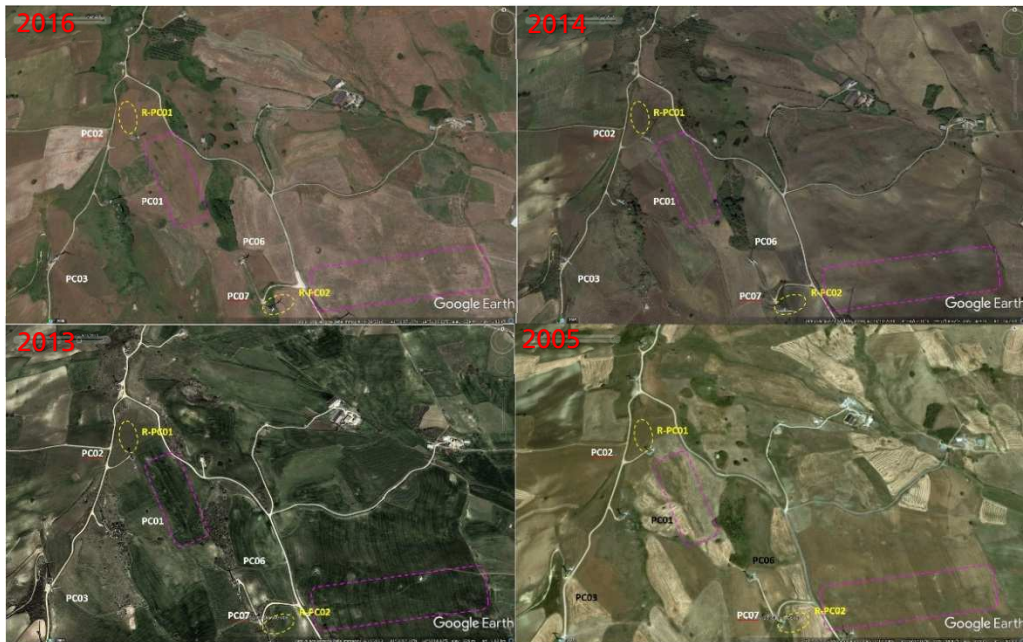


Figura 7.26- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto R-PC01 e R-PC02. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osservano alcuni fenomeni di soliflusso a valle delle nuove torri in progetto. Immediatamente verso Sud per R-PC01, e ad Est, ma dall'altra parte del crinale per R-PC02. Però, sia dalle osservazioni eseguite durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate, tali fenomeni non sembrano essere mai retrocessi andando ad intaccare le zone d'imposta degli aerogeneratori dell'attuale parco eolico.

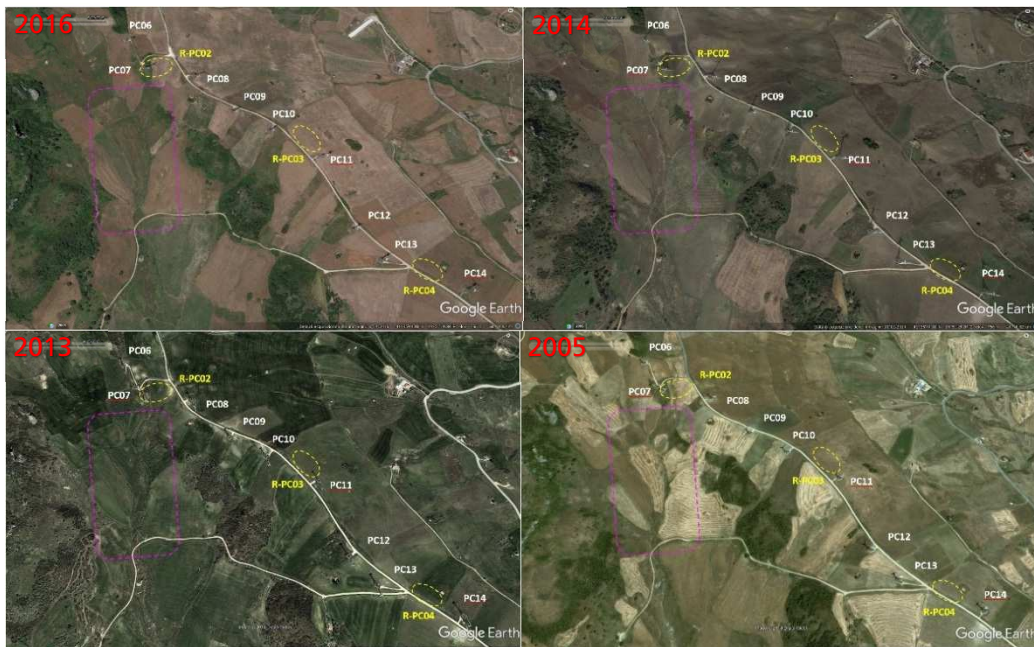


Figura 7.27- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto da R-PC02 a R-PC04. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, si osserva in particolare un solo fenomeno di soliflusso poco a valle della nuova torre in progetto R-PC02. Però, sia dalle osservazioni eseguite durante i sopralluoghi avvenuti fra agosto e novembre 2018 che dall'analisi delle immagini storiche sopra riportate, tale fenomeno non sembra essere mai retrocesso andando ad intaccare le zone d'imposta del nuovo aerogeneratore R-PC02.



Figura 7.28- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti il nuovo aerogeneratore in progetto R-PC02. L'area racchiusa entro il tratteggio in rosso racchiude al suo interno le porzioni di versante su cui il PAI ha identificato un fenomeno di colata attivo e quindi associato una pericolosità di grado estremamente alto.

