

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

D.Lgs.152/2006

ADDENDUM ALLA PARTE 5

E

AL CAPITOLO CONCLUSIONI

Progetto SMALL SCALE LNG PLANT

Colle Santo Gas Field

Bomba (CH) – Regione Abruzzo

OK	00	03/04/2024	EMISSIONE PER ENTI	Engea Consulting srl	DG Impianti	ITF Cosmep
Status	Rev. n.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
Rev. Index						

SOMMARIO

1.	LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI	9
1.1	DEFINIZIONE DELLE FASI DI PROGETTO	9
1.2	IDENTIFICAZIONE DEI FATTORI DI PERTURBAZIONE	9
1.3	INDIVIDUAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATE DA INTERFERENZE.....	9
1.4	INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI	9
1.5	INDIVIDUAZIONE DELLE EVENTUALI MISURE DI MITIGAZIONE	9
1.6	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	9
1.7	RISCHIO DI GRAVI INCIDENTI.....	12
2.	LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA	14
2.1	Rapporto opera – ambiente e misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	14
2.2	ARIA E CLIMA	14
2.3	GEOLOGIA	14
	Risultati degli approfondimenti tecnico-scientifici	21
2.3.1	Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali	39
2.3.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere – Modifiche geomorfologiche	40
2.3.3	Matrice di valutazione	59
2.4	ACQUE.....	62
	Risultati degli approfondimenti tecnico-scientifici – Modello Idrogeologico	62
2.4.1	Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali	70
2.4.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere.....	71
2.4.3	Matrice di valutazione	94
2.5	SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE.....	96
2.6	RUMORE E VIBRAZIONI	96
2.7	ILLUMINAZIONE NOTTURNA	96
2.8	BIODIVERSITÀ.....	96
2.9	SALUTE UMANA	96
2.10	MOBILITA' E TRAFFICO	96
2.11	CONTESTO SOCIO -ECONOMICO.....	96
2.11.1	Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali	111
2.11.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di esercizio	112
2.11.3	Matrice di valutazione	115

2.12	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	116
3.	LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA	117
3.2	ARIA E CLIMA	117
3.3	GEOLOGIA	117
3.3.1	Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali	120
3.3.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa - Modifiche geomorfologiche	121
3.3.3	Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa - Variazioni geodinamiche e innesco della subsidenza.....	123
3.3.4	Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa - Perturbazione degli equilibri e generazione di sismicità indotta e innescata.....	144
3.3.5	Misure di mitigazione e compensazione	153
3.3.6	Matrice di valutazione	153
3.4	ACQUE.....	154
3.4.1	Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali	154
3.4.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa.....	155
3.4.3	Matrice di valutazione	162
3.5	SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE.....	163
3.6	RUMORE E VIBRAZIONI	163
3.7	ILLUMINAZIONE NOTTURNA	164
3.8	BIODIVERSITÀ.....	164
3.9	SALUTE UMANA	164
3.10	MOBILITA' E TRAFFICO	164
3.11	CONTESTO SOCIO -ECONOMICO.....	164
3.11.1	Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali	164
3.11.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di esercizio	165
3.11.3	Matrice di valutazione	168
3.12	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	169
	CONCLUSIONI.....	170
	RIEPILOGO DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE.....	178
	RIEPILOGO DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	180
3.13	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA PARTE 5	182
3.13.1	Bibliografia.....	182
3.13.2	Sitografia.....	182

Indice figure

Figura 2-A: Approfondimenti tecnico-scientifici a corredo dello SIA.....	16
Figura 2-B: Ubicazione delle indagini eseguite	19
Figura 2-C: Ubicazione delle indagini eseguite.....	20
Figura 2-D: Carta geologica in scala 1:25.000 (non in scala).....	22
Figura 2-E: Carta geologica dell'area di progetto in scala 1:5.000 (non in scala)	23
Figura 2-F: Legenda della carta geologica.....	24
Figura 2-G: Carta geomorfologica in scala 1:15.000 (non in scala).....	26
Figura 2-H: Legenda della carta geomorfologica	27
Figura 2-I: Ubicazione punti di analisi strutturale – SG.....	28
Figura 2-J: Carta di suscettività da frana sismo-indotta dell'area di studio.....	31
Figura 2-K: Carta delle aree a criticità geomorfologica dell'area di studio (non in scala).....	35
Figura 2-L: Interferenza dell'area di progetto con le criticità geomorfologiche individuate.....	37
Figura 2-M: Tracciati delle sezioni riportate nella Figura 2-N	42
Figura 2-N: Sezioni delle aree interessate da rinterro	42
figura 2-O: fenomeni franosi (con relativo codice identificativo) perimetrati nell'ambito della cartografia dell'autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Centrale (2021) e oggetto di approfondimento. il pallino rosso indica l'area di progetto.....	47
Figura 2-P: Movimenti franosi individuati e caratterizzati durante gli studi condotti.....	48
Figura 2-Q: sovrapposizione dell'area di progetto con i corpi di frana individuati.....	49
Figura 2-R: a) Panoramica della frana n. 102, nella foto si evidenzia l'area del campo pozzi (coordinate punto di scatto: lat. 42°01'29,17", long. 14°22'02,37", azimut 250). b) particolare di una porzione del fenomeno franoso n. 102 (coordinate punto di scatto: lat. 42°01'36,85", long. 14°21'50,48' azimut 10). c) Panoramica dei blocchi di dimensioni metriche presenti localmente sul corpo di frana. (coordinate punto di scatto: lat. 42° 01'32,26", long. 14°21'33,55", azimut 45)	52
Figura 2-S: a) Panoramica del versante occidentale di Monte Pallano e centro abitato di Bomba. Dalla foto si evidenziano i fenomeni franosi 48, 49 e 99 (coordinate punto di scatto: lat. 42°01'17,40", long. 14°20'43,67", azimut 90)	53
Figura 2-T: lettura di riferimento e misura eseguita il 07 febbraio 2024.....	55
Figura 2-U: curve di spostamento registrate nella lettura del 07 febbraio 2024	57
Figura 2-V: Stralcio della carta delle aree a criticità geomorfologica	58
Figura 2-W: Carta idrogeologica dell'area di studio con ubicazione delle sezioni idrogeologiche. Per la legenda si rimanda all'Allegato "G1 - Carta idrogeologica e sezioni idrogeologiche"	65
Figura 2-X: Sezione idrogeologica A-A' della dorsale di Monte Pallano (direzione nord-sud), con indicazione del flusso idrico all'interno del Complesso calcareo e calcareo-marnoso (CCM) (freccie blu) e all'interno del Complesso dei depositi di copertura (CDC) (freccie arancioni). La grandezza delle freccie è direttamente proporzionale all'intensità del flusso ed evidenzia una circolazione prevalentemente orientata verso nord.	66
Figura 2-Y: Sezione idrogeologica B-B' che da Monte Pallano si estende fino al fondovalle del Fiume Sangro, con indicazione del flusso idrico all'interno del Complesso calcareo e calcareo-marnoso (CCM) (freccie blu) e all'interno del Complesso dei depositi di copertura (CDC) (freccie arancioni). La grandezza delle freccie è direttamente proporzionale all'intensità del flusso ed evidenzia una circolazione prevalentemente orientata verso est	67
Figura 2-Z: Modello 3D del settore di studio di Monte Pallano con indicazione delle sorgenti (gocce blu) e delle principali direzioni di deflusso idrico sotterraneo nel substrato (freccie blu) e nei depositi di copertura (freccie arancio). La grandezza delle freccie è direttamente proporzionale all'intensità del flusso	68
Figura 2-BB: Settore caratterizzato da ristagno d'acqua nei pressi del sondaggio S7, all'interno dell'area di progetto.....	71

Figura 2-AA: Sezione idrogeologica A3 dell'area di progetto, con indicazione del flusso idrico (freccie arancioni) all'interno del Complesso dei depositi di copertura (CDC) e del livello piezometrico (linea blu) ricostruito attraverso i dati di monitoraggio disponibili	74
Figura 2-CC: Schema della sovrapposizione dei diversi parametri considerati nel metodo SINTACS per il calcolo della vulnerabilità dell'acquifero	76
Figura 2-DD: Schema rappresentativo di un'area con situazioni idrogeologiche e di impatto diversificate e relativi pesi adottati per la valutazione della Vulnerabilità (A=area incolta, B=area golenale soggetta ad alluvionamenti, C=irrigazione per sommersione, D=colture con supporto chimico, E=serre, F=allevamenti, G=acquiferi in rocce fessurate, H=acquiferi in rocce carbonatiche) (ANPA 2001 modificato)	77
Figura 2-EE: Limite area di intervento con indicazione dell'area di cantiere, dell'area pozzo Pallano 1-2 e dell'area impianto	78
Figura 2-FF: Valori della soggiacenza e relativi punteggi	79
Figura 2-GG: Rappresentazione dei valori di soggiacenza assegnati all'interno dell'area di intervento....	80
Figura 2-HH: Risultato dei punteggi assegnati al parametro della Soggiacenza	81
Figura 2-II: Grafico per la valutazione del χ nel caso di suoli spessi, Grafico per la valutazione del χ nel caso di rocce affioranti o sotto scarsa copertura.....	81
Figura 2-JJ: Valori dell'infiltrazione e relativi punteggi.	82
Figura 2-KK: Risultato dei punteggi assegnati al parametro dell'Infiltrazione.....	83
Figura 2-LL: Azione di mitigazione delle rocce componenti l'insaturo e relativi punteggi.	84
Figura 2-MM: Risultato dei punteggi assegnati al parametro relativo all'effetto di autodepurazione del Non saturo.....	85
Figura 2-NN: Caratteristiche tessiturali dei suoli e relativi punteggi per la valutazione dell'azione di mitigazione degli inquinanti.....	86
Figura 2-OO: Risultato dei punteggi assegnati al parametro relativo alla tipologia della copertura	86
Figura 2-PP: Caratteristiche dei complessi rocciosi contenenti la zona satura del sistema acquifero e relativi punteggi.	87
Figura 2-QQ: Risultato dei punteggi assegnati al parametro relativo alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero	88
Figura 2-RR: Intervalli di conducibilità idraulica dei principali complessi acquiferi, Intervalli di valore della conducibilità idraulica e relativi punteggi.	88
Figura 2-SS: Risultato dei punteggi assegnati al parametro relativo alla conducibilità idraulica dell'acquifero.	89
Figura 2-TT: Classi di pendenza e punteggio relativo.....	90
Figura 2-UU: Funzionamento per la produzione della carta parametrica Acclività della superficie topografica.	90
Figura 2-VV: Risultato dei punteggi assegnati al parametro relativo all'acclività della superficie topografia.....	91
Figura 2-WW: Intervalli/gradi di vulnerabilità intrinseca (punteggi grezzi), Bb bassissima, B bassa, M media, A Alta, E elevata, Ee Molto elevata.	91
Figura 2-XX: Intervalli/gradi di vulnerabilità intrinseca (punteggi normalizzati) Bb bassissima, B bassa, M media, A Alta, E elevata, Ee Molto elevata.	92
Figura 2-YY: Carta della vulnerabilità all'inquinamento relativa al settore in esame, Bb bassissima, B bassa, M media, A Alta, E elevata, Ee Molto elevata.....	92
Figura 2-ZZ: Sintesi dei parametri del modello SINTACS e risultato dell'analisi (INDEX SINTACS normalizzato) in caso di scavo ($\cong 5$ m).	94
Figura 2-AAA: Panoramica dell'abitato di Colledimezzo.....	98
Figura 2-BBB: Panoramica dell'abitato di Pennadomo	99
Figura 2-CCC: Panoramica dell'abitato di Roccascalegna	100
Figura 2-DDD: Panoramica dell'abitato di Torricella Peligna	101

Figura 2-EEE: Panoramica dell’abitato di Villa Santa Maria	102
Figura 2-FFF: Infografica relativa alle strutture ricettive turistiche del Comune di Bomba (Fonte PRIT 2035 da ISTAT).....	104
Figura 2-GGG: Infografiche relative alle strutture ricettive turistiche nei comuni limitrofi a quello di Bomba (Fonte PRIT 2035 da ISTAT).....	105
Figura 2-HHH: Itinerario ad Anello delle mura Megalitiche (l’ovale individua l’area di progetto)	106
Figura 2-III: individuazione del contesto interessato dal percorso che dal Lago di Bomba sale a Montebello sul Sangro (l’ovale individua l’area di progetto)	107
Figura 2-JJJ: tratto finale del percorso che dagli Altipiani Maggiori d’Abruzzo arriva a Roccascalegna (l’ovale individua l’area di progetto).....	108
Figura 2-KKK: individuazione della linea Gustav (www.bikeitalia.it). Nell’ovale rosso, indicativamente, l’area di studio.....	109
Figura 3-A: relazione tra le indagini realizzate e le profondità indagate in relazione al progetto in esame	119
Figura 3-B: Stralcio della carta di suscettività da frana sismo-indotta.....	122
Figura 3-C: area del modello statico di giacimento (in blu scuro) in relazione alla ipotetica estensione dei vari domini di rilevazione. I punti arancioni sono i pozzi esistenti (da progetto ViDEPI), che risultano chiusi minerariamente e le aree minerarie già ripristinate in superficie.....	124
Figura 3-D: Faglie interpretate partendo dal modello regionale di Calamita et al (2009) integrato con il modello locale interpretato da AGIP. La faglia regionale f1 è stata interpretata sia come faglia normale immergente a SW (Calamita et al. 2009), che, come back-thrust immergente, a NE (Patacca et al., 2008)	126
Figura 3-E: vista 3D delle faglie interpretate seguendo il modello di a) Patacca et al (2008) e di b) Calamita et al. (2009)	127
Figura 3-F: Sezione del grid con modello strutturale da Patacca et al. (2008) attraverso il CROP 11.	128
Figura 3-G: Sezione del grid con modello strutturale da Calamita et al. (2009) attraverso il CROP 11.....	129
Figura 3-H: grid 3D zona Reservoir creato utilizzando a) faglie inclinate e b) faglie verticali.	130
Figura 3-I: esempio di distribuzione di proprietà nel grid per simulare l’aumento della densità delle fratture legate ai piegamenti anticlinali e alle faglie (da Ringrose e Bentley, 2021).....	131
Figura 3-J: distribuzione dei dati di porosità dei pozzi nel grid con a) metodo SGS e b) metodo SGS con trend da faglie e cerniere anticlinali. Il grid visualizzato è filtrato per mostrare solo la zona del reservoir, nel segmento di maggiore interesse. Pozzi visualizzati: B (Bomba) 1,2,3,7; MP (Montepallano) 1d e 2d.....	132
Figura 3-K: esempio di grafico riportante i valori di compressibilità uniaassiale (Cm) in funzione dello stress efficace misurati in laboratorio sui campioni di calcari prelevati dai pozzi di Bomba alla profondità del giacimento (AGIP, 1989).....	136
Figura 3-L: misure di orientazione dello stato di stress in-situ più prossime all’area della concessione di Colle Santo secondo il database IPSI (https://ipsi.rm.ingv.it/ , Mariucci e Montone, 2020, 2022; Montone e Mariucci, 2016). I marker indicano l’orientazione dello stress orizzontale <i>minimo</i> , il colore il regime tettonico (si veda legenda). La freccia blu è stata aggiunta per indicare la posizione del giacimento di Colle Santo in prossimità del lago di Bomba.....	137
Figura 3-M: Orientazione dello stress orizzontale minimo (Sh) e regimi di stress in Italia (da Montone et al. 2004 modificata). In legenda, a) dati da IPSI e World Stress Map, b) dati interpolati, c) direzione del regime di stress, d) ed e) sorgenti sismogenetiche da dati geofisici/geologici (giallo) e storici (grigio). Il colore degli stress indica il regime tettonico: rosso – estensivo, verde – trascorrente, blu – compressivo, nero – sconosciuto	138
Figura 3-N: Orientazione dello stress orizzontale minimo (Sh) e regimi di stress in Italia (Da Basili Et Al. 2008 Modificata)	139

Figura 3-O: Andamento dello stress regionale calcolato su di una griglia regolare secondo Pierdominici e Heidback, 2012 (immagine modificata). I markers (linee nere) indicano l'andamento dello stress orizzontale massimo (sono cioè ruotate di 90° rispetto a quelle della figura precedente).....140

Figura 3-P: andamento della subsidenza nel tempo per la simulazione più prudentiale (Cm 6.7x10-6 1/bar), RUN 11, sulla diga e sull'abitato di Bomba.141

Figura 3-Q: subsidenza sul piano campagna in pianta e lungo una sezione parallela alla diga di Bomba. La scala di colori indica la subsidenza prevista, in m142

Figura 3-R: subsidenza sul piano campagna in pianta e lungo una sezione passante per la valle e perpendicolare alla diga di Bomba. La scala di colori indica la subsidenza prevista, in m.143

Figura 3-S: spostamenti verticali lungo una sezione E-W passante sulla diga di Bomba.....143

Figura 3-T: spostamenti verticali lungo una sezione N-S passante sulla diga di Bomba.....144

Figura 3-U: Meccanismi fisici, in grado di causare sismicità indotta [Kraft et al., 2020]146

Figura 3-V: variazione della slip tendency per la faglia t2 che borda il giacimento. Nella scala di colori: variazione positiva, in giallo, la struttura diventa meno stabile; variazione negativa, in blu, la struttura si stabilizza. Nell'inset in alto a destra in rosso è evidenziata la faglia in oggetto. Nel grafico in basso a sinistra viene invece mostrata la distribuzione delle celle con variazione di slip tendency149

Figura 3-W: variazione della slip tendency per la faglia t9 all'interno del giacimento. Nella scala di colori: variazione positiva, in giallo, la struttura diventa meno stabile; variazione negativa, in blu, la struttura si stabilizza. Nell'inset in alto a destra in rosso è evidenziata la faglia in oggetto. Nell'istogramma in basso a sinistra viene invece mostrata la distribuzione delle celle con variazione di slip tendency.150

Figura 3-X: variazione temporale dello sforzo efficace medio (σ_m) per diversi punti a profondità z (TVDss, in m) crescenti, per un punto corrispondenza del centro del giacimento. Alla profondità di 2200m la perturbazione del campo di sforzo è inferiore ad 1bar in valore assoluto ed a meno dello 0.5% in percentuale. A profondità ancora maggiori la perturbazione del campo di sforzo diventa completamente trascurabile.....151

Figura 3-Y: visualizzazione in mappe delle sorgenti sismogeniche Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust (DACBT, ITCS078) e Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust (SACBT, ITCS079) in relazione alla posizione dei pozzi produttopri Montepallano 1 dir e Montepallano 2 dir. La profondità del top (in corrispondenza della linea rossa) della DABCT è stimato in 8km, mentre l'emungimento avverrà ad una profondità di circa 1km.152

Figura 3-Z: Schema idrogeologico regionale semplificato156

Figura 3-AA: Distribuzione spaziale delle cavità naturali e antropiche censite nella Provincia di Chieti (Regione Abruzzo, 2017).159

Indice tabelle

Tabella 2-A: Caratteristiche dei n.6 stendimenti di tomografia di resistività elettrica 2D (E.R.T.)	17
Tabella 2-B: Caratteristiche dei n.6 stendimenti di tomografia di sismica a riflessione (S.R.).....	18
Tabella 2-C: Caratteristiche dei n.6 stendimenti di indagine sismica M.A.S.W.	18
Tabella 2-D: Caratteristiche dei n.6 stendimenti di tomografia di resistività elettrica 2D (E.R.T.) a supporto dello studio idrogeologico	20
Tabella 2-E: Matrice Classi delle aree a criticità geomorfologica elaborata per il presente studio.....	34
Tabella 2-F: Geologia: matrice di correlazione.....	39
Tabella 2-G: Frane PAI oggetto di approfondimento	46
Tabella 2-H: Movimenti franosi riparametrati nell’ambito della Frana PAI codice G3-001938	49
Tabella 2-I: Movimenti franosi riparametrati nell’ambito della Frana PAI codice G3-003550	53
Tabella 2-J: Matrice di valutazione per la subcomponente Morfografia e Morfometria.	60
Tabella 2-K Matrice di valutazione per la subcomponente Pericolosità geomorfologica.	60
Tabella 2-L Matrice di valutazione per la subcomponente Beni geomorfologici.....	61
Tabella 2-M Matrice di valutazione per la subcomponente Pericolosità geomorfologica indotta.	61
Tabella 2-N: Matrice di valutazione per la componente “Geologia e geomorfologia”	62
tabella 2-O: Sintesi dei complessi idrogeologici individuati con indicazione della tipologia di litotipo, coefficiente di permeabilità e indicazione sulla trasmissività.....	63
Tabella 2-P: Risorse idriche superficiali e sotterranee: matrice di correlazione.....	70
Tabella 2-Q: Valori dei pesi (W) relativi ad ognuno dei parametri SINTACS.....	76
Tabella 2-R: Matrice di valutazione per la componente “Acque sotterranee”	95
Tabella 2-S: Matrice di valutazione per la componente “Acque superficiali”	95
Tabella 2-U – Contesto socio economico: matrice di correlazione.....	111
Tabella 2-V: Matrice di valutazione per la componente “contesto socio-economico”	115
Tabella 3-A: Geologia: matrice di correlazione	120
Tabella 3-B: Matrice di valutazione per la componente “Geologia”	154
Tabella 3-C: Acque superficiali e sotterranee: matrice di correlazione	155
Tabella 3-D: Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio. * sondaggi realizzati nel mese di ottobre del 2008; ** sondaggi realizzati nel periodo luglio-settembre 2008; ***sondaggi realizzati nel mese di ottobre del 2023.....	157
Tabella 3-E: Cavità totali, cavità naturali e cavità antropiche (che intercettano gli “elementi di valore”), suddivise per ambito provinciale (Regione Abruzzo, 2017).....	159
Tabella 3-F: Progetto ViDEPI - Visibilità dei dati afferenti all'attività di esplorazione petrolifera in Italia (https://www.videpi.com/videpi/pozzi/consultabili.asp). ENI, 1972. Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall’AGIP durante la ricerca di Idrocarburi in Italia.	160
Tabella 3-G: Matrice di valutazione per la componente “Acque sotterranee”	163
Tabella 3-H: Matrice di valutazione per la componente “Acque superficiali”	163
Tabella 3-J - Contesto socio economico: matrice di correlazione.....	164
Tabella 3-K: Matrice di valutazione per la componente “contesto socio-economico”	169

Il presente documento rappresenta un Addendum alla Parte 5 dello STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Redatto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 per il Progetto "SMALL SCALE LNG PLANT" - Colle Santo Gas Field. Per praticità l'Addendum conserva la stessa struttura della Parte 5 ma riporta solo i paragrafi modificati a seguito dell'elaborazione delle Appendici di approfondimento tecnico Scientifico.

Per evitare di indurre in confusione, per la progressione di figure e tabelle saranno utilizzate lettere e non numeri in maniera da mantenere l'unicità dei riferimenti della documentazione già consegnata al MASE.

1. LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI

1.1 DEFINIZIONE DELLE FASI DI PROGETTO

PARAGRAFO NON MODIFICATO

1.2 IDENTIFICAZIONE DEI FATTORI DI PERTURBAZIONE

PARAGRAFO NON MODIFICATO

1.3 INDIVIDUAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATE DA INTERFERENZE

PARAGRAFO NON MODIFICATO

1.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI

PARAGRAFO NON MODIFICATO

1.5 INDIVIDUAZIONE DELLE EVENTUALI MISURE DI MITIGAZIONE

PARAGRAFO NON MODIFICATO

1.6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Sebbene il presente paragrafo non sia stato modificato, tuttavia, per facilità di lettura delle matrici di impatto, se ne riportano, a seguire, i contenuti.

Per effettuare una valutazione il più possibile oggettiva e di dettaglio si è scelto di utilizzare il metodo RIAM (*Rapid Impact Assessment Matrix*), originariamente elaborato da Christopher Pastakia alla fine degli anni Novanta¹ e successivamente sviluppato con l'introduzione di un ulteriore criterio (B4) per tener conto della vulnerabilità dei recettori².

Il metodo permette di valutare la significatività di differenti impatti utilizzando una serie di criteri definiti, ognuno con la propria scala numerica di valori. In questo modo è possibile ottenere una valutazione quantitativa degli impatti. I risultati della valutazione sono riportati in una matrice in cui sono registrati i giudizi assegnati.

Il metodo RIAM si basa sulla definizione di criteri standard per valutare gli impatti rispetto ai vari comparti ambientali. Il metodo si basa su 6 criteri, suddivisi in 2 gruppi principali:

- A. Importanza degli impatti;
- B. Tipologia di impatti.

A ciascun criterio viene attribuita una scala di valori, come di seguito riportato in Tabella 1-.

Tabella 1-1: Criteri di valutazione del metodo RIAM (Rielaborazione da Ijäs A, et al, 2009).	
A. Importanza degli impatti	
A1 Scala geografica dell'impatto	0: Nessuna importanza
	1: importanza a livello locale, estensione molto limitata (es. frazione di un comune)
	2: importanza sovralocale (es. l'intero territorio comunale o parte di una regione)
	3: importanza regionale (l'impatto interessa un'intera regione)
	4: importanza nazionale (l'impatto interessa l'intera superficie nazionale o un bene di importanza nazionale/internazionale)
A2 Magnitudo dell'impatto	-3: cambiamenti molto negativi
	-2: significativo peggioramento dello status quo
	-1: peggioramento dello status quo
	0: mancanza di cambiamenti nelle condizioni ante operam
	1: miglioramento delle condizioni ante operam
	2: significativo miglioramento delle condizioni ante operam
3: considerevoli benefici positivi	
B. Tipologia di impatti	
B1 Durata dell'impatto	1: nessun cambiamento/non applicabile
	2: impatto temporaneo a breve termine (settimane / mesi)
	3: impatto temporaneo a medio termine (1-10 anni)
	4: impatto permanente o a lungo termine (> 10 anni)
B2 Reversibilità dell'impatto	1: nessun cambiamento/non applicabile
	2: impatto reversibile (le condizioni ante operam possono essere ripristinate in breve tempo, nell'ordine di settimane / mesi)
	3: impatto lentamente reversibile (le condizioni ante operam possono essere ripristinate nell'arco di qualche anno)
	4: impatto irreversibile (le condizioni ante operam sono modificate permanentemente o il tempo necessario per il ripristino supera i 10 anni)

¹ Pastakia C.M.R., 1998. *The rapid impact assessment matrix (RIAM) — a new tool for environmental impact assessment*. In: Jensen K, editor. *Environmental impact assessment using the rapid impact assessment matrix (RIAM)*. Fredensborg: Olsen & Olsen. p. 8-18.

Pastakia C.M.R., Jensen A., 1998. *The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA*. *Environmental Impact Assessment Review*;18:461-82.

² Ijäs A, Kuitunen M. T., Jalava K., 2009. *Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment*, *Environmental Impact Assessment Review*, doi:10.1016/j.eiar.2009.05.009

Tabella 1-1: Criteri di valutazione del metodo RIAM (Rielaborazione da Ijäs A, et al, 2009).	
A. Importanza degli impatti	
B3 Presenza di impatti cumulativi	1: nessun cambiamento/non applicabile
	2: nessuna interazione con altri impatti
	3: presenza di impatti cumulativi e/o sinergici, ma significatività delle interazioni incerta
	4: presenza di chiari impatti cumulativi e/o sinergici con altri interventi nella stessa area
B4 Vulnerabilità del recettore ⁽¹⁾	1: nessun cambiamento/non applicabile
	2: il recettore non risente degli impatti generati dall'intervento e non ha un significativo valore ambientale
	3: il recettore è sensibile ai cambiamenti ambientali generati dall'intervento e/o ha un significativo valore intrinseco a livello locale (al di fuori dell'area di analisi)
	4: il recettore è molto sensibile ai cambiamenti ambientali generati dall'intervento e/o ha un valore intrinseco a livello nazionale/internazionale

⁽¹⁾ Nel presente studio l'attribuzione del valore relativo alla vulnerabilità del recettore è effettuata nel Capitolo 2.

Il valore complessivo ES (*Environmental Score*) di ogni impatto ambientale viene calcolato con la seguente formula:

$$ES = (A1 * A2) * (B1 + B2 + B3 + B4)$$

Dove:

- A1 e A2 sono i punteggi dei singoli criteri per il gruppo A;
- B1, B2, B3 e B4 sono i punteggi dei singoli criteri per il gruppo B.

I valori di ES calcolati per ciascun criterio sono ricondotti ad una classificazione della significatività complessiva dell'impatto, secondo la scala riportata in Tabella 1-.

TABELLA 1-2: CLASSIFICAZIONE DEI LIVELLI DI SIGNIFICATIVITÀ (IJÄS A, ET AL, 2009)

Valore di T	Classificazione	Giudizio
108 < ES < 192	+4	Impatti molto positivi
54 < ES < 107	+3	Impatti significativamente positivi
31 < ES < 53	+2	Impatti moderatamente positivi
1 < ES < 30	+1	Impatti positivi poco significativi
ES = 0	0	Assenza di cambiamenti
-30 < ES < -1	-1	Impatti negativi poco significativi
-53 < ES < -31	-2	Impatti moderatamente negativi
-107 < ES < -54	-3	Impatti significativamente negativi
-192 < ES < -108	-4	Impatti molto negativi

Applicando la metodologia sopra descritta al progetto Small Scale LNG Plant, per ciascuna componente ambientale (descritta nella "Parte 2 – Lo scenario di base" del SIA) verranno esaminati gli impatti generati dai potenziali fattori di impatto del progetto proposto (individuati di seguito al paragrafo 3). Gli esiti della valutazione per ciascuna componente ambientale saranno sintetizzati nella seguente Tabella 1-3 riassuntiva.

TABELLA 1-3: MATRICE DI VALUTAZIONE PER CIASCUNA COMPONENTE AMBIENTALE

			Fattori di impatto
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	
	A2	Magnitudo dell'impatto	
	B1	Durata dell'impatto	
	B2	Reversibilità dell'impatto	
	B3	Presenza di impatti cumulativi	
	B4	Vulnerabilità del recettore	
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		
Significatività dell'impatto	Classificazione		
	Giudizio		

1.7 RISCHIO DI GRAVI INCIDENTI

Effettuare una valutazione del rischio di incidente rilevante dovute ad errori umani. Il Proponente dichiara che il quantitativo di GNL stoccato sarà pari a 3.000 mc (11 giorni di produzione) che corrispondono a 1.346 tonnellate (122,4 ton/giorno con funzionamento in continuo annuale). Il D.Lgs. 105/2015, vedi allegato 1, prevede due soglie (inferiore e superiore) per il GNL pari a 50 e 200 tonnellate. Di conseguenza il Proponente deve produrre ai sensi del comma 1 dell'art. 15 del D.Lgs. 105/2015 il rapporto di sicurezza. Nello specifico, ai sensi dell'art. 16 commi 1 e 2 "Nuovi stabilimenti: rapporti di sicurezza" del D.Lgs. 105/2015, si ha che:

1. *Chiunque intende realizzare un nuovo stabilimento di soglia superiore, prima di dare inizio alla costruzione degli impianti, oltre a tutte le autorizzazioni previste dalla legislazione vigente, deve ottenere il nulla osta di fattibilità di cui all'articolo 17, comma 2; a tal fine, presenta al Ctr di cui all'articolo 10, un rapporto preliminare di sicurezza redatto secondo i criteri di cui all'allegato C. Il permesso di costruire non può essere rilasciato in mancanza del nulla osta di fattibilità.*
2. *Prima di dare inizio all'attività, il gestore deve ottenere il parere tecnico conclusivo di cui all'articolo 17, comma 2; a tal fine il gestore presenta al Ctr il rapporto di sicurezza di cui all'articolo 15, nella versione definitiva (Parere CTVA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 27)*

Il documento integrativo degli Elaboratori di Progetto "Relazione di verifica di assoggettabilità a normativa Seveso" riporta la verifica di assoggettabilità alla Direttiva Seveso III dell'attività che verrà svolta da LNEnergy Srl presso l'impianto Small Scale LNG.

La valutazione è stata effettuata sulla base del D.Lgs. 26 Giugno 2015 n.105 (attuazione della direttiva 2012/18/UE - cd "Seveso III" - relativo al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi alla presenza di sostanze pericolose) e delle informazioni fornite dal proponente, considerando la tipologia delle sostanze previste e le massime quantità all'interno dell'impianto ed, in particolare, nelle aree di stoccaggio e deposito e all'interno di apparecchiature e linee di processo. Dalle analisi condotte verifica di assoggettabilità alla Seveso, è stato possibile concludere che:

1. Le quantità limite previste dalla Tabella "Categorie delle sostanze pericolose" di Parte 1, colonne 2 e 3 del D.Lgs. 105/15 non sono superate.

2. Le quantità limite previste dalla Tabella “Sostanze pericolose specificate” di Parte 2, colonne 2 e 3 del D.Lgs. 105/15 non sono superate.
3. L’applicazione delle sommatorie di cui al punto 4 lettere a, b e c delle note all’Allegato 1 del D.Lgs. 105/15 fornisce, per tutti i casi, valori inferiori a 1.

Sulla base delle informazioni acquisite e di quanto sopra riportato, l’attività **non è soggetta agli obblighi del D. Lgs. 105/15 di recepimento della Direttiva 2012/18/UE.**

Risulta, pertanto, risolta anche la verifica relativa alla misura di conservazione N°66 della ZSC/ZPS IT7140211 “Monte Pallano e Lecceta d’Isca d’Archi” relativa agli ‘Impianti a rischio incidente rilevante/Impianti classificati insalubri’ che esprime il “Divieto realizzazione di impianti industriali rientranti nella Direttiva SEVESO e di quelli classificati insalubri nel SIC e in un buffer di 5 km attorno al perimetro del SIC, comunque entro i confini amministrativi”.

2. LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA

PARTE INTRODUTTIVA NON MODIFICATA

2.1 Rapporto opera – ambiente e misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

PARAGRAFO NON MODIFICATO

2.2 ARIA E CLIMA

PARAGRAFO NON MODIFICATO

2.3 GEOLOGIA

L'impianto Small Scale LNG di proprietà della Società LNEnergy sarà realizzato nella Regione Abruzzo, in provincia di Chieti, nel territorio del comune di Bomba.

Le aree interessate dal progetto ricadono all'interno di un contesto territoriale caratterizzato da criticità di natura geologica, geomorfologica e sismica.

Per tale motivo lo Studio di Impatto Ambientale viene corredato da una serie di studi di approfondimento descritti nelle **Appendici D, E, F e G** relativi a (Figura 2-A):

- **Monitoraggio interferometrico**
- **Esecuzione indagini sismiche e relazione geofisica**
- **Rilevamento geologico e geomorfologico**
- **Valutazione delle strutture sismogenetiche**
- **Predisposizione modello idrogeologico**
- **Valutazione della suscettività alla franosità sismo-indotta**

e, per quanto concerne la subsidenza:

- **Modello dinamico-Modello numerico 3D** del giacimento per simularne il comportamento dinamico e valutare l'influenza della produzione a scala regionale; la simulazione della produzione di gas sarà realizzata definendo vari scenari e realizzando anche un'analisi di sensitività
- **Modello geomeccanico** (Stima subsidenza)
- **Analisi di stabilità delle faglie**

descritti nelle **Appendici H e I**.

L'approccio adottato e condiviso con gli enti di riferimento sin alle prime fasi di scoping si è basato dunque sull'utilizzo delle criticità fin qui emerse come base di partenza per impostare il nuovo SIA: gli elementi evidenziati da enti e portatori di interesse sono stati approfonditi e chiariti partendo da dati aggiornati e reali, da nuova modellistica e da nuove indagini condotte nell'area di progetto.

Le attività sono consistite in:

- Rilievi di campo multiscalari (rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico);
- Esecuzione indagini di approfondimento (indagini geofisiche, analisi interferometriche, prove di carattere idrogeologico);
- Raccolta di dati bibliografici da fonti ufficiali e verifica modello regionale applicabile al contesto geologico in studio;
- Realizzazione di nuovi modelli (per le caratteristiche idrogeologiche delle coperture e profonde, per il giacimento, per la valutazione della suscettività alla franosità sismo-indotta e per la subsidenza);
- Esecuzione attività di monitoraggio.

Dovrà essere indagato il rischio derivante dalla presenza e dalle condizioni strutturali e manutentive della Diga di Bomba, valutando anche scenari di rischio correlati ad eventi straordinari ed eccezionali antropici e naturali, cumulati con gli effetti della realizzazione del progetto. (Parere CTVIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 27)

Le attività ed i modelli realizzati sono stati estesi ad areali ben più ampi di quelli relativi all'area di intervento, ricomprendendo la diga di Bomba che rappresenta indubbiamente uno degli elementi più caratterizzanti e sensibili dell'area. Tutte le indicazioni derivanti dalle indagini di campo e dalla modellizzazione dovranno, in ogni caso, essere discussi con gli enti territorialmente competenti e con gli enti gestori.

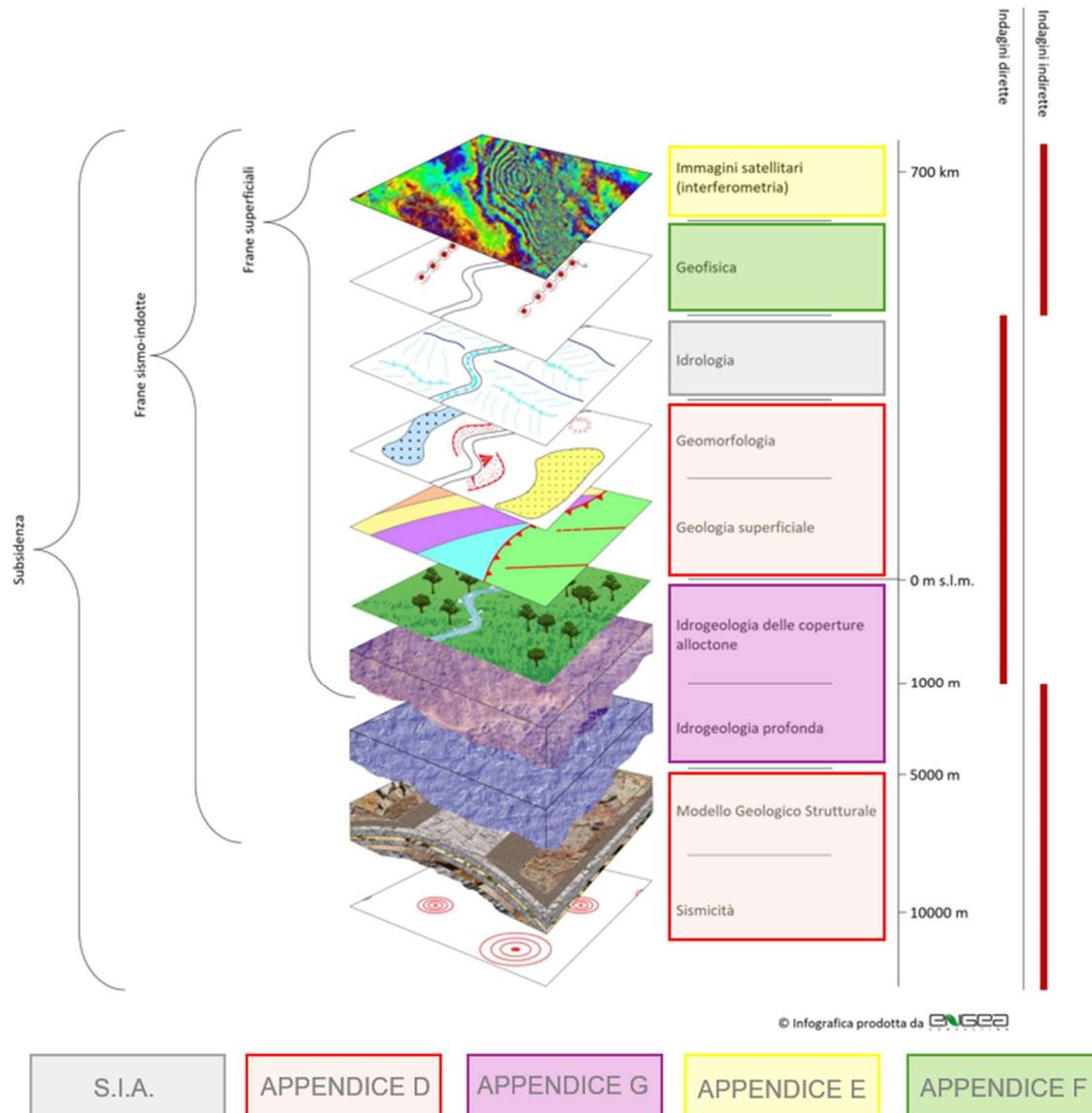


FIGURA 2-A: APPROFONDIMENTI TECNICO-SCIENTIFICI A CORREDO DELLO SIA

L'Appendice D illustra le attività svolte nell'ambito del Progetto Strategico di Ateneo relativo all'esecuzione dell'attività di Ricerca di: "Studio e coordinamento scientifico di assessment geomorfologico, geoturistico delle aree limitrofe al Lago di sbarramento Bomba (Ch)" ed affidate da Italfiuid Cosmep Srl all'Università degli Studi "G. d'Annunzio."