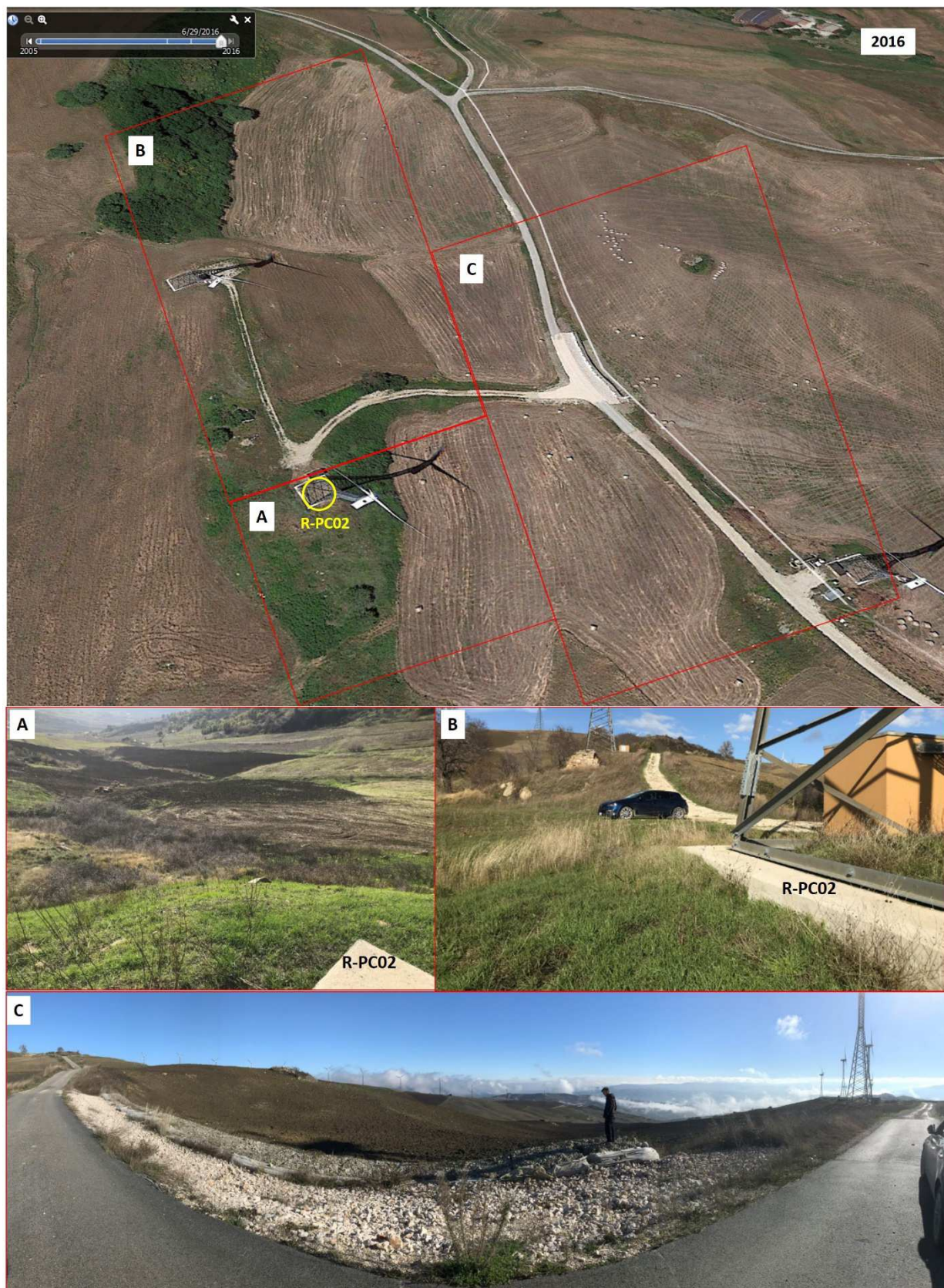


Figura 7.29- In alto un dettaglio dell'immagine del 2016 estratta dal sito di Google Earth Pro inerente il nuovo aerogeneratore in progetto R-PC02. In basso a seguire alcune foto scattate durante i sopralluoghi di Novembre 2016.



Figura 7.30- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti i nuovi aerogeneratori in progetto da R-PC03 a R-PC05. Da queste immagini integrate con le osservazioni dei sopralluoghi, non si osservano evidenti fenomeni di dissesto immediatamente limitrofi ai siti d'imposta delle nuove torri in progetto.

7.4 Considerazione sullo stato dei luoghi dell'intera area oggetto d'interventi

Come già ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti relativamente alle zone d'imposta dei nuovi aerogeneratori, a parte la stretta fascia su cui scorre la strada di accesso alle varie torri esistenti od in progetto, l'intero settore su cui si snoda il parco eolico oggetto di repowering è interessato da numerosissimi dissesti su tutti i versanti da entrambe le parti del crinale. A dimostrazione di quanto appena espresso, che risulta quindi pienamente valido anche per le zone solo interessate dagli interventi di ammodernamento delle opere esistenti (cavidotti e Stazione Utente), si riportano di seguito altre immagini sempre estratte dalla cartografia allegata allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Figura 7.31 e Figura 7.32) e dal PAI (Figura 7.34 e Figura 7.35). Riguardo gli accessi e dei cavidotti previsti dal progetto di repowering, secondo la più recente cartografia sulla pericolosità del PAI, i tracciati oggetto di ammodernamento che passeranno per lunghi tratti in aree classificate a maggiore pericolosità sono:

- ✓ tra R-MN03 e R-MN05 in settori classificati come Pf2;
- ✓ tra r-pc02 E R-PC05 in settori classificati sia con Pf3 che Pf2;
- ✓ nei pressi di Pietracatella, sia Nord che ad Ovest, in settori cclassificati con Pf1;
- ✓ a Sud di Pietracatellain settori cclassificati con Pf2.

Nei pressi di Pietracatella sono sempre stati presenti estesi fenomeni di colamento che partono poco sotto il crinale sin quasi al fondo valle (Figura 7.33). Questi sono stati rilevati oltre che dai rilievi di superficie di agosto e novembre 2018, anche dal confronto delle immagini fra il 2005 ed il 2016 disponibili al sito di Google Earth Pro. Per le riprese fotografiche di dettaglio scattate fra agosto e novembre 2018 si rimanda all'Allegato B. D'altronde anche secondo lo Studio del Rischio Idrogeologico la zona nei pressi di

Pietracatella in cui dovrebbero insistere parte delle operazioni di ammodernamento dei cavidotti ha maggiori complicazioni, se pur limitate, rispetto a quella Sud. Da Nord di Pietracatella alla Stazione Utente in fondo valle, il grado di pericolosità nei settori di crinale oggetto degli interventi di repowering diminuisce e conseguentemente si passa da zone caratterizzate da rischio moderato a nullo.

Comunque, occorre qui rimarcare che in tutte le zone interessate dal progetto di potenziamento del parco eolico, tutti gli interventi previsti ripercorrono i tracciati dei cavidotti e degli accessi già in essere, così come la posizione della stazione utente oggetto di opere di adeguamento al nuovo impianto. Tali opere passeranno infatti lungo i margini di strade esistenti od a poca distanza da esse, senza quindi costituire in teoria elementi aggiuntivi di instabilità. Però solo a fronte di ulteriori accertamenti di carattere geognostico, indispensabili alle successive fasi di progettazione esecutiva, si potrà valutare se risultino opportune eventuali modifiche locali delle opere in progetto. Infatti il ruolo di queste campagne d'indagine sarà proprio quello di fornire dati oggettivi per individuare e caratterizzare eventuali superfici di scorrimento a valle delle zone d'imposta degli aerogeneratori in progetto e quindi valutare l'effettivo grado di stabilità delle piazzole. Comunque già in questa fase di lavoro è consigliabile prevedere interventi volti ad ottimizzare la regimazione delle acque superficiali, che attualmente risulta spesso inadeguata, con particolare attenzione alle zone di attraversamento degli impluvi. Inoltre, consolidato il fatto che tutti gli interventi insisteranno su spesse coltri superficiali già degradate, è altresì consigliabile prevedere opere volte a migliorare e/o proteggere la stabilità delle zone d'imposta. L'insieme di queste azioni deve essere mirato a contrastare la possibilità di alimentazione di nuovi fenomeni di soliflusso e/o regressioni dei fenomeni superficiali che hanno agito in passato al contorno delle zone ipotizzate per la costruzione delle piazzole in progetto.