L'Appendice E fornisce un'indicazione sui fenomeni deformativi che interessano strutture e infrastrutture interne all'area di studio, con particolare attenzione sull'area dei pozzi Monte Pallano 1 e 2 Dir, al fine di discriminare eventuali criticità preesistenti dalle deformazioni indotte dalle future attività di estrazione legate alla coltivazione del giacimento.

L'Appendice G ha consentito di definire, con il dovuto grado di dettaglio, le principali caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio di specifico interesse in relazione all'intervento in progetto. Particolare attenzione è stata posta alla ricostruzione dello schema di deflusso idrico sotterraneo relativo all'area della dorsale di Monte Pallano e, dunque, alle aree in cui ricade il progetto dell'impianto Small Scale LNG.

L'Appendice F riporta le informazioni relative all'esecuzione delle indagini sismiche, ed in particolare:

- geoelettrica tomografica 2D (E.R.T.),
- sismica a riflessione 2D (S.R.),
- sismica M.A.S.W. 2D (MW),

eseguite a supporto del progetto "SMALL SCALE LNG PLANT - Colle Santo Gas Field" dalla società GGM srl.

Purtroppo, non è stato possibile realizzare due stendimenti sismici continui e fra loro ortogonali, come inizialmente previsto, a causa di problemi logistici legati anche all'impossibilità di entrare in aree private. Si è pertanto optato per realizzare le attività a margine della viabilità pubblica, nei contesti interessati da potenziali problematiche geomorfologiche o direttamente connessi alla realizzazione dell'impianto.

Le attività si sono concretizzate nell'esecuzione delle seguenti indagini geofisiche:

- **n. 6 stendimenti di tomografia di resistività elettrica 2D (E.R.T.)** e per la caratterizzazione elettrostratigrafica del terreno;

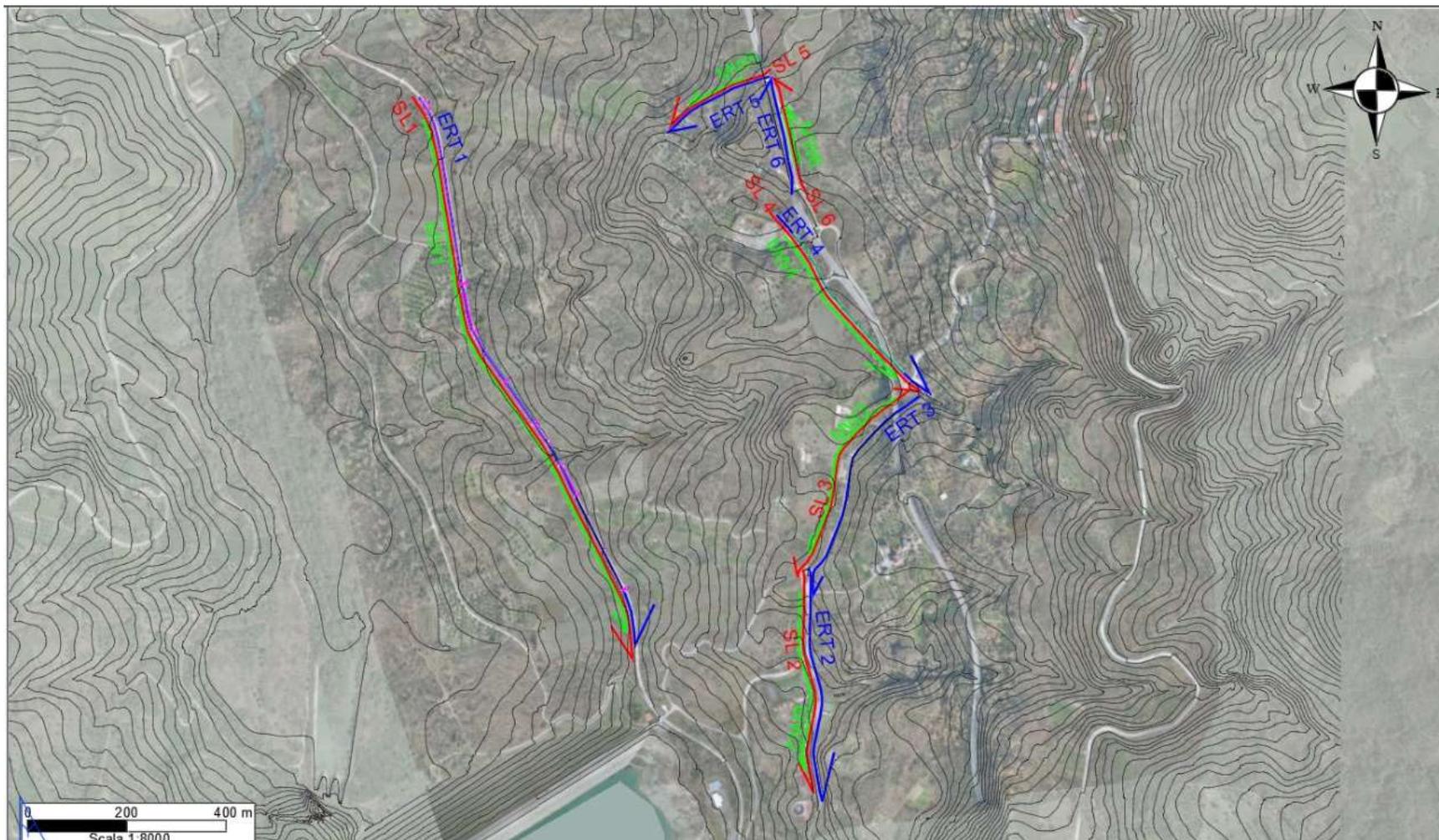
TABELLA 2-A: CARATTERISTICHE DEI N.6 STENDIMENTI DI TOMOGRAFIA DI RESISTIVITÀ ELETTRICA 2D (E.R.T.)						
Linea	Passo Elettroodic. [m]	Geom. di acquisiz.	Lunghezza (m)	Prof. d'indagine (m)	Coordinate Cartografiche UTM - WGS84 33N	
					Inizio linea	Fine linea
E.R.T. 1	5.0	Polo-Dipolo	1195	80	446324.84 m E 4653161.6 m N	446759.03 m E 4652070.4 m N
E.R.T. 2	5.0	Polo-Dipolo	475	100	447109.04 m E 4652223.6 m N	447136.50 m E 4651757.3 m N
E.R.T. 3	5.0	Polo-Dipolo	475	85	447331.82 m E 4652566.9 m N	447114.61 m E 4652170.4 m N
E.R.T. 4	5.0	Polo-Dipolo	475	85	447044.61 m E 4652929.5 m N	447352.63 m E 4652574.7 m N
E.R.T. 5	5.0	Polo-Dipolo	235	90	447029.43 m E 4653206.3 m N	446826.89 m E 4653096.7 m N
E.R.T. 6	5.0	Polo-Dipolo	235	85	447029.70 m E 4653208.2 m N	447091.84 m E 4652983.2 m N

- **n. 6 stendimenti di tomografia di sismica a riflessione (S.R.)** per la caratterizzazione sismo-stratigrafica del terreno;

TABELLA 2-B: CARATTERISTICHE DEI N.6 STENDIMENTI DI TOMOGRAFIA DI SISMICA A RIFLESSIONE (S.R.)						
Linea	Spaziatura geofonica d_g (m)	Numero geofoni per base sismica	Lunghezza (m)	Prof. d'indagine (m)	Coordinate Geografiche (WGS 84 – UTM 33N)	
					Inizio linea:	Fine linea:
SR 1	5.00	24	1175	200	446323.97 m E 4653162.8 m N	446760.69 m E 4652052.0 m N
SR 2	5.00	24	455	200	447106.63 m E 4652233.1 m N	447133.73 m E 4651766.8 m N
SR 3	5.00	24	455	200	447339.39 m E 4652572.6 m N	447116.88 m E 4652209.0 m N
SR 4	5.00	24	455	200	447042.54 m E 4652931.7 m N	447333.55 m E 4652587.4 m N
SR 5	5.00	24	215	200	447033.79 m E 4653216.5 m N	446833.57 m E 4653102.5 m N
SR 6	5.00	24	215	200	447034.50 m E 4653199.0 m N	447098.65 m E 4652974.9 m N

- n. 6 stendimenti di indagine sismica M.A.S.W. per la caratterizzazione sismo-stratigrafica e determinazione delle onde di taglio V_s (m/s);

TABELLA 2-C: CARATTERISTICHE DEI N.6 STENDIMENTI DI INDAGINE SISMICA M.A.S.W.						
Linea	Spaziatura geofonica d_g (m)	Numero geofoni per base sismica	Lungh. (m)	Prof. d'indagine [m]	Coordinate Cartografiche UTM - WGS84 33N	
					Inizio linea	Fine linea:
M.A.S.W. 1	5.00	24	1120	25	446347.48 m E 4653124.7 m N	446756.56 m E 4652101.8 m N
M.A.S.W. 2	5.00	24	360	20	447113.02 m E 4652179.5 m N	447123.18 m E 4651825.9 m N
M.A.S.W. 3	5.00	24	360	25	447311.50 m E 4652551.5 m N	447145.47 m E 4652249.3 m N
M.A.S.W. 4	5.00	24	360	20	447072.84 m E 4652898.9 m N	447295.74 m E 4652619.6 m N
M.A.S.W. 5	5.00	24	120	20	446985.56 m E 4653192.5 m N	446878.12 m E 4653142.3 m N
M.A.S.W. 6	5.00	24	120	20	447079.24 m E 4653030.8 m N	447051.59 m E 4653147.4 m N



— Inizio ERT → Indagine di tomografia elettrica 2D - ERT — Inizio SL → Indagine di tomografia sismica a riflessione. — Inizio MASW → Indagine sismica MASW

FIGURA 2-B: UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Ulteriori indagini geofisiche sono state realizzate a supporto dello studio idrogeologico (Ved. Appendice G) e sono consistite in:

- n. 3 stendimenti di tomografia di resistività elettrica 2D (E.R.T.) per la caratterizzazione elettro-stratigrafica del terreno (Tabella 2-D e Figura 2-C)

TABELLA 2-D: CARATTERISTICHE DEI N.6 STENDIMENTI DI TOMOGRAFIA DI RESISTIVITÀ ELETTRICA 2D (E.R.T.) A SUPPORTO DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO

Linea	Passo Elettrodisc. [m]	N° Elettrodi	Lungh. [m]	Prof. d'indagine [m]	Coordinate Cartografiche UTM - WGS84 33N	
					Inizio linea	Fine linea
E.R.T. 1_IDR	5.0	144	715	80	446125.73 m E 4652812.2 m N	446401.72 m E 4652172.6 m N
E.R.T. 2_IDR	5.0	48	235	50	446424.28 m E 4652884.0 m N	446202.54 m E 4652919.1 m N
E.R.T. 3_IDR	5.0	72	355	80	447669.00 m E 4652982.2 m N	447755.48 m E 4652640.6 m N

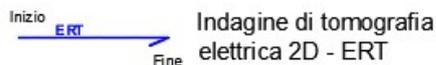
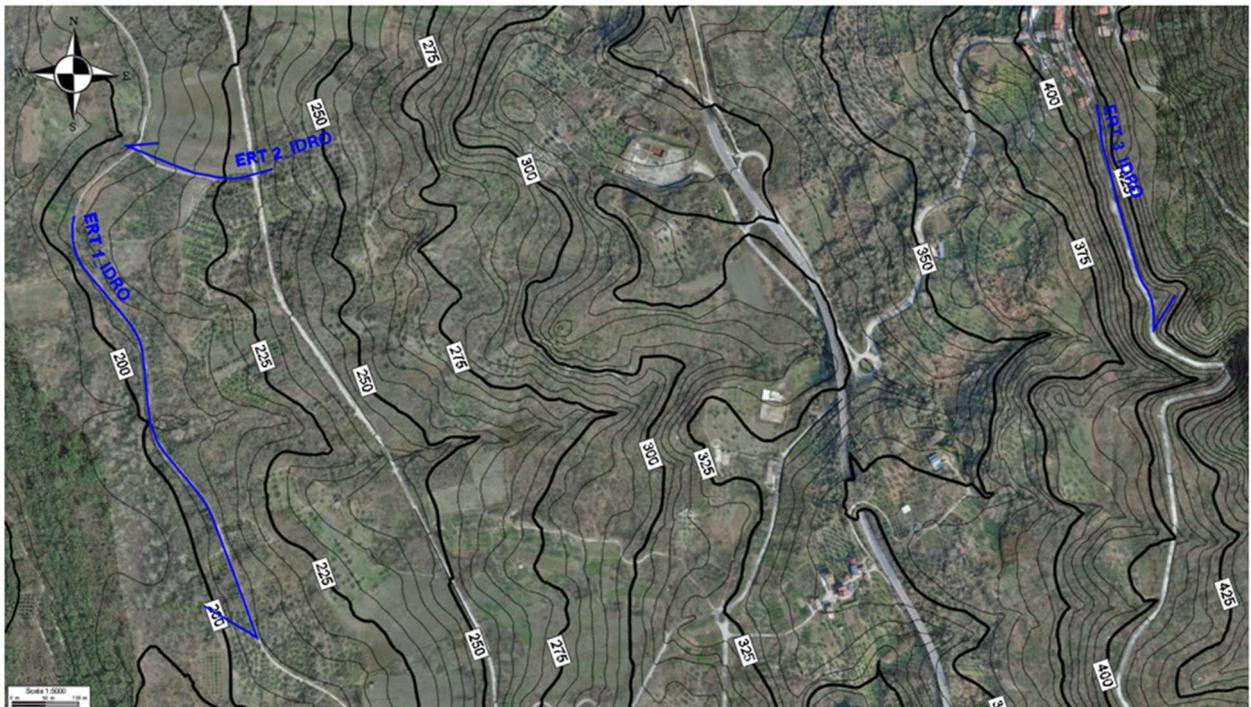


FIGURA 2-C: UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

I risultati finali delle indagini eseguite sono riportati negli Allegati all'Appendice G.

La documentazione prodotta e i risultati delle indagini sono stati forniti alle società che hanno curato gli altri approfondimenti tecnico scientifici previsti e all'Università degli Studi G. D'annunzio.

Risultati degli approfondimenti tecnico-scientifici

Elaborati cartografici di dettaglio aggiornati relativamente alla franosità e alla vulnerabilità degli acquiferi, a fronte rispettivamente della dichiarata Pericolosità Elevata di frana P2 dell'area pozzi (Parere CT VIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

L'interferenza con aree a pericolosità morfologica determina un elemento di potenziale impatto da approfondire e da mitigare. Anche a tal proposito è stato portato a termine Dall'Università degli Studi "G. d'Annunzio" uno studio geologico-geomorfologico dell'area interessata dall'impianto e delle aree limitrofe, con focus sui corpi di frana che caratterizzano il contesto interessato.

Le attività inerenti il progetto sono state incentrate in destra idrografica del Fiume Sangro, nel settore compreso tra l'abitato di Bomba (a Nord), Monte Pallano (ad Est), Colle San Pietro (a Sud) e il fondovalle (ad Ovest) dal momento che l'impianto Small Scale LNG da realizzare insiste sul versante occidentale di Monte Pallano e non presenta interazioni di tipo geomorfologico con il versante ubicato in sinistra idrografica. Per tale motivo, si è ritenuto di intensificare le attività di rilevamento geologico-geomorfologico e le relative attività di caratterizzazione su tale versante.

Le caratteristiche geologiche dell'area di studio sono state definite attraverso rilevamenti inediti in scala 1:5.000, effettuati da settembre 2023 a novembre 2023, con controlli speditivi svolti nei mesi di gennaio e febbraio 2024. I dati di campagna, opportunamente confrontati con quelli presenti nella letteratura bibliografica e cartografica disponibile, sono stati digitalizzati e integrati mediante l'utilizzo dell'ambiente software GIS.

Per i rilevamenti e la stesura degli elaborati si fa riferimento alle linee guida del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (GNGFG, 1994) e del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), tra cui: le Linee Guida per il rilevamento della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (SGN, 1992) ed i successivi e recenti aggiornamenti (ISPRA, 2022). Tali linee guida sono state opportunamente integrate in relazione alla scala di dettaglio dello studio.

Il nuovo rilevamento geologico è stato condotto seguendo il criterio litologico e ha permesso di suddividere le litologie affioranti in diverse successioni sedimentarie: pre-orogeniche, marine oligo-mioceniche e post-orogeniche continentali quaternarie. Le prime sono riferibili a litotipi argillosi e calcareo-marnosi; le altre sono costituite da depositi eterogenei riferibili a diversi ambienti morfogenetici: da quello di versante, in maniera prevalente, a quello fluviale.

I risultati delle attività di rilevamento geologico effettuate ex novo sono sintetizzati nella "Carta geologica" in scala 1:25.000 (Figura 2-D) e nella "Carta geologica dell'area di progetto" in scala 1:5.000 (Figura 2-E).

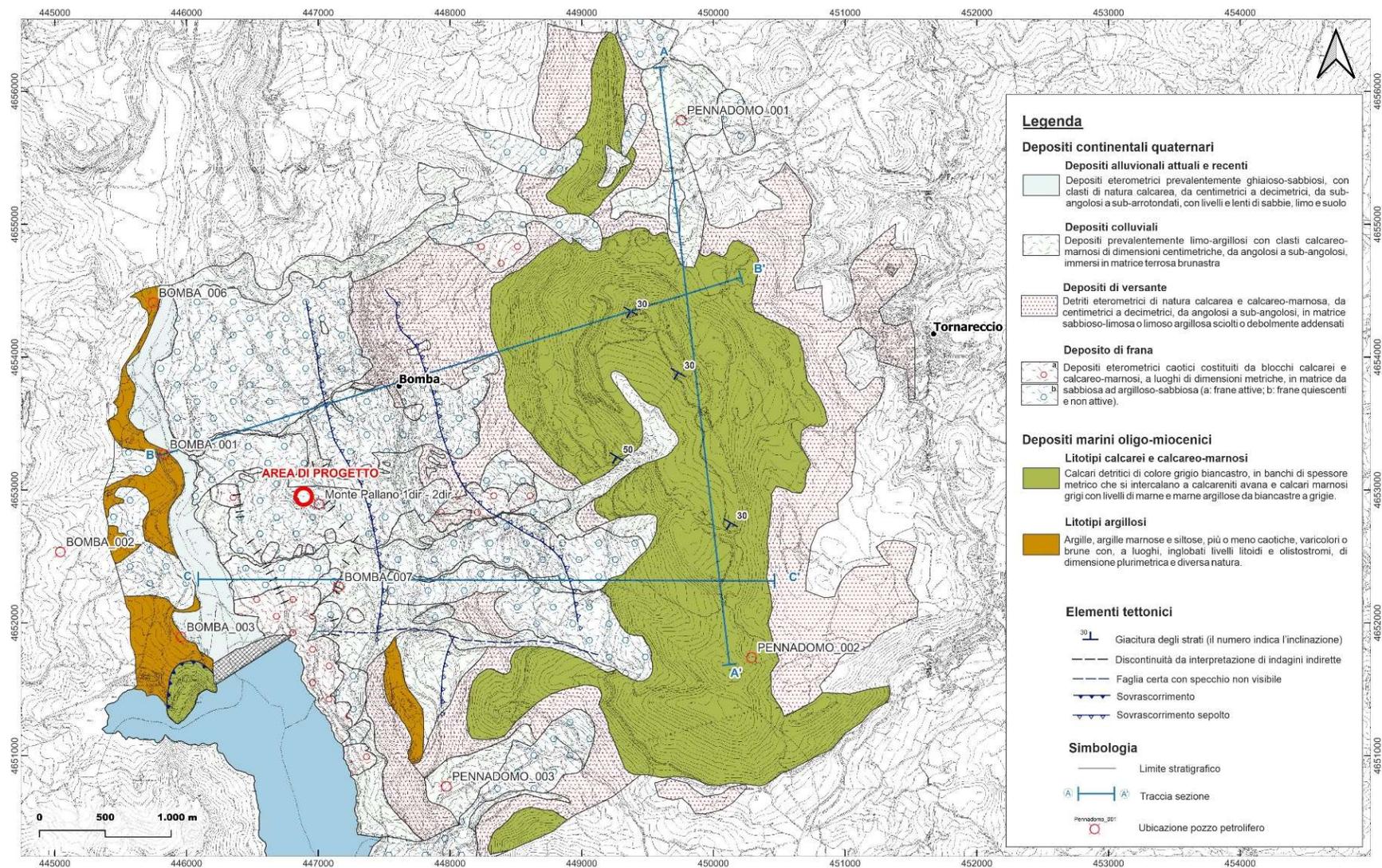


FIGURA 2-D: CARTA GEOLOGICA IN Scala 1:25.000 (NON IN Scala)

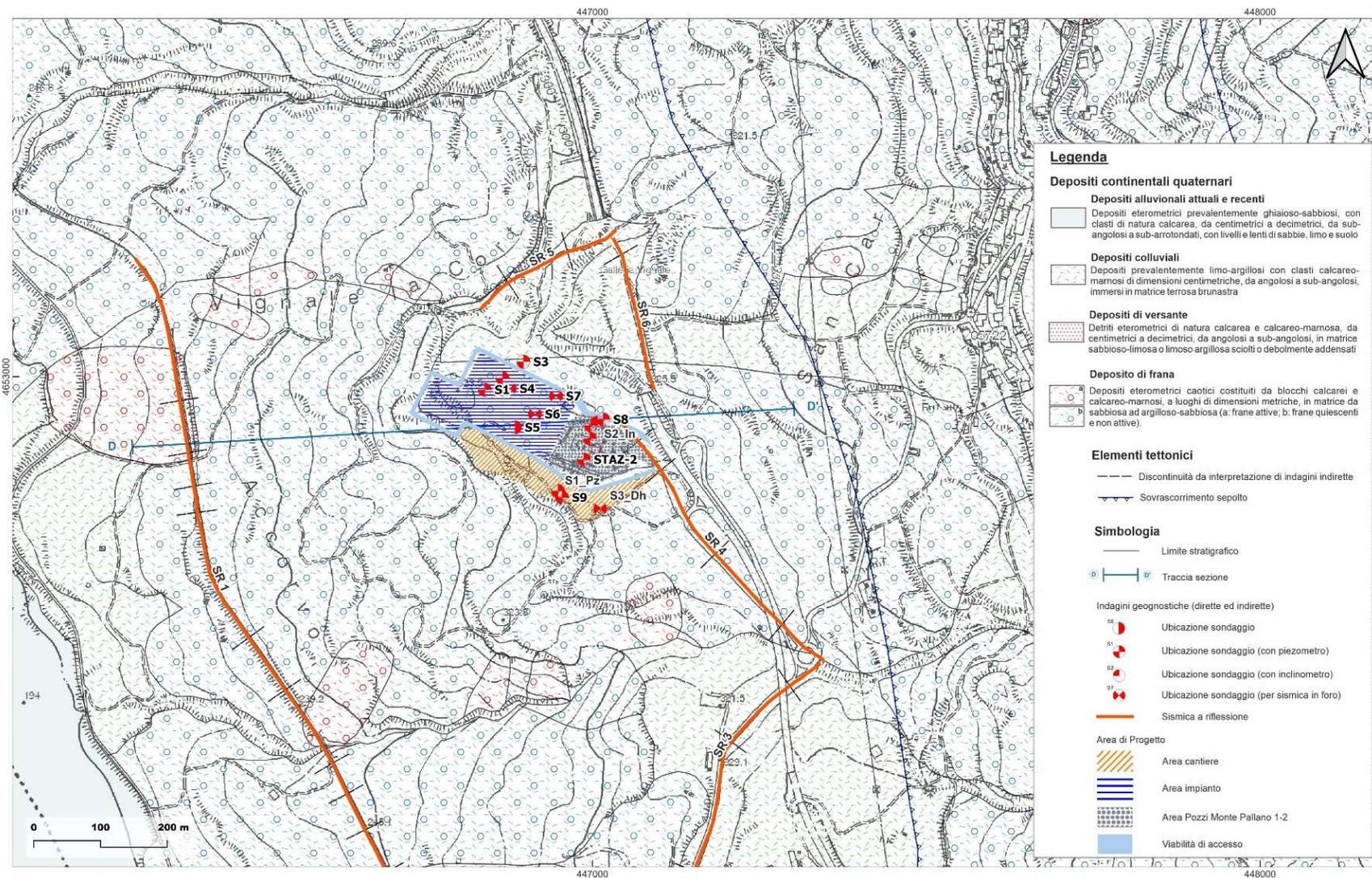


FIGURA 2-E: CARTA GEOLOGICA DELL'AREA DI PROGETTO IN SCALA 1:5.000 (NON IN SCALA)

Nel dettaglio, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi riconducibili a due differenti successioni sedimentarie, rispettivamente: depositi marini oligo-miocenici e depositi continentali quaternari. Le litologie presenti sono state accorpate e/o ripartite secondo criteri geologico-geomorfologici in base alla loro natura litologica, al grado di cementazione e fratturazione ed al loro comportamento nei riguardi dei processi di degradazione (Figura 2-F).

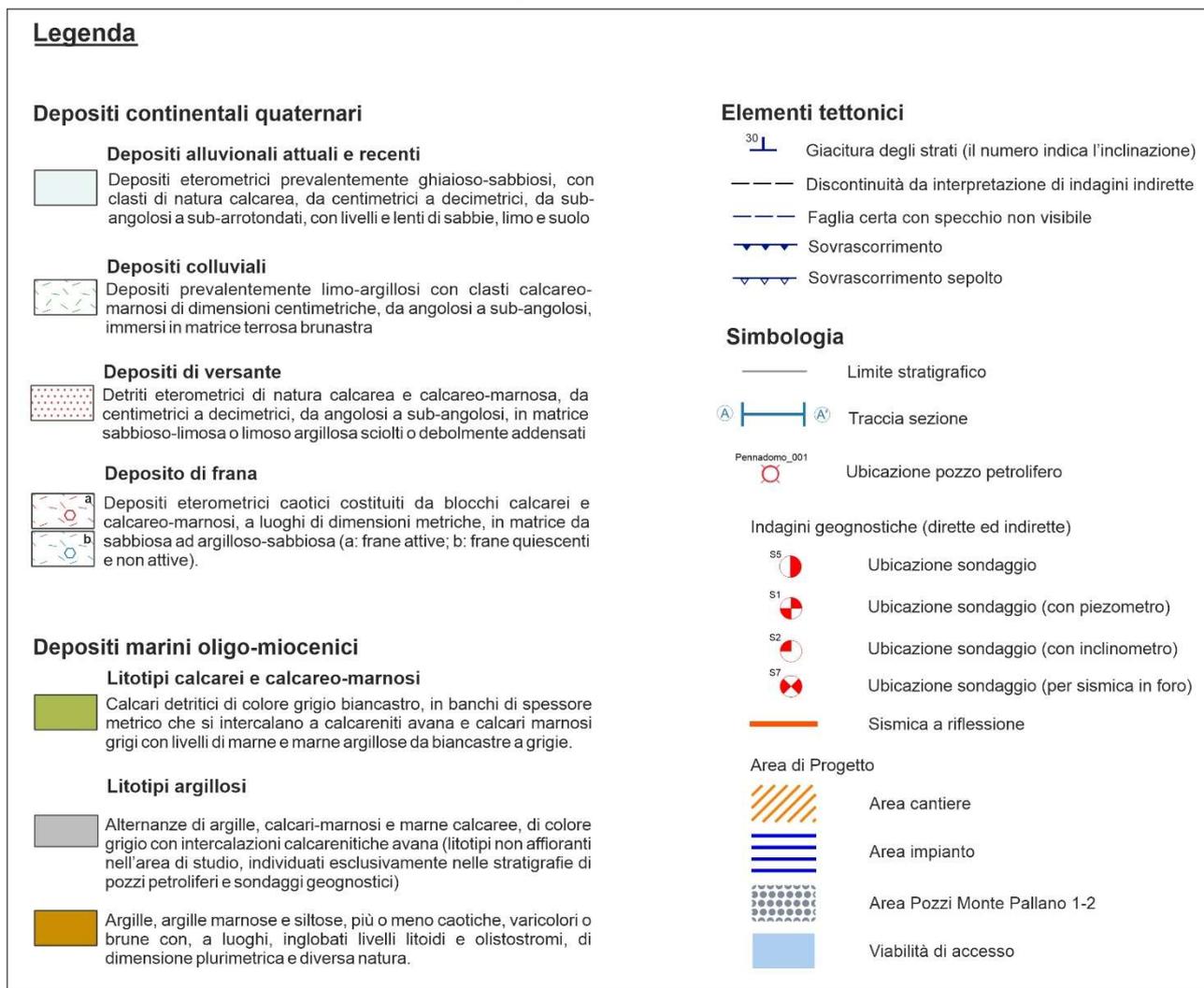


FIGURA 2-F: LEGENDA DELLA CARTA GEOLOGICA

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area di studio sono state definite attraverso un rilevamento geomorfologico inedito di dettaglio in scala 1:5.000 finalizzato al riconoscimento ed alla definizione delle forme e dei processi geomorfologici principali. I dati di campagna sono stati analizzati, confrontati con quanto già noto nella letteratura bibliografica e cartografica disponibile. Infine, sono stati digitalizzati e integrati mediante l'utilizzo dell'ambiente software GIS.

Per i rilevamenti e la stesura degli elaborati si fa riferimento alle linee guida del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (GNGFG, 1994) e del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), tra cui: la Guida al rilevamento della Carta Geomorfologica d'Italia (SGN, 1994 e integrazioni; ISPRA & AIGEO, 2018) e la Guida alla rappresentazione cartografica della Carta Geomorfologica d'Italia (APAT, 2007; ISPRA, 2023). Tali linee guida sono state opportunamente integrate in relazione alla scala di dettaglio dello studio.

I risultati dell'attività di rilevamento geomorfologico sono stati sintetizzati nella "Carta geomorfologica" in scala 1:15.000 (Figura 2-G). Le forme ed i processi geomorfologici in essa contenuti sono stati distinti in funzione dell'agente morfogenetico (Figura 2-H).

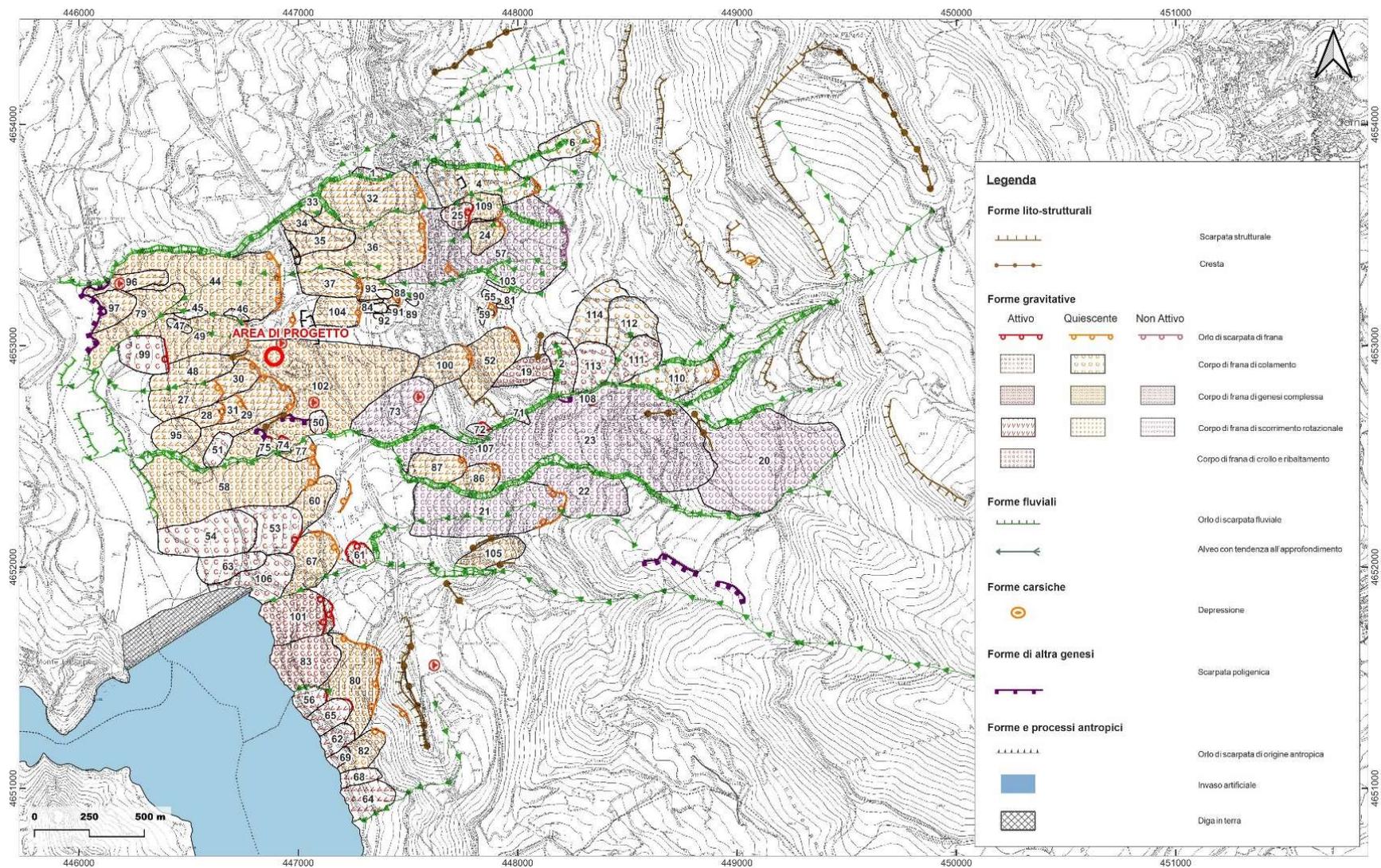


FIGURA 2-G: CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:15.000 (NON IN SCALA)

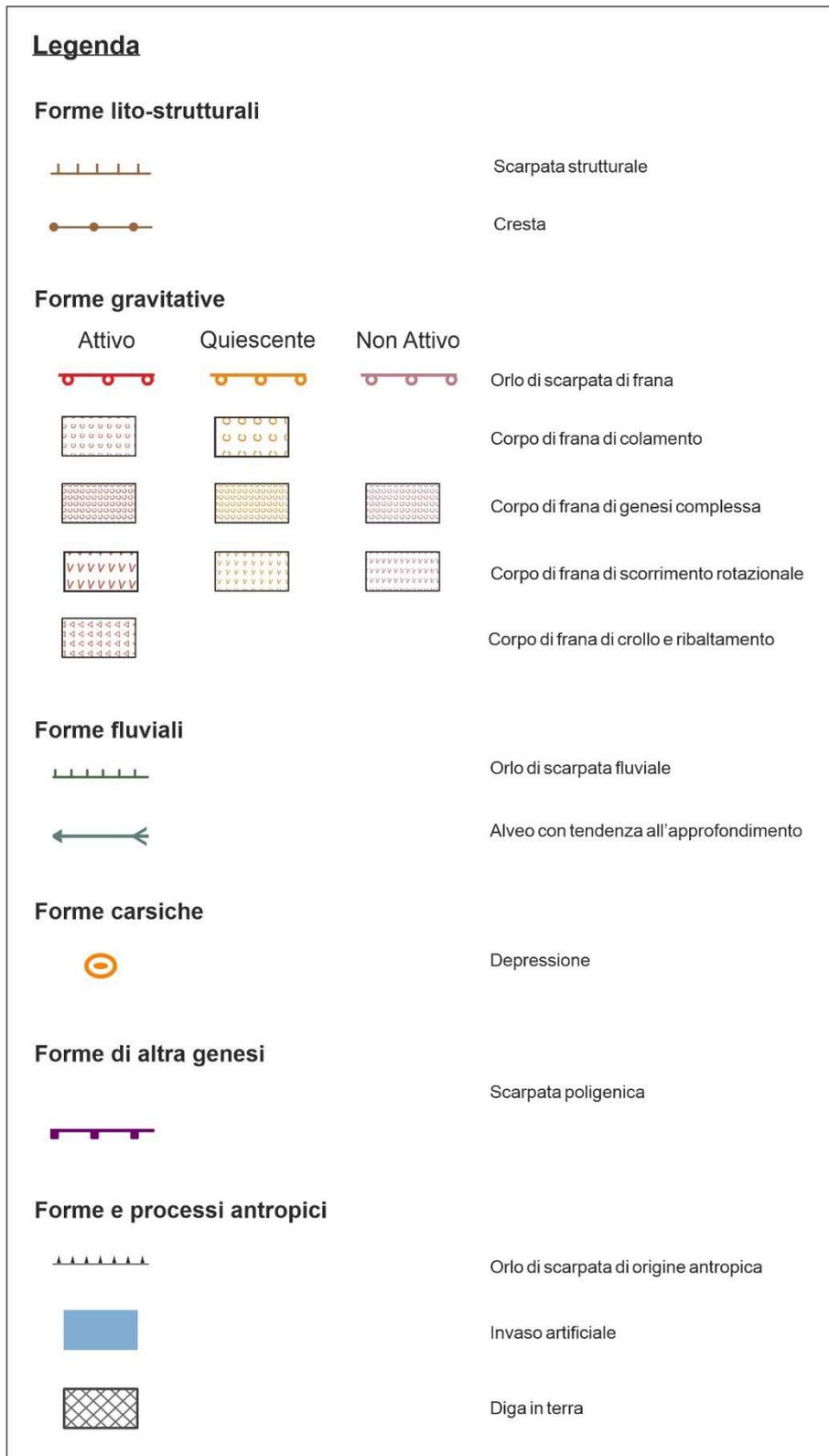


FIGURA 2-H: LEGENDA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA

Dal punto di vista geomorfologico, nell'area di studio sono presenti numerosi fenomeni franosi perimetrati all'interno del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino

Interregionale del Fiume Sangro "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" e dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale. I rilevamenti geomorfologici effettuati hanno riguardato i fenomeni franosi del PAI che sono stati revisionati, ripermetrati e rinumerati.

È stato, inoltre, condotto dall'Università degli studi "G. D'Annunzio" il rilievo geomeccanico. Il rilievo geomeccanico è stato condotto, secondo le norme I.S.R.M. (International Society for Rock Mechanics), su superfici di scavo ed affioramento, visibili, con lo scopo di definire le classi rocciose del materiale attraverso le classificazioni di Barton e di Bieniawski (Bieniawski, 1989; Barton et al., 1974).

Nello specifico sono stati eseguiti tre rilievi geostutturali di dettaglio, numerati con un numero progressivo (SG1, SG2, SG3 procedendo da N verso S e da E verso O; Figura 2-I), e ritenuti rappresentativi delle diverse condizioni degli ammassi rocciosi presenti:

- la **stazione SG1** è stata eseguita in corrispondenza della cima di Monte Pallano (in prossimità delle antenne) ad una quota di circa 1.000 m s.l.m.;
- la **stazione SG2** è stata eseguita lungo la "Strada Monte Pallano" in prossimità dell'intersezione con l'inizio del sentiero che porta all'area archeologica "Abitato Antico", ad una quota di circa 880 m s.l.m.;
- la **stazione SG3** è stata realizzata lungo la strada "Sambuceto-Monte Pallano", ad una quota di circa 800 m s.l.m.