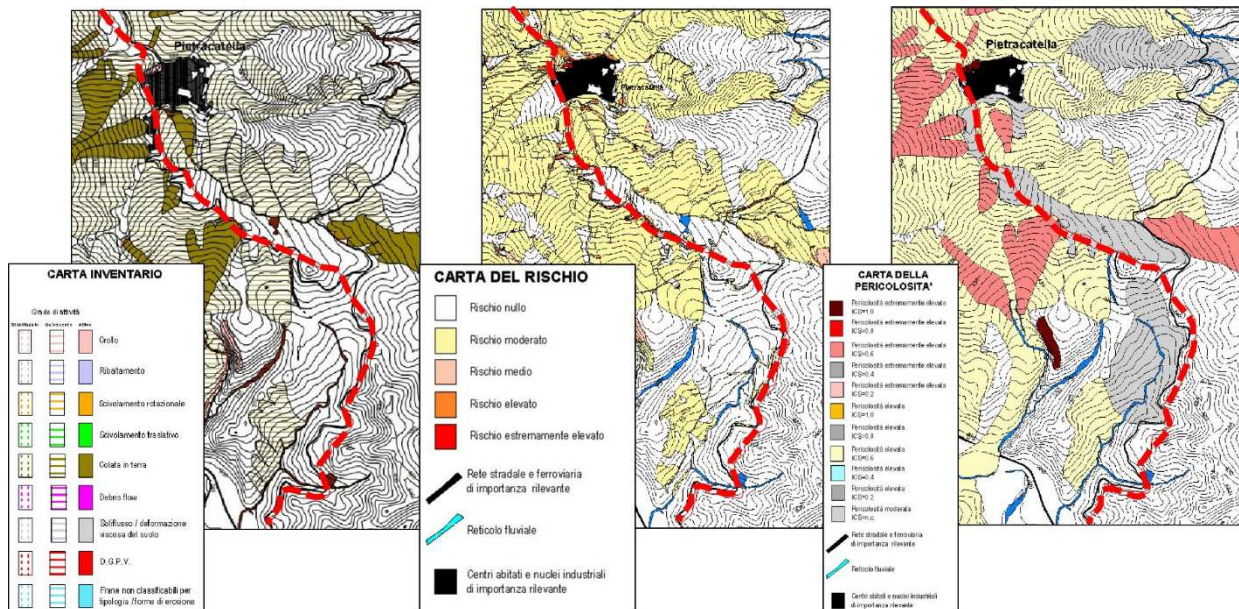


Figura 7.31- Stralci fuori scala delle cartografie allegato allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Franosi, Rischio e Pericolosità da Frana - http://regione.molise.it/lpp/sez_a/sez_a.htm) inerenti i percorsi di accesso e dei cavidotti oggetto di ammodernamento da Pietracatella verso la stazione utente a Sud in fondo valle.

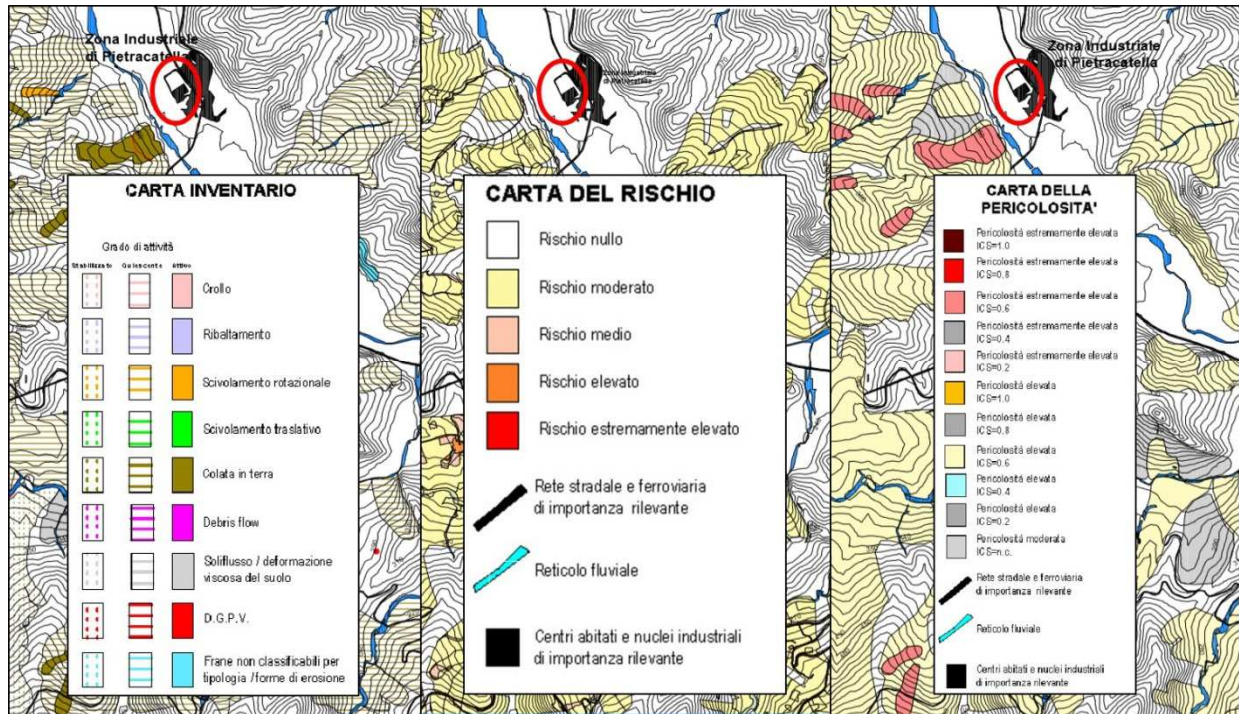


Figura 7.32- Stralci fuori scala delle cartografie allegato allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (Inventario dei Fenomeni Franosi, Rischio e Pericolosità da Frana - http://regione.molise.it/llpp/sez_a/sez_a.htm) inerenti i percorsi di accesso e dei cavidotti oggetto di ammodernamento nei pressi della stazione utente in fondo valle nella zona industriale di Pietracatella.

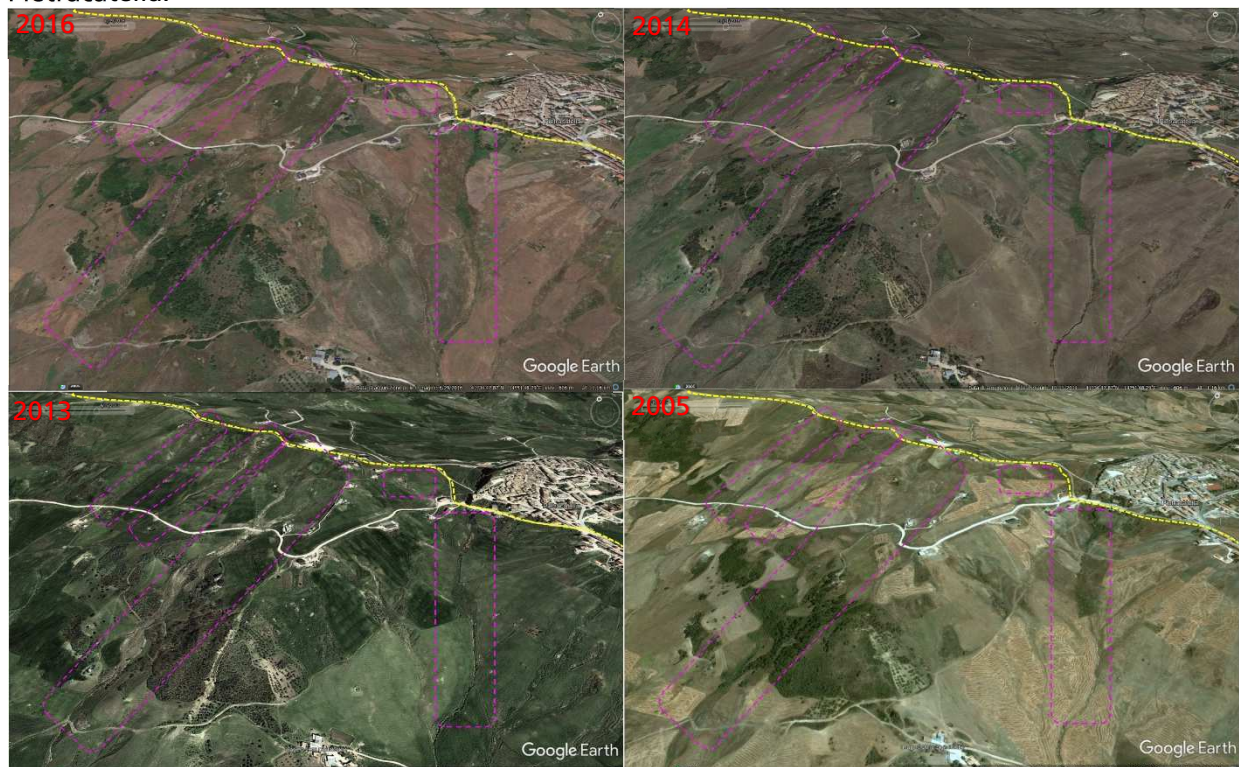


Figura 7.33- Stralci fuori scala delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro del 2016, 2014, 2013 e 2005 inerenti estesi fenomeni di colamento che partono poco sotto il crinale sin quasi al fondo valle.

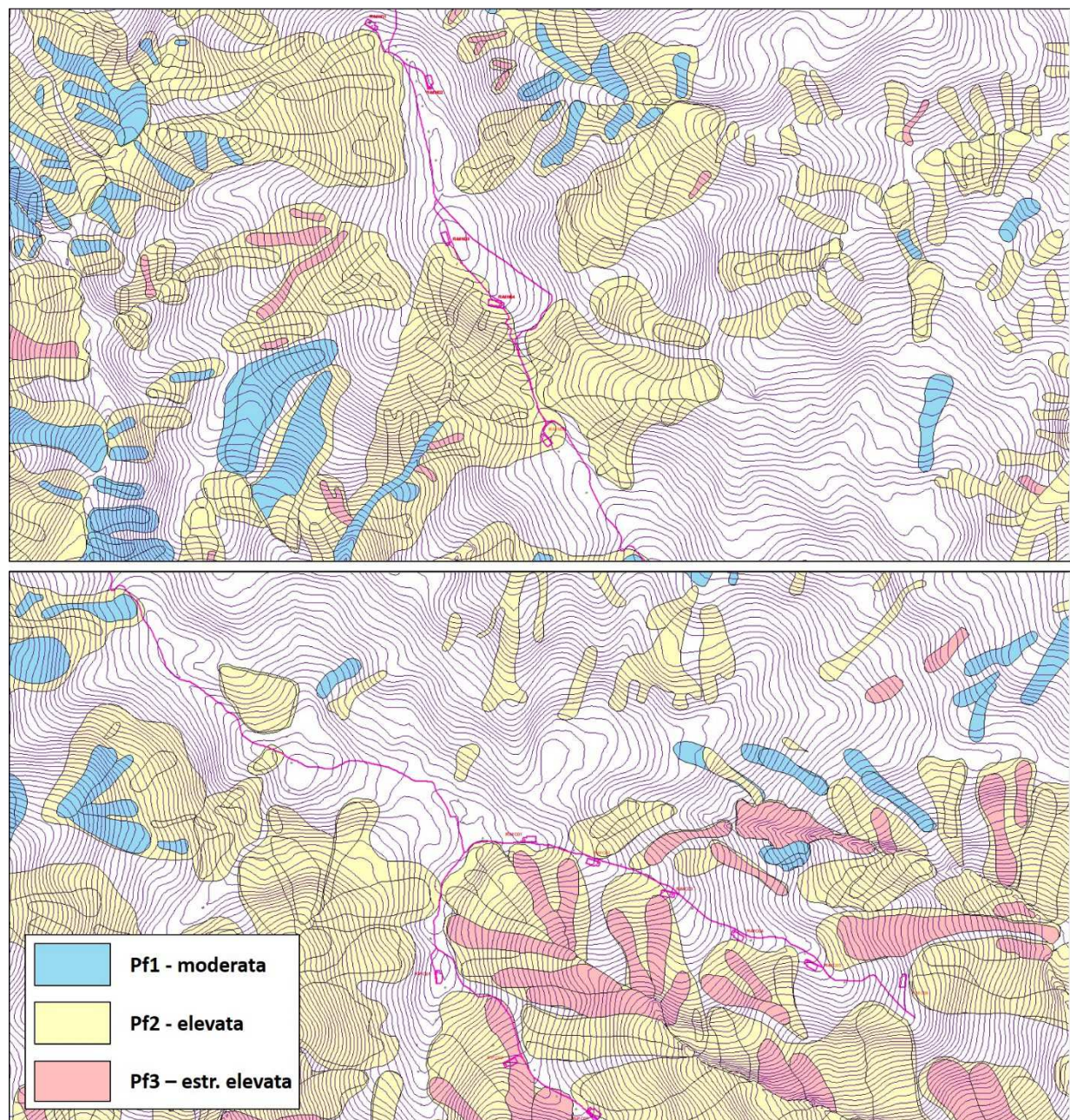


Figura 7.34- Stralci fuori scala delle cartografie allegate al PAI della Regione Molise inerenti i nuovi aerogeneratori da R-MN (in alto) a R-MC e R-PC01, R-PC02 e R-PC03 (in basso) ed il tracciato degli accessi e dei cavidotti in progetto (<http://adbpcn.regione.molise.it/>).