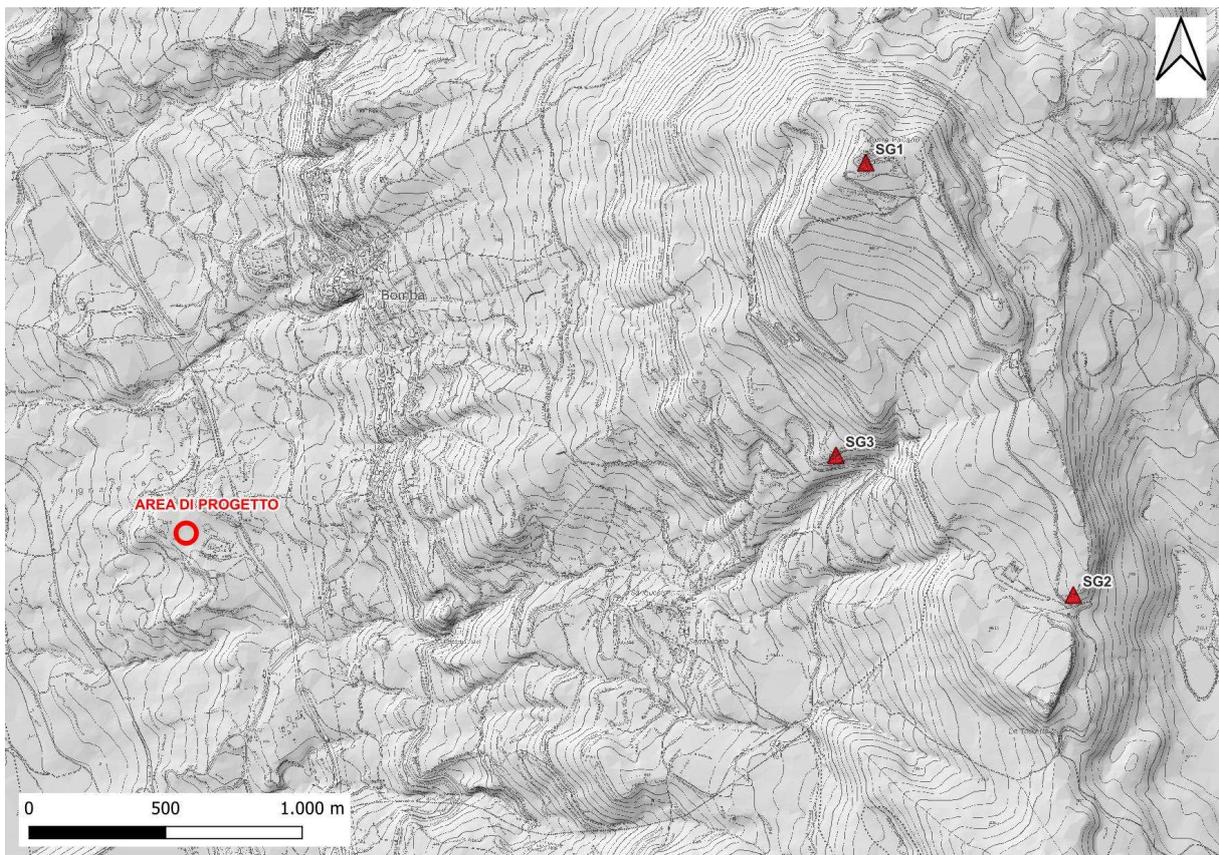


FIGURA 2-I: UBICAZIONE PUNTI DI ANALISI STRUTTURALE – SG

Dal rilievo emerge che:

- L'ammasso roccioso esaminato è in buona parte costituito da calcari detritici di colore grigio biancastro, in banchi di spessore metrico che si intercalano a calcareniti e calcari marnosi grigi con livelli di marne e marne argillose di colore da grigio chiaro a grigio scuro;
- I piani di discontinuità hanno posizioni spaziali preferenziali con inclinazioni prevalentemente sub-verticali, a luoghi anche di 50°;
- L'ammasso roccioso risulta suddiviso in blocchi prismatici a base essenzialmente rombica, triangolare, trapezoidale o quadrata, aventi volumi variabili in ragione dell'orientazione, spaziatrice ed estensione delle superfici di discontinuità;
- Le fratture sono di norma aperte, con spaziatrice da decimetrica a metrica;
- I piani di discontinuità risultano rugosi, scabrosi e talora ondulati;
- I materiali di riempimento che si rinvengono in corrispondenza delle fratture sono costituiti principalmente da detrito, a tratti da suolo.

È stata, inoltre, realizzata, una carta di suscettività da frana sismo-indotta dell'area studio (Figura 2-J). La metodologia di analisi applicata nel presente studio è basata su un approccio di tipo euristico (o *expert-based*), sviluppato in ambiente *software* GIS (si rimanda, per approfondimenti, all'Allegato D). Tale approccio ha permesso l'identificazione, la mappatura e la combinazione di diversi parametri scelti sulla base dell'influenza esercitata nella predisposizione all'innescio di frana sismo-indotte nel contesto geomorfologico indagato. I parametri tematici presi in considerazione per l'analisi della suscettività da frana sono:

- acclività,
- curvatura topografica,
- esposizione dei versanti,
- distanza dalle aste fluviali,
- litologia,
- distanza dalle faglie attive,
- distanza dagli epicentri,
- vegetazione e uso del suolo.

Ciascun parametro è stato selezionato per delineare chiaramente il ruolo svolto nel meccanismo di insorgenza delle frane nel più ampio contesto geomorfologico dell'area di studio.

Dopo aver analizzato singolarmente i suddetti parametri tematici, si è proceduto all'elaborazione della "Carta della suscettività da frana sismo-indotta" in scala 1:15.000 attraverso la sovrapposizione delle carte tematiche e la somma algebrica dei parametri indicizzati. È stato possibile, quindi, effettuare una zonazione del territorio secondo cinque principali classi di suscettività da frana sismo-indotta:

- ✓ Molto bassa (17% del territorio),
- ✓ Bassa (34% del territorio),
- ✓ Media (30% del territorio),
- ✓ Alta (16% del territorio)
- ✓ Molto alta (3% del territorio).

Tale zonazione ha evidenziato una distribuzione spaziale piuttosto eterogenea dei valori di suscettività in conformità con le caratteristiche morfometriche, litologiche, geomorfologiche e sismiche dell'area di studio, localizzata in corrispondenza

del versante occidentale che va da Monte Pallano alla sponda destra del Fiume Sangro. In generale, i valori di suscettività più elevati sono localizzati principalmente nel settore occidentale dell'area, con una graduale diminuzione muovendosi verso i settori centrale e orientali.

Nella zona di piana alluvionale del Fiume Sangro, a valle del corpo diga, si rileva una suscettività generalmente molto bassa, con un rapido passaggio alle classi da Media a Molto alta in corrispondenza dei settori interessati dai movimenti franosi attivi o quiescenti individuati in destra idrografica. In generale, inoltre, i valori maggiori si ritrovano nei pressi dei corsi d'acqua/impluvi, dove la generale instabilità è aggravata dai processi di erosione esercitati dalle acque correnti superficiali.

In corrispondenza della porzione mediana del versante occidentale di Monte Pallano, prevale una suscettività medio/alta, con valori molto alti a Nord e Nord-Ovest di località Sambuceto e a nord di Masseria Valle. Valori molto alti si rilevano anche nei pressi dell'abitato di Bomba, lungo i settori a maggiore acclività o già interessati da fenomenologie gravitative in stato di attività.

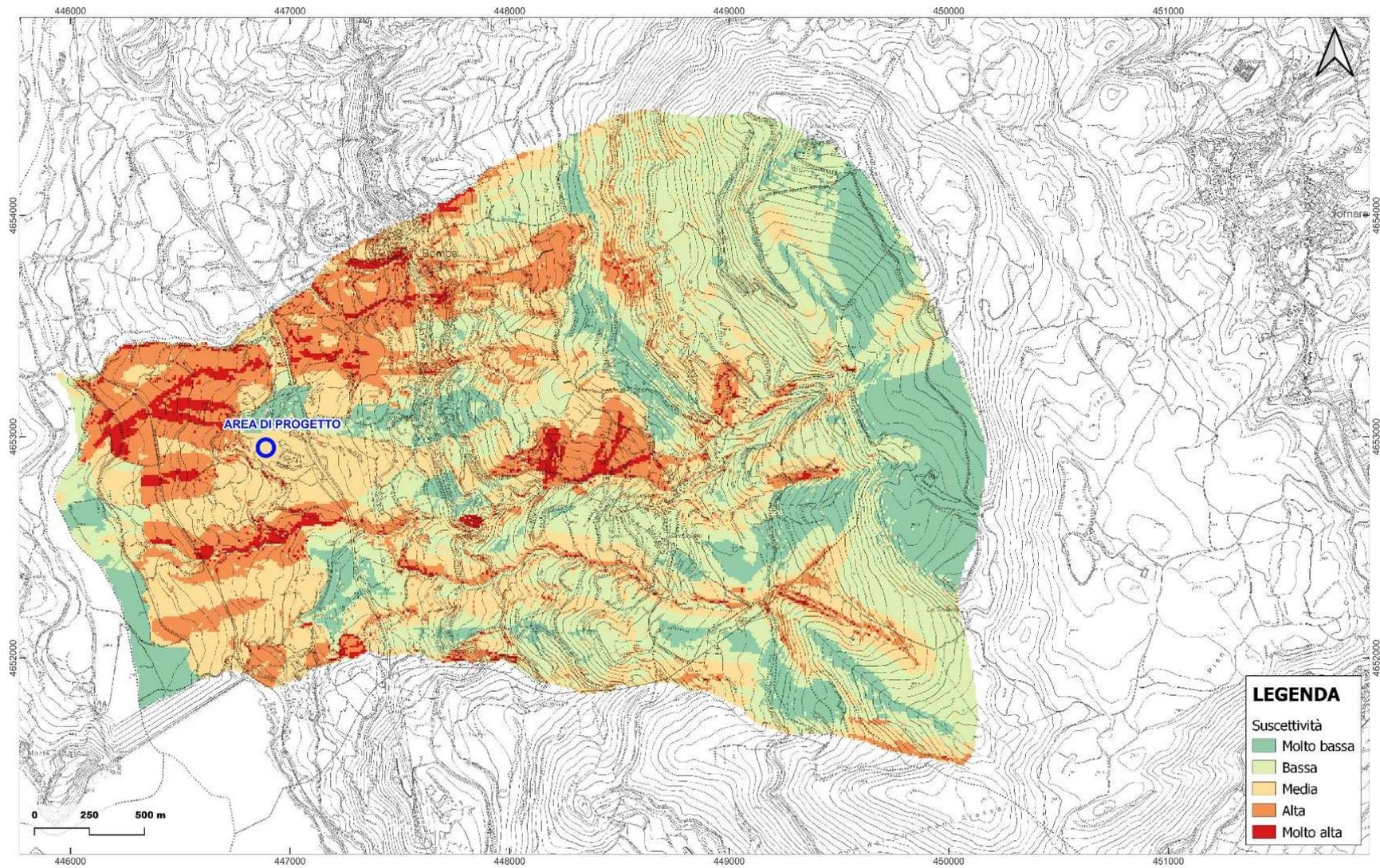


FIGURA 2-J: CARTA DI SUSCETTIVITÀ DA FRANA SISMO-INDOTTA DELL'AREA DI STUDIO

Gli studi condotti dall'Università degli studi "G. d'Annunzio" hanno consentito di pervenire alle seguenti conclusioni:

Dal **punto di vista morfologico**, l'area di studio si estende altimetricamente dal punto quotato più basso in corrispondenza dell'alveo del Fiume Sangro (circa 180 m s.l.m.) al punto quotato più alto di Monte Pallano (1018 m s.l.m.). L'area di progetto è situata su un ripiano morfologico ubicato a circa 300 m s.l.m., in destra idrografica del Fiume Sangro, alla base del versante occidentale di Monte Pallano.

Dal **punto di vista litologico**, le litologie del substrato affioranti sono riferibili principalmente ad argille e/o argille marnose (in prossimità di Colle San Pietro e in destra idrografica del Fiume Sangro) e a calcari detritici e/o marnosi (caratterizzano prevalentemente la sommità di Monte Pallano).

I depositi continentali sono rappresentati da:

- depositi eterometrici caotici gravitativi;
- depositi eterometrici prevalentemente calcarei di versante;
- depositi prevalentemente limoso-argillosi colluviali
- depositi eterometrici ghiaioso-sabbiosi alluvionali.

Tali depositi caratterizzano estesamente il settore medio-basso del versante occidentale di Monte Pallano, fino alla piana alluvionale del Fiume Sangro.

Dal **punto di vista tettonico**, l'area è fortemente influenzata dalla presenza di elementi tettonici primari e da sistemi di discontinuità, secondari. Gli elementi tettonici primari sono rappresentati da: due faglie a basso angolo, sub-orizzontale a poco inclinato, aventi direzioni NO-SE; ed una faglia ad alto angolo, aventi direzione circa E-O.

Altri elementi, secondari, sono rappresentati da sistemi di discontinuità che potrebbero essere associati a giacitura degli strati, a fratture o a veri e propri sistemi di faglie. Nello studio effettuato, le discontinuità incontrate sembrano essere attribuibili a fratture secondarie, visti i rigetti dell'ordine del metro tra gli elettrosismografi (vedere Appendice F).

Dal **punto di vista dell'interpretazione delle sezioni geologiche**, è stata effettuata un'accurata ricostruzione dei rapporti geometrici bidimensionali tra le diverse litologie del substrato ed i depositi continentali, attraverso la realizzazione di quattro sezioni geologiche.

Per quanto concerne le litologie del substrato, i litotipi argillosi si presentano in assetto caotico mentre i litotipi calcarei e calcareo-marnosi presentano una generale disposizione a franapoggio con giacitura media N60O, 30SO.

I rapporti geometrici bidimensionali tra le diverse litologie del substrato sono sempre di natura tettonica e sono messi in evidenza da faglie a basso angolo, sub-orizzontali o poco inclinate, aventi direzioni NO-SE. Pertanto, lo stile tettonico dominante nell'area di studio è essenzialmente di tipo compressivo.

I depositi continentali presentano geometrie e clinostratificazioni, con spessori variabili, conformi al versante e non sono dislocati da elementi tettonici recenti e/o attivi nelle ultime fasi distensive dell'orogenesi appenninica.

Dal **punto di vista geomorfologico**, i principali elementi presenti nell'area di studio sono rappresentati da forme gravitative di diversa tipologia e a diverso stato di attività. Durante le attività di rilevamento geomorfologico *ex novo* sono stati individuati un totale di 88 fenomeni gravitativi così suddivisi:

- n. 22 corpi di frana di genesi complessa, di cui 4 con stato attivo, 13 con stato quiescente e 5 non attivi;

- n. 31 corpi di frana di colamento, di cui 14 con stato attivo, 17 con stato quiescente;
- n. 33 corpi di frana rotazionale, di cui 10 con stato attivo, 22 con stato quiescente e 1 non attivo;
- n. 2 corpi di frana di crollo con stato di attività attivo.

In dettaglio, i fenomeni franosi attivi sono localizzati in prossimità della sponda destra del Lago di Bomba, con interferenza diretta anche con la viabilità secondaria; le frane con stato di attività quiescente o con recenti e locali riattivazioni, caratterizzano la porzione medio-bassa del versante occidentale di Monte Pallano; infine, le frane non attive si individuano nella parte alta del versante.

Dal **punto di vista geomeccanico**, l'area di studio è caratterizzata da un'intensa fratturazione di origine tettonica, in corrispondenza delle faglie primarie. Le discontinuità che sembrano svolgere un ruolo importante nei riguardi delle caratteristiche meccaniche degli ammassi rocciosi sono riconducibili a due famiglie principali:

- Sistemi di fratturazione circa E-O riferibili alla famiglia F1;
- Sistemi di fratturazione circa N-S riferibili alla famiglia F2.

Dal **punto di vista della suscettività da frana sismo-indotta**, la zonazione dell'area di studio secondo cinque classi di suscettività da frana sismo-indotta ha evidenziato una distribuzione spaziale piuttosto eterogenea dei valori di suscettività in conformità con le caratteristiche morfometriche, litologiche, geomorfologiche e sismiche dell'area di studio.

I valori di suscettività più elevati sono localizzati principalmente nel settore nord-occidentale dell'area di studio, lungo la fascia che si estende dall'abitato di Bomba verso il fondovalle e presenta valori di suscettività da frana sismo-indotta relativi a classi alta e molto-alta, lungo i settori a maggiore acclività o già interessati da fenomenologie gravitative in stato di attività.

Procedendo verso Sud, in particolare a Nord e Nord-Ovest di località Sambuceto e a nord di Masseria Valle, si evidenziano ancora classi a suscettività da frana sismo-indotta alta e molto alta.

In generale, inoltre, i valori maggiori si ritrovano nei pressi dei corsi d'acqua/impluvi, dove la generale instabilità è aggravata dai processi di erosione esercitati dalle acque correnti superficiali o in corrispondenza dei settori interessati dai movimenti franosi attivi o quiescenti. Infine, si osserva una graduale diminuzione delle classi di suscettività da frana sismo-indotta muovendosi verso il settore centrale e orientale o nella zona di piana alluvionale del Fiume Sangro, a valle del corpo diga, dove la classe è generalmente molto bassa.

Ai fini della caratterizzazione in termini di criticità dell'area di studio, è stata elaborata una matrice su base geomorfologica, con quattro classi a diversa gravosità, che contenesse i parametri raccolti, analizzati e più significativi del presente studio.

Le quattro classi di criticità sono state attribuite mediante una matrice su base geomorfologica, ottenuta dalla sovrapposizione di:

- Parametri geomorfologici (forme e processi legati alla gravità; Appendice D);
- Dati interferometrici (Appendice E);
- Parametri idrogeologici (falda pellicolare e/o intercettata da indagini dirette/indirette; App. F);
- Discontinuità da indagini indirette (Appendice F);

La sovrapposizione critica, accurata e ragionata, in trasparenza, di tutti i dati sopra citati, ha permesso la suddivisione dell'area di studio in aree a diversa classe di criticità geomorfologica, come riportato in Tabella 2-E.

TABELLA 2-E: MATRICE CLASSI DELLE AREE A CRITICITÀ GEOMORFOLOGICA ELABORATA PER IL PRESENTE STUDIO

Stato attività frane (Appendice D)	Movimenti da dati interferometrici (Appendice E)	Presenza di acqua (Appendice F)	Discontinuità da indagini indirette (Appendice F)	Classi Criticità
Attivo/quiescente	Si	Si	Si	Alta
Quiescente	Si	No	Si	Media/Alta
Quiescente/Non attivo	Si/No	No	Si/No	Media
Non attivo	No	No	No	Bassa

Tale analisi, in sintesi, ha portato all'elaborazione della "Carta delle aree critiche su base geomorfologica" in scala 1:10.000 (Figura 2-K).

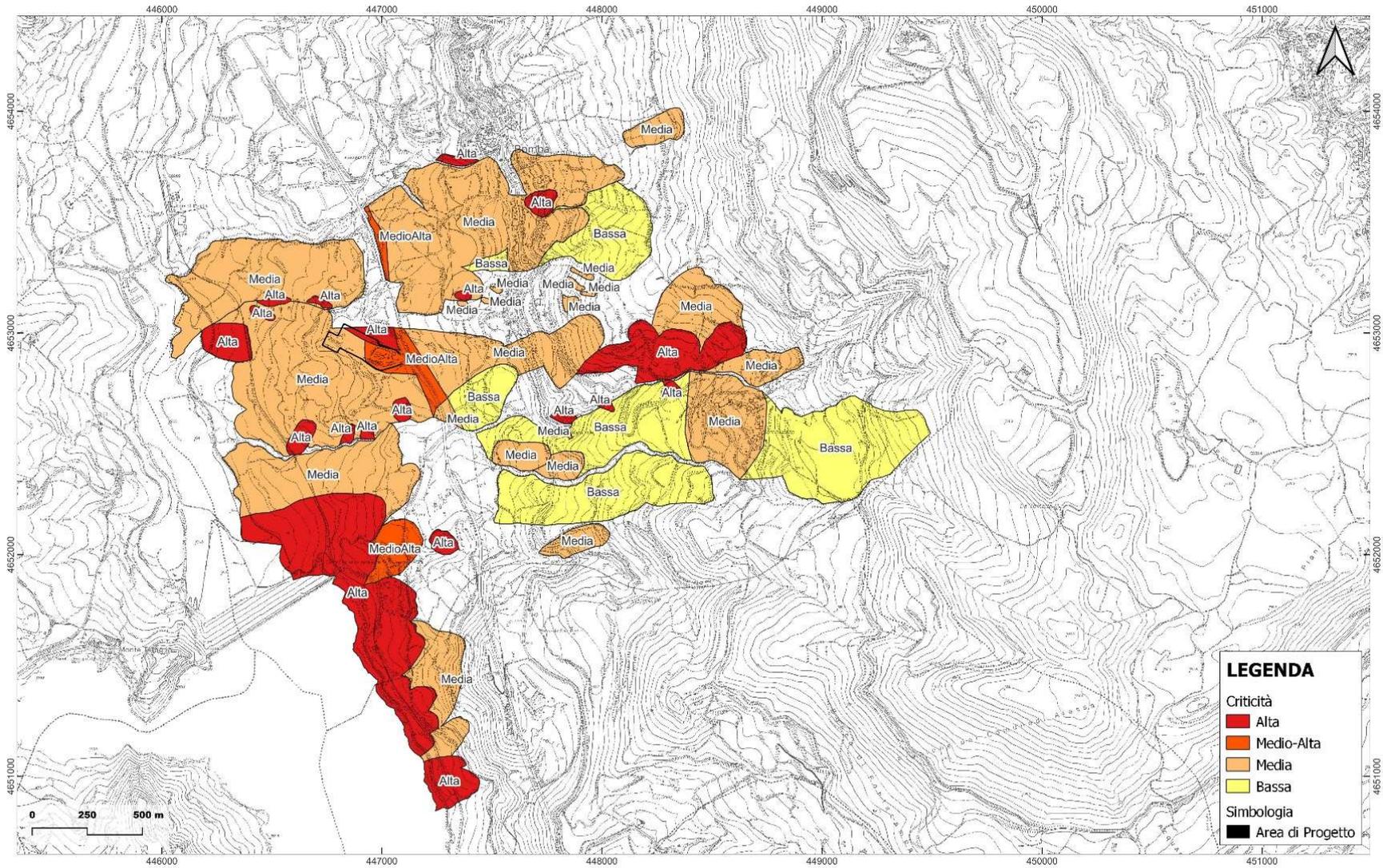


FIGURA 2-K: CARTA DELLE AREE A CRITICITÀ GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DI STUDIO (NON IN SCALA)

Osservando la carta delle aree a criticità geomorfologica elaborata è possibile distinguere i seguenti settori:

- ✓ **Settore orientale contenente la frazione di Sambuceto - Aree a criticità prevalentemente bassa**
Questo settore è caratterizzato in maggioranza da fenomeni franosi non attivi. Fanno eccezione, aree a criticità geomorfologica media in corrispondenza di fenomeni franosi quiescenti e/o con presenza di valori bassi di spostamento da dati satellitari (ad esempio la frazione di Sambuceto);
- ✓ **Settore settentrionale contenente l'abitato di Bomba - Aree a criticità prevalentemente media**
Questo settore si estende lungo una fascia orientata circa NE-SO, lungo la porzione medio-bassa del versante occidentale di Monte Pallano. È definito per la maggior parte da fenomeni franosi quiescenti con locali movimenti da dati satellitari e discontinuità riscontrate nelle indagini indirette.

Fanno eccezione, aree a criticità alta dovute a fenomeni franosi in stato attivo.

Rientra in questo settore, l'"Area Pozzo Monte Pallano 1 e 2" (Figura 2-L).

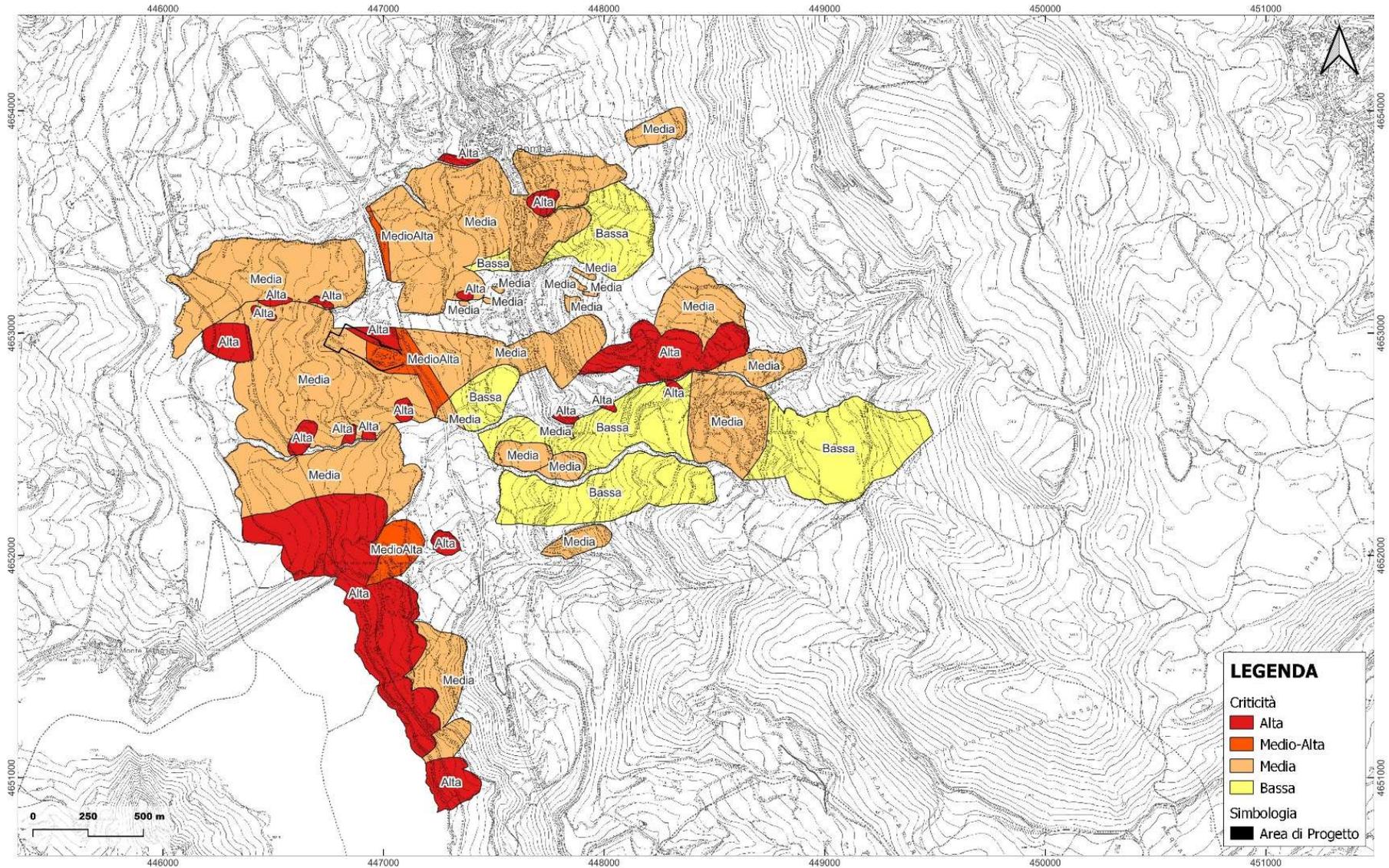


FIGURA 2-L: INTERFERENZA DELL'AREA DI PROGETTO CON LE CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE INDIVIDUATE

- ✓ **Settore meridionale sulla sponda destra della Diga di Bomba - Aree a criticità prevalentemente alta**
Questo settore si estende lungo la fascia in destra idrografica del Lago di Bomba e si caratterizza per la presenza di fenomeni franosi con stato attivo e movimenti da dati interferometrici.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geomorfologica dell'area di progetto e dei territori limitrofi (con particolare attenzione all'elemento "Diga di Bomba"), è stata condotta un'analisi A-DInSAR, attraverso mappe che mostrano le velocità medie annue dei punti di misura (PM). Nello specifico:

- sono stati identificati un numero idoneo di punti di monitoraggio (per le due geometrie orbitali) nell'intera area di indagine, con densità maggiori presso edifici ed infrastrutture. Tali punti sono derivati dalla scomposizione vettoriale delle misure di velocità lungo la linea di vista strumentale (LOS) dei PM ottenuti in geometria orbitale ascendente e discendente. L'area di indagine è stata discretizzata in celle esagonali (con raggio del cerchio inscritto pari a 20 m) secondo una griglia regolare, da cui sono stati considerati soltanto i valori delle celle contenenti almeno un PM per entrambe le geometrie orbitali.
- Come ulteriore **attività di post-elaborazione**, a partire dalle componenti di velocità orizzontale e verticale, è stata effettuata una "spazializzazione", ovvero un'interpolazione volta ad ottenere dati con visualizzazione continua nello spazio e con copertura più completa della zona d'interesse. In questo modo è stato inoltre possibile ottenere le curve isocinetiche, ovvero delle linee che delimitano le aree con la stessa velocità media annuale.
- In aggiunta ai risultati già descritti, sono stati valutati anche gli interferogrammi aggiuntivi ottenuti con l'elaborazione delle immagini da settembre 2023 a marzo 2024. Anche in questo caso non è stato possibile individuare frange interferometriche riconducibili a fenomeni deformativi rilevanti nell'area d'interesse.

In Figura 2-C sono mostrate le zone di focus per le quali è stata condotta un'interpretazione dei risultati più approfondita, in quanto caratterizzate da maggiori deformazioni e, nel caso delle prime due, situate vicine al sito dei pozzi di estrazione.

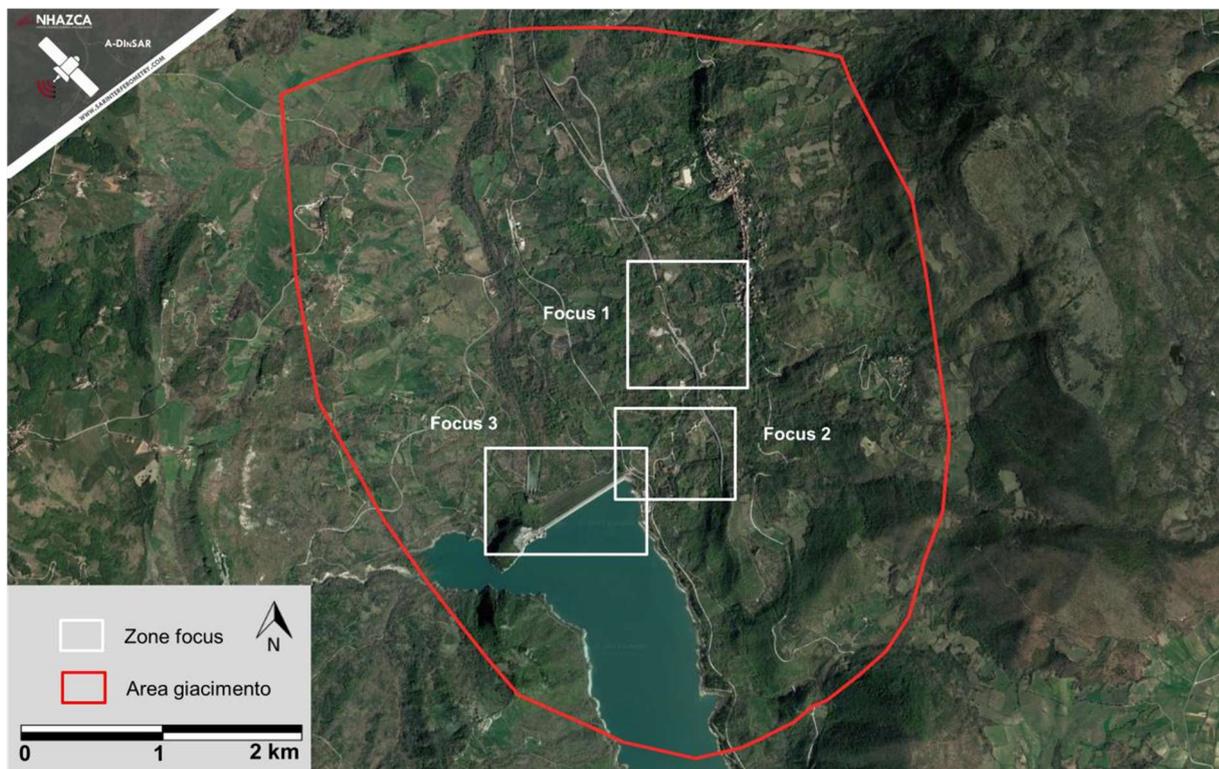


FIGURE 2-1: LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI FOCUS PER L'ANALISI STORICA ENTRO L'AREA D'INTERESSE

L'analisi di aggiornamento è stata eseguita con tecniche A-DInSAR a partire da immagini COSMO-SkyMed acquisite nel periodo fra settembre-ottobre 2023 e tra novembre 2023 e febbraio 2024, considerando come area di studio esclusivamente l'area interna denominata Area Giacimento.

Come nell'analisi storica, a partire dai punti di misura (in geometria orbitale ascendente e discendente, che esprimono i tassi di spostamento relativamente alla linea di vista del sensore) sono stati ottenuti i "punti di misura sintetici" (che esprimono i tassi di spostamento in direzione orizzontale e verticale), ed entrambi i prodotti sono stati confrontati con i cataloghi IFFI e PAI per verificare i *trend* delle zone di interesse.

Dall'analisi delle mappe dei PM si confermano gli andamenti già mostrati nell'analisi storica, senza l'insorgenza di nuovi fenomeni significativi. Dall'osservazione delle mappe di deformazione in direzione verticale e orizzontale, si conferma una prevalente componente deformativa in tutta l'area di studio in direzione orizzontale, verso Est o Ovest a seconda dell'esposizione del versante, mentre risultano di minore entità le deformazioni in direzione verticale, che appaiono localizzate principalmente sul corpo diga del Lago di Bomba.

Sull'area del giacimento sono stati individuati tre settori di focus, ritenuti interessanti per la loro posizione (ovvero in prossimità del sito dei pozzi MP1-2) e per l'entità dei relativi fenomeni deformativi.

Anche per questi settori si conferma quanto già riportato nella relazione tecnica relativa all'analisi storica, con deformazioni prevalentemente verso Ovest per le zone 1 e 2 e verso il basso per la zona 3.

In conclusione, considerando l'importante presenza di fenomeni franosi su tutta l'area (sia in domini esterni che interni all'area del giacimento) e l'entità dei tassi di spostamento riscontrati, che risultano moderati ma non trascurabili, si suggerisce di eseguire monitoraggi di controllo dei processi riconosciuti e verificare l'insorgenza di possibili nuovi fenomeni deformativi in futuro.

2.3.1 Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali

I principali fattori di perturbazione generati dalle attività in progetto e che possono determinare un'influenza sulla componente geologia, durante le fasi di cantiere, sono:

- modifiche geomorfologiche
- modifiche alla vegetazione e taglio delle essenze arboree.

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla geologia legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali (Tabella 2-F).

TABELLA 2-F: GEOLOGIA: MATRICE DI CORRELAZIONE

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Lavori civili	Modifiche morfologiche	Alterazioni allo stato di stabilità del terreno
	Modifiche morfografiche e morfometriche	Alterazioni delle caratteristiche morfologiche delle aree interessate
	Modifiche geomorfologiche	Alterazione delle dinamiche geomorfologiche, come erosione fluviale e cambiamenti nella stabilità di corpi di frana presenti

	<i>Modifiche alla vegetazione arborea</i>	Diminuzione dell'azione protettiva esercitata dalla vegetazione nei confronti dell'erosione del suolo, del deflusso delle acque superficiali e dei fenomeni d'instabilità dei versanti
--	---	--

Nel presente paragrafo si riporta una descrizione di tali fattori di perturbazione e la stima degli impatti che possono generare sulla componente in esame, comprensiva anche delle principali misure di mitigazione adottate.

2.3.2 *Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere – Modifiche geomorfologiche*

Per la realizzazione dell'area impianto, dell'area temporanea da adibire alle attività di cantiere, dell'adeguamento della strada di accesso, saranno necessari scavi e reinterri così suddivisi:

- Sterri: 80.000 m³
- Riporti: 15.000 m³.

La realizzazione di tali movimenti di terreno consentirà di creare una superficie piana sufficientemente ampia da ospitare l'impianto e le aree accessorie (strada e area di costruzione) ad un'altezza di imposta pari a 315 m s.l.m. (stessa quota a cui risulta attualmente ubicata la postazione dei Pozzi MP1 e MP2).

Tale attività di modellamento determinerà modifiche morfologiche (morfografiche e morfometriche) con conseguente potenziale alterazione dello stato di stabilità del terreno.

La progettazione della piazzola ha tenuto conto delle condizioni morfologiche del contesto interessato e dell'uso attuale del suolo: un ulteriore spostamento verso Nord della piazzola comporterebbe la necessità di realizzare ulteriore movimentazione di volumi di terreno rispetto a quelli previsti.

Anche le modifiche vegetazionali ed il taglio di essenze arboree previsti in alcuni settori dell'impianto e dell'area di costruzione determineranno degli impatti sulle condizioni di stabilità del versante: la vegetazione svolge un'azione protettiva nei confronti dell'erosione del suolo, del deflusso delle acque superficiali e dei fenomeni d'instabilità dei versanti, contribuendo alla stabilizzazione dello strato superiore del suolo con gli apparati radicali, con la riduzione dell'erosione e del trasporto solido a valle.

In virtù di questa consapevolezza, in corrispondenza delle nuove scarpate potranno essere realizzate opere di ingegneria naturalistica (es. fascinate o palizzate), al fine di prevenire eventuali movimenti superficiali del terreno e migliorarne la stabilizzazione. Tali interventi di ingegneria naturalistica si affiancheranno, laddove necessario, alla messa in posa di gabbionate metalliche per il contenimento e la stabilizzazione delle scarpate.

Nella presente sezione, per valutare il potenziale impatto ambientale generato dalla fase di costruzione dell'impianto sul contesto geomorfologico risulta utile usare una metodologia basata sulle seguenti quattro sub-componenti (Panizza, 2014):

- ***Morfografia e morfometria***: sono le condizioni morfologiche generali del territorio, come l'acclività, l'energia del rilievo, il reticolo idrografico, etc. Possono essere favorevoli o contrarie alla realizzazione di un'opera.
- ***Pericolosità geomorfologica***: è il grado di instabilità del territorio, che può costituire una limitazione o un rischio per il progetto. Si riferisce a fenomeni come soliflussi, frane, erosioni, valanghe, etc.
- ***Beni geomorfologici***: sono le forme del rilievo che hanno un valore ambientale, culturale o estetico, come circhi glaciali, falesie, dune, etc. Possono subire un impatto negativo dall'opera, che deve essere valutato e mitigato.

- Pericolosità geomorfologica indotta: si considerano gli impatti in una posizione «riflessiva», in quanto l'opera può produrre effetti geomorfologici negativi per il progetto stesso, le costruzioni e i beni circostanti, che dovranno essere mitigati o annullati, per non compromettere la realizzazione del progetto.

Ognuno di questi aspetti svolge un ruolo fondamentale nella determinazione dell'impatto ambientale di un progetto. Panizza (2014) propone l'uso di strumenti come griglie quantitative, indici di pericolosità e impatto, e analisi multicriterio per valutare questi aspetti in modo completo e integrato. Per valutare la compatibilità tra l'opera in progetto e il territorio ospite, considerando le caratteristiche geomorfologiche del territorio e le specificità dell'opera, un ulteriore aspetto che Panizza propone è la qualificazione, che può essere positiva, se l'opera è compatibile con il territorio, o negativa, se l'opera è in contrasto con il territorio e può contribuire a identificare le misure di mitigazione necessarie per ridurre l'impatto ambientale dell'opera.

Nella presente stima si prenderanno in considerazione le sub-componenti individuate da Panizza ma per la valutazione, si utilizzerà l'*Environmental Score* del metodo RIAM, riferendolo a ciascuna subcomponente (morfografia, morfometria, pericolosità geomorfologica, beni geomorfologici – morfostrutture - e pericolosità geomorfologica indotta). In questo modo si riesce a fornire uno strumento per comprendere e mitigare l'impatto ambientale del progetto dal punto di vista geomorfologico, consentendo di confrontare, sovrapporre e integrare i dati geomorfologici con quelli delle altre componenti dell'ambiente, per fornire una visione completa dell'impatto ambientale.

Per quanto concerne la morfografia e morfometria: la realizzazione dell'impianto, analogamente alle modalità costruttive adottate per la postazione esistente, prevede la realizzazione di un rilevato di altezza pari a massimo 10 m fino a quota di 315 m s.l.m.. (FIGURE 2-M e 2-N).

Questo comporterà una modifica delle condizioni morfologiche generali del territorio, modificandone l'acclività e, dunque, l'energia del rilievo. Non saranno, invece apportate modifiche sostanziali al reticolo idrografico principale con cui non si interferirà: un fosso secondario è presente nel settore Nord della postazione già esistente e l'interferenza con tale elemento dovrà essere oggetto di approfondimento nelle successive fasi progettuali.