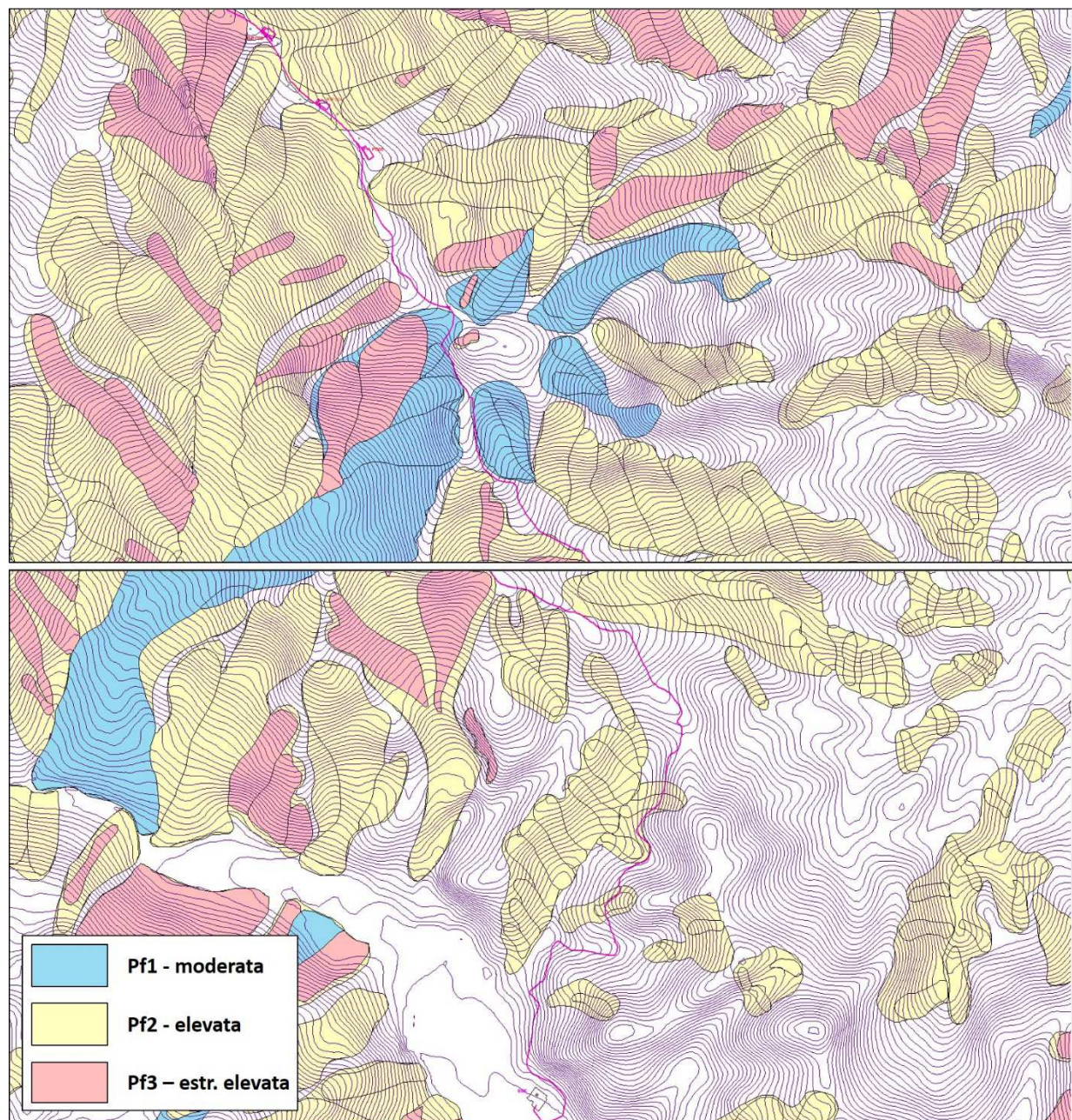


Figura 7.35- Stralci fuori scala delle cartografie allegate al PAI della Regione Molise inerenti i nuovi aerogeneratori da R-PC03, R-PC04 a R-PC05 (in alto) e le zone a Sud di Pietracatella (in basso). IN entrambe le figure è evidenziato il tracciato degli accessi e dei cavidotti in progetto (<http://adbpcn.regione.molise.it/>).

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio ha lo scopo di inquadrare il settore d'indagine dai vari punti di vista necessari: geologico-strutturale, geomorfologico, idrogeologico, stratigrafico, geotecnico e sismico.

Il sito interessato dal progetto di potenziamento del parco eolico esistente si trova principalmente all'interno dei Comuni di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella, in Provincia di Campobasso.

Le fasi di sopralluogo sono avvenute agosto e novembre 2018.

I nuovi aerogeneratori ricadono sostanzialmente lungo il tratto di crinale già interessato dalle esistenti torri eoliche, spesso quasi sulle stesse verticali o comunque a distanza sempre nettamente inferiori al centinaio di metri dalle vecchie torri, ad eccezione di R-MC06 ad oltre 300 metri dalla torre esistente più vicina. La stazione elettrica è ubicata nella medesima posizione di quella già esistente, nella zona industriale di Pietracatella nel fondo valle del Fiume Fortore, così come i cavidotti interrati e gli accessi che ripercorrono quelli già in essere od attraversano aree immediatamente limitrofe.