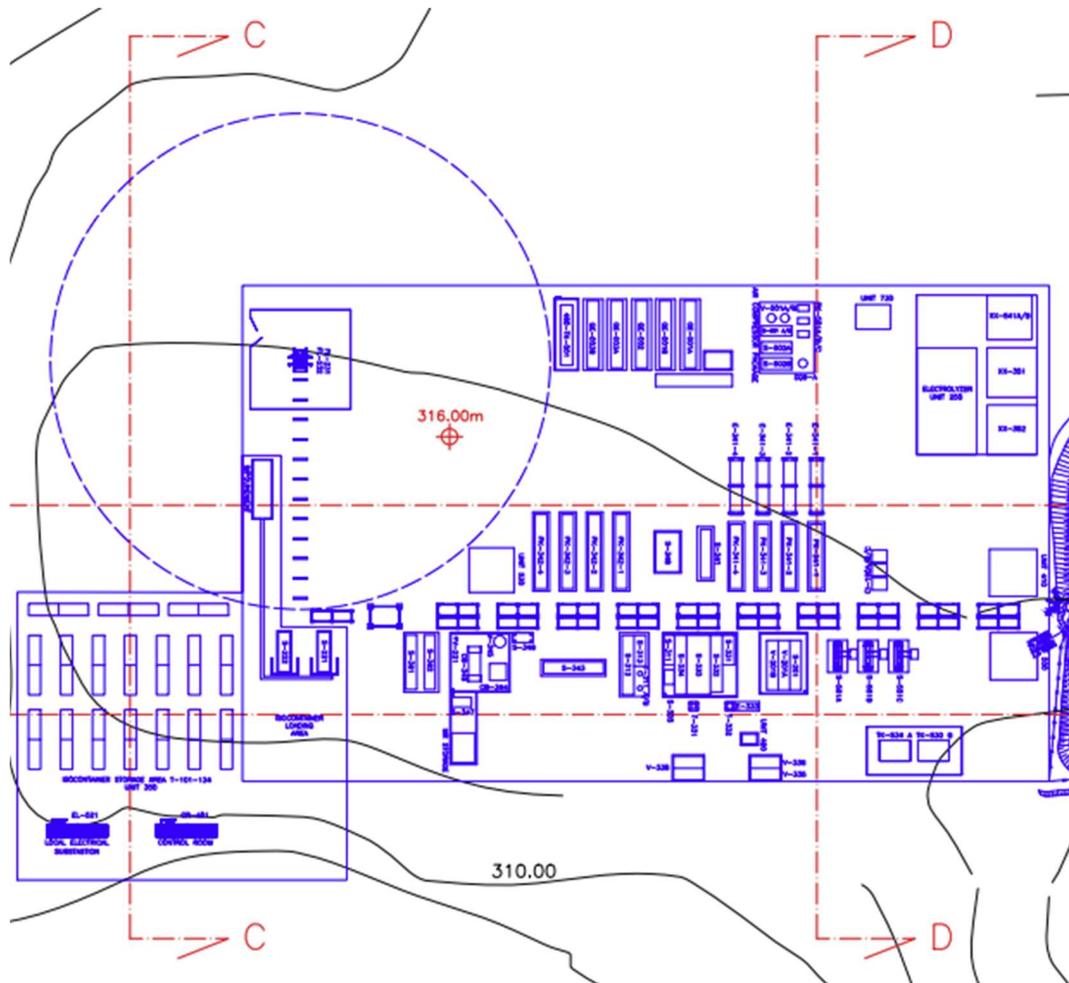


FIGURA 2-M: TRACCIATI DELLE SEZIONI RIPORTATE NELLA FIGURA 2-N

SEZIONE C-C

SEZIONE D-D

		316.00			
QUOTA TERRENO	305.00m	310.00m		315.00m	
QUOTA IMPIANTO	316.00m	316.00m	316.00m	316.00m	316.00m

RINTERRO=650m³

		316.00			
QUOTA TERRENO	315.00m		315.00m		310.00m
QUOTA IMPIANTO	316.00m	316.00m	316.00m	316.00m	316.00m

RINTERRO=450m³

FIGURA 2-N: SEZIONI DELLE AREE INTERESSATE DA RINTERRO

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica, come descritto alla Parte 1 del presente SIA, dalla consultazione della cartografia del PAI risulta che:

- L'area impianto, l'area di cantiere e le strade di accesso ricadono in area a pericolosità **P2 – pericolosità elevata** (nell'Approfondimento 1 - Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico – NTA, per completezza, si riportano le NTA di interesse per il progetto in esame);

- L'area impianto, stando alla cartografia del PAI, è attraversata da un elemento **PS Pericolosità da scarpata** non confermato dagli approfondimenti di natura geomorfologica condotti in campo ma, in ogni caso, meritevole di approfondimento;
- Parte dell'area impianto, dell'area di cantiere e strade di accesso ricadono in area a rischio **R1 moderato**.

Approfondimento 1 - Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico - NTA

Art. 9 - Norme comuni per le aree di pericolosità P3, P2, P1 e Ps 1.

1. Tutti i nuovi interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree di pericolosità molto elevata, elevata e da Scarpata possono essere realizzati da parte del soggetto proponente, subordinatamente al parere positivo rilasciato dall'Autorità di bacino sullo Studio di compatibilità idrogeologica, ove richiesto dalle presenti norme.
2. Allo scopo di impedire l'aumento del rischio nelle aree di pericolosità perimetrate, tutti i nuovi interventi, opere e attività, previsti dal Piano, ovvero assentiti dopo la sua approvazione, devono essere comunque tali da:
 - a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;
 - b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento del rischio da dissesti di versante, attraverso significative e non compatibili trasformazioni del territorio nelle aree interessate;
 - c) non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o alla eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti; e quindi alla sistemazione definitiva delle aree a rischio stesse né pregiudicare la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
 - d) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
 - e) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo.
3. Gli interventi elencati nel presente Titolo II adottano normalmente le tecniche di realizzazione a basso impatto ambientale.
4. In caso di eventuali contrasti tra gli obiettivi degli interventi consentiti dalle presenti norme prevalgono quelli connessi alla sicurezza.
5. Sono fatte salve le disposizioni più restrittive riguardanti le aree su cui si applicano le presenti norme, in materia di beni culturali ed ambientali, aree protette, strumenti di pianificazione territoriale a scala regionale, provinciale e comunale, ovvero altri piani di tutela del territorio.

Art. 10 - Studio di compatibilità idrogeologica

1. Salva diversa espressa specificazione, tutti i progetti per nuovi interventi, nuove opere e nuove attività consentite nelle aree di pericolosità molto elevata (P3), elevata (P2) e da Scarpata (Ps) sono accompagnati da uno **Studio di compatibilità idrogeologica**. Lo studio, redatto in conformità agli indirizzi tecnici di cui all'**Allegato E** alle presenti norme, è presentato, insieme al progetto preliminare, a cura del soggetto pubblico o privato che propone l'intervento.
3. Lo studio di compatibilità idrogeologica si aggiunge alle valutazioni di impatto ambientale, alle valutazioni di incidenza, agli studi di fattibilità, alle analisi costi benefici ed agli altri atti istruttori di qualunque tipo richiesti dalle leggi dello Stato e della Regione.

Capo II - Aree a pericolosità molto elevata

Art. 14 - Disciplina delle aree a pericolosità molto elevata (P3)

1. Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I delle presenti Norme, nelle aree a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente:
 - a) opere ed interventi finalizzati alla mitigazione del rischio e della pericolosità gravitativa ed erosiva;
 - b) opere urgenti realizzate dalle autorità di Protezione Civile o dalle autorità competenti, per la tutela di persone, beni ed attività in condizioni di rischio imminente;
 - c) attività di manutenzione delle opere di consolidamento e di risanamento idrogeologico esistenti;
 - d) interventi di ricostruzione e di riqualificazione del patrimonio naturale ed ambientale.

e) le opere strettamente necessarie alle attività di sfruttamento minerario ed idrogeologico di corpi rocciosi nel rispetto della normativa vigente e purché nell'ambito dello Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, si dimostri che l'attività di estrazione, produzione ed esercizio non alteri o incrementi le condizioni di instabilità in un intorno significativo

dell'intervento e non contribuisca ad innescare fenomeni di subsidenza incompatibili con le finalità di tutela del presente Piano.

...omissis...

Capo III - Aree a pericolosità elevata

Art. 17 - Disciplina delle aree a pericolosità elevata (P2)

1. Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I ed all'art. 14 del precedente CAPO II, nelle aree a pericolosità elevata P2 sono consentiti esclusivamente gli interventi ammessi nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata P3, di cui agli articoli 15 e 16 delle presenti norme, ed inoltre:
 - a) gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti dalla lettera d) dell'art. 3 del DPR 6 giugno 2001 n. 380, che non comportino incremento del carico urbanistico, e gli interventi di recupero a fini abitativi del patrimonio edilizio storico nelle forme consentite dagli strumenti urbanistici.
 - b) la realizzazione di parcheggi pertinenziali ai sensi dell'art. 9 della Legge 122/1989, a condizione che non comportino aumento della pericolosità e/o del rischio, inteso quale incremento di uno o più fattori che concorrono a determinarlo, secondo la formulazione di riferimento contenuta nel DPCM 29.09.1998;
 - c) gli interventi di edilizia rurale necessari per la conduzione aziendale consistenti: sub 1) nella nuova realizzazione di strutture di servizio, incluse quelle per le attività di trasformazione dei prodotti aziendali, e nuovi interventi abitativi destinati all'imprenditore a titolo principale non diversamente localizzabili nell'ambito dell'azienda agricola; sub 2) nella ristrutturazione e ampliamento degli edifici esistenti nella misura massima del 30% del volume complessivo di ciascuno di essi;
 - d) manufatti, strutture di assistenza, di servizio e per il ristoro, esclusivamente riferiti ad attività per il tempo libero e la fruizione dell'ambiente, a condizione che si tratti di strutture mobili con misure di allertamento attivate;
 - e) l'installazione di pannelli termici e/o fotovoltaici che non comportino la realizzazione di strutture in elevazione. 3 2. Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, è richiesto per tutti gli interventi di cui al comma precedente.

Capo IV - Aree a pericolosità moderata

Art. 17 bis - Riclassificazione di aree pericolose nella classe a pericolosità moderata (P1)

1. Su singoli dissesti perimetrati come versante interessato da deformazioni superficiali lente quiescenti, di cui all'Allegato G alle presenti norme, a seguito di appropriate indagini tecniche si possono enucleare le porzioni che soddisfano congiuntamente le seguenti condizioni:
 - a) rappresentano coltri del tipo prevalentemente eluviale, come definite nell'Allegato G, di spessore mediamente entro i 2m e localmente entro i 3m;
 - b) costituiscono parti di margine, poste nella porzione topograficamente alta, del dissesto cartografato.Le porzioni enucleate nei limiti di cui all'art. 24 comma 4 lettera c delle presenti norme, una volta assentite dall'Autorità di Bacino, assumeranno la classe di pericolosità P1 sulla cartografia del Piano. La procedura amministrativa che conduce alla nuova classificazione di pericolosità in classe P1, dettata dall'Art. 24 comma 4 lettera c delle presenti norme, prevede che i Comuni sottopongano proposte tecniche all'Autorità di Bacino che esprimerà un parere e, in caso positivo, provvederà alla modifica della cartografia del Piano.
2. All'interno di singole aree interessate da dissesto diffuso, di cui all'Allegato H alle presenti norme, a seguito di appropriate indagini tecniche si possono enucleare aree minori che costituiscono porzioni stabili o stabilizzate. Le porzioni enucleate nei limiti di cui dall'Art. 24 comma 4 lettera c delle presenti norme, una volta assentite dall'Autorità di Bacino, saranno dalla stessa assegnate alla classe di pericolosità P1 o P0 sulla cartografia del Piano. La procedura amministrativa che conduce a tale nuova classificazione di pericolosità, dettata dall'Art. 24 comma 4 lettera c delle Presenti norme, prevede che i Comuni sottopongano proposte tecniche all'Autorità di Bacino che esprimerà un parere e, in caso positivo, provvederà alla modifica della cartografia del Piano.

Art. 18 - Disciplina delle aree a pericolosità moderata (P1)

1. Nelle aree a pericolosità moderata sono ammessi tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale, in accordo con quanto previsto dagli Strumenti Urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali di cui all'articolo 9.

2. I Comuni possono valutare la necessità di redazione dello Studio di compatibilità idrogeologica all'interno delle aree perimetrate quali aree a pericolosità moderata (P1).
3. Tutti gli interventi ammessi nelle aree perimetrate a pericolosità moderata da dissesti gravitativi ed erosivi:
 - a) sono realizzati con tipologie costruttive finalizzate alla riduzione della vulnerabilità delle opere e del rischio per la pubblica incolumità e, su dichiarazione del progettista, coerentemente con le azioni, le norme e la pianificazione degli interventi di emergenza di protezione civile previste dal presente Piano e dai piani di protezione civile comunali; b) sono accompagnati da indagini geologiche e geotecniche, ai sensi del DM 11 marzo 1988, estese ad un ambito morfologico o un tratto di versante significativo.
4. Tutti gli interventi ammessi nelle zone delimitate a pericolosità moderata devono essere tali da non comportare aumento della pericolosità e/o del rischio, inteso quale incremento di uno o più dei fattori che concorrono a determinarlo, secondo la formulazione di cui al punto 2.1) del DPCM 29 settembre 1998.

Art. 20 - Scarpare morfologiche (Ps) 1.

1. Gli Enti Locali provvedono alla corretta trasposizione nei propri strumenti urbanistici delle Scarpare, come definite ai punti 2 e 3 dell'Allegato F alle presenti norme, nel rispetto delle specifiche di cui al punto 4 dello stesso Allegato e appongono le fasce di rispetto per l'ampiezza stabilita al punto 6 dell'Allegato F alle presenti norme.
2. In corrispondenza delle fasce di rispetto delle Scarpare, sono consentiti esclusivamente gli interventi di cui all'art. 14, gli interventi di cui all'art. 15 16 PAI - Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi comma 1 (ad esclusione dei punti k e m), gli interventi di cui all'art. 16 comma 1 e gli interventi di cui all'art. 17 comma 1 delle presenti norme.
3. La eliminazione delle condizioni di pericolosità costituisce, di fatto, eliminazione dei vincoli derivanti dall'applicazione dei precedenti commi del presente articolo.
4. Per scarpare con fronti consolidati artificialmente, con opere debitamente collaudate, all'interno delle fasce di rispetto, come definite al punto 5 dell'Allegato F alle presenti norme, sono consentiti gli interventi di cui al D.P.R. n. 380/01, art. 3 comma 1 lettere a), b), c), d), f) e gli ampliamenti di edifici esistenti solo per adeguamenti igienico-sanitari, adeguamenti alle normative e premi di cubature, laddove già previsto dallo strumento urbanistico vigente, limitatamente ad un massimo del 20% della volumetria esistente; per detti interventi, ad eccezione di quelli di cui alla lett. f, non è richiesto lo Studio di compatibilità idrogeologica.
5. Per scarpare con fronti inattivi o quiescenti, rivestiti da un manto spontaneo d'essenze arboree stabilizzanti, sono consentiti gli stessi interventi del precedente comma 4 del presente articolo; per detti interventi è richiesto lo Studio di compatibilità idrogeologica.

Della interferenza con aree censite dal PAI bisogna tener necessariamente conto: per la realizzazione dell'intervento sarà necessario, in ogni caso, predisporre uno **Studio di compatibilità idrogeologica** da presentare agli enti preposti per le necessarie autorizzazioni. Tale Studio, che dovrà tener conto di uno stato di progettazione più avanzato (in cui siano esplicitati anche gli aspetti strutturali dell'impianto) e dovrà dimostrare che l'attività di estrazione, produzione ed esercizio non alteri o incrementi le condizioni di instabilità in un intorno significativo dell'intervento e non contribuisca ad innescare fenomeni di subsidenza incompatibili con le finalità di tutela del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico, valutando anche la necessità di specifiche opere di consolidamento e stabilizzazione. Il proponente, in ogni caso, si avvarrà della possibilità di richiedere un parere preliminare agli enti preposti, in maniera da condividere contenuti ed approfondimenti previsti per lo studio.

I rilevamenti geomorfologici effettuati nell'ambito della Convenzione con l'università degli Studi "G. d'Annunzio" hanno riguardato anche i fenomeni franosi segnalati nell'ambito PAI, evidenziandone degli altri ed approfondendone il quadro conoscitivo.

Le aree PAI oggetto di approfondimento sono quelle riportate in Tabella 2-G e in figura 2-O (in rosso sono evidenziate le frane con cui interferisce l'Impianto Small Scale LNG): di seguito se ne descrivono le caratteristiche, se ne riporta la

perimetrazione e suddivisione dettagliata in ulteriori movimenti franosi individuati e caratterizzati durante gli studi condotti (Figura 2-P). Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'Appendice D.

Tabella 2-G: Frane PAI oggetto di approfondimento				
CODICE FRANA PAI	COMUNE	PROVINCIA	TIPOLOGIA PAI	STATO ATTIVITA'
G3-015421	Bomba	Chieti	Corpo di frana di colamento	Quiescente
G3-014358	Bomba	Chieti	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso	Attivo
G3-014711	Bomba	Chieti	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)	Attivo
G3-003549	Bomba	Chieti	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)	Quiescente
G3-001938	Bomba	Chieti	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)	Quiescente
G3-003550	Bomba	Chieti	Corpo di frana di colamento	Quiescente
G3-001937	Bomba	Chieti	Corpo di frana di scorrimento traslativo	Non attivo
G3-001935	Bomba	Chieti	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)	Quiescente
G3-001936	Bomba	Chieti	Corpo di frana di scorrimento traslativo	Quiescente
G3-015171	Bomba	Chieti	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente
G3-015172	Atessa Fraz.	Chieti	Corpo di frana di scorrimento rotazionale	Quiescente

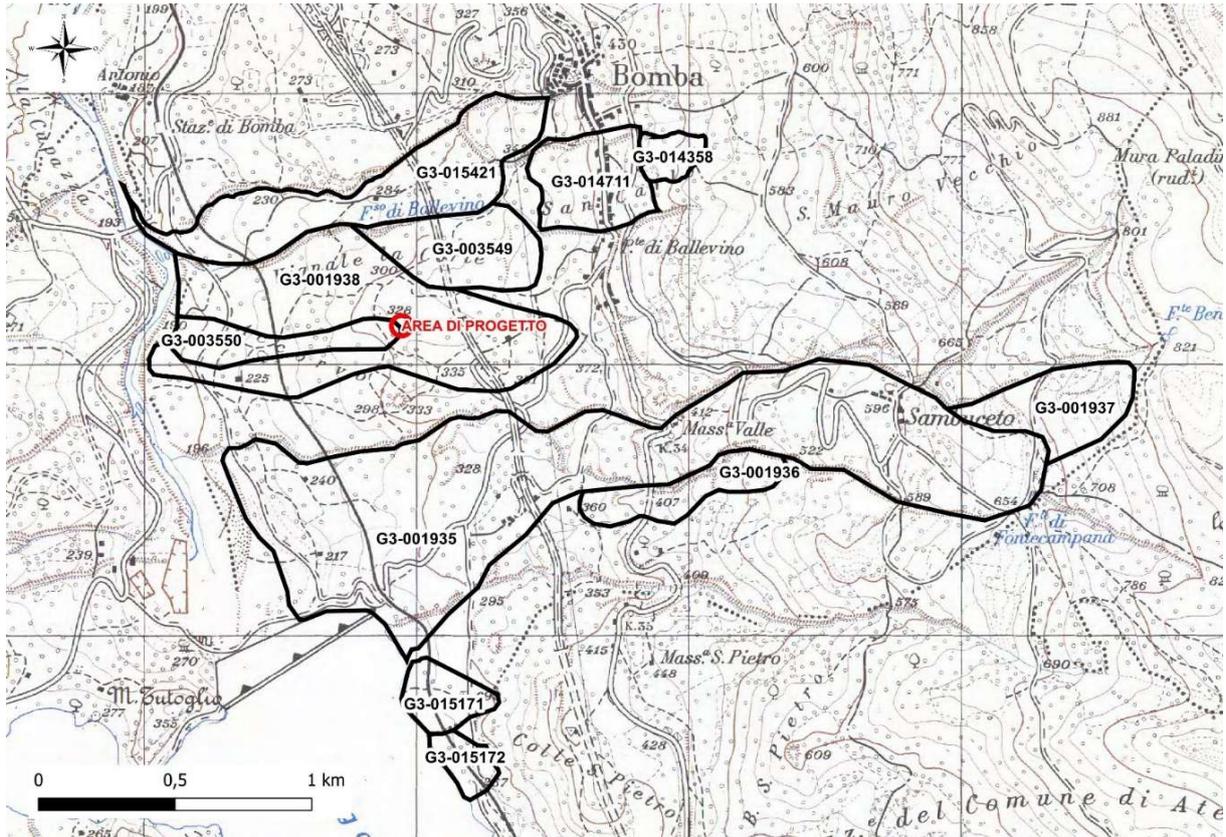


FIGURA 2-O: FENOMENI FRANOSI (CON RELATIVO CODICE IDENTIFICATIVO) PERIMETRATI NELL'AMBITO DELLA CARTOGRAFIA DELL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE (2021) E OGGETTO DI APPROFONDIMENTO. IL PAL-LINO ROSSO INDICA L'AREA DI PROGETTO

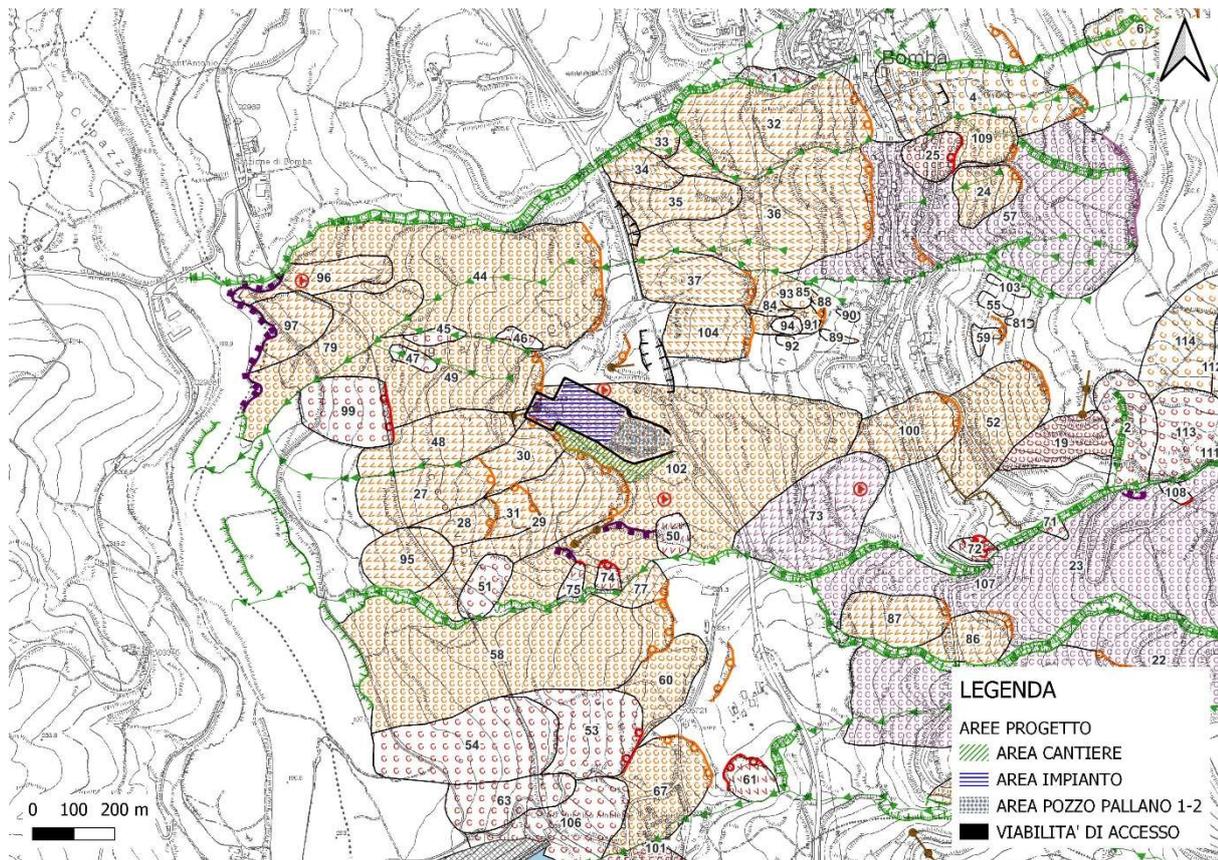


FIGURA 2-P: MOVIMENTI FRANOSI INDIVIDUATI E CARATTERIZZATI DURANTE GLI STUDI CONDOTTI

In **particolare**, l'area di progetto (comprensiva della viabilità e dell'area di costruzione) interferirebbe con i seguenti corpi di frana (Figura 2-Q):

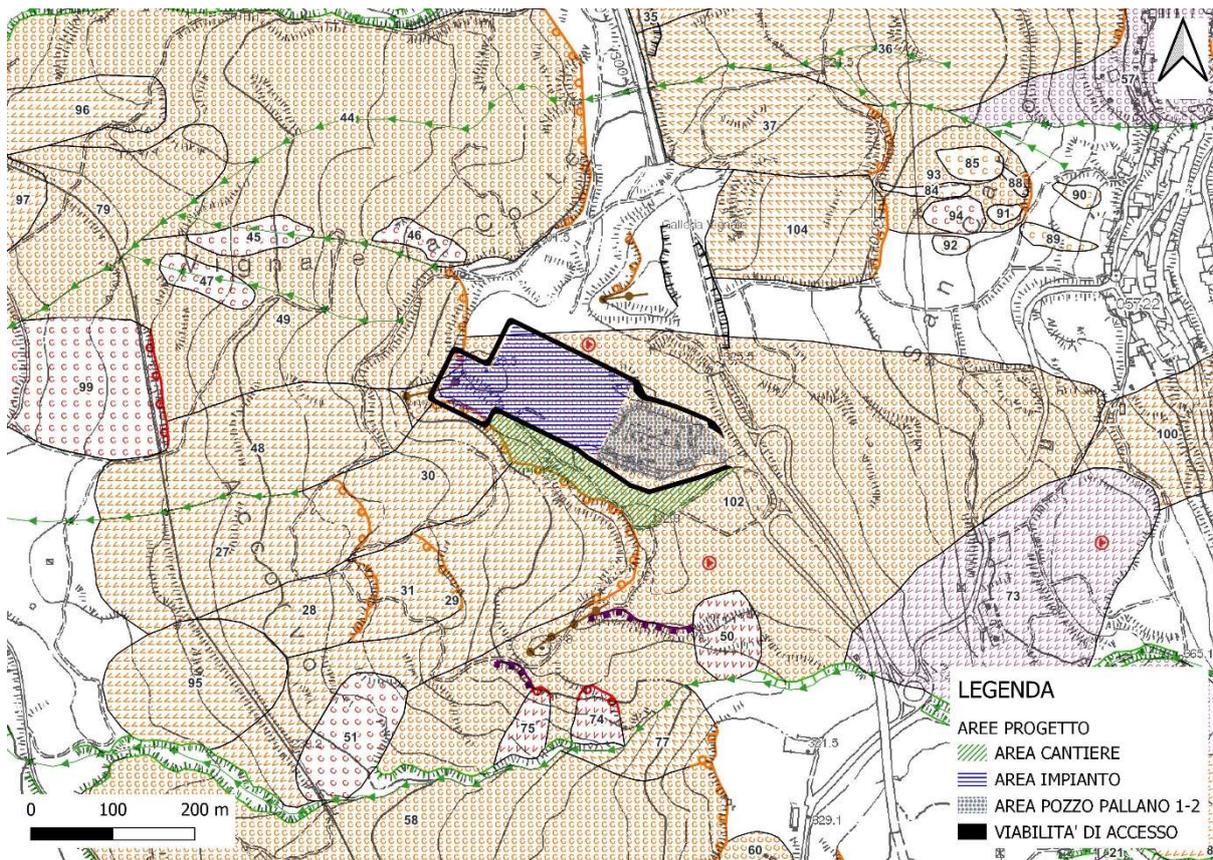


FIGURA 2-Q: SOVRAPPOSIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO CON I CORPI DI FRANA INDIVIDUATI

La Frana PAI codice G3-001938 (corpo di frana di genesi complessa - inclusi i fenomeni di trasporto in massa, con stato di attività quiescente) è stata ripermimetrata e rinumerata nei seguenti movimenti franosi (in rosso sono evidenziate le frane con cui interferisce l'Impianto Small Scale LNG):

Tabella 2-H: Movimenti franosi ripermimetrati nell'ambito della Frana PAI codice G3-001938		
FRANA	TIPOLOGIA	STATO ATTIVITA'
27	Corpo di frana rotazionale	Quiescente
45	Corpo di frana di colamento	Attivo
47	Corpo di frana di colamento	Attivo
49	Corpo di frana di genesi complessa	Quiescente
99	Corpo di frana di colamento	Attivo
102	Corpo di frana di genesi complessa	Quiescente

Frana 49 - Corpo di frana di genesi complessa generato da fenomeni riconducibili presumibilmente a frane rotazionali e da colamenti con stato di attività quiescente. La parte alta del corpo di frana è delimitata da una scarpata di degradazione e/o di frana con stato di attività quiescente (Figura 2-Sa).

Frana 102 - Corpo di frana di genesi complessa generato da fenomeni riconducibili presumibilmente a frane rotazionali e da colamenti con stato di attività quiescente. Tutto il corpo di frana è caratterizzato da un'elevata articolazione morfologica riconducibile ad avvallamenti, rigonfiamenti, contropendenze (Figura 2-Ra, Figura 2-Rb). Si individua inoltre una

vasta area sub-pianeggiante che si estende tra le quote 325 e 350 m s.l.m. Sulla superficie sub-pianeggiante sono stati individuati dei blocchi di dimensioni metrici (Figura 2-Rc). Durante il rilevamento si è osservato un affioramento di un deposito di natura limoso-sabbioso di colore biancastro, particolarmente alterato. Le dimensioni ridotte dell'affioramento non hanno permesso di effettuare ulteriori osservazioni. Dall'osservazione delle ortofoto e dal rilevamento di terreno non sono emersi evidenze di attività. Gli unici indizi di attività sono ubicati sulla strada comunale Via Lago, dove sono presenti delle lesioni, fratture di trazione, avvallamenti e rigonfiamenti, sul manto stradale, in prossimità della parte alta della frana. A nord del campo pozzi è presente un'importante contropendenza circoscritta dalla quota 340 m s.l.m., caratterizzata da una rigogliosa vegetazione ripariale (canneti, etc.), dovuta alla presenza di acqua superficiale.

a)





b)



c)

FIGURA 2-R: A) PANORAMICA DELLA FRANA N. 102, NELLA FOTO SI EVIDENZIA L'AREA DEL CAMPO POZZI (COORDINATE PUNTO DI SCATTO: LAT. 42°01'29,17", LONG. 14°22'02,37", AZIMUT 250). B) PARTICOLARE DI UNA PORZIONE DEL FENOMENO FRANOSO N. 102 (COORDINATE PUNTO DI SCATTO: LAT. 42°01'36,85", LONG. 14°21'50,48' AZIMUT 10). C) PANORAMICA DEI BLOCCHI DI DIMENSIONI METRICHE PRESENTI LOCALMENTE SUL CORPO DI FRANA. (COORDINATE PUNTO DI SCATTO: LAT. 42° 01'32,26", LONG. 14°21'33,55", AZIMUT 45)

La Frana PAI codice G3-003550 (corpo di frana di colamento con stato di attività quiescente) è stata ripermetrata e rinumerata nei seguenti movimenti franosi (in rosso sono evidenziate le frane con cui interferisce l’Impianto Small Scale LNG):

Tabella 2-I: Movimenti franosi ripermetrati nell’ambito della Frana PAI codice G3-003550		
FRANA	TIPOLOGIA	STATO ATTIVITA’
30	Corpo di frana rotazionale	Quiescente
48	Corpo di frana rotazionale	Quiescente

Frana 30 - Corpo di frana rotazionale con stato di attività quiescente. La parte alta del corpo di frana è delimitata da una scarpata di degradazione e/o di frana con stato di attività quiescente. Il corpo di frana è caratterizzato da un’elevata articolazione morfologica, riconducibile ad avvallamenti e rigonfiamenti.

Frana 48 - Corpo di frana rotazionale con stato di attività quiescente. Il corpo di frana è caratterizzato da un’elevata articolazione morfologica, riconducibile ad avvallamenti e rigonfiamenti (Figura 2-Sa).

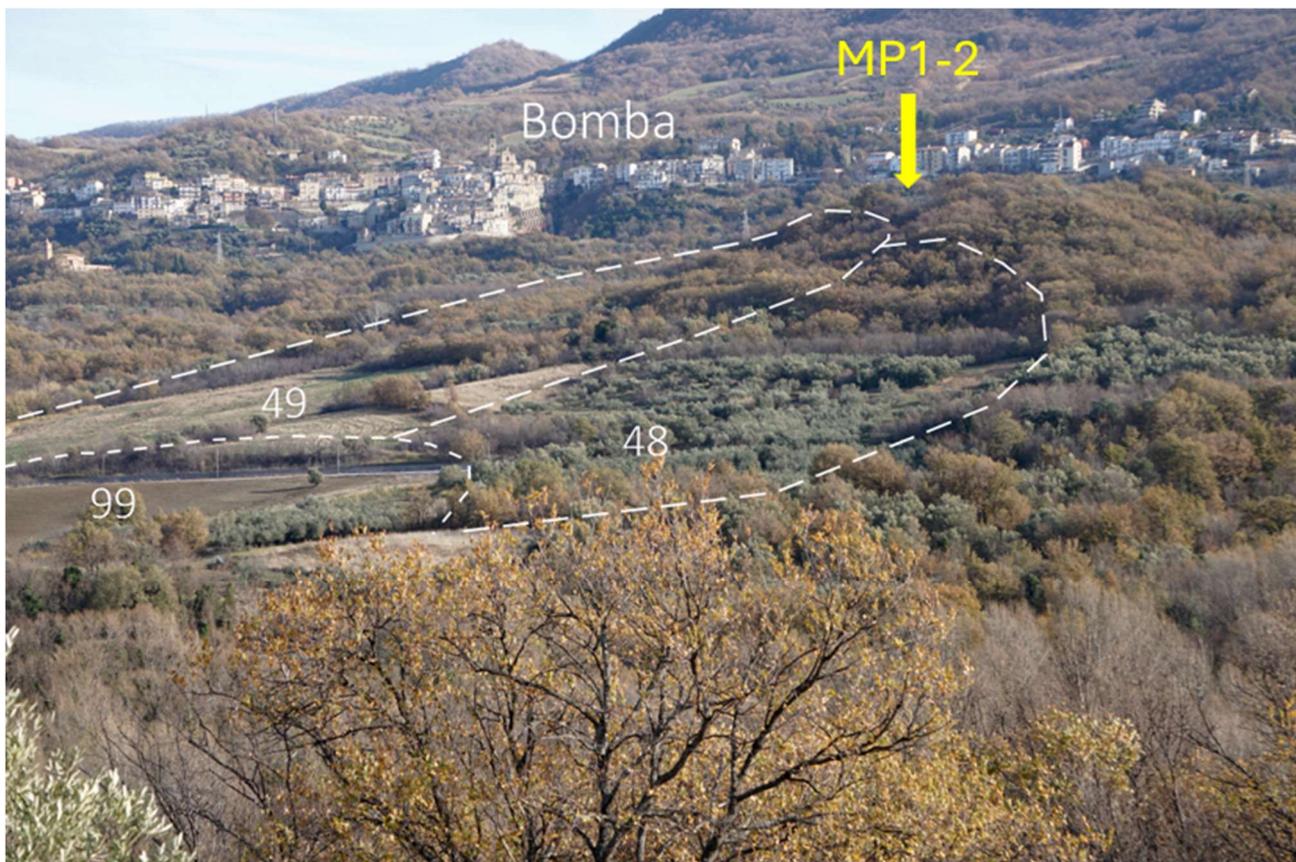


FIGURA 2-S: A) PANORAMICA DEL VERSANTE OCCIDENTALE DI MONTE PALLANO E CENTRO ABITATO DI BOMBA. DALLA FOTO SI EVIDENZIANO I FENOMENI FRANOSI 48, 49 E 99 (COORDINATE PUNTO DI SCATTO: LAT. 42°01’17,40”, LONG. 14°20’43,67”, AZIMUT 90)

Il perimetro dell'area cantiere per la realizzazione dell'impianto Small Scale LNG interferisce, inoltre, con la **frana 29** (individuata recentemente dagli studiosi dell'Università degli studi "G. d'Annunzio"): si tratta di un corpo di frana rotazionale con stato di attività quiescente. L'area risulta caratterizzata da una elevata articolazione morfologica, riconducibile ad avvallamenti e rigonfiamenti. Il corpo di frana n. 29 risulta delimitato a monte dal relativo orlo di degradazione e/o di frana quiescente. Questa scarpata ha inciso la superficie sub-pianeggiante sulla quale è ubicato il campo pozzi. I fenomeni franosi n. 28 e 31 hanno successivamente interessato il corpo di frana n. 29, e risultano sormontati dai relativi orli di degradazione e/o di frana. Le scarpate si presentano vegetate di alberi e piccoli arbusti. Localmente si osservano alberi caratterizzati da tronchi uncinati e/o inclinati verso valle. Nell'area non si evidenziano elementi a rischio.

L'assetto morfologico dell'area di progetto si presenta, pertanto, complesso e dovrà essere oggetto di ulteriore monitoraggio che, alla luce dei nuovi studi, consenta di rivalutare oggettivamente il grado di pericolosità dei contesti interessati dagli interventi.

Sull'area di progetto, in prossimità dell'esistente postazione MP 1-2 è già stato installato un tubo inclinometrico ed è già stata eseguita una misura nello scorso mese di febbraio (07 febbraio 2024) (Figura 2-T e Figura 2-U).

L'utilizzo della strumentazione inclinometrica, per la misura di movimenti di traslazione nei terreni e negli ammassi rocciosi, permette di ottenere valori di spostamento molto precisi, con un elevato grado di affidabilità e ripetibilità.

Nella lettura di febbraio non sono stati registrati spostamenti critici ma, cautelativamente, considerata anche la scarsità di piogge che ha caratterizzato l'autunno 2023 e l'inverno 2024, si rimanda alle successive letture per considerazioni più affidabili.

Si ritiene, inoltre, indispensabile aggiungere ulteriori punti di monitoraggio e proseguire con le attività interferometriche per meglio caratterizzare il contesto direttamente interessato dagli interventi in progetto.

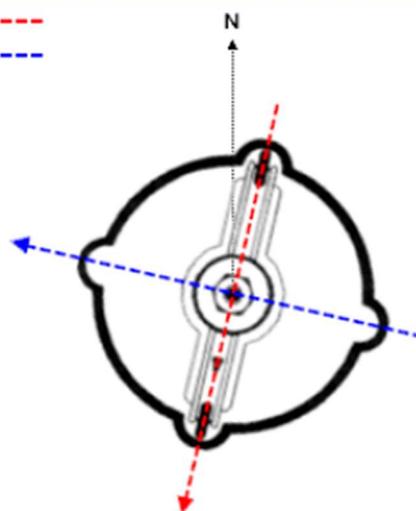
Le attività dovranno, inoltre, consentire di caratterizzare la scarpata morfologica riportata nella cartografia PAI: considerate le difficoltà logistiche e l'inaccessibilità alle proprietà private, non è stato possibile verificare eventuali processi morfogenetici evolutivi locali.

NOME	PROFONDITA'	PASSO MISURE
S2	30.00 metri	0.50 metri

Azimut: 193°

Sporgenza dal suolo: 0 cm

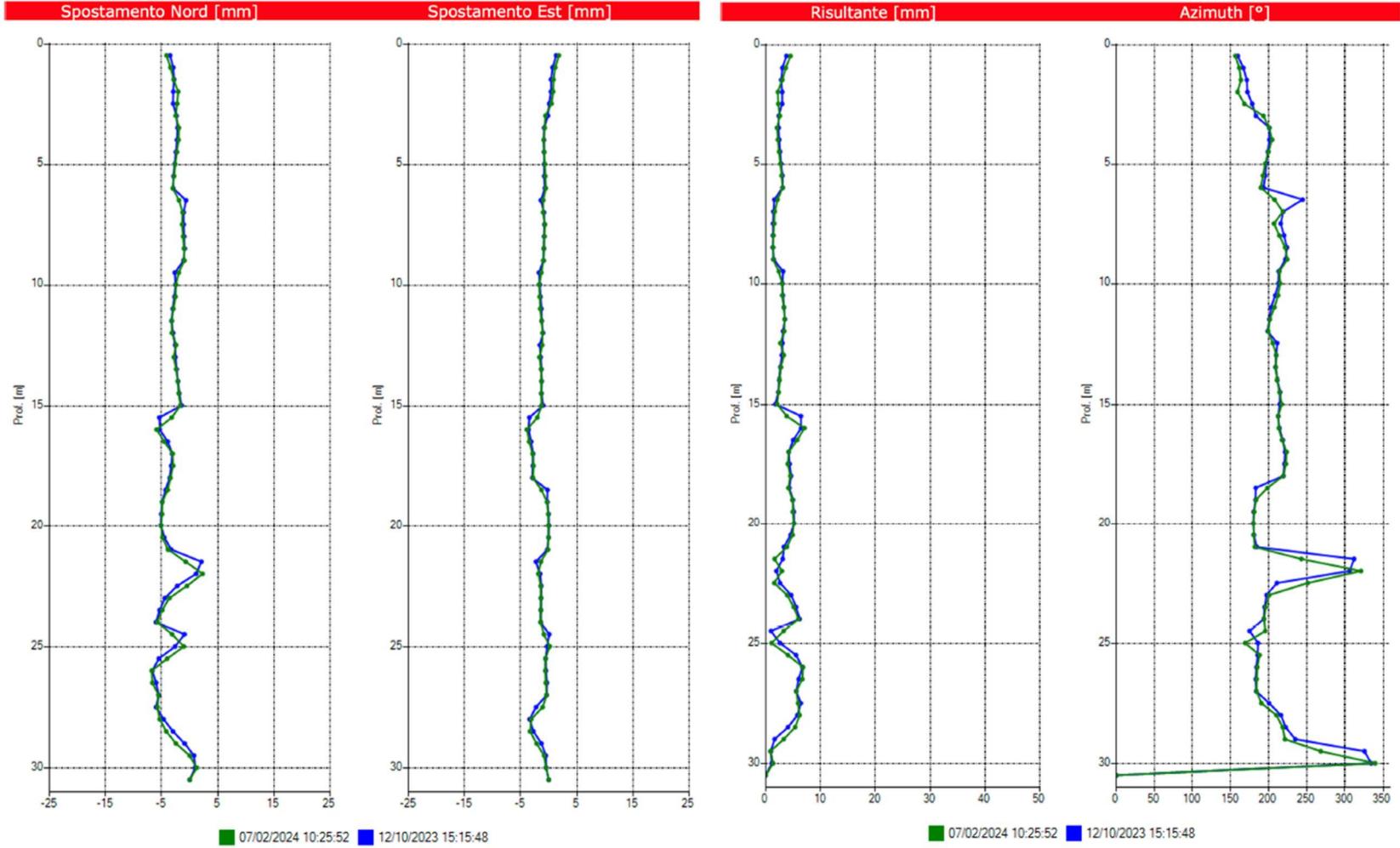
A - - - -
B - - - -



DATA	LETTURA N°	NOTE
12/10/2023	Letture di riferimento	
07/02/2024	Letture #1	

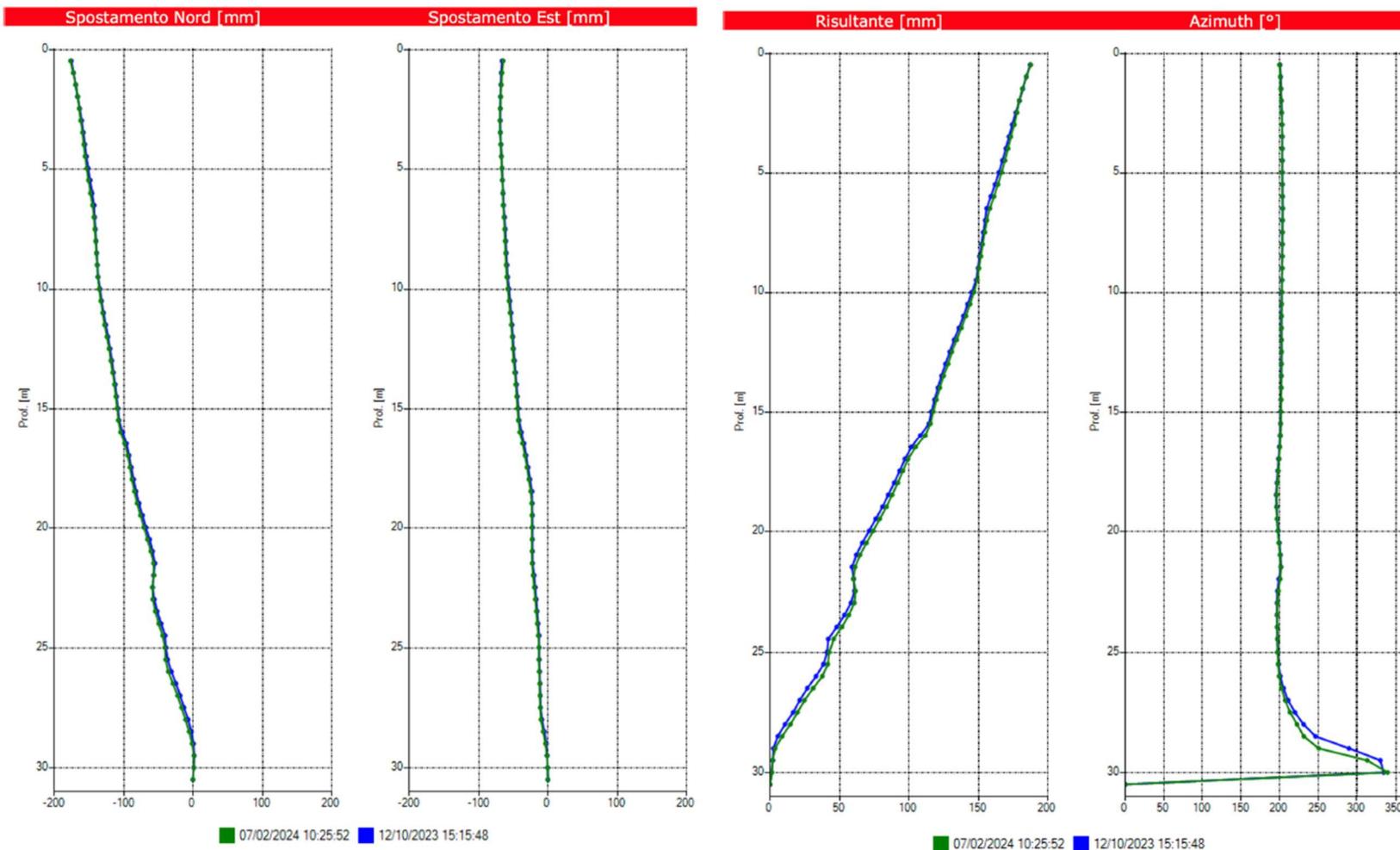


FIGURA 2-T: LETTURA DI RIFERIMENTO E MISURA ESEGUITA IL 07 FEBBRAIO 2024



Variazione locale dello spostamento rispetto alla misura di riferimento

Risultante dello spostamento rispetto alla misura di riferimento



Curve cumulate dello spostamento rispetto alla misura di riferimento

Risultante delle curve cumulate rispetto alla misura di riferimento

FIGURA 2-U: CURVE DI SPOSTAMENTO REGISTRATE NELLA LETTURA DEL 07 FEBBRAIO 2024

Analizzando lo stralcio della carta delle aree a criticità morfologica (Figura 2-V), è possibile evincere quanto segue:

- Settore Campo pozzi, inclusa la porzione con la viabilità principale (SS 652): si caratterizza per un'area a criticità geomorfologica medio-alta dovuta alla sovrapposizione tra il fenomeno franoso in stato quiescente, movimenti da dati interferometrici e discontinuità da indagini indirette;
- Settore a Nord dell'area di progetto: si contraddistingue per un'area a criticità geomorfologica alta dovuta alla sovrapposizione tra il fenomeno franoso in stato quiescente, la presenza di acqua, movimenti da dati interferometrici e discontinuità da indagini indirette.

L'interferenza dell'area di progetto con aree a criticità media dovrà essere, necessariamente, un elemento di cui tener conto nello sviluppo del progetto definitivo ed esecutivo.

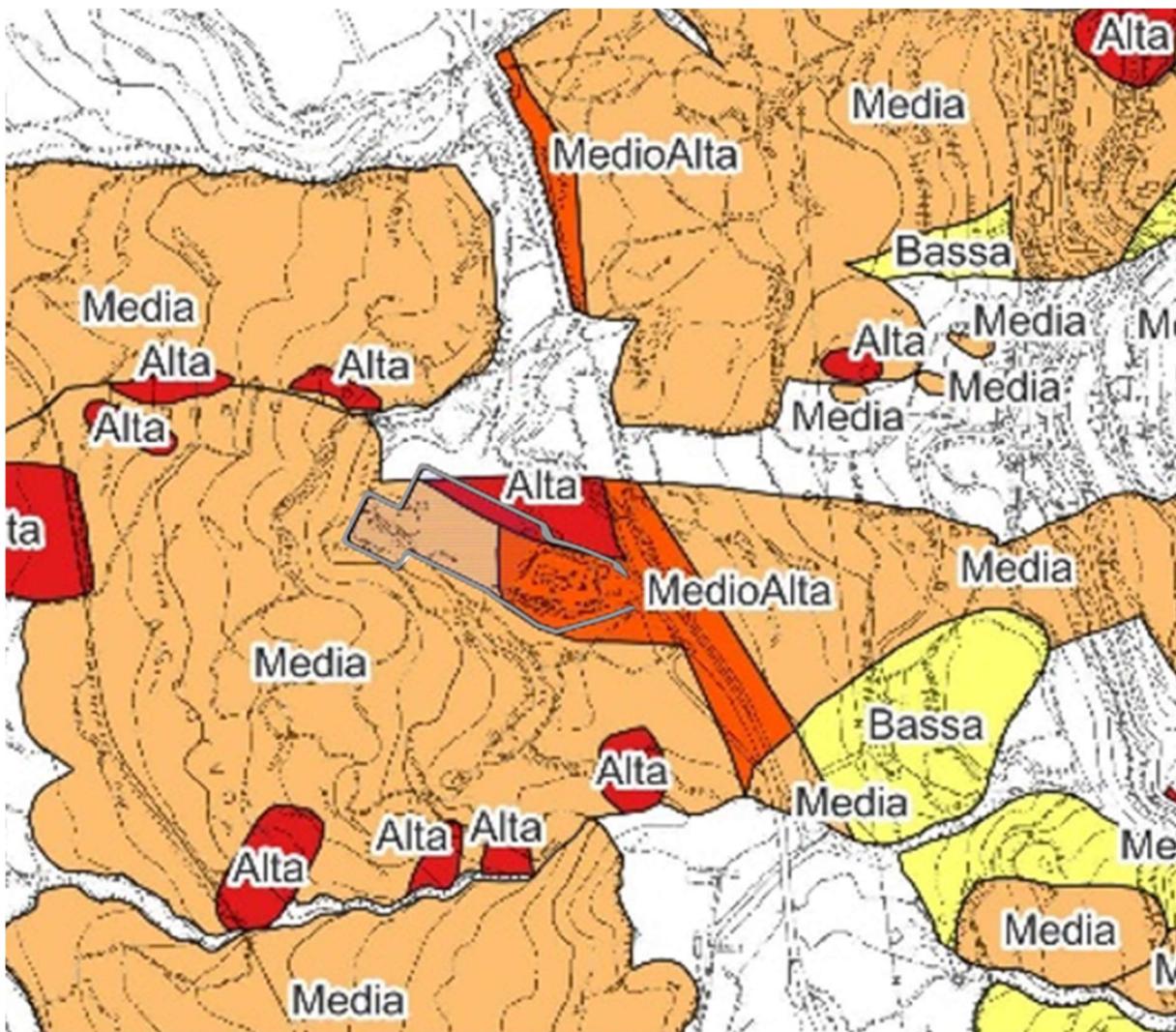


FIGURA 2-V: STRALCIO DELLA CARTA DELLE AREE A CRITICITÀ GEOMORFOLOGICA

Anche l'analisi interferometrica conferma la diffusa presenza di fenomeni franosi su tutta l'area (sia domini esterni che area del giacimento) e l'entità dei tassi di spostamento riscontrati, che risultano moderati ma non trascurabili; nel contesto interessato dalle osservazioni si ritiene, dunque, necessario eseguire monitoraggi di controllo dei processi riconosciuti e verificare l'insorgenza di possibili nuovi fenomeni deformativi in futuro.

Per quanto concerne la presenza di *beni geomorfologici*, nell'area interessata dal progetto non sono state segnalate forme del rilievo che possano avere un valore ambientale, culturale o estetico (come circhi glaciali, falesie, dune, etc), così come confermato anche dagli approfondimenti tecnico-scientifici riportati in Appendice D: non si prevedono, pertanto, interferenze con tali beni, né sono previste misure di mitigazione in tal senso.

Per quanto concerne la *pericolosità geomorfologica indotta*, non si ritiene che la realizzazione dell'impianto possa determinare impatti in una posizione «riflessiva» producendo effetti geomorfologici negativi per il progetto stesso, le costruzioni e i beni circostanti. Non si segnalano, peraltro, beni e abitazioni nelle aree a valle del sito in cui sarà ubicato l'impianto stesso. In ogni caso, come evidenziato in precedenza, a seguito dell'interferenza con aree censite dal PAI sarà necessario predisporre uno Studio di compatibilità idrogeologica da presentare agli enti preposti per le necessarie autorizzazioni. Tale Studio, che dovrà tener conto di uno stato di progettazione più avanzato (in cui siano esplicitati anche gli aspetti strutturali dell'impianto) e dovrà dimostrare che l'attività di estrazione, produzione ed esercizio non alteri o incrementi le condizioni di instabilità in un intorno significativo dell'intervento e non contribuisca ad innescare fenomeni di subsidenza incompatibili con le finalità di tutela del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico, valutando anche la necessità di specifiche opere di consolidamento e stabilizzazione.

2.3.3 Matrice di valutazione

Anche le matrici di valutazione vengono aggiornate a seguito degli approfondimenti realizzati (Appendice D -Relazione geologica e geomorfologica, Appendice E – Analisi interferometrica e Appendice F - Indagini geofisiche e geoelettriche). Facendo riferimento a quanto riportato nella “Carta delle aree a criticità geomorfologica”, si ritiene, cautelativamente, di considerare il valore più elevato per descrivere la vulnerabilità del ricettore.

A scala locale, solo il settore a Nord del nuovo impianto interferisce con una criticità alta.

Analogamente, considerato che sulla parte meridionale del versante del Monte Pallano (su cui sarà realizzato l'impianto, è stata rilevata una diffusa presenza di fenomeni franosi) la scala geografica viene cautelativamente considerata sovra-locale (es. l'intero territorio comunale) per la subcomponente pericolosità geomorfologica.

Le aree caratterizzate, infatti, da criticità maggiori non sono quelle in cui sarà realizzato l'impianto, ma quelle limitrofe (settori interessati dai movimenti franosi attivi o quiescenti individuati in destra idrografica e nei pressi dei corsi d'acqua/impluvi, dove la generale instabilità è aggravata dai processi di erosione esercitati dalle acque correnti superficiali).

Di seguito si fornisce una valutazione degli impatti sulla sub-componenti della “Geomorfologia” dovuti ai fattori di perturbazioni individuati in precedenza (Tabella 2-J ÷ Tabella 2-M).

Subcomponente morfografia e morfometria (Tabella 2-J): sono stati considerati i possibili impatti sulle caratteristiche morfologiche generali come acclività, energia del rilievo, reticolo idrografico, concavità o convessità del pendio, ecc...

TABELLA 2-J: MATRICE DI VALUTAZIONE PER LA SUBCOMPONENTE MORFOGRAFIA E MORFOMETRIA.

			Fattori di perturbazione
			Modifiche alla morfografia e morfometria
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	1
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1
	B1	Durata dell'impatto	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	4
	B3	Presenza di impatti cumulativi	3
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-15
Significatività dell'impatto	Classe		-1
	Giudizio		<i>Impatti negativi poco significativi</i>

Subcomponente pericolosità geomorfologica (Tabella 2-K): sono stati considerati i possibili impatti su vari processi geomorfologici come soliflussi, frane, fenomeni erosivi.

TABELLA 2-K MATRICE DI VALUTAZIONE PER LA SUBCOMPONENTE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA.

			Fattori di perturbazione
			Interferenza con aree a pericolosità geomorfologica
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	2
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1
	B1	Durata dell'impatto	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	4
	B3	Presenza di impatti cumulativi	4
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-32
Significatività dell'impatto	Classe		-2
	Giudizio		<i>Impatti moderatamente negativo</i>

Subcomponente beni geomorfologici (Tabella 2-L): sono stati considerati i possibili impatti su morfostrutture con un valore ambientale elevato come circhi glaciali, falesie, dune, etc...

TABELLA 2-L MATRICE DI VALUTAZIONE PER LA SUBCOMPONENTE BENI GEOMORFOLOGICI.

			Fattori di perturbazione
			Modifiche a beni geomorfologici
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	1
	A2	Magnitudo dell'impatto	0
	B1	Durata dell'impatto	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	4
	B3	Presenza di impatti cumulativi	3
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		0
Significatività dell'impatto	Classe		0
	Giudizio		Assenza di cambiamenti

Subcomponente pericolosità geomorfologica indotta (Tabella 2-M): Sono stati considerati gli impatti in una posizione «riflessiva», in quanto l'opera può produrre effetti geomorfologici negativi per il progetto stesso, le costruzioni e i beni circostanti, che dovranno essere mitigati o annullati, per non compromettere la realizzazione del progetto.

TABELLA 2-M MATRICE DI VALUTAZIONE PER LA SUBCOMPONENTE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA INDOTTA.

			Fattori di perturbazione
			Generazione di pericolosità geomorfologica indotta
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	1
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1
	B1	Durata dell'impatto	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	4
	B3	Presenza di impatti cumulativi	3
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-15
Significatività dell'impatto	Classe		-1
	Giudizio		Impatti negativi poco significativi

Mantenendo un approccio cautelativo e considerando il punteggio più elevato ottenuto nella valutazione di ciascuna sub-componente per la geomorfologia, gli impatti sulla componente “geologia e geomorfologia” dovuti ai fattori di perturbazioni individuati possono essere riassunti nelle tabelle a seguire (Tabella 2-N). Si ricorda che l’impianto sarà operativo per almeno 20 anni.

TABELLA 2-N: MATRICE DI VALUTAZIONE PER LA COMPONENTE “GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA”

			Fattori di perturbazione
			Interferenza con aree a pericolosità geomorfologica
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	2
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1
	B1	Durata dell'impatto	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	4
	B3	Presenza di impatti cumulativi	4
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-32
Significatività dell'impatto	Classe		-2
	Giudizio		<i>Impatti moderatamente negativo</i>

In ragione delle modifiche morfologiche e delle interferenze con aree in frana dovranno essere valutate le necessarie misure di mitigazione di tipo strutturale che tengano conto delle caratteristiche del contesto geomorfologico interessato.

2.4 ACQUE

Risultati degli approfondimenti tecnico-scientifici – Modello Idrogeologico

La ricostruzione del modello idrogeologico dell'area di studio di Monte Pallano è stata effettuata integrando i dati ottenuti dai rilievi di campo con tutte le informazioni ricavate dalle fonti bibliografiche e dalle indagini di sito disponibili e appositamente realizzate per il presente studio.

Le analisi sono state basate, in particolare, su:

- Fonti bibliografiche esistenti e informazioni geologico-strutturali disponibili,
- Informazioni idrogeologiche presenti nella letteratura scientifica riguardante l'area;
- Stratigrafie dei pozzi petroliferi e indagini geognostiche sito-specifiche;
- Indagini geofisiche realizzate ad hoc;
- Rilevamento idrogeologico ex-novo delle aree interessate dal progetto e di quelle interessate dai complessi idrogeologici oggetto di studio;
- Misure piezometriche.

Gli studi appositamente condotti hanno permesso di definire alcune differenze con le cartografie esistenti legate sia ad una diversa interpretazione dei dati derivanti dalle indagini geognostiche e dai dati di pozzo e sia alla differente scala di lavoro che ha permesso di analizzare con maggior dettaglio il contesto idrogeologico, anche grazie ad una campagna di rilevamento sul terreno.

L'unione dei dati di campo con le risultanze delle indagini geognostiche e dei pozzi petroliferi e con le informazioni riportate in letteratura ha così permesso di distinguere nell'area di studio cinque complessi idrogeologici e di definire uno schema di deflusso idrico sotterraneo. I complessi, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza, sono stati rappresentati nella carta idrogeologica e nelle sezioni idrogeologiche (per i necessari approfondimenti si rimanda all'Appendice G).

Nel settore che va dalla sommità di Monte Pallano fino al fondovalle del Fiume Sangro sono stati individuati cinque complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza (tabella 2-O).

TABELLA 2-O: SINTESI DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI INDIVIDUATI CON INDICAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI LITOTIPO, COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ E INDICAZIONE SULLA TRASMISSIVITÀ			
Complesso	Litologia	permeabilità <i>m/s</i>	trasmissività
CDA	Ghiaie sabbiose e sabbioso-limose, sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi	$1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-2}$	Buona
CDC	Arenarie in blocchi, argille limose, limi argillosi, limi sabbioso-argillosi e sabbie limose con a luoghi ghiaie	$1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-4}$	Modesta
CCM	Calcari, calcari marnosi	$1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-3}$	Elevata
CAC	Marne, argille, calcari marnosi, calcari	$1 \cdot 10^{-9}$ e $1 \cdot 10^{-6}$	Scarsa
CAM	Argille, argille marnose, marne	$1 \cdot 10^{-10}$ e $1 \cdot 10^{-7}$	Scarsissima

Il **Complesso argilloso-marnoso (CAM)** è rappresentato dai depositi prevalentemente pelitici costituenti il substrato geologico dell'area di stretto interesse progettuale. Dal punto di vista litologico, si tratta di argille e argille marnose con intercalazioni di marne, marne calcaree, calcari marnosi e calcari con frequenza e spessori variabili. Presenta una permeabilità, per porosità e fessurazione, variabile da impermeabile a bassa e gli si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-10}$ e $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. I litotipi in questione costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nel contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli aquicludi di notevole importanza per tutti i corpi idrogeologici limitrofi anche grazie al notevole spessore di alcune centinaia di metri; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, a meno di piccole falde confinate all'interno degli orizzonti lapidei più fratturati e permeabili presenti all'interno del complesso. Dove affioranti, questi litotipi non consentono alle acque di infiltrazione meteorica un buon deflusso verso il basso. Inoltre, sempre in relazione alle scadenti caratteristiche di permeabilità, tali terreni favoriscono il ruscellamento superficiale delle acque e, al più, l'infiltrazione nelle porzioni più superficiali ed alterate del substrato.

Il **Complesso argilloso, calcareo e marnoso (CAC)** è rappresentato da depositi estremamente eterogenei costituenti il substrato geologico dell'area a monte del sito di interesse progettuale. Dal punto di vista litologico, si tratta di calcari marnosi, calcari, marne e argille con locali intercalazioni di arenarie e brecce con frequenza e spessori variabili. Presenta una permeabilità, per porosità e fessurazione, variabile da molto bassa a bassa, localmente media, e gli si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-9}$ e $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. In generale, le caratteristiche idrogeologiche di questo complesso risultano estremamente variegata, in quanto connesse alla notevole variabilità litologica che

contraddistingue questa successione. Tali depositi costituiscono aquitard o acquiferi misti di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei e anisotropi e, a luoghi, sono sede di falde discontinue e frazionate di modesta rilevanza, contenute negli intervalli lapidei più permeabili. In generale, il complesso si presenta saturo e il deflusso, generalmente ridotto, è fortemente condizionato dalle frequenti intercalazioni pelitiche.

Il **Complesso calcareo e calcareo-marnoso (CCM)** è rappresentato dai depositi prevalentemente calcarei e calcareo-marnosi affioranti nel settore sommitale di Monte Pallano. Dal punto di vista litologico, si tratta di calcari e calcari marnosi. Presenta una permeabilità, per fessurazione e carsismo, variabile da bassa ad alta e gli si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-6}$ e $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Tali depositi costituiscono acquiferi fessurati di elevata trasmissività, generalmente eterogenei ed anisotropi e sono sede di falde idriche sotterranee di buona rilevanza, sia frazionate che a deflusso unitario. Il complesso alimenta diverse sorgenti poste alla base della successione con portate generalmente inferiori a $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il **Complesso dei depositi di copertura (CDC)** è rappresentato dai depositi di frana, detritici ed eluvio-colluviali affioranti diffusamente lungo i versanti di Monte Pallano e posti a copertura delle unità del substrato, in particolare nelle porzioni medio-basse del pendio. Dal punto di vista litologico, si tratta di arenarie in blocchi e argille limose, limi argillosi, limi sabbioso-argillosi e sabbie limose con a luoghi ghiaie eterometriche ed elementi calcarei e arenacei anche di dimensioni pluridecimetriche. Presenta una permeabilità, per porosità, variabile da bassa a media e gli si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Questi depositi costituiscono acquiferi fortemente eterogenei ed anisotropi e di modesta trasmissività a causa di uno spessore non elevato. Il complesso è privo di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di falde a carattere stagionale, direttamente connesse al regime delle precipitazioni meteoriche e agli scambi idrici con le falde ad esse confinanti dei complessi CCM e CAC. Il deflusso è fortemente condizionato dall'elevata eterogeneità granulometrica e le frequenti intercalazioni pelitiche possono localmente tamponare la circolazione sotterranea, favorendo anche la formazione di piccole falde sospese a carattere stagionale.

Il **Complesso dei depositi alluvionali (CDA)** è rappresentato dai depositi alluvionali affioranti in corrispondenza del fondovalle del Fiume Sangro. Dal punto di vista litologico si tratta di ghiaie poligeniche ed eterometriche da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a stratificazione indistinta, incrociata o laminata, con locali ghiaie poligeniche ed eterometriche da sub-angolose ad arrotondate. Questo complesso presenta una permeabilità, esclusivamente per porosità, variabile da media ad alta e gli si può pertanto attribuire un coefficiente di permeabilità k variabile tra $1 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ m/s. Tali depositi costituiscono acquiferi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei e anisotropi e sono sede di falde idriche di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario. Le falde sono alimentate dalle precipitazioni meteoriche e presentano frequenti interscambi sia con gli acquiferi adiacenti che con il Fiume Sangro.

Una parte dei corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione areale e verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici di ridotta permeabilità che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati degli *aquiclude* o al più degli *aquitard*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti portando alla formazione di diverse emergenze sorgentizie di importanza variabile.

Nell'area di studio, corrispondente al versante occidentale della dorsale di Monte Pallano, il principale serbatoio di risorse idriche sotterranee è rappresentato dai litotipi riferibili al "Complesso calcareo e calcareo-marnoso" affioranti nel settore medio-alto del rilievo (Figura 2-W, Figura 2-X, Figura 2-Y). Questi termini litologici sono caratterizzati da una circolazione idrica eterogenea ed anisotropa, direttamente influenzata dal locale stato di fessurazione e carsificazione dell'ammasso, nonché dalla presenza di elementi tettonici quali faglie e fratture. I corpi idrici qui contenuti presentano una comunicazione idraulica a luoghi diretta con l'ammasso del "Complesso argilloso, calcareo, marnoso" sottostante.

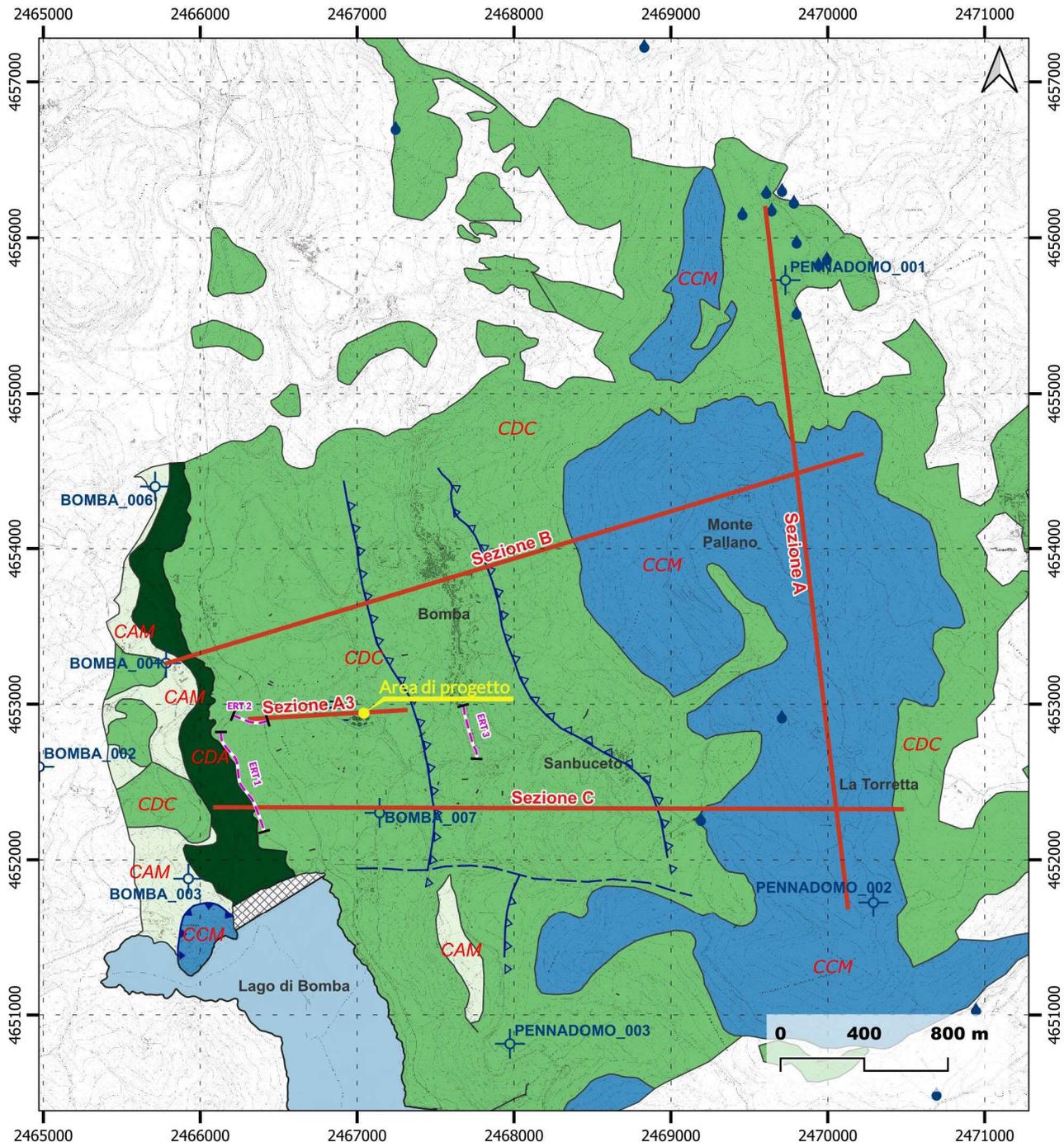


FIGURA 2-W: CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA DI STUDIO CON UBICAZIONE DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE. PER LA LEGENDA SI RIMANDA ALL'ALLEGATO "G1 - CARTA IDROGEOLOGICA E SEZIONI IDROGEOLOGICHE"

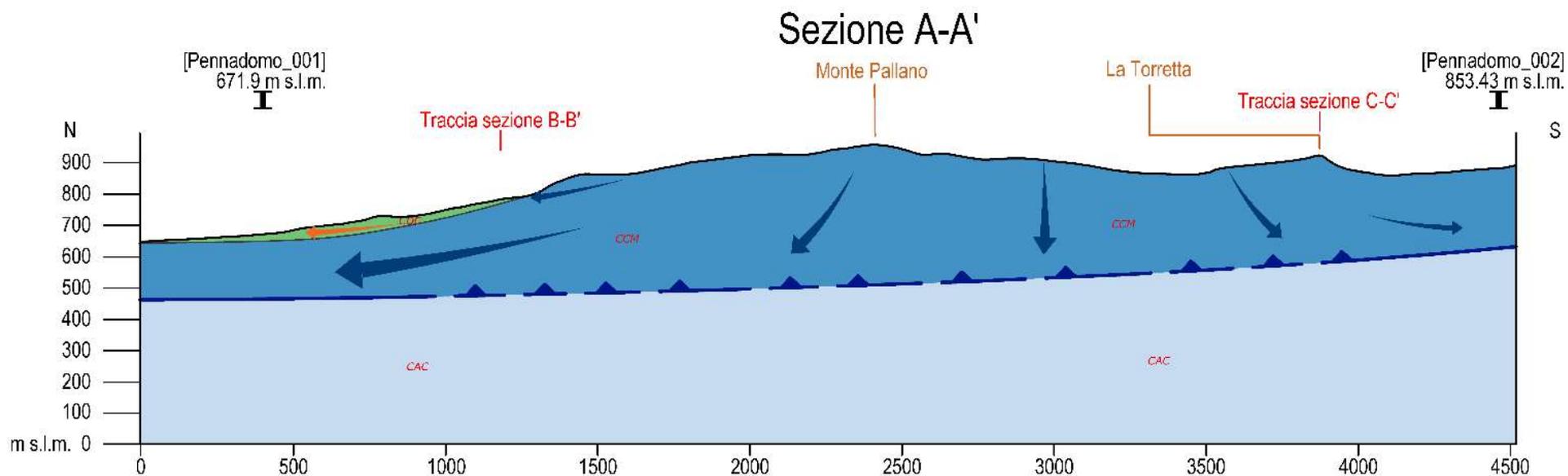


FIGURA 2-X: SEZIONE IDROGEOLOGICA A-A' DELLA DORSALE DI MONTE PALLANO (DIREZIONE NORD-SUD), CON INDICAZIONE DEL FLUSSO IDRICO ALL'INTERNO DEL COMPLESSO CALCAREO E CALCAREO-MARNOSO (CCM) (FRECCHE BLU) E ALL'INTERNO DEL COMPLESSO DEI DEPOSITI DI COPERTURA (CDC) (FRECCHE ARANCIONI). LA GRANDEZZA DELLE FRECCHE È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALL'INTENSITÀ DEL FLUSSO ED EVIDENZIA UNA CIRCOLAZIONE PREVALENTEMENTE ORIENTATA VERSO NORD.

Sezione B-B'

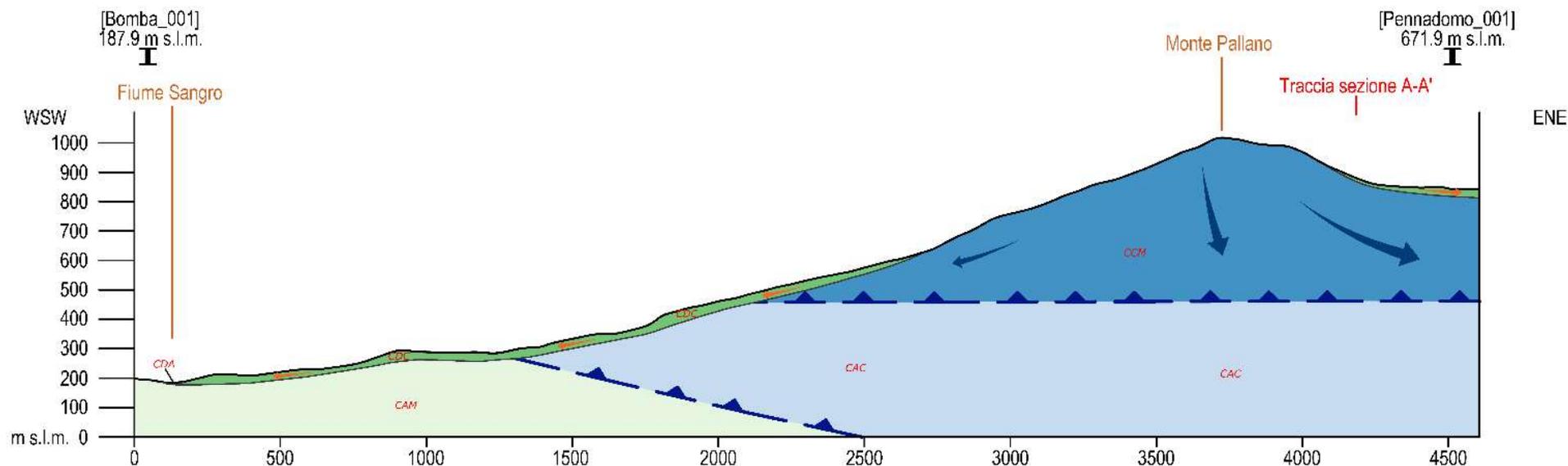


FIGURA 2-Y: SEZIONE IDROGEOLOGICA B-B' CHE DA MONTE PALLANO SI ESTENDE FINO AL FONDOVALLE DEL FIUME SANGRO, CON INDICAZIONE DEL FLUSSO IDRICO ALL'INTERNO DEL COMPLESSO CALCAREO E CALCAREO-MARNOSO (CCM) (FRECCE BLU) E ALL'INTERNO DEL COMPLESSO DEI DEPOSITI DI COPERTURA (CDC) (FRECCE ARANCIONI). LA GRANDEZZA DELLE FRECCHE È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALL'INTENSITÀ DEL FLUSSO ED EVIDENZIA UNA CIRCOLAZIONE PREVALENTEMENTE ORIENTATA VERSO EST

Infatti, i litotipi del “*Complesso argilloso, calcareo, marnoso*” sono caratterizzati da una permeabilità variabile in base al litotipo incontrato e allo stato di fessurazione che lo contraddistingue. Laddove prevalgono i depositi pelitici o comunque litotipi poco o per niente fratturati, il presente ammasso funge da *aquitard*, favorendo il confinamento dei corpi idrici contenuti nell’acquifero sovrastante e la formazione di sorgenti come nei pressi del nucleo abitativo di Sambuceto (frazione di Bomba) o dei versanti orientali e settentrionali di Monte Pallano (Figura 2-Z).



FIGURA 2-Z: MODELLO 3D DEL SETTORE DI STUDIO DI MONTE PALLANO CON INDICAZIONE DELLE SORGENTI (GOCCE BLU) E DELLE PRINCIPALI DIREZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO NEL SUBSTRATO (FRECCHE BLU) E NEI DEPOSITI DI COPERTURA (FRECCHE ARANCIO). LA GRANDEZZA DELLE FRECCHE È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALL’INTENSITÀ DEL FLUSSO

In presenza di litotipi maggiormente fratturati, questo complesso presenta una modesta permeabilità che consente una limitata circolazione di fluidi al proprio interno e mantenendo una comunicazione idraulica con il sovrastante acquifero calcareo. In generale, va comunque specificato che indipendentemente dalle caratteristiche di permeabilità di questo complesso, la presenza in alto di un importante acquifero (*Complesso calcareo e calcareo-marnoso*) drenante verso il basso e di un acquicluda (*Complesso argilloso-marnoso*) tamponante alla base, ha favorito la progressiva saturazione del *Complesso argilloso, calcareo, marnoso* che pertanto, sulla base di quanto detto, contiene risorse idriche seppur con una circolazione sotterranea piuttosto limitata.

Immediatamente in basso, i litotipi del "*Complesso argilloso-marnoso*", a causa di una permeabilità molto bassa o nulla, rappresentano degli *aquicluda* di notevole importanza per tutti i corpi idrogeologici limitrofi, tamponando alla base le falde contenute nei sovrastanti litotipi (*Complesso argilloso, calcareo, marnoso* e *Complesso calcareo e calcareo-marnoso*). L'efficacia nel contenere alla base i suddetti corpi idrici è anche dovuta al notevole spessore di alcune centinaia di metri del complesso che si evince dai dati di pozzo disponibili (Monte Pallano 1, Monte Pallano 2, Bomba 001, Bomba 007). Il complesso si presenta saturo ma è privo di circolazione idrica sotterranea.

L'andamento delle falde e i principali assi di drenaggio sono controllati dagli elementi tettonici e dallo stato di fratturazione dell'ammasso. I più importanti limiti di permeabilità sono rappresentati dai due sovrascorrimenti orientati circa NNW-SSE che mettono a contatto nel settore medio-alto del versante il "*Complesso calcareo e calcareo-marnoso*" permeabile con il sottostante "*Complesso argilloso, calcareo, marnoso*" meno permeabile, e nel settore medio-basso del versante quest'ultimo complesso con il sottostante "*Complesso argilloso-marnoso*" impermeabile (Figura 2-X, Figura 2-Y). Considerata la geometria sub-orizzontale del primo elemento tettonico posto a quote più alte e l'immersione circa a ENE del sovrascorrimento che delimita inferiormente ed in modo definitivo dal punto di vista idraulico i corpi idrici del Monte Pallano, è possibile definire una circolazione idrica sotterranea drenante prevalentemente verso nord (Figura 2-X) e verso est (Figura 2-Y) e solo in minor modo verso ovest e verso sud (Figura 2-Z). Tale condizione è supportata dalla presenza di sorgenti in maggior numero sul versante orientale e nord-orientale del Monte Pallano, tra le località di Tornareccio e Pianello (Figura 2-Z). Le sorgenti si rinvergono prevalentemente in corrispondenza della variazione di pendenza posta alla base dell'ammasso calcareo e calcareo-marnoso (*Complesso calcareo e calcareo-marnoso*) e che segna il passaggio in basso verso litotipi argillosi, marnosi e calcarei meno permeabili (*Complesso argilloso, calcareo, marnoso*). Lo stesso assetto strutturale caratterizza e influenza la presenza di alcune sorgenti sul versante meridionale di Monte Pallano nei pressi della località San Giovanni.

Sul versante occidentale di Monte Pallano, invece, risultano censite unicamente due sorgenti poco a monte della frazione Sambuceto, in un settore caratterizzato dalla presenza del *Complesso calcareo e calcareo-marnoso*. Secondo quanto riportato nella Relazione Illustrativa della Microzonazione sismica del Comune di Bomba, nell'elenco delle Sorgenti Italiane del Servizio idrografico del 1964 sono riportate sei sorgenti puntuali ricadenti nel territorio comunale di Bomba, tutte con portate inferiori a 5 l/s.