1. Dal punto di vista geologico le aree su cui saranno ubicate le nuove torri eoliche sono quasi sempre classificate come appartenenti al mélange tettonico delle Argille Scagliose, almeno nei primi 20 metri circa dal piano campagna (profondità delle indagini disponibili). Si discostano lievemente gli aerogeneratori R-MC02, R-MC03 e R-PC02, che nei primi metri dal piano campagna potrebbero presentare materiali maggiormente sabbiosi propri del Flysch Numidico, ma comunque con un notevole tenore argilloso, per poi passare anch'essi alle Argille Scagliose. Diversamente, R-MN02 e R-MN05 insistono invece sulle quarzoareniti del Flysch Numidico in senso stretto. R-MN02 solo inizialmente, poiché attorno ai 9 metri di profondità dal piano campagna passa anch'esso alle Argille Scagliose. R-MN05 invece sembra attraversare esclusivamente materiali sabbioso-arenacei almeno fino a 20 metri dal piano campagna. Gli accessi ed i cavidotti oltre alle prevalenti Argille scagliose ed il Flysch Numidico, attraversano anche lembi calcareo-argillosi della Formazione di Cercemaggiore. A Sud di Pietracatella, in corrispondenza dell'aumento dell'energia del rilievo, i cavidotti e gli accessi lasciano le Argille Scagliose ed insistono da progetto sulle Sabbie di Valle. Solo in corrispondenza della stazione utente e per un breve tratto a Nord di essa insistono sulle Argille del Fiume Fortore. La stazione utente è ubicata in fondo alla valle del Fiume Fortore in un'area pianeggiante alle pendici del versante a Nord. A Sud di essa, lungo l'asse della valle si rinvenivano depositi alluvionali.
2. Dal punto di vista geomorfologico, la litologia ha condizionato l'assetto morfologico locale, per cui prevalgono ampiamente le classiche forme ondulate con versanti a bassa pendenza tipiche delle Argille Scagliose. I blocchi da metrici a pluriettometrici di lembi di formazioni date da materiali più competenti (calcarei e arenacei) conglobati all'interno delle argille risaltano culminando in evidenti speroni rocciosi, tra cui quello su cui sorge l'abitato di Pietracatella. Ma ad esclusione di queste porzioni litoidi, il substrato è mascherato da una continua copertura eluvio-colluviale degradata, costituitasi a spese delle argille e dal rimaneggiamento agricolo, diffuso quasi ubiquitariamente nell'area. Le continue lavorazioni dei terreni agricoli operano inadeguatamente, ovvero senza prevedere un efficiente sistema di regimazione delle acque. Quindi l'assenza di un'adeguata rete di scolo delle acque meteoriche unitamente alle accentuate pendenze dei

versanti prevalentemente argillosi ed alle spesse e già alterate coltri superficiali comportano diffusi ed estesi dissesti in tutta l'area investigata. Ciò comporta che quasi tutti gli aerogeneratori oggetto di repowering, così come le opere di accesso ed i cavidotti si trovino ai margini di aree in erosione od in dissesto.

3. Dal punto di vista idrogeologico, il settore d'indagine può essere suddiviso in numerosi complessi idrogeologici. Gli aerogeneratori, così come i cavidotti e gli accessi ricadono in gran parte sul complesso argilloso con livelli calcarei, perlomeno nei pressi ed a Nord di Pietracatella. Questo è costituito dal mélange tettonico delle Argille Scagliose. Questo complesso è generalmente impermeabile, ma data la sua caoticità può presentare localmente una permeabilità per fratturazione anche medio-elevata in corrispondenza dei livelli genericamente definiti calcarei. Negli orizzonti superficiali del complesso, l'alterazione e la fessurazione della componente argillosa, può comportare un generale aumento, comunque esiguo, del grado di permeabilità. Alcune eccezioni sono date dai nuovi aerogeneratori R-MC02, R-MC03, R-PC02, R-MN02 e R-MN05 che ricadono nel complesso arenaceo con intercalazioni argilloso-marnose. Questo è dato da una permeabilità di tipo misto che varia da media a bassa a seconda della prevalenza locale dei termini arenacei sulle componenti argilloso-marnose. I cavidotti ed accessi oggetto di ammodernamento attraversano a Sud di Pietracatella in gran parte il complesso sabbioso-arenaceo, con una permeabilità complessa di tipo misto: medio-elevata per fratturazione nei termini più competenti delle arenarie e megabrecce e per porosità di grado medio-basso nei banchi sabbiosi intercalati ai livelli pelitici. Mentre la stazione utente ricade al limite del complesso alluvionale del Fiume Fortore, nel complesso argilloso con intercalazioni arenacee, generalmente impermeabile o comunque caratterizzato da una permeabilità di tipo misto da molto scarsa a bassa nei livelli più arenacei. Durante l'esecuzione dei rilievi tra agosto e novembre 2018 sono stati cartografati alcuni piccoli bacini lacustri e pozzi nei pressi dei settori di crinale dell'esistente parco eolico. Generalmente i laghetti o le sorgenti sono ubicati sulle porzioni più permeabili del Flysch Numidico e della Formazione di Cercemaggiore. Riguardo ai pozzi ne sono stati rilevati in particolare due a circa 100 metri dalla postazione prescelta per l'aerogeneratore R-MC06: in entrambi il livello dell'acqua a novembre 2018 era attorno a 2.1 metri dal piano campagna. Non è stato possibile recuperare informazioni sulle caratteristiche costruttive e quindi capire come e a che profondità sia connessa la loro ricarica. Inoltre la presenza di acqua è stata rinvenuta anche nelle indagini DPsh 1 e 2 del 2004, sempre nel sito del Comune di Macchia Valfortore, che rispettivamente hanno evidenziato la falda 5.2 m ed a 4.8 m dal piano campagna. Tutte le altre indagini citate nelle relazioni rese disponibili per i tre siti di Monacilioni, Macchia Valfortore e Pietracatella evidenziano chiaramente l'assenza di falda sino alle profondità investigate, ovvero sino a circa 20 metri dal piano campagna di ogni verticale. Si rimanda alle successive fasi di progettazione esecutiva per ulteriori e più specifici approfondimenti, volti a caratterizzare l'attuale contesto idrogeologico sull'esatta verticale dei nuovi aerogeneratori ed alle più adeguate profondità di almeno 30 metri.
4. Relativamente alle condizioni stratigrafiche ed alla caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo solo per i sei aerogeneratori previsti in Comune di Macchia Valfortore, è stato possibile recuperare gli originali di tutte le indagini eseguite nel 2004. Mentre per le torri previste nei Comuni di Pietracatella e

Monacilioni sono state unicamente recuperate le relazioni geotecniche sulle fondazioni dell'impianto eolico esistente, che riportano solo una sintesi interpretativa delle indagini condotte nei due siti. Fortunatamente il sottosuolo di tutti e tre i siti è simile, poiché prevalentemente costituito dal mélange tettonico delle Argille Scagliose. È quindi stato possibile usare i dati dei vari studi eseguiti a Macchia Valfortore per caratterizzare i materiali argillosi dei nuovi aerogeneratori di Pietracatella e Monacilioni. Infatti verificata una discreta correlazione tra le varie stratigrafie e le prove di laboratorio (originali e/ interpretate) delle indagini eseguite prevalentemente in Argille Scagliose di tutti e tre i siti, si è deciso di adottare un approccio cautelativo. È stato adottato un unico profilo stratigrafico-geotecnico prevalentemente dato da materiali argillosi a struttura scagliosa e basato sulle più dettagliate indagini eseguite nel sito di Macchia Valfortore. Differenti schemi stratigrafici-geotecnici sono invece stati ideati per gli aerogeneratori R-MN02 e R-MN05, che come anticipato insistono rispettivamente solo in parte od interamente su termini arenaceo-sabbiosi a vario grado di cementazione/addensamento e contenuto in argilla.