Infine, una circolazione idrica di minore importanza, superficiale e influenzata dai cicli stagionali è quella che avviene all'interno dei depositi di copertura di versante (*Complesso dei depositi di copertura*). Questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità variabile da bassa a media e, specialmente quando presentano spessori pluridecametrici, come nell'area di progetto, favoriscono la circolazione di corpi idrici sotterranei. La presenza di una falda all'interno di questi depositi è quindi favorita, nel settore medio-basso del versante occidentale di Monte Pallano, dalla presenza sottostante del "*Complesso argilloso-marnoso*", che, tamponando alla base l'acquifero, non permette un deflusso verso il basso dei

corpi idrici. Tale condizione, quando presente, è ben osservabile attraverso le indagini geoelettriche. Il modello 2D di resistività dello stendimento elettrico tomografico E.R.T. 2 evidenzia una fascia a bassissimi valori di resistività in appoggio su una fascia caratterizzata da bassi valori. Questo modello, da un punto di vista idrogeologico, è compatibile con la presenza di una falda all'interno delle coltri di copertura e della porzione più superficiale e alterata del substrato (bassissimi valori di resistività) e con la presenza di un substrato argilloso alla base (bassi valori di resistività). L'alimentazione degli acquiferi dei depositi di copertura avviene sia attraverso le precipitazioni meteoriche che attraverso scambi idrici diretti con i litotipi del "Complesso calcareo e calcareo-marnoso" e del "Complesso argilloso, calcareo, marnoso" affioranti o posti immediatamente sotto le coltri di copertura nel settore medio-alto del versante di Monte Pallano (Figura 2-X, Figura 2-Y).

2.4.1 Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla componente "Acque superficiali e sotterranee" legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali (Tabella 2-P).

TABELLA 2-P: RISORSE IDRICHE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE: MATRICE DI CORRELAZIONE

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Lavori civili	Modifiche al drenaggio delle acque superficiali e sotterranee	Alterazione del deflusso naturale delle acque
	Interferenza con la falda	Alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee
	Emissioni in atmosfera e sollevamento polveri (ricadute)	Alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque superficiali/sotterranee
Lavori meccanici ed elettromeccanici	Emissioni in atmosfera e sollevamento polveri (ricadute)	Alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque superficiali/sotterranee

I principali fattori di perturbazione generati dalle attività di cantiere che sono stati valutati al fine di determinarne l'eventuale influenza diretta o indiretta sulla componente "Acque" sono:

- Modifiche al drenaggio superficiale e al coefficiente di deflusso del terreno che potrebbero determinare un'alterazione del deflusso naturale delle acque;
- Interferenza con la falda che potrebbe determinare un'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee;
- Emissioni in atmosfera e sollevamento polveri le cui ricadute potrebbero determinare un'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque superficiali.

2.4.2 *Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere*

Modifiche al drenaggio delle acque superficiali e

Per quanto riguarda l'interazione col drenaggio superficiale, nei settori a minore pendenza, durante i periodi maggiormente piovosi, e grazie anche alla presenza di locali livelli argillosi interni alle coperture, è possibile il ristagno superficiale delle acque. È il caso del settore dell'area di progetto posto nelle vicinanze del foro di sondaggio S7, dove durante un sopralluogo nel gennaio 2024 è stato rinvenuto un diffuso ristagno di acqua (Figura 2-AA). Di questa evenienza si dovrà tener conto nelle successive fasi di progettazione dell'impianto, verificando la possibilità di gestire il ristagno superficiale di acqua da un punto di vista costruttivo e operativo, senza ingenerare impatti.

Per quanto riguarda le modifiche sostanziali al reticolo idrografico principale, non ci sarà nessuna interferenza: ciononostante, un fosso secondario è presente nel settore Nord della postazione già esistente e anche l'interferenza con tale elemento dovrà essere oggetto di approfondimento nelle successive fasi progettuali.



FIGURA 2-AA: SETTORE CARATTERIZZATO DA RISTAGNO D'ACQUA NEI PRESSI DEL SONDAGGIO S7, ALL'INTERNO DELL'AREA DI PROGETTO

2.4.2.1 Acque sotterranee

Elaborati cartografici di dettaglio aggiornati relativamente alla franosità e alla vulnerabilità degli acquiferi, a fronte rispettivamente della dichiarata Pericolosità Elevata di frana P2 dell'area pozzi (Parere CTVIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Caratterizzazione idrologica e geochimica dell'ambiente idrico sia superficiale che sotterraneo ante operam e valutazione dei potenziali impatti, nonché sistemi di monitoraggio qualitativo e quantitativo della risorsa idrica in corso d'opera. Definizione quindi del background con adeguato piano di campionamento e successivo monitoraggio. Ri-spetto alla idrogeologia è ribadita la necessità di una ricostruzione della circolazione idrica sotterranea (idrodinamica) che tenga conto delle oscillazioni della falda e le interazioni con le opere in progetto per quanto riguarda la messa in produzione dei pozzi. (Parere CTVIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Lo studio e gli approfondimenti riportati nell'Appendice G studio hanno consentito di definire le caratteristiche idrogeologiche peculiari dell'area di studio e di individuare, per grandi linee, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Nel settore che va dalla sommità di Monte Pallano fino al fondovalle del Fiume Sangro sono stati individuati cinque complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza.

Il principale serbatoio di risorse idriche sotterranee è rappresentato dai litotipi riferibili al "Complesso calcareo e calcareo-marnoso" affioranti nel settore medio-alto del rilievo, la cui circolazione, eterogenea ed anisotropa, è direttamente influenzata dal locale stato di fessurazione e carsificazione dell'ammasso, nonché dalla presenza di elementi tettonici quali faglie e fratture. I corpi idrici qui contenuti presentano una comunicazione idraulica a luoghi diretta con l'ammasso del "Complesso argilloso, calcareo, marnoso" sottostante.

Infatti, i litotipi del "Complesso argilloso, calcareo, marnoso" sono caratterizzati da una permeabilità variabile in base al litotipo incontrato e allo stato di fessurazione che lo contraddistingue. In presenza di litotipi maggiormente fratturati, questo complesso presenta una modesta permeabilità che consente una limitata circolazione di fluidi al proprio interno e mantenendo una comunicazione idraulica con il sovrastante acquifero calcareo. In generale, va comunque specificato che indipendentemente dalle caratteristiche di permeabilità di questo complesso, la presenza in alto di un importante acquifero (Complesso calcareo e calcareo-marnoso) drenante verso il basso e di un acquiclude (Complesso argilloso-marnoso) tamponante alla base, ha favorito la progressiva saturazione del Complesso argilloso, calcareo, marnoso che pertanto, sulla base di quanto detto, contiene risorse idriche seppur con una circolazione sotterranea piuttosto limitata.

Immediatamente in basso, i litotipi del "Complesso argilloso-marnoso", a causa di una permeabilità molto bassa o nulla, rappresentano degli acquiclude di notevole importanza per tutti i corpi idrogeologici limitrofi, tamponando alla base le falde contenute nei sovrastanti litotipi (Complesso argilloso, calcareo, marnoso e Complesso calcareo e calcareo-marnoso). Il complesso si presenta saturo ma è privo di circolazione idrica sotterranea.

Interferenza con la falda

Per quanto detto nel paragrafo relativo ai “Risultati degli approfondimenti tecnico-scientifici – Modello Idrogeologico”, è possibile escludere qualsiasi interazione diretta tra la falda di Monte Pallano contenuta nell’acquifero del *Complesso calcareo e calcareo-marnoso* e l’area di progetto. Infatti, il substrato pelitico impermeabile (*Complesso argilloso-marnoso*) che caratterizza l’area dell’impianto in progetto non permette alcuna comunicazione idraulica con l’acquifero del *Complesso calcareo e calcareo-marnoso*.

Allo stesso modo, la spessa successione pelitica impermeabile (*Complesso argilloso-marnoso*) rappresenta una barriera idraulica tra il corpo idrico di Monte Pallano e il reservoir carbonatico posto ad oltre 1300 m di profondità. Anche in questo caso, la presenza di litotipi impermeabili posti tra i calcari del reservoir e i calcari di Monte Pallano non permette alcuna connessione idraulica tra i due ammassi.

Relativamente all’area dell’impianto, i depositi di copertura posti in appoggio sul substrato impermeabile possono contenere corpi idrici a carattere stagionale privi di importanza significativa. Le misure del livello piezometrico effettuate nei fori di sondaggio attrezzati con piezometro nel settore di stretto interesse progettuale hanno evidenziato la presenza di una falda posta a pochi metri dal piano campagna. Preso atto della presenza di tale tipo di falda, è stata effettuata un’analisi di vulnerabilità per valutare la vulnerabilità intrinseca o naturale dell’acquifero dei depositi di copertura specificatamente per l’area di stretto interesse progettuale (area pozzi, area impianto, area di cantiere, viabilità di accesso).

L’area in cui è prevista la realizzazione degli impianti è caratterizzata da spessori anche superiori a 25 m di depositi di copertura delimitati alla base da un substrato pelitico impermeabile (Figura 2-BB). Come detto precedentemente, questi depositi contengono al loro interno falde di importanza non significativa il cui deflusso segue tendenzialmente l’assetto topografico e che sono legate al regime precipitativo e all’alimentazione derivante dagli acquiferi del substrato posti a monte (Figura 2-X, Figura 2-Y).

Sezione A3

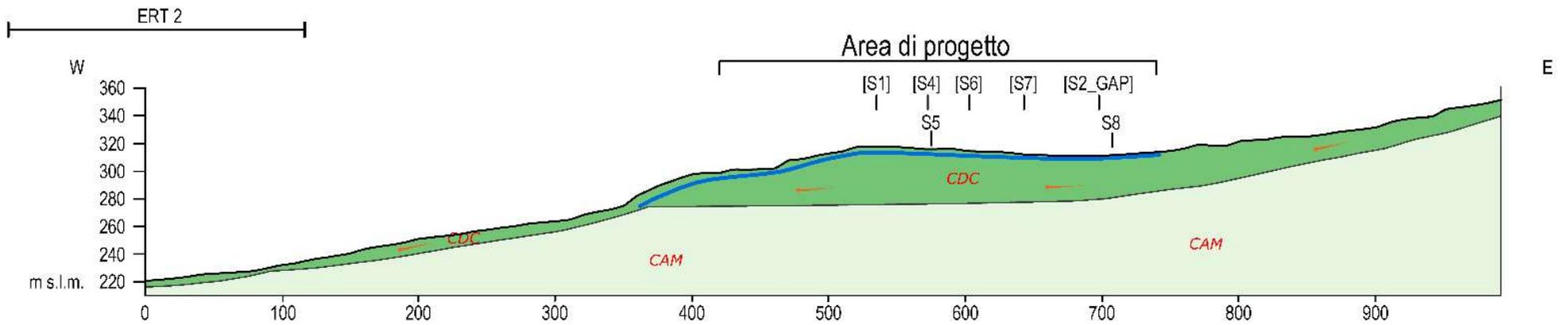


FIGURA 2-BB: SEZIONE IDROGEOLOGICA A3 DELL'AREA DI PROGETTO, CON INDICAZIONE DEL FLUSSO IDRICO (FRECCHE ARANCIONI) ALL'INTERNO DEL COMPLESSO DEI DEPOSITI DI COPERTURA (CDC) E DEL LIVELLO PIEZOMETRICO (LINEA BLU) RICOSTRUITO ATTRAVERSO I DATI DI MONITORAGGIO DISPONIBILI

Analisi di vulnerabilità tramite il Metodo SINTACS

I lavori per la realizzazione dell'impianto SMALL SCALE LNG prevedono l'esecuzione di scavi per la realizzazione di solette e basamenti che raggiungeranno profondità variabili in funzione delle tipologie di opere da realizzare. Su tutta l'area impianto, comunque, gli scavi sono prevalentemente limitati all'area degli ISO-container.

Nelle altre aree dell'impianto saranno previsti invece prevalentemente reinterri.

In queste fasi di scavo sarà posta particolare attenzione a gestire correttamente le acque di falda mediante aggettamento e smaltimento.

Le misurazioni eseguite sui piezometri presenti nell'area in esame hanno evidenziato la presenza di acqua solo in un piezometro alla base del rilevato dell'attuale postazione (la profondità di massima rinvenuta è stata pari a 2,5 m da p.c. nel sondaggio S8 già presente nell'area). I livelli misurati nei piezometri realizzati durante il monitoraggio eseguito prima del 2016 nell'area di progetto indicavano la presenza di acqua a profondità comprese tra 4.10 m dal p.c. e 5.00 m dal p.c.. In ogni caso, la presenza di falda nelle aree di impianto e di progetto è stata ulteriormente verificata anche con le campagne di indagini geofisiche realizzate (gli esiti sono riportati nell'Appendice F - Indagini geofisiche e geoelettriche).

L'impatto generato da questo fattore di perturbazione è stato meglio dettagliato nel Modello Idrogeologico (Appendice G – Modello Idrogeologico) a cui si rimanda per approfondimenti.

L'analisi di vulnerabilità dell'acquifero è stata svolta su un'area, di seguito indicata "area intervento", che include l'area impianto, l'area cantiere, la viabilità di accesso e l'area pozzo Pallano 1-2 (Figura 2-EE:). Si sottolinea che per la stima della vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento è stata inclusa anche l'area pozzo Pallano 1-2 in quanto ai fini idrogeologici l'area è stata considerata un elemento di continuità. Questo ha permesso di poter stimare meglio le sorgenti di potenziale inquinamento alla scala di dettaglio. Per l'area di intervento, quindi, è stata valutata la vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi definita come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita 1994).

Il metodo utilizzato per la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero che interessa l'area di progetto è il metodo parametrico SINTACS Release 5 (Civita & de Maio 2000) considerato il più idoneo per il territorio italiano. In particolare, il metodo prevede di selezionare i parametri, assegnare ai parametri un punteggio, infine tali punteggi sono moltiplicati per stringhe di pesi che descrivono la situazione idrogeologica e/o l'impatto.

La vulnerabilità è funzione di diversi parametri tra cui: litologia, struttura, natura del suolo, geometria del sistema idrogeologico, geometria della copertura, processo di ricarica-dscarica del sistema ed i processi di interazione fisica e idrogeochimica che determinano la qualità naturale dell'acqua sotterranea e la mitigazione di eventuali inquinanti che penetrano il sistema.

In particolare, il metodo prevede di selezionare i parametri, assegnare ai parametri un punteggio, infine tali punteggi sono moltiplicati per stringhe di pesi che descrivono la situazione idrogeologica e/o l'impatto.

I parametri presi in considerazione sono:



FIGURA 2-CC: SCHEMA DELLA SOVRAPPOSIZIONE DEI DIVERSI PARAMETRI CONSIDERATI NEL METODO SINTACS PER IL CALCOLO DELLA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

A tali parametri vengono assegnati dei punteggi secondo i criteri illustrati a seguire.

I punteggi (**P**) ottenuti per ogni elemento di maglia vengono moltiplicati per i pesi (**W**) che esaltano alcuni parametri rispetto ad altri.

TABELLA 2-Q: VALORI DEI PESI (W) RELATIVI AD OGNUNO DEI PARAMETRI SINTACS					
Parametro	Pesi (W)				
	IN	IR	D	C	F
S	5	5	4	2	3
I	4	5	4	5	3
N	5	4	4	1	3
T	3	5	2	3	4
A	3	3	5	5	4
C	3	2	5	5	5
S	3	2	2	5	4

IN Impatto normale (scarso gradiente topografico, con insaturo a prevalente permeabilità matriciale, non soggette a particolari situazioni di impatto antropico o con uso del territorio contenuto)

IR Impatto rilevante (situazioni territoriali in cui siano presenti fonti diffuse di inquinamento potenziale, insediamenti antropici colture trattate con abbondante uso di fitofarmaci, fertilizzanti chimici, fertirrigazione, aree a discarica incontrollata, aree industriali e minerarie (sia attive che dismesse).

D Drenaggio (sono quelle in cui si ha un continuo o frequente travaso di acqua da corpi idrici superficiali a quelli sotterranei soggiacenti, aree soggette a forte rischio di esondazione dei corsi d'acqua in regime di piena, aree di

irrigazione con grandi volumi d'acqua per sommersione o per scorrimento, aree di affioramento della superficie piezometrica).

- C Carsismo (massicci carbonatici (calcarei e dolomitici), sono caratterizzate da collegamenti tra superficie e acquifero attraverso pozzi carsici e inghiottitoi; sono piuttosto diffuse in tutto il territorio italiano).
- F Fessurato (rocce permeabili per fessurazione, non carsificate o con carsismo superficiale)

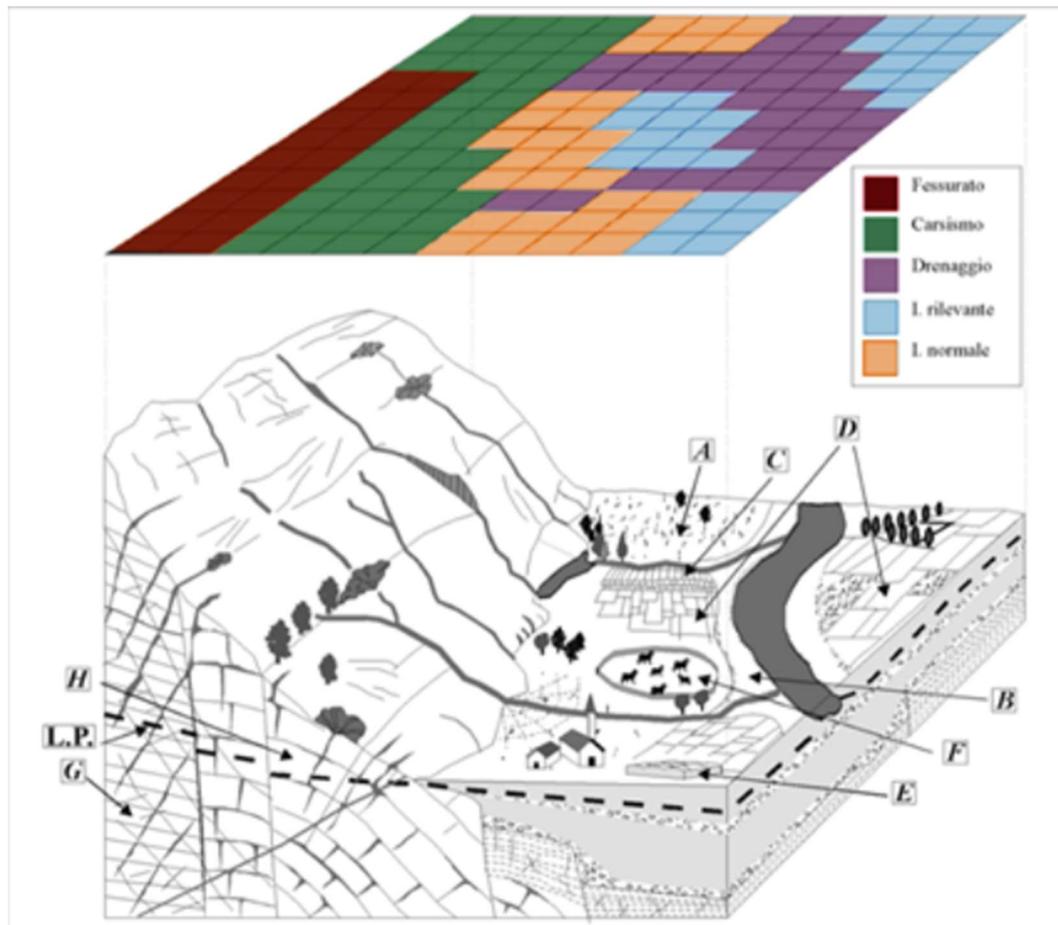


FIGURA 2-DD: SCHEMA RAPPRESENTATIVO DI UN'AREA CON SITUAZIONI IDROGEOLOGICHE E DI IMPATTO DIVERSIFICATE E RELATIVI PESI ADOTTATI PER LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ (A=AREA INCOLTA, B=AREA GOLENALE SOGGETTA AD ALLUVIONAMENTI, C=IRRIGAZIONE PER SOMMERSIONE, D=COLTURE CON SUPPORTO CHIMICO, E=SERRE, F=ALLEVAMENTI, G=ACQUIFERI IN ROCCE FESSURATE, H=ACQUIFERI IN ROCCE CARBONATICHE) (ANPA 2001 MODIFICATO)

Per il settore in esame è stata considerata una situazione di impatto rilevante (IR), dato che l'area di intervento considerata per l'analisi di vulnerabilità riprende l'area di impianto, l'area di cantiere, l'area pozzo Pallano 1-2 e la viabilità di accesso considerate situazioni territoriali con fonti di inquinamento potenziale (FIGURA 2-EE:).

Parametri per l'analisi di vulnerabilità SINTACS

Di seguito vengono descritti i parametri per il calcolo dell'indice SINTACS e i relativi risultati per l'area di intervento.

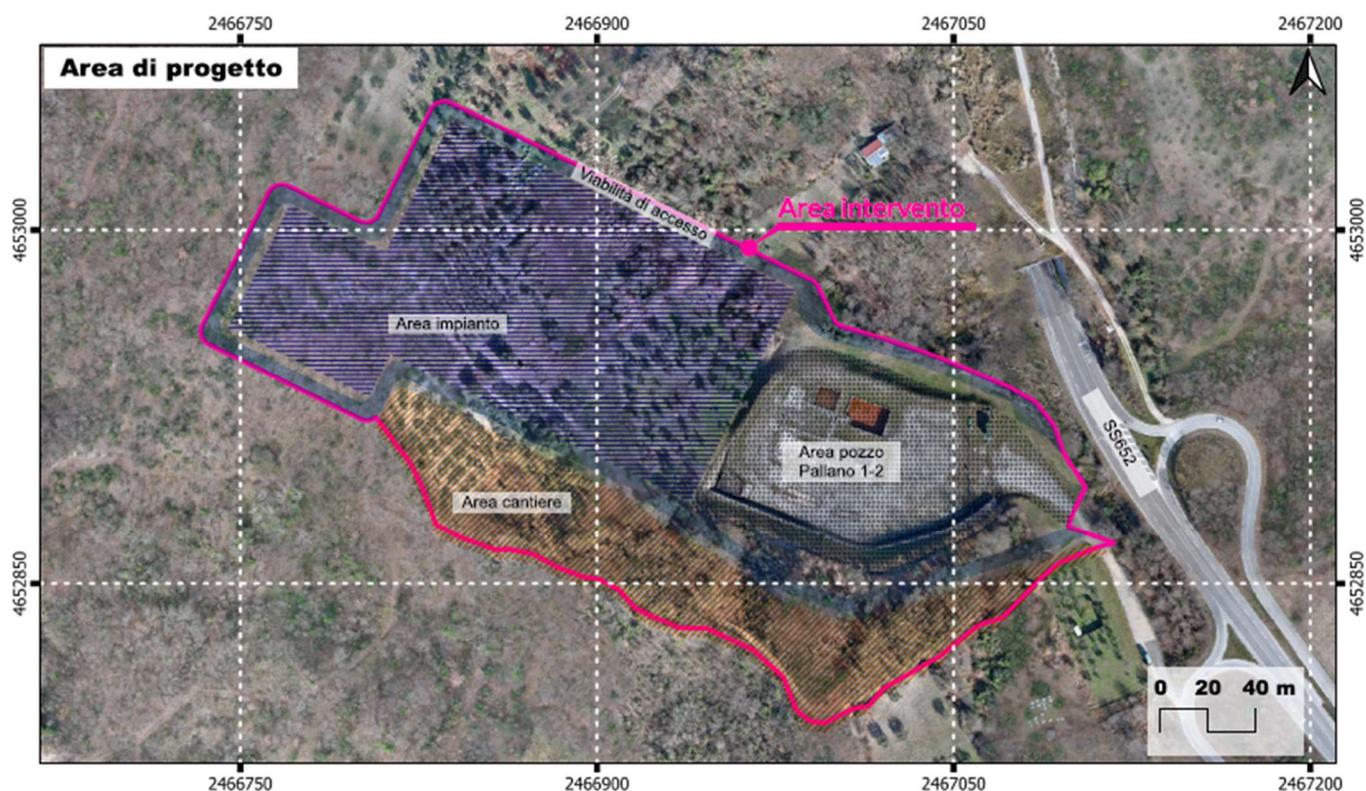


FIGURA 2-EE: LIMITE AREA DI INTERVENTO CON INDICAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE, DELL'AREA POZZO PALLANO 1-2 E DELL'AREA IMPIANTO

Soggiacenza

La soggiacenza è la profondità della superficie piezometrica misurata rispetto al piano campagna. Questo parametro ha una notevole influenza sulla vulnerabilità degli acquiferi: dal suo valore assoluto e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo dipende, in buona misura, il tempo di transito di un qualsiasi inquinante idroportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo, in particolare dell'azione ossidante dell'ossigeno atmosferico.

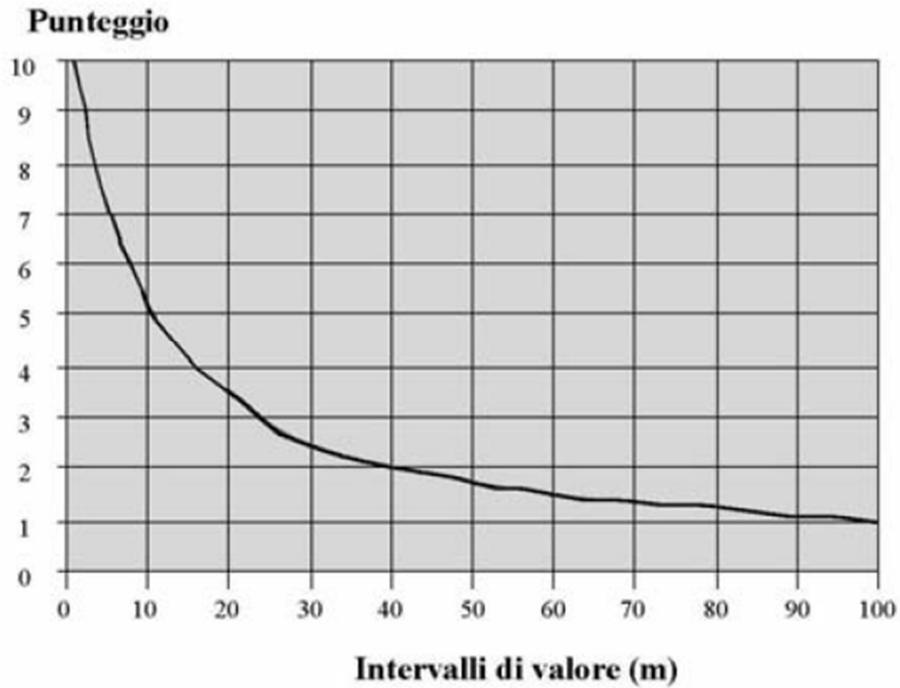


FIGURA 2-FF: VALORI DELLA SOGGIACENZA E RELATIVI PUNTEGGI

Sulla base dei dati piezometrici (Figura 2-GG) e sulla base delle fonti bibliografiche è stata stimata la soggiacenza (Figura 2-FF) e attribuiti i punteggi per realizzare la relativa Carta parametrica (Figura 2-GG).

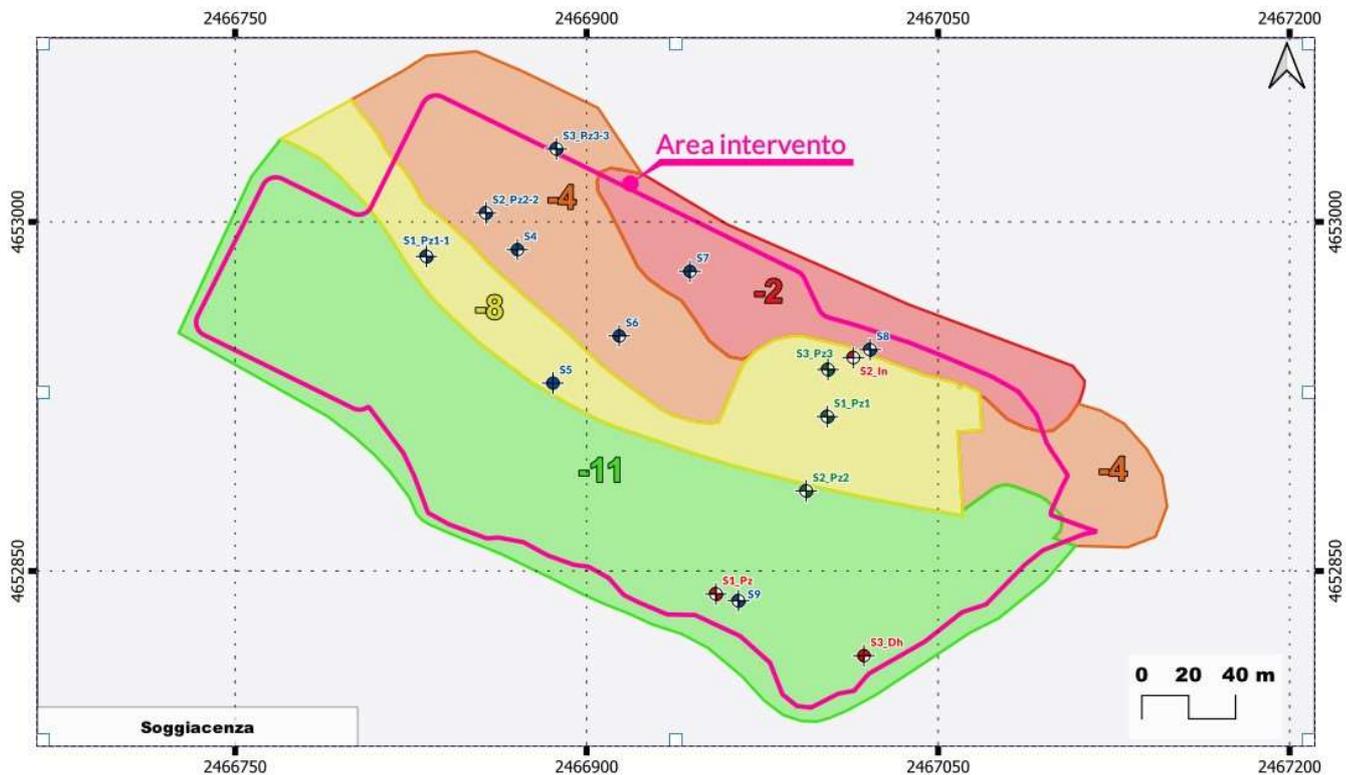


FIGURA 2-GG: RAPPRESENTAZIONE DEI VALORI DI SOGGIACENZA ASSEGNATI ALL'INTERNO DELL'AREA DI INTERVENTO

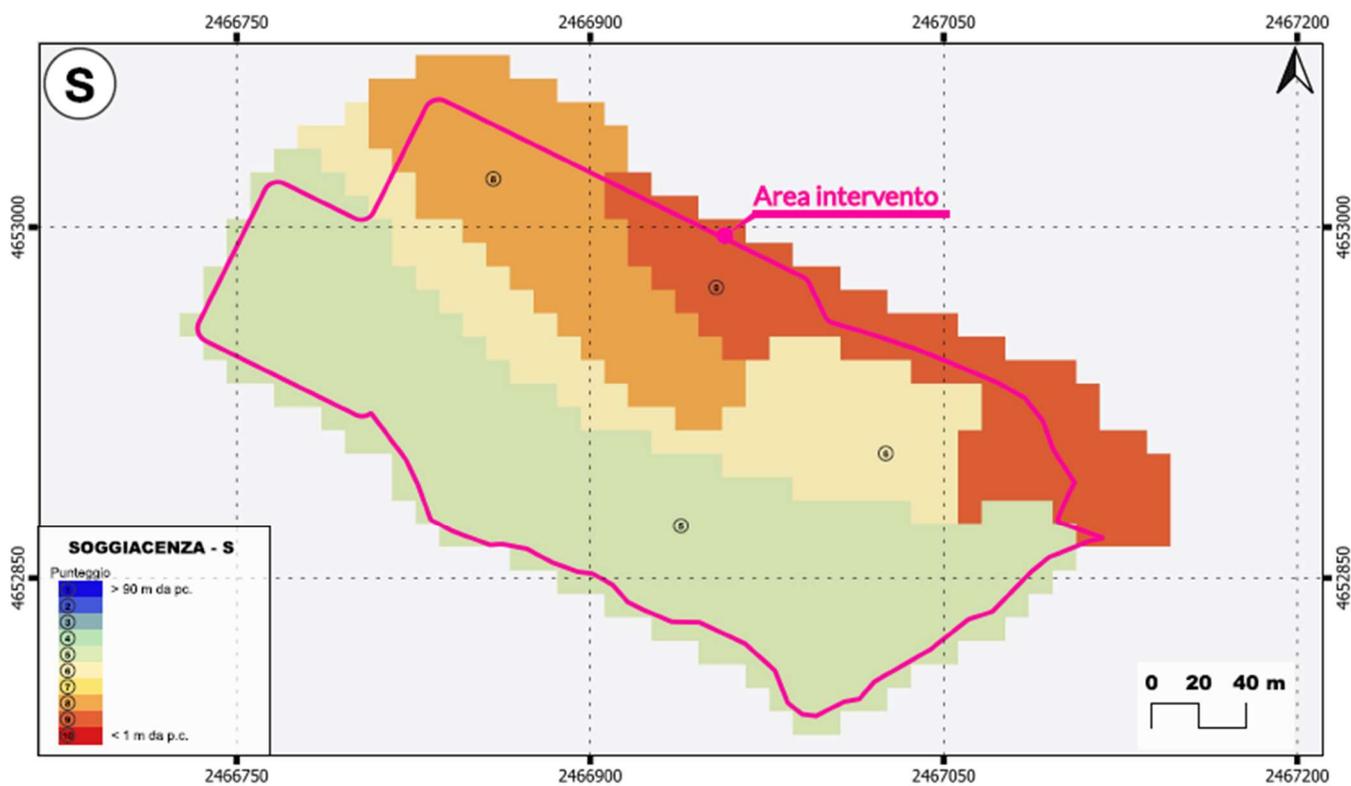


FIGURA 2-HH: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO DELLA SOGGIACENZA

Infiltrazione

L'infiltrazione efficace assume notevole importanza nella valutazione della vulnerabilità poiché essa regge il trascinamento in profondità degli inquinanti, ma anche la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione. La FIGURA 2-II , a) e b) , riporta i range del coefficiente di infiltrazione in relazione alle tessiture dei suoli e dei complessi idrogeologici.

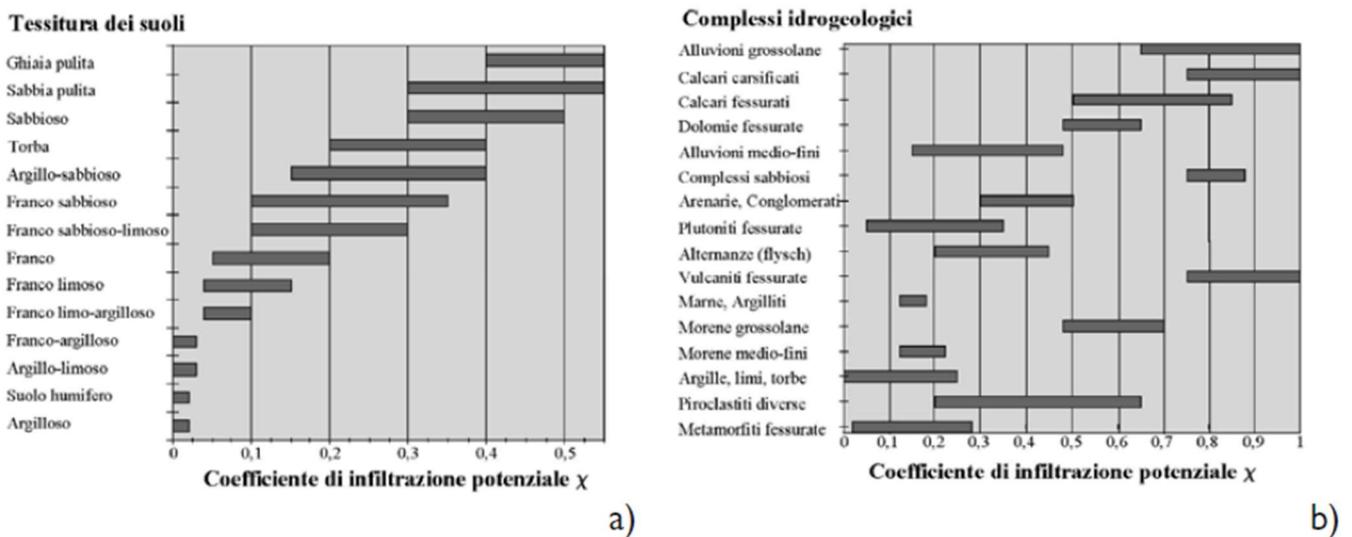


FIGURA 2-II: GRAFICO PER LA VALUTAZIONE DEL X NEL CASO DI SUOLI SPESI, GRAFICO PER LA VALUTAZIONE DEL X NEL CASO DI ROCCE AFFIORANTI O SOTTO SCARSA COPERTURA

La metodologia si basa su una semplificazione del bilancio idrologico. In particolare, tale indice è determinato in base alla litologia superficiale (se affiorante o con scarsa copertura del suolo) o alle caratteristiche idrauliche del suolo (Civita & de Maio 1997, 2000).

In caso di coperture scarse o assenti è necessario calcolare il valore delle precipitazioni efficaci medie annue:

$$Q = P - E_r \text{ (mm/a)}$$

Dove:

Q indica le precipitazioni medie annue nell'area di studio

P indica le precipitazioni totali nell'area di studio

E_r indica l'evapotraspirazione media annua nell'area di studio

$$I = Q * X$$

Dove:

I indica l'infiltrazione

Q indica le precipitazioni medie annue nell'area di studio

X indica il coefficiente di infiltrazione in relazione alle tessiture dei suoli e dei complessi idrogeologici

In caso di suoli spessi:

$$I = P * X$$

Dove:

I indica l'infiltrazione

P indica le precipitazioni totali nell'area di studio

X indica il coefficiente di infiltrazione in relazione alle tessiture dei suoli e dei complessi idrogeologici

Per le aree coincidenti con la rete fluviale o con aree irrigue, il valore dell'infiltrazione media annua dovrà essere integrato utilizzando i metodi suggeriti da Civita (1994) per completare la valutazione della ricarica attiva.

Ottenuto il parametro si ricava il punteggio dal relativo diagramma (Figura 2-JJ).

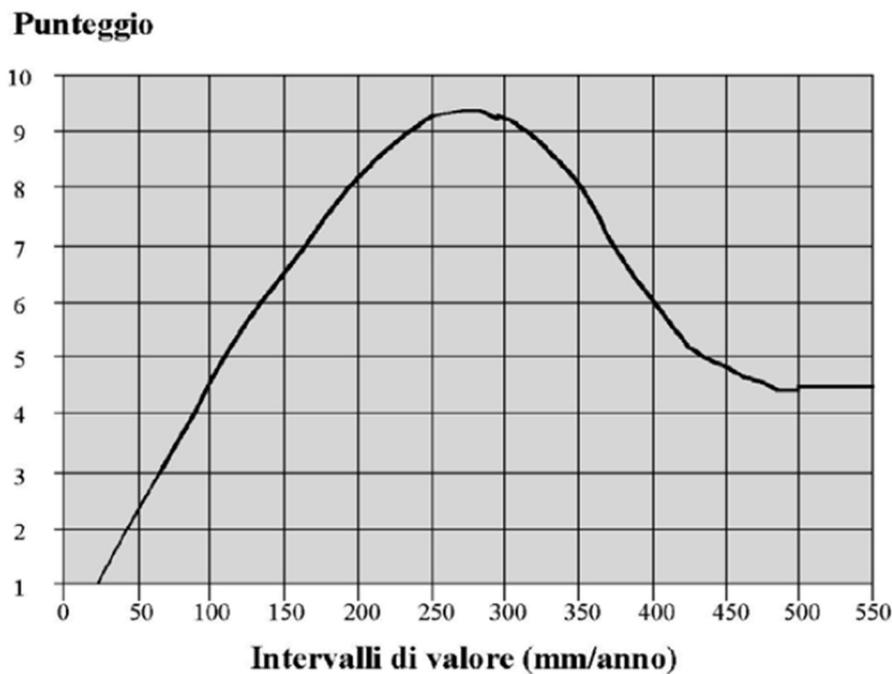


FIGURA 2-JJ: VALORI DELL'INFILTRAZIONE E RELATIVI PUNTEGGI.

Per il settore di studio è stata considerata la presenza di suoli spessi e applicata la relativa formula, considerando una precipitazione media annua tra il 1920 e il 2009 pari a 960 mm (Figura 2-KK).

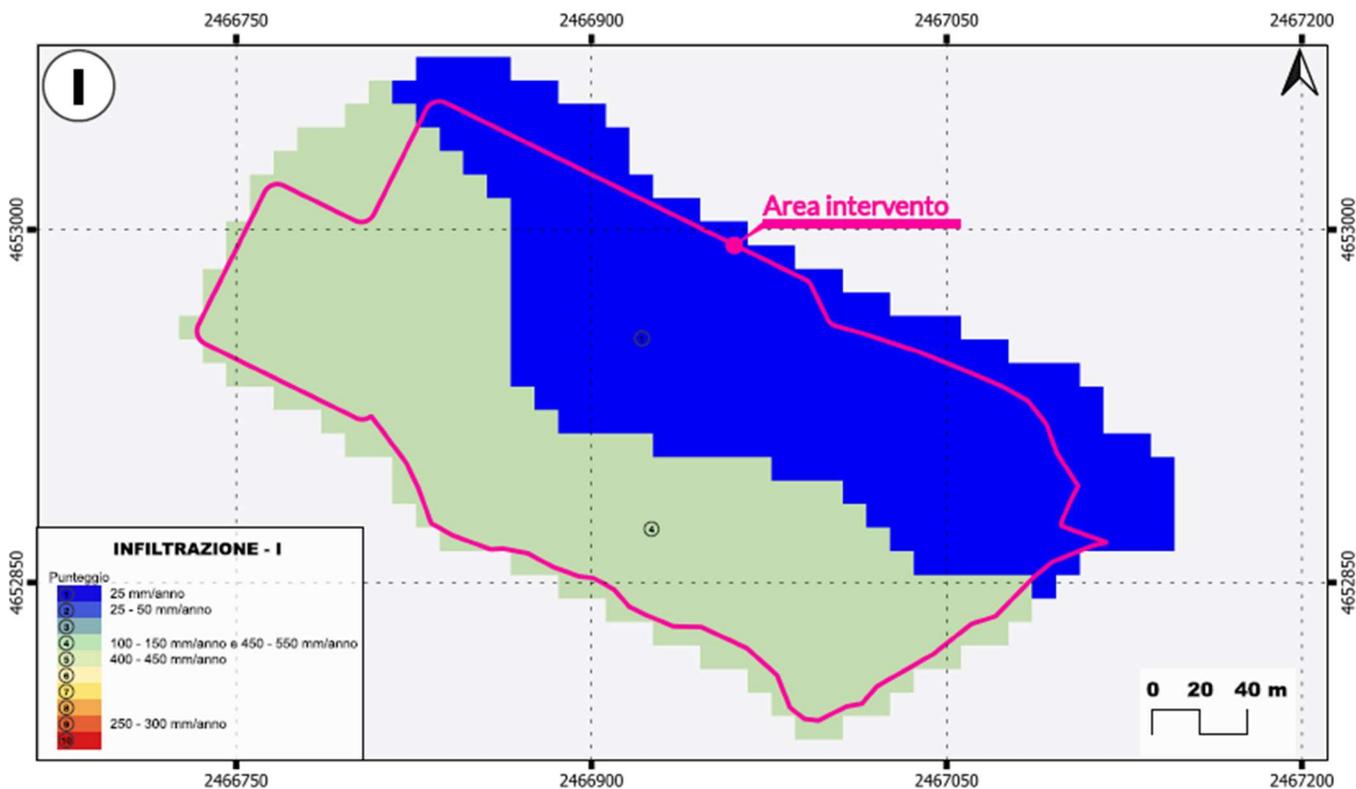


FIGURA 2-KK: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO DELL'INFILTRAZIONE.

Non saturo

La zona insatura è la parte di sottosuolo compresa tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero. L'effetto di autodepurazione del non-saturo si valuta, dunque, a partire dalle condizioni litologiche dello spessore insaturo (litologia, stato di fratturazione, grado di carsismo, ecc.). Si attribuisce un punteggio alla litologia del parallelepipedo insaturo avente per base la singola maglia (EFQ) di discretizzazione: ciò può essere immediato se tale litologia è uniforme. La FIGURA 2-LL riporta i range del punteggio di insaturazione in relazione ai complessi idrogeologici.

Complessi idrogeologici

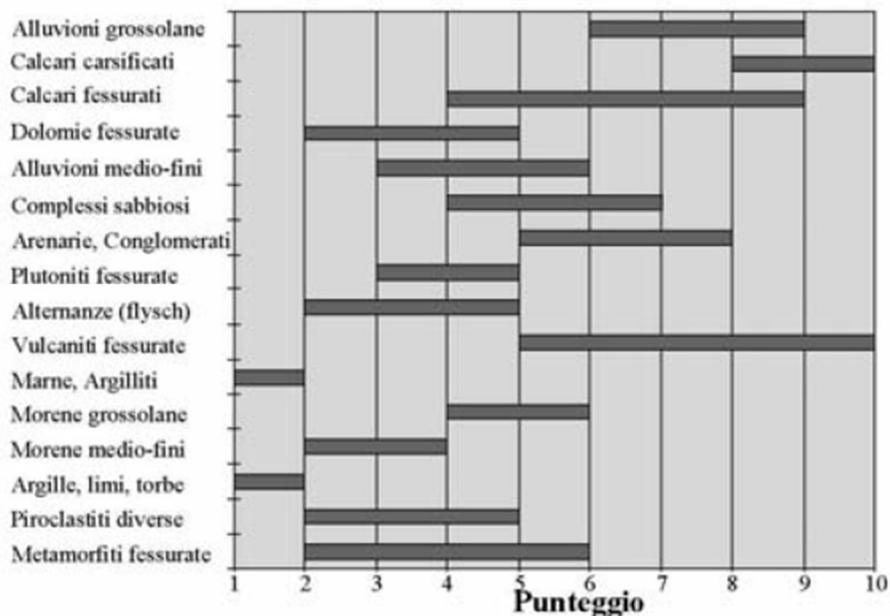


FIGURA 2-LL: AZIONE DI MITIGAZIONE DELLE ROCCE COMPONENTI L'INSATURO E RELATIVI PUNTEGGI.

Quando lo spessore insaturo è costituito da diversi tipi litologici, è necessario calcolare la media ponderale riferita allo spessore, che è data dal rapporto tra la sommatoria del prodotto del punteggio (**R**) di ogni singolo litotipo per il suo spessore (**h**) e la potenza totale del non-saturo:

$$N = \frac{\sum_{j=1}^n h_j R_j}{\sum_{j=1}^n h_j}$$

Per il settore di studio la parte relativa al non saturo è attribuibile a una singola litologia per i due settori individuati (Figura 2-MM).

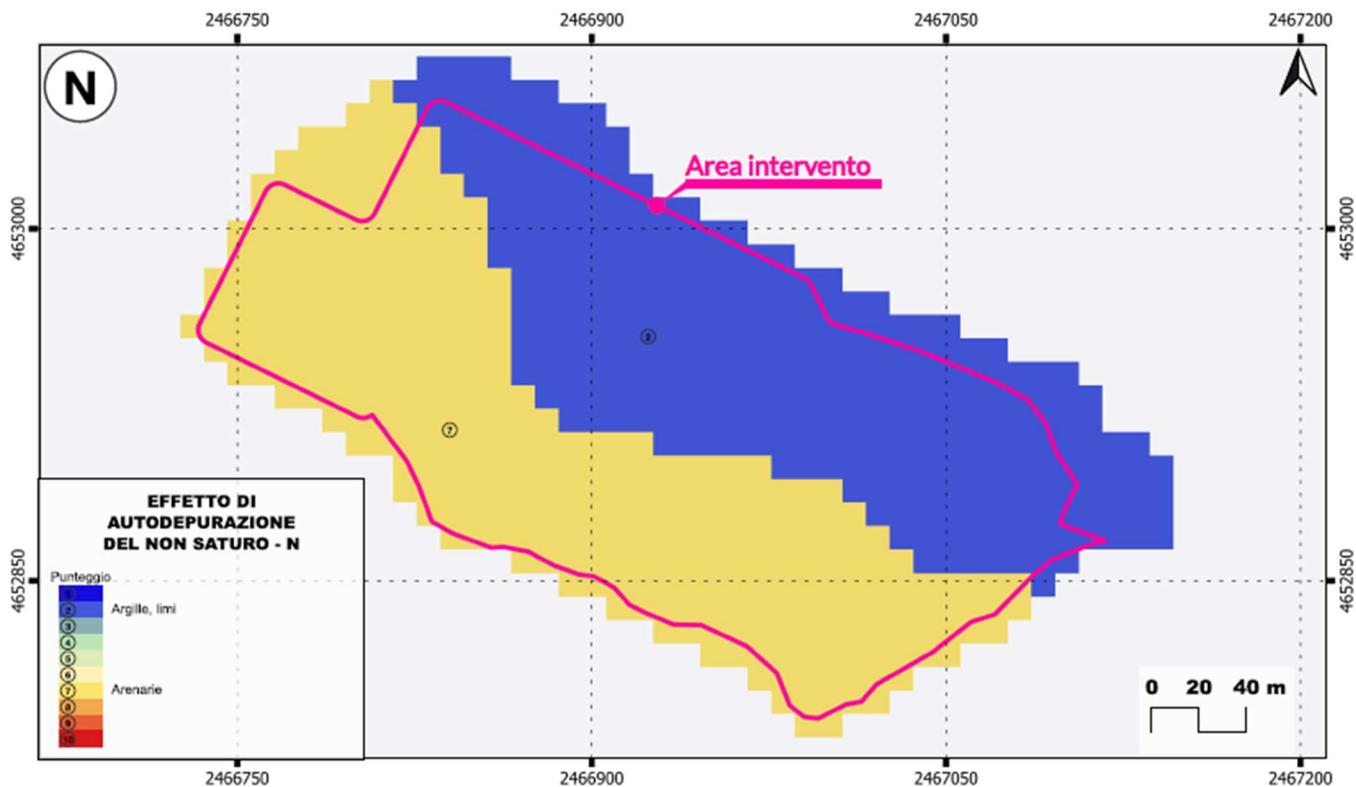


FIGURA 2-MM: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO RELATIVO ALL'EFFETTO DI AUTODEPURAZIONE DEL NON SATURO.

Tipologia della copertura

La tipologia dei terreni di copertura riveste un ruolo della massima importanza nella mitigazione dell'impatto degli inquinanti e nella valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi.

In riferimento alle caratteristiche di tessitura dei suoli sono stati quantificati gli intervalli di punteggio SINTACS (Figura 2-NN). In tale diagramma e a seconda del numero e della tipologia dei dati disponibili, si potrà cercare il valore più soddisfacente da assegnare.

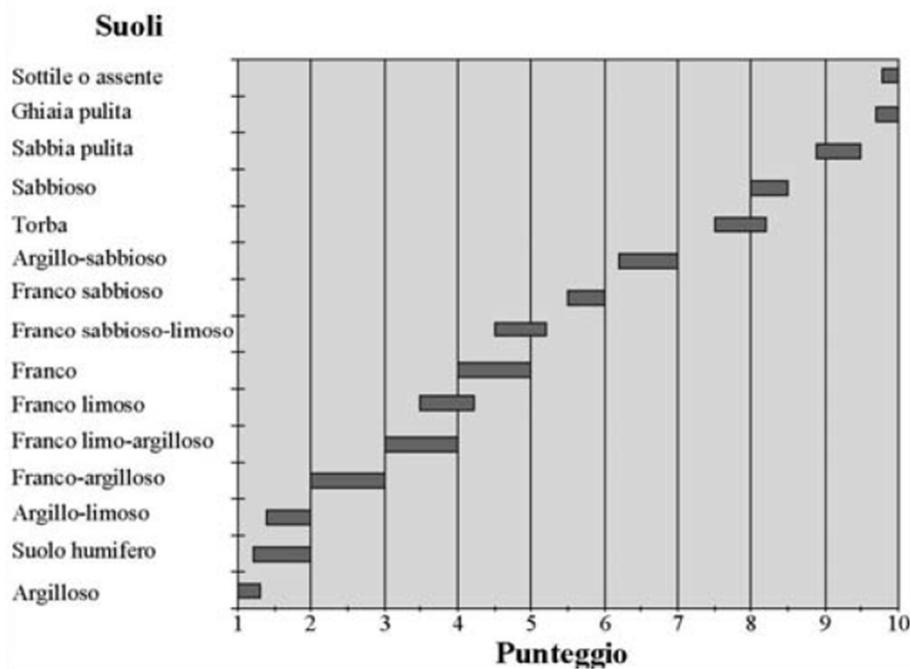


FIGURA 2-NN: CARATTERISTICHE TESSITURALI DEI SUOLI E RELATIVI PUNTEGGI PER LA VALUTAZIONE DELL'AZIONE DI MITIGAZIONE DEGLI INQUINANTI

Il settore di studio risulta caratterizzato principalmente da due litologie a cui sono stati attribuiti i relativi punteggi per realizzare la carta parametrica (Figura 2-OO).

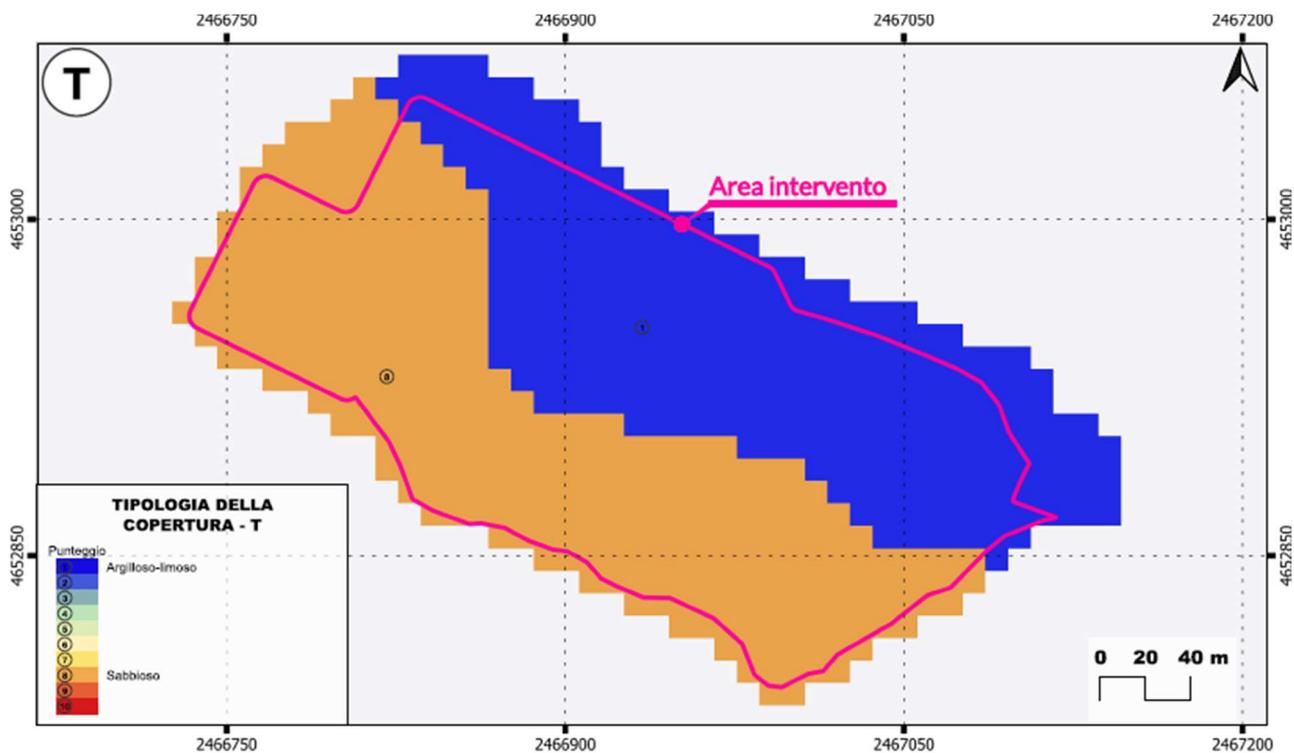


FIGURA 2-OO: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO RELATIVO ALLA TIPOLOGIA DELLA COPERTURA

Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del)

La tipologia dell'acquifero (A) è il parametro di SINTACS che descrive i processi che avvengono al di sotto della superficie piezometrica, quando un inquinante idroveicolato giunge a mescolarsi con l'acqua sotterranea dopo aver superato le due linee di difesa costituite dalla copertura e dall'insaturo, con abbattimento di una parte più o meno rilevante della sua concentrazione iniziale. La FIGURA 2-PP riporta i range del punteggio dell'acquifero in relazione ai complessi idrogeologici.

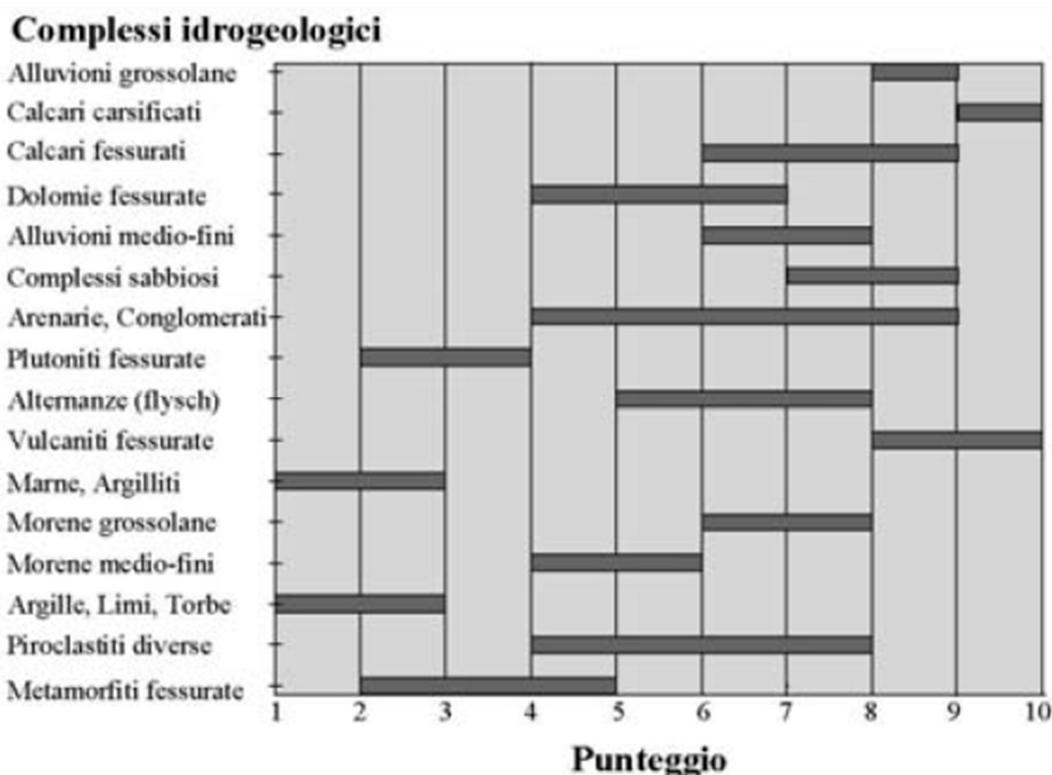


FIGURA 2-PP: CARATTERISTICHE DEI COMPLESSI ROCCIOSI CONTENENTI LA ZONA SATURA DEL SISTEMA ACQUIFERO E RELATIVI PUNTEGGI.

Sulla base dei dati disponibili sono stati attribuiti i punteggi alle due litologie individuate nell'area e realizzata la carta parametrica (Figura 2-QQ).

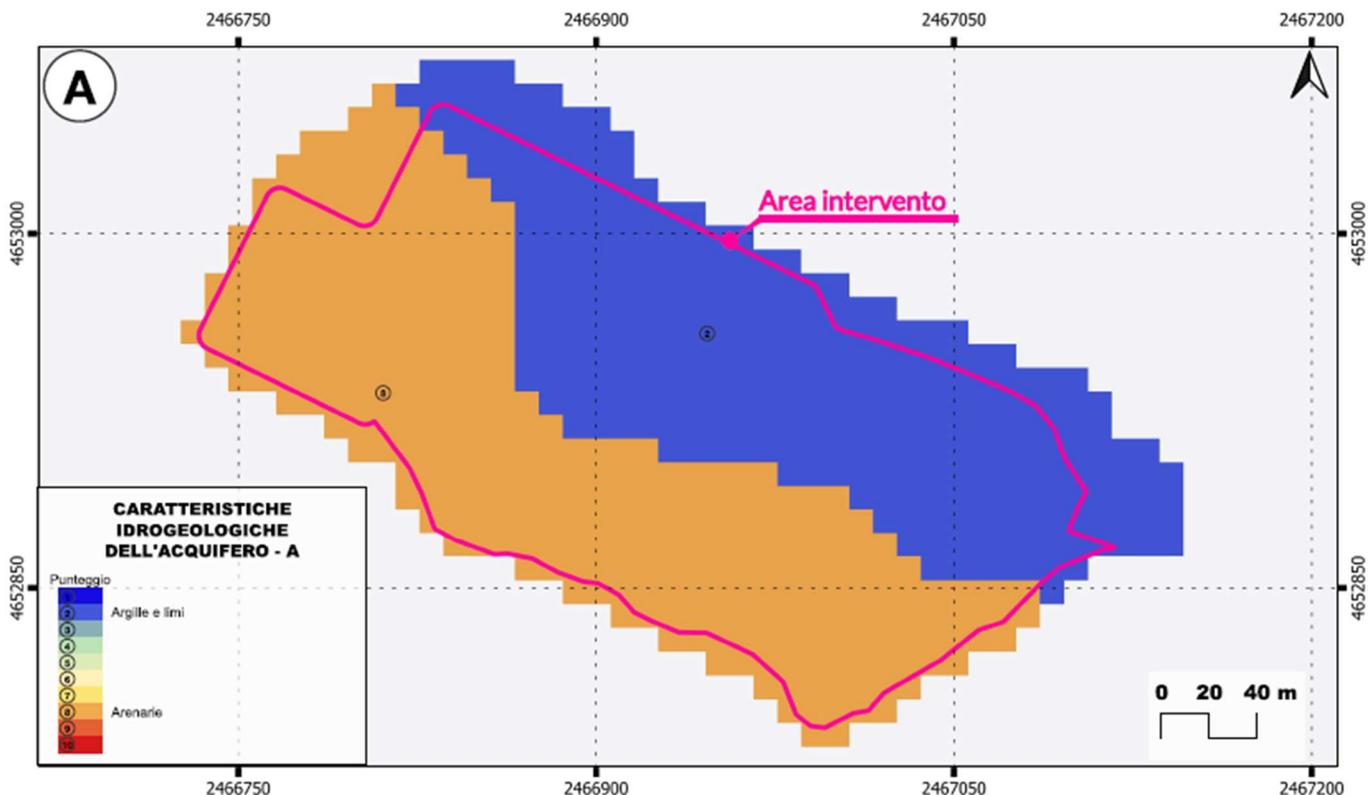


FIGURA 2-QQ: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO RELATIVO ALLE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'ACQUIFERO

Conducibilità idraulica dell'acquifero

La conducibilità idraulica è la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e, dunque, di un inquinante idroveicolato o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea (Figura 2-RR).

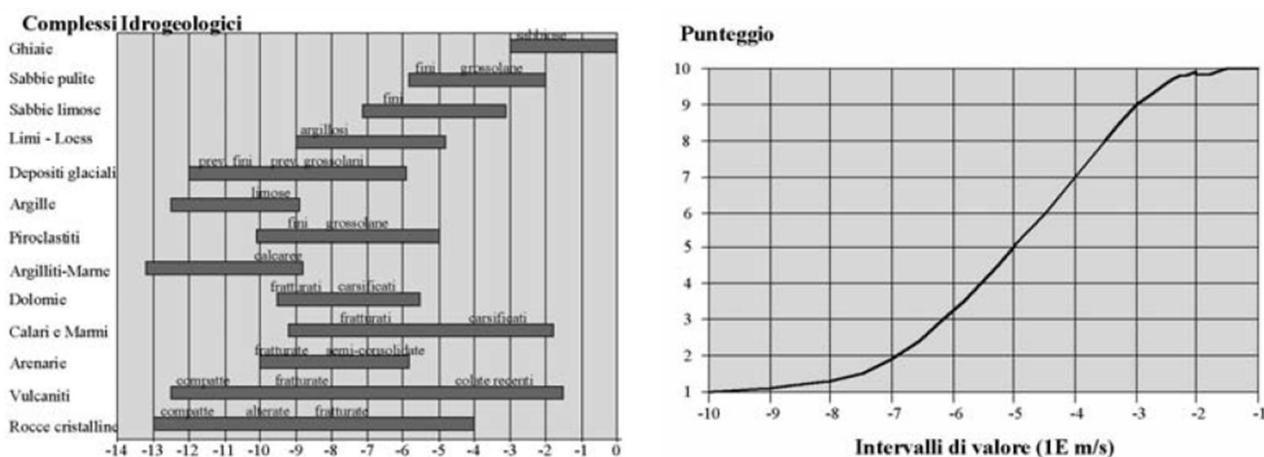


FIGURA 2-RR: INTERVALLI DI CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DEI PRINCIPALI COMPLESSI ACQUIFERI, INTERVALLI DI VALORE DELLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA E RELATIVI PUNTEGGI.

Sulla base dei dati disponibili sono stati attribuiti i punteggi per i due complessi individuati nell'area e realizzata la carta parametrica (Figura 2-SS).

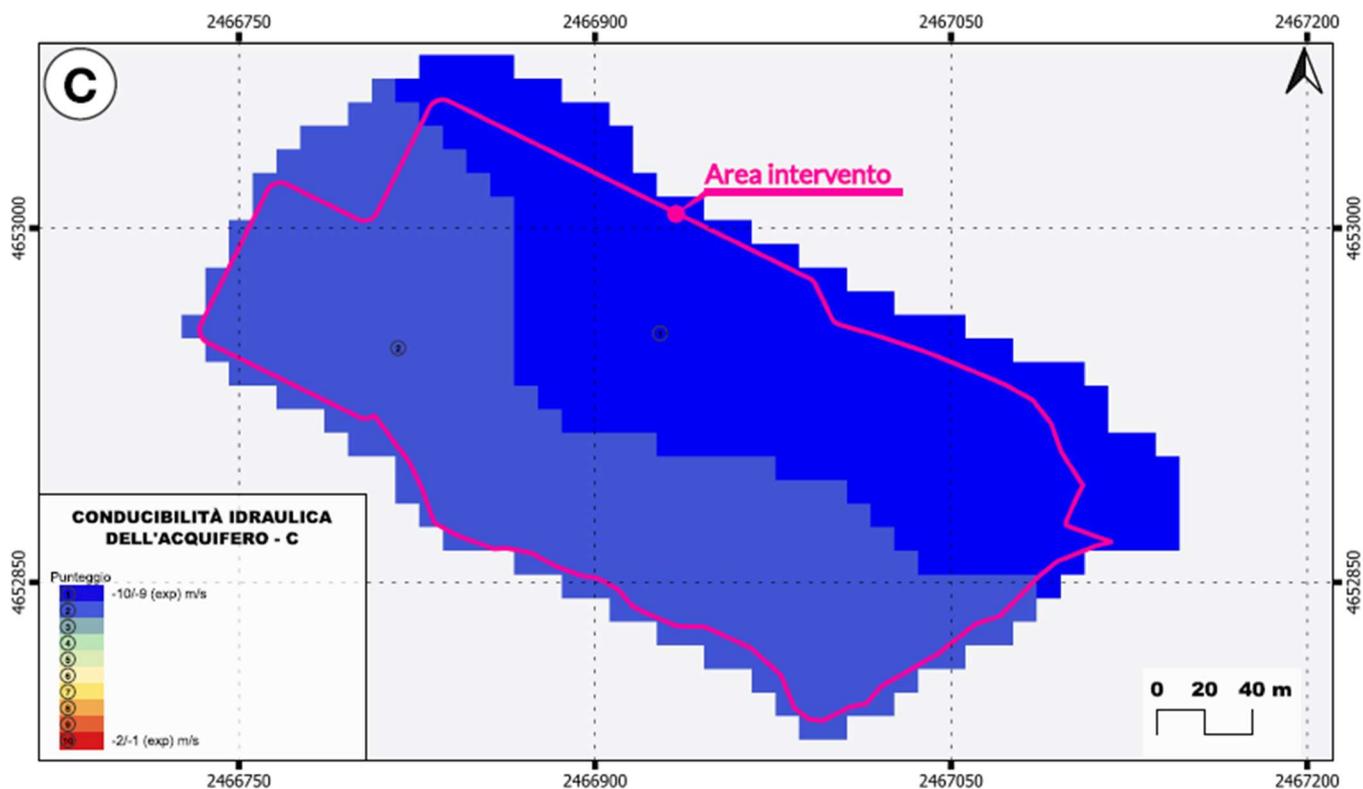


FIGURA 2-SS: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO RELATIVO ALLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DELL'ACQUIFERO.

Superficie topografica (acclività della)

L'acclività della superficie topografica influisce sulla valutazione della vulnerabilità intrinseca soprattutto perché da essa dipende la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua (e, dunque, di un inquinante fluido o idroveicolato) sulla superficie. Figura 2-TT riporta il punteggio della superficie topografica in relazione alla classe di pendenza.

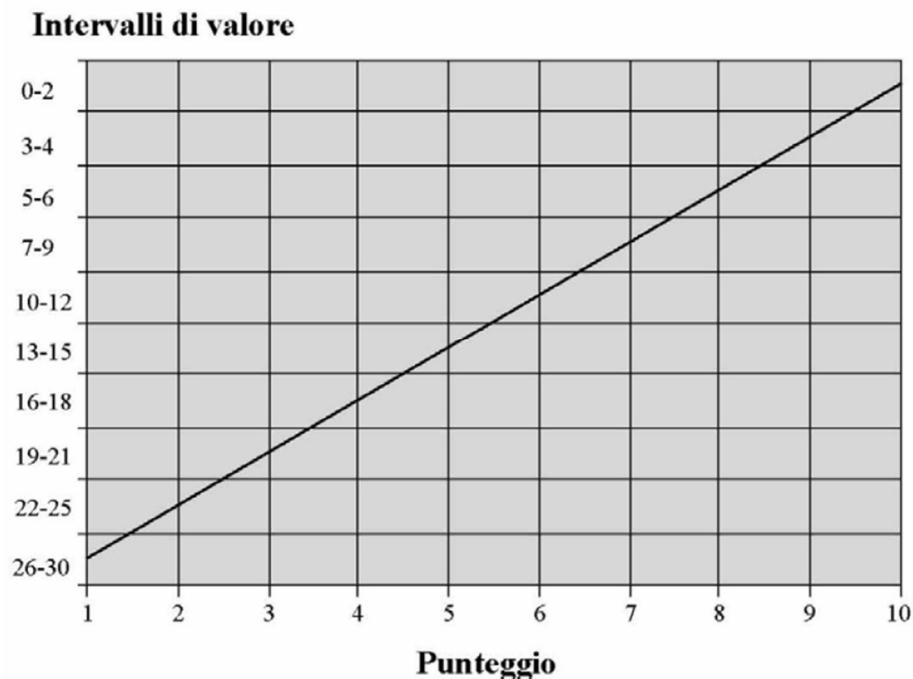


FIGURA 2-TT: CLASSI DI PENDENZA E PUNTEGGIO RELATIVO.



FIGURA 2-UU: FUNZIONAMENTO PER LA PRODUZIONE DELLA CARTA PARAMETRICA ACCLIVITÀ DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA.

L'acclività dell'area di studio è stata calcolata, sulla base dello schema di produzione riportato nella FIGURA 2-UU, partendo dal DTM della regione Abruzzo (pixel 10 m) e sono stati attribuiti i punteggi per la realizzazione della relativa carta parametrica (Figura 2-VV).

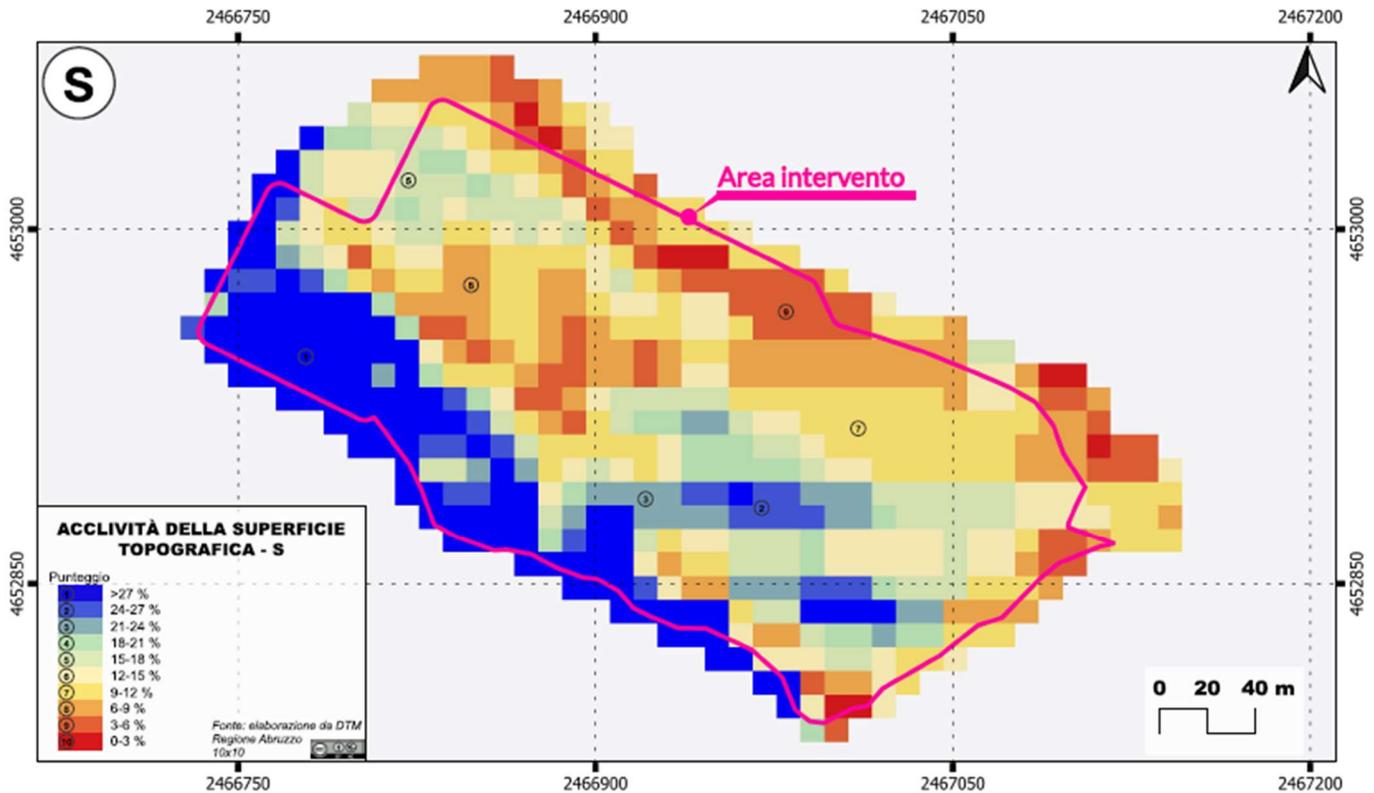


FIGURA 2-VV: RISULTATO DEI PUNTEGGI ASSEGNATI AL PARAMETRO RELATIVO ALL'ACCLIVITÀ DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA.

Per ciascun elemento di maglia della griglia che discretizza l'area d'interesse si calcolano i pesi relativi ai 7 parametri del metodo, si identifica una delle cinque situazioni-scenario descritte e si assume la stringa relativa.

$$I_{SINTACS} = \sum_{i=1}^7 P_i W_i$$

L'integrazione dei valori così ottenuti fornisce, per ogni maglia, un valore numerico rappresentate la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero di riferimento. Tali valori possono variare da un minimo di 26 ad un massimo di 260 punti (Figura 2-WW).

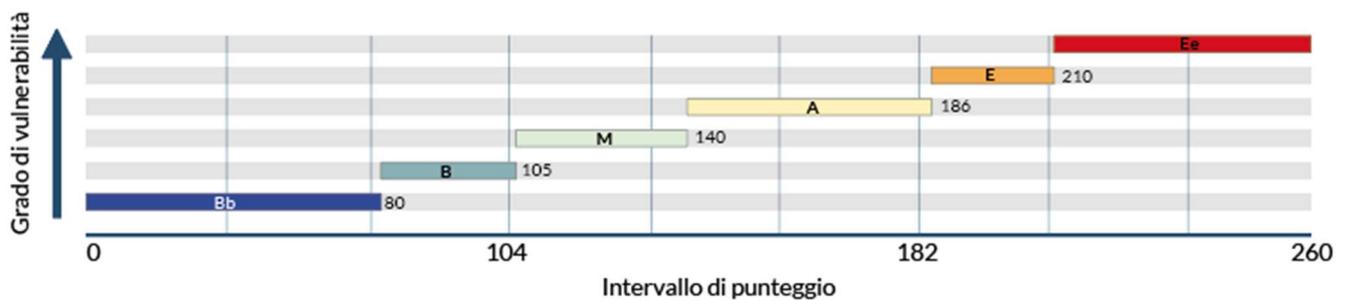


FIGURA 2-WW: INTERVALLI/GRADI DI VULNERABILITÀ INTRINSECA (PUNTEGGI GREZZI), Bb BASSISSIMA, B BASSA, M MEDIA, A ALTA, E ELEVATA, Ee MOLTO ELEVATA.

I valori grezzi dell'Indice sono, poi, stati normalizzati (espressi in percentuale, Figura 2-XX) per ottenere il parametro SINTACS normalizzato (IS_n):

$$IS_n = \frac{I_{SINTACS} - 26}{260 - 26} 100$$

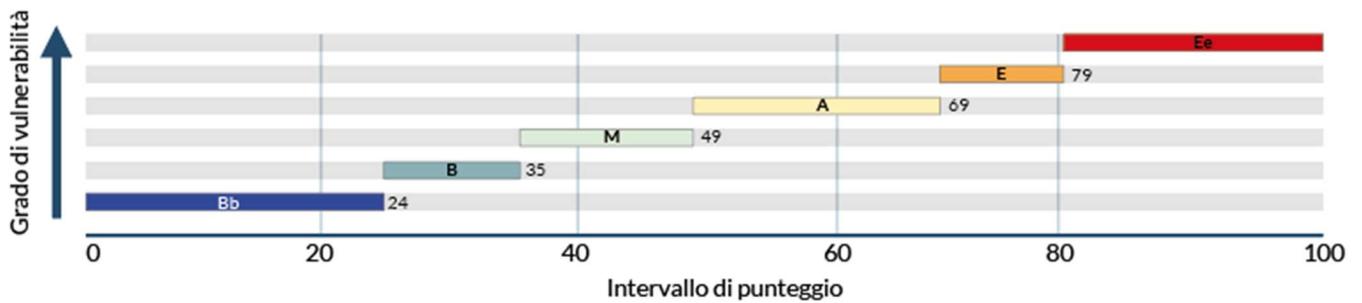


FIGURA 2-XX: INTERVALLI/GRADI DI VULNERABILITÀ INTRINSECA (PUNTEGGI NORMALIZZATI) Bb BASSISSIMA, B BASSA, M MEDIA, A ALTA, E ELEVATA, Ee MOLTO ELEVATA.

Ottenuto l'indice normalizzato è stato attribuito a ogni cella il codice colore relativo al grado di vulnerabilità per realizzare la Carta di Vulnerabilità (Figura 2-YY).