5. Riguardo all'inquadramento sismico, dalle indagini geofisiche di riferimento condotte nel sito di Macchia Valfortore emerge che il valore della V_{s30} è di circa 385 m/s e si riferisce al substrato inalterato e consistente delle argille a struttura scagliosa. Tale valore porta ad assegnare ai terreni investigati una categoria di suolo "B". Dato che quasi tutto il parco eolico oggetto di repowering, come più volte ribadito, si imposta sempre su tali materiali, si attribuisce in via preliminare una Categoria di sottosuolo "B" ai siti di tutti gli aerogeneratori in progetto. Tale categoria sismica potrà essere verificata nelle successive fasi progettuali.
6. Riguardo all'analisi sullo stato dei luoghi, al momento dei rilievi eseguiti fra agosto e novembre 2018, non si sono riscontrati segni evidenti di importanti deformazioni in atto sulle esatte posizioni ipotizzate per le piazzole. Ma al contorno e nelle immediate vicinanze sono quasi sempre presenti frane od estesi fenomeni di soliflusso. Ciò è facilmente osservabile sia dalle varie immagini stralciate dall'archivio storico di Google Earth Pro, che dalle cartografie tematiche del Progetto IFFI, dello Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise e dal Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI). Da questi documenti risalta l'elevata propensione al dissesto di questo territorio, che appare strettamente legata all'elevato contenuto argilloso di tutte le formazioni geologiche presenti. Durante gli ultimi sopralluoghi di novembre 2018, risultavano arati quasi tutti i pendii appena adiacenti ai siti prescelti per l'ubicazione dei nuovi aerogeneratori. Quindi se si sono verificati recenti fenomeni di regressione dei movimenti limitrofi alle piazzole in progetto, non è stato possibile rilevarli. È però improbabile che le operazioni agricole abbiano agito recentemente con interventi di ripristino su porzioni di versante intensamente deformate a seguito di importanti fenomeni di regressione. Non è invece da escludersi che i rimodellamenti agricoli abbiano operato su campi interessati da blande deformazioni, casomai correlate a regressioni a carattere superficiale. Solo una specifica campagna d'indagini potrà chiarire se il sottosuolo in corrispondenza dei siti prescelti sia costituito da materiali inalterati o rimaneggiati da fenomeni franosi ed a che profondità. Da un'analisi delle immagini estratte da Google Earth Pro tra il 2005 ed il 2016, alle massime risoluzioni disponibili, in passato non si sono riscontrate evidenti regressioni, tali da interferire con le aree d'imposta dei

nuovi aerogeneratori. Non si può però escludere che nei periodi intercorsi tra una foto e l'altra si siano verificate frane poi rimodellate prima del successivo scatto fotografico. Comunque buona parte degli aerogeneratori in progetto ricadono nelle zone di dorsale classificate in base allo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise ed al PAI come pericolosità nulla. Mentre altri aerogeneratori ricadono al confine od entro aree classificate come a pericolosità elevata.

- a. R-MN03 è al limite con un'area a pericolosità elevata secondo il PAI. Il dissesto cartografato dall'IFFI e dal PAI a Sud dell'aerogeneratore in progetto si troverebbe ad oltre 70 metri dal limite inferiore della piazzola, ma al momento dei rilievi non sono state rilevate particolari deformazioni in atto nei pendii immediatamente a valle dell'area d'imposta.
- b. Il sito d'imposta di R-MN04 si trova poco a monte di un'area classificata come soggetta a frane superficiali diffuse e pericolosità elevata secondo il PAI. L'analisi delle immagini estratte dal sito di Google Earth Pro conferma la presenza di queste deformazioni superficiali a valle di R-MN04 tra il 2006 ed il 2016, che però in base a questi confronti non sembrano essere mai retrocessi, almeno alla risoluzioni delle immagini disponibili. I rilievi effettuati fra agosto e novembre 2018, sembrano confermare tali ipotesi.
- c. Il sito d'imposta di R-MN05 ricade in un'area classificata come in frana e precisamente alla testa di un fenomeno di colata. Ai pendii a valle di R-MN05 è associata una pericolosità elevata secondo il PAI. In realtà dai rilievi eseguiti il sito ipotizzato per R-MN05 si trova in un'area pianeggiante che al momento dei rilievi non presentava alcun evidente indizio di deformazione in atto. L'area pianeggiante è interrotta da una scarpata subverticale costituita da orizzonti di arenaria mediamente cementata che si trova a circa a 35 metri a Ovest dal limite inferiore della piazzola in progetto. Dal confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro tra il 2006 ed il 2016, il limite della scarpata non sembra essere variato sensibilmente, almeno alla risoluzione delle foto offerta dal sito. Solo a valle della scarpata la morfologia presenta segni evidenti di deformazioni in atto sino al fondovalle.
- d. Solo parte della piazzola ma non l'aerogeneratore R-MC03 (circa 20 metri) ricade parzialmente in un settore a pericolosità elevata secondo il PAI. Ciò è da ricondursi alla ipotizzata possibilità di regressione del fenomeno di colamento superficiale poco a valle classificato come attivo dal PAI. Il confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro sembrano evidenziare il carattere superficiale del fenomeno, così come i sopralluoghi eseguiti in sito.
- e. All'aerogeneratore R-PC02 è associata una pericolosità elevata secondo il PAI. R-PC02 ricadrebbe però entro il percorso una colata quiescente sulla base dello Studio del Rischio Idrogeologico e del PAI, ma non del Progetto IFFI. Difatti, sia dai rilievi eseguiti, che dal confronto delle immagini estratte da Google Earth Pro, al momento dei rilievi non si sono riscontrati evidenti fenomeni in grado di interferire negativamente con l'area area d'imposta, ma comunque il versante appare chiaramente interessato da estesi fenomeni superficiali di soliflusso, come anche evidenziato dall'IFFI. È necessario approfondire con specifiche indagini e/o monitoraggi l'effettiva presenza ed estensione del fenomeno individuato dal PAI.
- f. Le piazzole di R-PC03 e R-PC04 risultano a cavallo di settori con pericolosità da nulla ad elevata. Dal confronto delle immagini estratte da Google Earth

Pro e da quanto emerso dai sopralluoghi non si evidenziano particolari fenomeni in atto. Secondo la cartografia del PAI, gli aerogeneratori R-PC03 e R-PC04 distano rispettivamente circa 35 e 45 metri dai più vicini fenomeni classificati come quiescenti.

7. Riguardo gli accessi e dei cavidotti previsti dal progetto di repowering, secondo la più recente cartografia sulla pericolosità del PAI, i tracciati oggetto di ammodernamento che passeranno per lunghi tratti in aree classificate a maggiore pericolosità sono:
 - ✓ tra R-MN03 e R-MN05 in settori classificati come Pf2;
 - ✓ tra r-pc02 E R-PC05 in settori classificati sia con Pf3 che Pf2;
 - ✓ nei pressi di Pietracatella, sia Nord che ad Ovest, in settori classificati con Pf1;
 - ✓ a Sud di Pietracatella in settori classificati con Pf2.

8. Per quanto riguarda gli eventuali scavi e riporti, necessari per un corretto posizionamento delle postazioni degli aerogeneratori, si evidenzia che la copertura di terreno vegetale si spinge attorno al metro di spessore dal piano campagna, comunque senza mai superare i 2 metri. Al di sotto di tale copertura, come già indicato, nella maggior parte del territorio interessato dagli interventi sono prevalenti argille marnose intercalate a calcari in spessori decimetrici e cartografabili (melangé tettonico delle Argille Scagliose). La frazione litoide di origine calcarea dovrebbe aumentare in corrispondenza dell'affioramento della Formazione di Cercemaggiore, presumibilmente soprattutto in corrispondenza di R-MN03 e R-PC01, secondariamente R-MC01 e R-MC04). Alcune zone sono invece caratterizzate da un sottosuolo diverso in corrispondenza dell'affioramento del Flysch Numidico, con spessori decametrici di sabbie addensate intercalate a strati arenacei mediamente cementati (in particolare R-Mn02 e R-MN05, secondariamente R-MC02 e R-MC03).
 Fatta eccezione per il rinvenimento di grossi blocchi compatti calcarei, un'alternanza di argille e frazioni litoidi di calcare e/o arenacee, viste le caratteristiche, dovrebbe ben prestarsi ad un agevole escavazione ed a un eventuale riutilizzo in loco per riempimenti e rilevati di modesta altezza previo opportuno compattamento ove necessario.

In sintesi, a parte la stretta fascia su cui scorre la strada di accesso alle varie torri esistenti od in progetto, l'intero settore su cui si snoda il parco eolico oggetto di repowering è interessato da numerosissimi dissesti su tutti i versanti da entrambe le parti del crinale. È indispensabile, sia per la realizzazione di tutte le piazzole che per l'ammodernamento dei cavidotti, prevedere interventi volti ad ottimizzare la regimazione delle acque superficiali, che attualmente risulta spesso inadeguata, con particolare attenzione alle zone di attraversamento degli impluvi ed ai settori attualmente in contropendenza soggetti a ristagno. Inoltre, consolidato il fatto che tutti gli interventi insisteranno su spesse coltri superficiali già degradate, è altresì necessario prevedere già in questa fase opere di protezione e/o stabilizzazione delle zone d'imposta delle piazzole degli aerogeneratori, con particolar riguardo a R-MN03, R-MN04, R-MN05, R-MC03, R-PC02, R-PC03 e R-PC04.

Comunque, occorre qui rimarcare che in tutte le zone interessate dal progetto di potenziamento del parco eolico, tutti gli interventi previsti ripercorrono i tracciati dei cavidotti e degli accessi già in essere, così come la posizione della stazione utente oggetto di opere di adeguamento al nuovo impianto. Tali opere passeranno infatti lungo i

marginii di strade esistenti od a poca distanza da esse, senza quindi costituire in teoria elementi aggiuntivi di instabilità. Però solo a fronte di ulteriori accertamenti di carattere geognostico indispensabili alle successive fasi di progettazione esecutiva, si potrà valutare se risultino opportune eventuali modifiche locali delle opere in progetto.

9 BIBLIOGRAFIA

- ✓ Classificazione sismica al 2015 aggiornata secondo il recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274, disponibile all'indirizzo: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/A3_class20150416_r.pdf.
- ✓ Festa A., Ghisetti F. & Vezzani L. (2006) – "Carta geologica del Molise (scala 1:100.000) – Note Illustrative". Litografia Geda, Nichelino (TO), 96 p., ISBN: 88-902635-0-4.
- ✓ Google Earth Pro: immagini estratte dal sito relative agli anni 2016, 2014, 2013, 2006 e 2005. Disponibili al sito: <https://earth.google.com/download-earth.html>.
- ✓ Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto Ministeriale del 14 settembre 2005.
- ✓ Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008.
- ✓ Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018.
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.
- ✓ Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) relativo al Bacino interregionale del Fortore adottato con Deliberazione 29 settembre 2006, n.102, disponibile all'indirizzo: <http://adbpcn.regione.molise.it/>.
- ✓ Progetto DCP-INVIG-S1, disponibile all'indirizzo: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.
- ✓ Progetto IFFI: inerente l'Inventario dei Fenomeni Franosi relativo alla Regione Molise, disponibile al sito: <http://www.isprambiente.gov.it/>.
- ✓ Software GeoStru, disponibile all'indirizzo: <https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>.
- ✓ Quaderno Indagini – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica – Comune di Macchia Valfortore (Provincia di Campobasso). Redatta dal Geologo Dr. Domenico Pizzuto in Novembre 2004 per conto di IVPC 6 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica – Comune di Pietracatella (Provincia di Campobasso). Redatta dal Geologo Dr. Domenico Pizzuto in Agosto 1999 per conto di IVPC 4 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Relazione Geologica Preliminare – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica, a variante della C.E. N°04/99 – Comune di Monacilioni (Provincia di Campobasso). Redatta dal Geologo Dr. Domenico Pizzuto in data 20 Aprile 1999 (Aggiornata il 5 Febbraio 2000) per conto di IVPC 4 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica – Comune di Macchia Valfortore (Provincia di Campobasso). Redatta dal Geologo Dr. Domenico Pizzuto in Novembre 2004 per conto di IVPC 6 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Relazione Geotecnica e sulle fondazioni – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica – Comune di Pietracatella (Provincia di Campobasso). Redatta da PRO.MNA Project Management, per conto di IVPC 4 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Relazione Geotecnica e sulle fondazioni – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica – Comune di Monacilioni (Provincia di Campobasso). Redatta da PRO.MNA Project Management nel 2000, per conto di IVPC 4 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Relazione Geotecnica e sulle fondazioni – Progetto per la realizzazione di una centrale eolica – Comune di Macchia Valfortore (Provincia di Campobasso). Redatta da PRO.MNA Ingegneria s.n.c. e Ing. Nicola A. Di Renzo in Luglio 2005, per conto di IVPC Marche 2 s.r.l. di Avellino.
- ✓ Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise, disponibile all'indirizzo: <http://regione.molise.it/llpp/index.htm>.

- ✓ Vezzani L., Ghisetti F. & Festa A. (2004) – “Carta geologica del Molise (scala 1:100.000)”. Ed. S.EL.CA Firenze.

10 ALLEGATI

- Allegato A:** Dati disponibili delle campagne geognostiche.
- Allegato B:** Report fotografico dei sopralluoghi di inizio luglio e novembre 2018.
- Allegato C:** Planimetria ubicazione indagini geologiche 1:10000.
- Allegato D:** Carta geologica alla scala 1:10000.
- Allegato E:** Carta geomorfologica e carta idrogeologica alla scala 1:10000.
- Allegato F:** Profili geologici alla scala 1:5000.