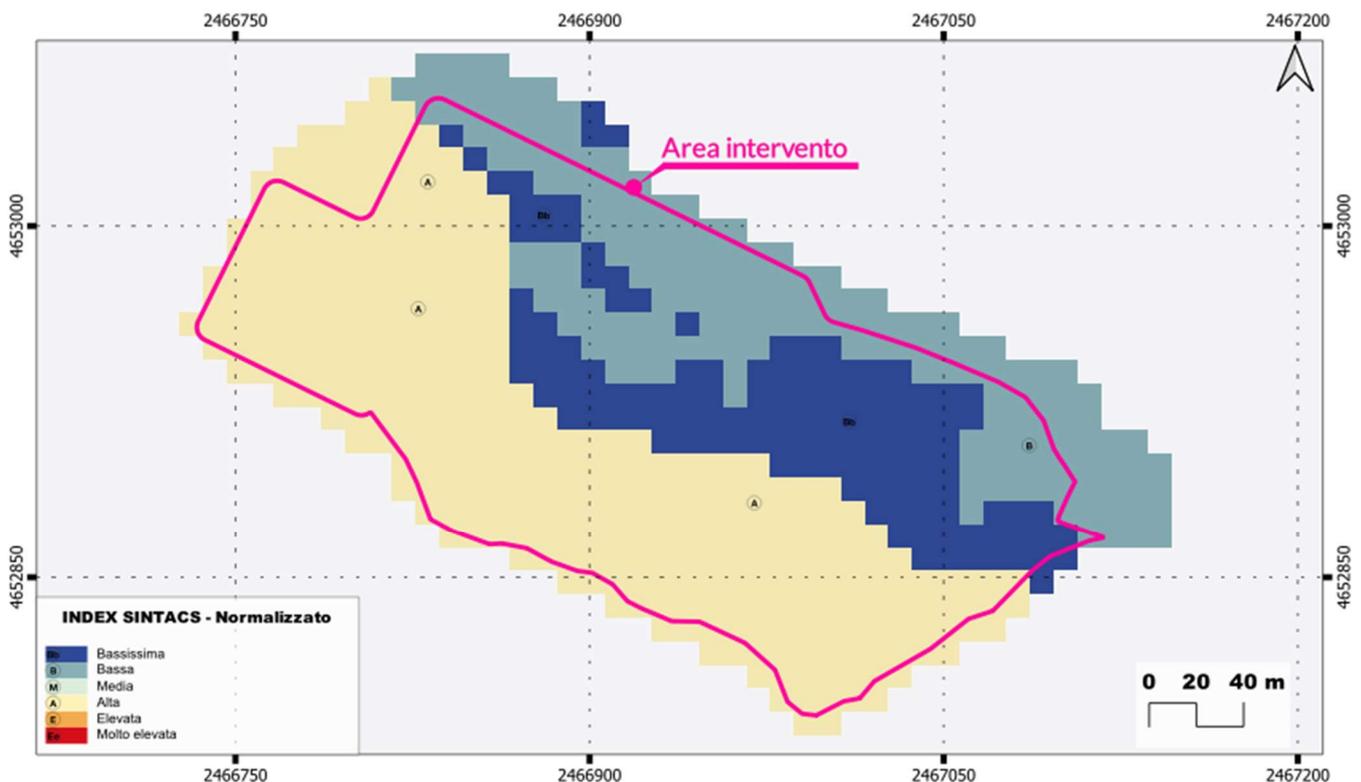
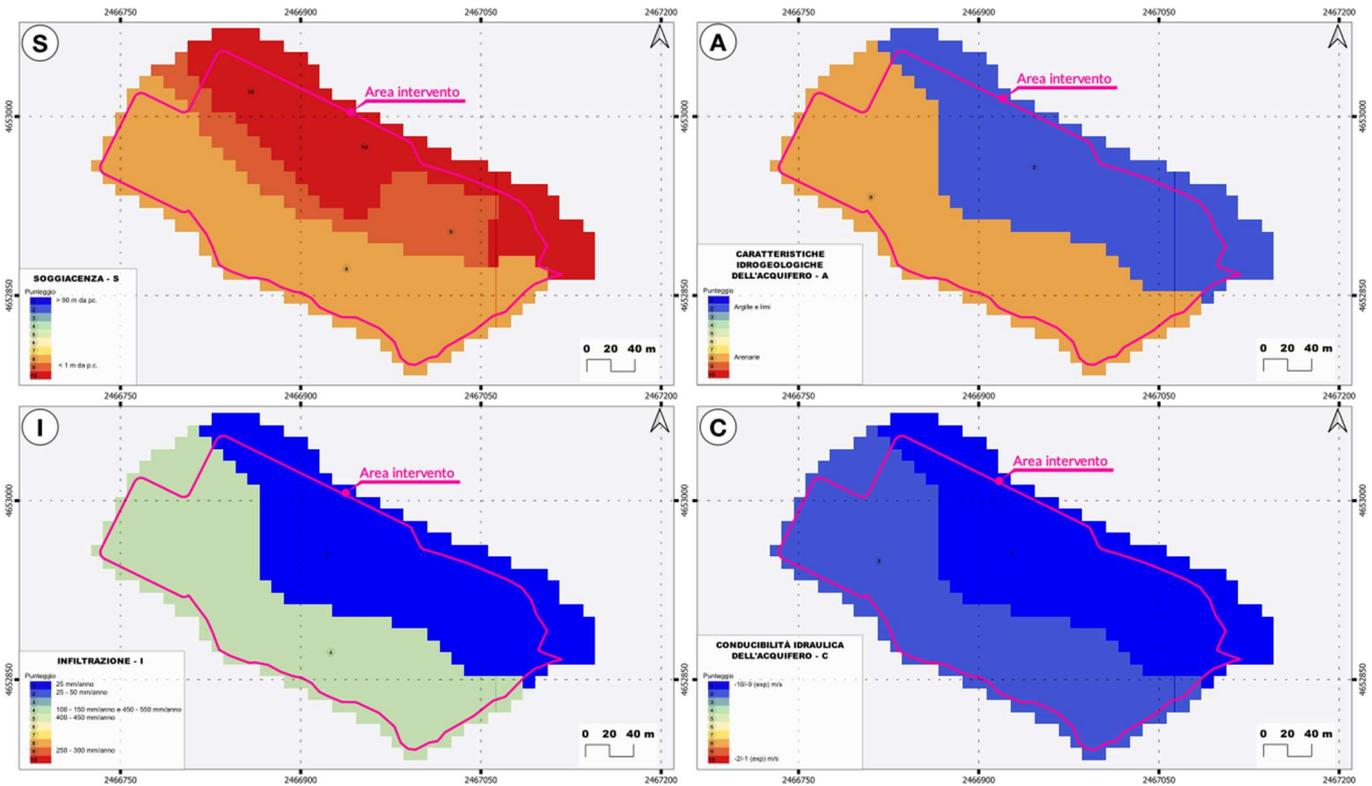


FIGURA 2-YY: CARTA DELLA VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO RELATIVA AL SETTORE IN ESAME, Bb BASSISSIMA, B BASSA, M MEDIA, A ALTA, E ELEVATA, Ee MOLTO ELEVATA.

La carta della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero mostra, nell'area impianto e nell'area pozzo Pallano 1-2, tre settori con gradi di vulnerabilità bassissimo, basso e alto.

- Zona a vulnerabilità bassissima: nel settore centrale e in corrispondenza dell'attuale piazzale
- Zona a vulnerabilità bassa: nel settore nord-orientale
- Zona a vulnerabilità alta: nel settore a sud-occidentale

Infine, è stata svolta un'analisi simulando un eventuale scavo di circa 5 m. Di seguito vengono esposti i risultati ottenuti (Figura 2-ZZ).



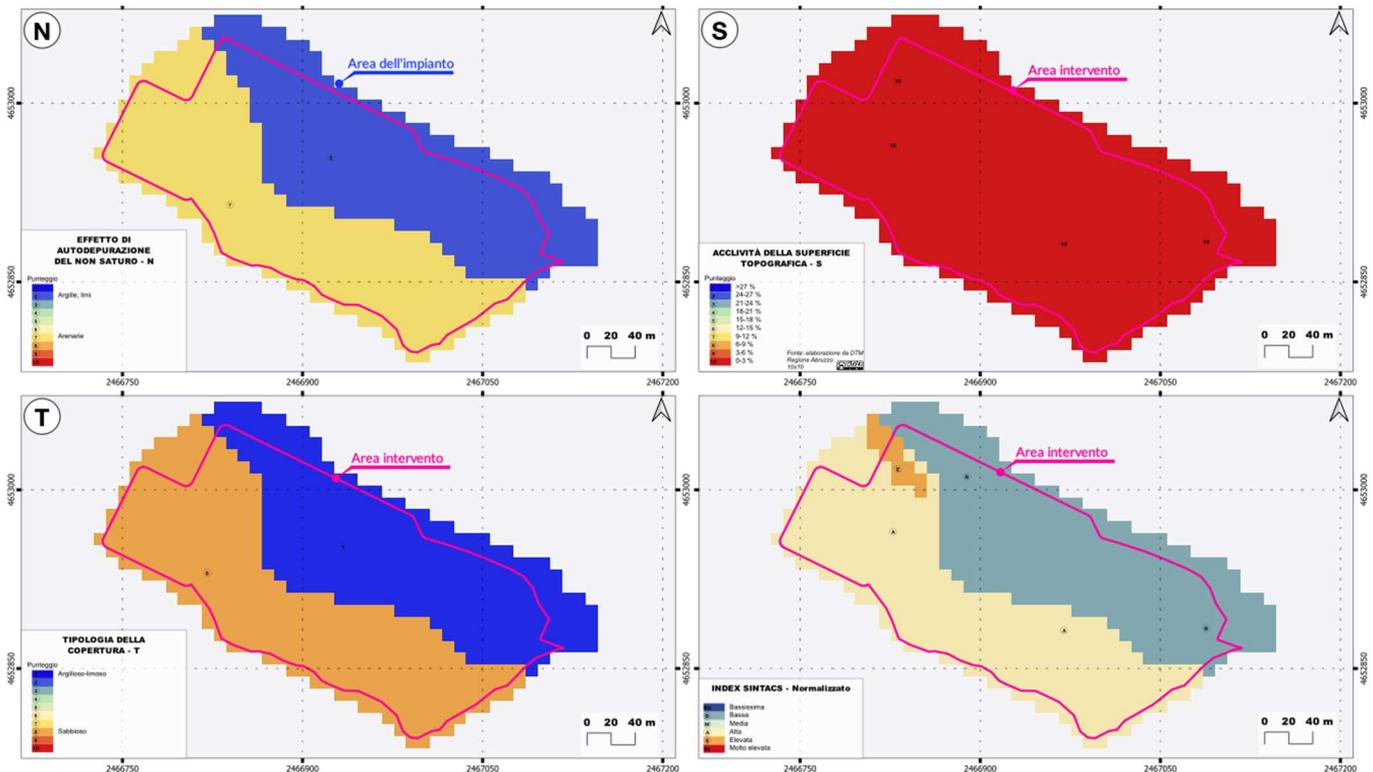


FIGURA 2-ZZ: SINTESI DEI PARAMETRI DEL MODELLO SINTACS E RISULTATO DELL'ANALISI (INDEX SINTACS NORMALIZZATO) IN CASO DI SCAVO ($\cong 5$ M).

In questo caso (scavo di circa 5 m) la carta della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero mostra nell'area impianto e nell'area pozzo Pallano 1-2 tre settori con gradi di vulnerabilità basso, alto e elevato.

- Zona a vulnerabilità bassa: nel settore nord-orientale
- Zona a vulnerabilità alta: nel settore a sud-occidentale
- Zona a vulnerabilità elevata: localmente nel settore nord-occidentale

2.4.2.2 Acque superficiali

PARAGRAFO NON MODIFICATO

2.4.3 Matrice di valutazione

Il metodo utilizzato nell'Appendice G per la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero è stato il metodo parametrico SINTACS Release 5 (Civita & de Maio 2000) considerato il più idoneo per il territorio italiano. In particolare, il metodo prevede di selezionare i parametri, assegnare ai parametri un punteggio, infine tali punteggi sono moltiplicati per stringhe di pesi che descrivono la situazione idrogeologica e/o l'impatto. I parametri presi in considerazione sono:

- soggiacenza,
- infiltrazione efficace,

- non saturo,
- tipologia della copertura,
- acquifero,
- conducibilità idraulica
- superficie topografica.

I valori ottenuti per ogni parametro, sommati, sono quindi normalizzati per ottenere infine un grado di vulnerabilità classificabile da bassissima a molto elevata. L'analisi ha permesso di suddividere l'area in tre settori con gradi di vulnerabilità bassissimo, basso e alto.

- ✓ Zona a vulnerabilità bassissima: nel settore centrale e in corrispondenza dell'attuale piazzale
- ✓ Zona a vulnerabilità bassa: nel settore nord-orientale
- ✓ Zona a vulnerabilità alta: nel settore sud-occidentale

Inoltre, è stata svolta un'analisi simulando un eventuale scavo di circa 5 m. In questo caso la carta della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero mostra nell'area impianto e nell'area pozzo Pallano 1-2 tre settori con gradi di vulnerabilità basso, alto ed elevato.

- ✓ Zona a vulnerabilità bassa: nel settore nord-orientale
- ✓ Zona a vulnerabilità alta: nel settore sud-occidentale
- ✓ Zona a vulnerabilità elevata: localmente nel settore nord-occidentale

Facendo riferimento a questi risultati, si ritiene, cautelativamente, di considerare il valore più elevato per descrivere la vulnerabilità del ricettore, sebbene solo una piccola area, nel settore a Nord del nuovo impianto interferisca con una criticità "Elevata".

Per quanto sopra indicato, gli impatti sulla componente "Acque" superficiali e sotterranee dovuti ai fattori di perturbazioni individuati possono essere riassunti nelle Tabella 2-R e Tabella 2-S a seguire.

Tabella 2-R: Matrice di valutazione per la componente "Acque sotterranee"

			Fattori di Perturbazione
			<i>Interferenze con la falda</i>
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	1
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1
	B1	Durata dell'impatto	1
	B2	Reversibilità dell'impatto	2
	B3	Presenza di impatti cumulativi	1
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-8
Significatività dell'impatto	Classe		1
	Giudizio		<i>Impatto negativo poco significativo</i>

Tabella 2-S: Matrice di valutazione per la componente "Acque superficiali"

TABELLA NON MODIFICATA

2.5 SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

CAPITOLO NON MODIFICATO

2.6 RUMORE E VIBRAZIONI

CAPITOLO NON MODIFICATO

2.7 ILLUMINAZIONE NOTTURNA

CAPITOLO NON MODIFICATO

2.8 BIODIVERSITÀ

CAPITOLO NON MODIFICATO

2.9 SALUTE UMANA

CAPITOLO NON MODIFICATO

2.10 MOBILITA' E TRAFFICO

CAPITOLO NON MODIFICATO

2.11 CONTESTO SOCIO -ECONOMICO

Uno degli aspetti più sensibili dell'area in studio è quello legato alla fruizione turistica del contesto interessato.

L'inquadramento che segue verte sulle informazioni riportate sulla sitografia ufficiale (Regione Abruzzo e siti istituzionali dei Comuni limitrofi all'area di progetto): si rimanda tuttavia alla costituzione del Comitato tecnico-scientifico per l'individuazione di interferenza con ulteriori eventi, sentieri cicloturistici e caratteristiche

enogastronomiche dell'area non desumibili dagli strumenti istituzionali, talvolta non sufficientemente aggiornati.

Come evidenziato nel Capitolo 13, i contesti territoriali limitrofi all'area di progetto dello Small Scale LNG, a partire dallo stesso abitato di Bomba, sono caratterizzati da peculiarità naturali, paesaggistiche, archeologiche e culturali che rappresentano elementi di richiamo per i turisti dell'intera regione Abruzzo e delle Regioni limitrofe.

Da un punto di vista archeologico, la cima di Monte Pallano, che domina la media e bassa valle del fiume Sangro, ospita un grande insediamento italico che da molti studiosi è stato identificato con la *Pallanum* della *Tabula Peutingeriana*.

Grazie alla posizione particolarmente favorevole, dal suo altopiano sommitale, si poteva controllare visivamente un territorio molto esteso, compreso un ampio tratto della costa adriatica. Proprio sull'altopiano, le mura megalitiche, sono senza dubbio l'opera che maggiormente attrae l'attenzione e stupisce, non a caso assunte a simbolo del parco. Si tratta di una lunga muraglia costituita da grossi blocchi di pietra, poste l'uno sull'altro a secco, e nella quale si aprono due aperture alte e strette (denominate Porta del Monte e Porta del Piano).

Le mura ciclopiche o Paladine, così chiamate, sono da attribuire appunto ad una popolazione italica (Lucani), vissuti nell'area nel V - IV secolo a.C. e costruite probabilmente per scopi difensivi e religiosi.

Il sito archeologico del Monte Pallano (a circa 2 km ad Est dell'area di progetto) è suddiviso più o meno equamente tra i Comuni di Tornareccio e Bomba.

Ciò che potrebbe interessare il contiguo Comune di Bomba è ancora sepolto, ma non si può escludere che riservi interessanti scoperte. In questa parte del territorio, infatti, emergenze monumentali sono completamente assenti e le scarse capanne agro-pastorali residue documentano più un recente passato che una presenza umana più antica, anche se sorgono sul limite di terreni considerabili archeologicamente interessanti. Informazioni di maggiore dettaglio sulle zone di interesse archeologico presenti nell'intorno dell'area di intervento, sono contenute nella Relazione preventiva di interesse archeologico, elaborata, nel 2018, dalla Dott.ssa, Archeologa Ilaria Di Sabatino, nell'ambito della procedura di VIA per lo Sviluppo del Giacimento Collesanto Come riportato nella cartografia allegata al PTCP della Provincia di Chieti, l'area di progetto non è interessata da beni archeologici; tuttavia, secondo il Piano Edilizio comunale di Bomba, l'area impianto ricade in un'area di rispetto archeologico.

Secondo quanto riportato nella Relazione archeologica preventiva, dai dati bibliografici analizzati, non risultano evidenze puntuali, ma già nel 2010 la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio dell'Abruzzo ha richiesto saggi archeologici preventivi presso l'area Colle Santo di Bomba (CH), al fine di accertare la compatibilità della realizzazione dell'impianto con eventuali resti archeologici.

Da un punto di vista storico, i territori limitrofi e lo stesso comune di Bomba custodiscono i ricordi e i luoghi della Seconda Guerra Mondiale e hanno dato i natali a famosi politici, patrioti e partigiani italiani rappresentando, pertanto, un prezioso scrigno di memorie da proteggere e valorizzare.

Circa le caratteristiche architettoniche e storiche del Comune di Bomba, si rimanda a quanto riportato nel Par. 13.4.2 della Parte 2 del presente SIA. Per quanto riguarda gli altri nuclei abitati prossimi all'area di intervento si fa presente che:

- Nel centro storico di **Colledimezzo** (ubicato circa 5,0 km a Sud dell'area di progetto - Figura 2-AAA) è presente il **Castello D'Avalos**, storica residenza dell'omonima famiglia che dominò il paese insieme ad altri feudi. La **chiesa di San Giovanni Evangelista e Apostolo**, abbellita dagli affreschi e dai dipinti, per la maggior parte opera di Donato Teodoro, pittore teatino del Settecento, che decorano le pareti ed i soffitti. Qui è possibile ammirare anche una copia del dipinto di **Tanzio da Varallo**, fra i maggior artisti del Seicento italiano, raffigurante la "Madonna col Bambino, San Francesco d'Assisi e il committente", a testimonianza di un'antica devozione locale a San Francesco.

La **chiesa di San Rocco** è un monumento religioso a tre navate, decorato con affreschi locali e con un piccolo campanile a una sola campana, ancora suonata a mano, che viene utilizzata di solito per le funzioni estive.

Presso il cimitero, invece, è la **chiesa di Sant'Antonio**, frutto di varie opere di ristrutturazione nei secoli. Rimane dell'originale chiesa del XVIII secolo solo l'acquasantiera.³

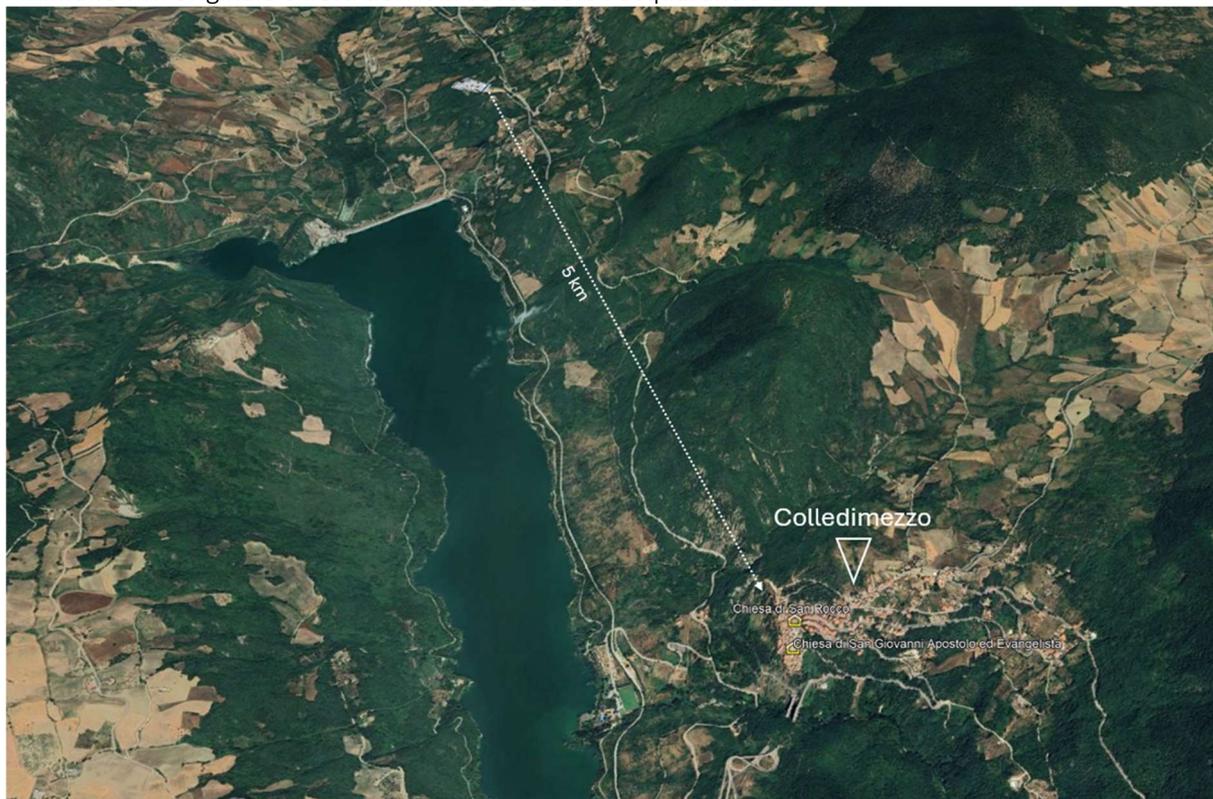


FIGURA 2-AAA: PANORAMICA DELL'ABITATO DI COLLEDIMEZZO

- Le particolarità di **Pennadono** (ubicata circa 3,4 km a Ovest dell'area di intervento - Figura 2-BBB) sono le falesie, guglie calcaree come monumenti naturali, che si sono sviluppate nel corso di milioni di anni, impreziosendo e rendendo particolare il territorio. Da lontano sembrano pinne che emergono da strati di argilla, le stesse che hanno dato il nome al paese (Pennadomo deriva infatti da "*Pinna in Domus*", masso affiorante nel territorio) e dove un tempo si nascondevano i briganti. Ogni falesia, fatta di roccia dura e grigia, racconta il tempo in cui si trovava sul fondo di mari ancestrali, subendo nel corso di milioni di anni impressionanti trasformazioni geologiche, che solo gli studiosi riescono a comprendere.

Oggi, questi templi verticali vengono affettuosamente chiamati per nome e sono entrati nella letteratura delle rocce, che gli arrampicatori desiderano sperimentare, scalando come ragni le loro lisce e ardite pareti, di medio e alto livello di difficoltà: Paretone, Resegone, Cima fumosa, Placche dell'Oasi.

Il contesto naturale è caratterizzato da un sistema di strette gole, con il fascino dei canyon americani, in mezzo a cui scorre il torrente San Leo, che alla fine del percorso incuneato si butta nella cascata del Gran Giara.

³ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/colledimezzo>

Nel borgo storico, che nell'Alto Medioevo appartenne a numerosi feudi, si possono ammirare le chiese di San Nicola e di Sant'Antonio da Padova.⁴

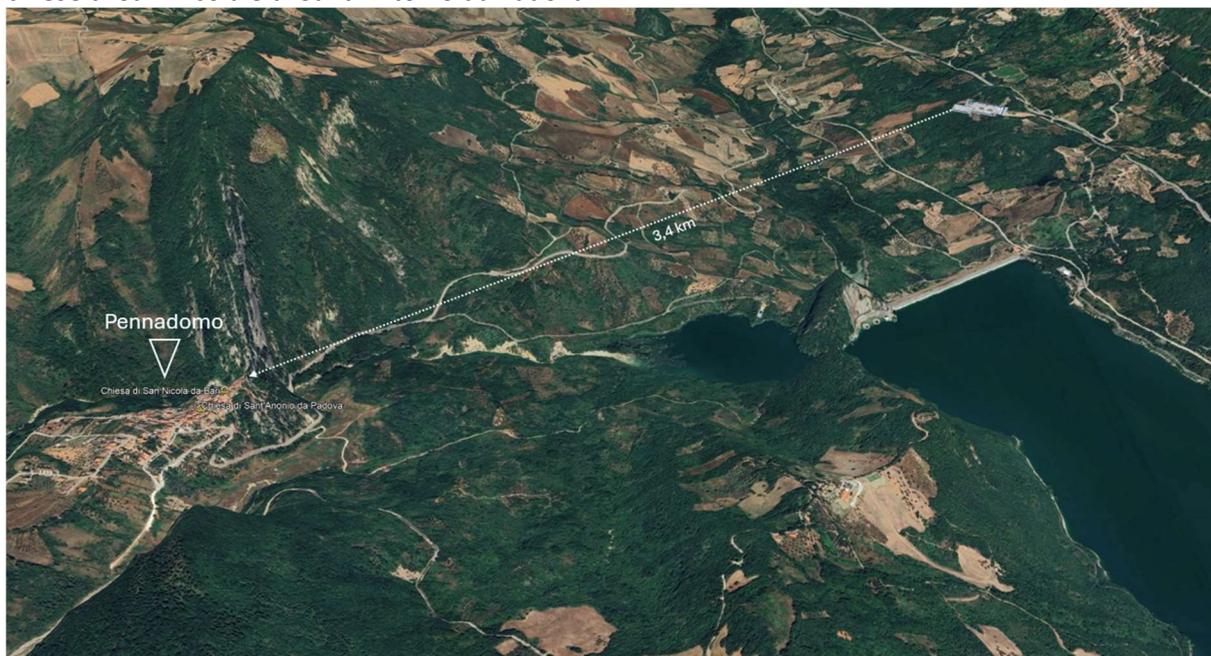


FIGURA 2-BBB: PANORAMICA DELL'ABITATO DI PENNADOMO

- Per quanto riguarda **Roccascalegna** (ubicata circa 5,3 km a Nord-Ovest dell'area di intervento - Figura 2-CCC), una leggenda vuole che il suo nome derivi da "Rocca scale di legno", cioè dalla scala a pioli, che dal borgo portava alla torre della fortezza e raffigurata anche nello stemma del Comune. In realtà, il toponimo è di origine longobarda e pare derivi da una parola il cui significato sarebbe "fianco scosceso di una montagna". Il centro abitato si trova sul fianco del Monte San Pancrazio, da cui il castello, situato su uno "strategico" sperone roccioso, domina il borgo, il vallone del Rio Secco e l'ampia vallata del Sangro come un antico guardiano, imponente e taciturno. Le prime citazioni del fortilizio risalgono al XII secolo, ma la sua fondazione, probabilmente, fu voluta intorno al IX secolo dai monaci dell'Abbazia di San Pancrazio (di cui rimane solo la chiesa al cimitero), per controllare l'arrivo degli "stranieri" sia dalla parte del mare che dalla montagna. L'attuale aspetto è frutto di un grande restauro conservativo, che non ha tolto nulla alla sua antica bellezza, certificata dalle Bandiere Arancioni del Touring Club Italiano.⁵

⁴ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/pennadomo>

⁵ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/roccascalegna>

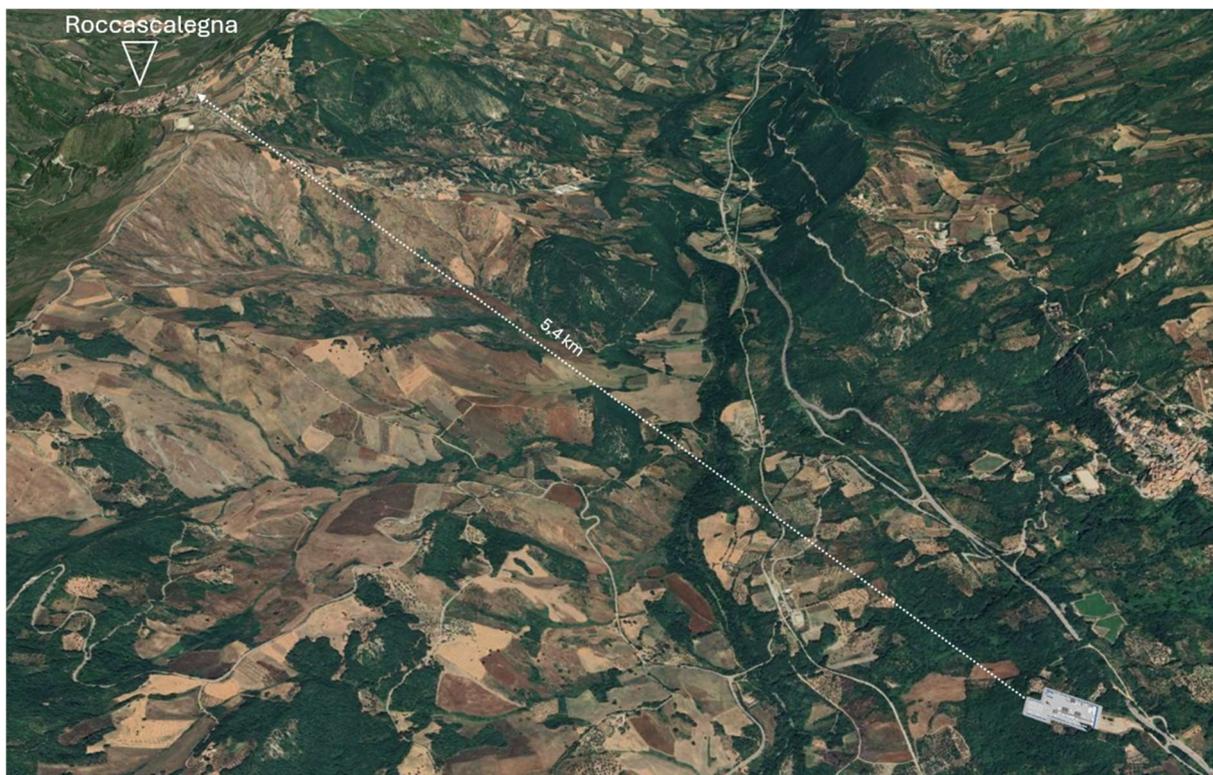


FIGURA 2-CCC: PANORAMICA DELL'ABITATO DI ROCCASCALEGNA

- Il borgo di **Torricella Peligna** (ubicata circa 7,5 km a Ovest dell'area di progetto - Figura 2-DDD) ha dato i natali a Vincenzo Bellini Senior, il nonno dell'omonimo musicista catanese, celebre in tutto il mondo, a Silvio D'Amico, fondatore dell'Accademia d'arte drammatica di Roma, e Nick Fante, padre del famoso scrittore italo-americano John Fante, a cui ogni anno è dedicato il Festival Letterario "Il Dio di mio Padre".

Nel centro abitato è presente una Mediateca comunale a lui intitolata: una struttura polifunzionale aperta al pubblico dove potete consultare tutti i romanzi e i racconti di John Fante, in lingua originale, italiano e altre lingue, oltre ai film da lui sceneggiati e i testi critici a lui dedicati.

In una sala a parte è il piccolo Museo civico, con un'interessante raccolta di reperti archeologici rinvenuti nel territorio comunale a ridosso della zona di Juvanum, antica città frentana che ebbe importanza sin dalle guerre sannitiche tra cui, in una teca in vetro climatizzata, una mummia settecentesca venuta alla luce durante i lavori di restauro della chiesa parrocchiale. Il territorio fu frequentato già nel periodo protostorico. Nel centro storico (di cui si hanno notizie a partire dal XII secolo) c'è la chiesa di San Giacomo Apostolo, che risale all'XI secolo al cui interno si trova un quadro raffigurante San Giacomo Apostolo, una statua della Madonna Del Rosario scolpita in legno dorato policromo, di scuola napoletana risalente al 700, calici e ostensori d'oro e d'argento, sempre settecenteschi.

Su un panorama che abbraccia la Maiella, il mare e le montagne del Molise, spicca il santuario della Madonna del Roseto, forse del 1552, molto semplice, ad unica navata con il presbiterio rialzato da tre gradini, che custodisce le statue di San Biagio, di San Domenico e, sull'altare, la statua della Madonna col Bambino, opera di una bottega locale.⁶

⁶ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/torricella-peligna>

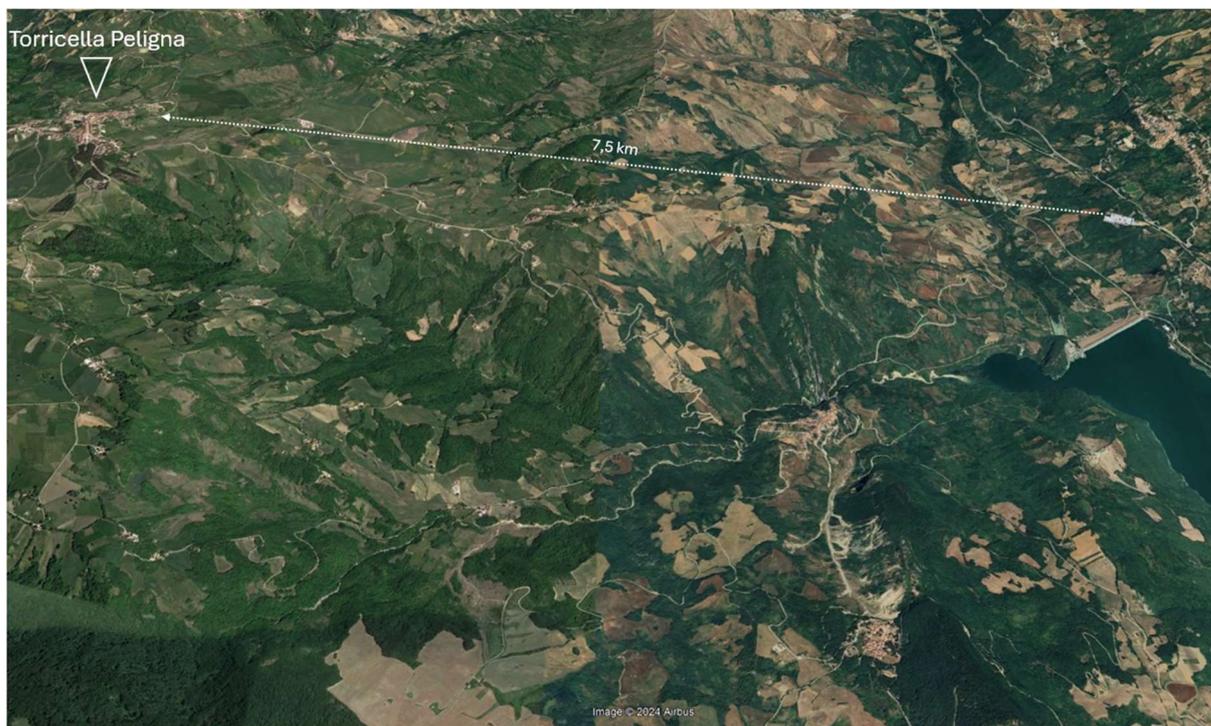


FIGURA 2-DDD: PANORAMICA DELL'ABITATO DI TORRICELLA PELIGNA

- Il borgo di **Villa Santa Maria** (ubicato circa 7,6 km a Sud dell'area di progetto - Figura 2-EEE) è particolarmente famoso per il Museo del Cuoco, ospitato a Palazzo Caracciolo: una realtà più unica che rara, che offre una raccolta di testimonianze storiche dell'attività dei grandi cuochi di Villa Santa Maria, con una ricca documentazione cartacea e fotografica sul lavoro da loro svolto nei più grandi alberghi del mondo e nelle case di nobili e titolati, e con una serie di oggetti dagli stessi utilizzati. Fu un cuoco di Villa Santa Maria, in provincia di Chieti, a preparare, nel castello dei Bovino, a Crecchio, la cena per Vittorio Emanuele III e la sua famiglia, in viaggio verso l'Italia già occupata dagli angloamericani, l'8 settembre 1943.

Alcuni pannelli, come notate, raccontano la storia e la suddivisione di questi chef stellati: c'erano i Maccaronari, i Pastari e i Monzù (coloro che erano al servizio delle famiglie nobili e prestigiose).

Qui, tra le case arrampicate su uno sperone di roccia, sono nati cuochi illustri, autori di banchetti memorabili presso tutte le corti europee.

La tradizione nacque nel XVI quando molti castelli del Medio Sangro erano dominati da un'antica famiglia napoletana, i Caracciolo di Pisquizi, che diede anche un Santo alla Chiesa e un patrono, protettore dei cuochi, San Francesco, nato a Villa Santa Maria nel 1563.

Fu un rappresentante di questa famiglia a portarsi con sé fino a Napoli un cuoco vellese, che dette un'ottima prova della sua arte culinaria. Altri chef locali furono allora chiamati a dirigere "le danze" gastronomiche di altre famiglie patrizie, con un'emigrazione che seguì nei secoli successivi, coinvolgendo anche i paesi vicini, grazie anche alla Scuola alberghiera di Villa Santa Maria, che ebbe inizio nel XVI secolo all'interno del Castello della famiglia Caracciolo, e all'attuale Istituto Alberghiero, ancora punto di riferimento per la formazione di nuovi professionisti della cucina internazionale.⁷

⁷ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/villa-santa-maria>



FIGURA 2-EEE: PANORAMICA DELL'ABITATO DI VILLA SANTA MARIA

Altri borghi prossimi all'area di intervento sono⁸:

- **Atessa**, le cui origini risalirebbero al V secolo d.C., dopo la caduta dell'Impero Romano d'Occidente. Tra le bellezze del centro storico, troviamo la Chiesa di San Leucio, dove è conservata, tra le altre cose, una grande costola fossile di mammifero rinvenuta nei dintorni di Atessa, che la leggenda attribuisce al drago eroicamente vinto da S. Leucio.
- uno dei "Borghi autentici d'Italia", **Perano**: piccolo borgo racchiuso in un contesto paesaggistico di grande fascino, trasmette un senso di pace e serenità per il suo silenzio e la sua maestosa presenza. Paese che unisce, a questa bellezza autentica del territorio, un intreccio di arte, cultura e spiritualità.
- **Archi**, un altro dei "Borghi autentici d'Italia", noto come la "Terrazza sul Sangro" e grande centro di produzione di olio extravergine d'oliva, tanto da essere inserito all'interno degli "Itinerari dell'Olio".
- **Tornareccio**, dove è possibile ammirare gli oltre 93 mosaici realizzati tra i palazzi del centro storico.

⁸ <https://abruzzoturismo.it/it/itinerari/nella-val-di-sangro-tra-borghi-autentici-e-prodotti-decellenza>

Il **Lago di Bomba**, in particolare, da un punto di vista naturalistico è stato considerato dal Fai “un gioiello dell’area del medio Sangro abruzzese” e, soprattutto nel periodo estivo, ha rappresentato un elemento di richiamo turistico.

Nasce come invaso artificiale realizzato nei primi anni Sessanta del secolo scorso nella vallata del Sangro, a circa 40 km dal mare della Costa dei Trabocchi. Oltre ad essere inserito in un contesto naturalistico di rara bellezza, su di esso si affacciano alcuni dei borghi più caratteristici del Medio Sangro come Colledimezzo, Pietraferrazzana, Villa Santa Maria, Montelapiano, Montebello sul Sangro e Pennadomo con le sue lame di roccia, meta ambita per free climber da tutta Italia, dai quali si possono godere diversi e spettacolari punti di osservazione sullo specchio d’acqua e sulle cime della Maiella.

Tra agriturismi, camping e sentieri turistici ed escursionistici, sulle sue sponde nel tempo sono sorte diverse strutture ricettive e ristorative, meta soprattutto in estate di turisti amanti della pesca sportiva con possibilità di concedersi uscite in canoa, kayak o pedalò. Il lago di Bomba è classificato anche come campo di gara ufficiale di canottaggio avendo ospitato nel 2009 le regate dei Giochi del Mediterraneo di Pescara ed i campionati italiani assoluti di canoa e kayak nel settembre 2010.

La presenza di strutture ricettive innovative ha consentito, fino a pochi anni fa, di ospitare eventi culturali nazionali ed internazionali, progetti sportivi e gastronomici, oltre che di favorire anche importanti flussi turistici e valorizzazione culturale e sociale delle comunità. Tale fermento è andato con gli anni scemando, anche a seguito della chiusura di cooperative turistiche e delle strutture ricettive ed oggi il lago si presenta in uno stato di parziale degrado da cui si sta cercando di uscire con la costruzione di piste ciclabili e la riapertura di nuovi percorsi turistici ed enogastronomici.

Per quanto riguarda il turismo (Figura 2-FFF) nel comune di Bomba non ci sono strutture ricettive alberghiere, ma solo 5 strutture ricettive non alberghiere (B&B e Case vacanza, con 40 posti letto totali, di cui uno a Sud dell’area di progetto) pari allo 0,66 % rispetto alla Provincia e allo 0,20 % rispetto alla Regione. Stando ai dati statistici non si evidenzia per il 2020, una crescita rispetto ai dati del 2011.

Anche le infografiche relative ai comuni limitrofi di Roccascalegna, Pennadomo e Colledimezzo non evidenziano, stando ai dati ufficiali relativi al periodo 2011-2020, particolari margini di miglioramento, in termini di strutture ricettive. In controtendenza i Comuni di Atesa, Torricella Peligna e Villa Santa Maria (Figura 2-GGG).

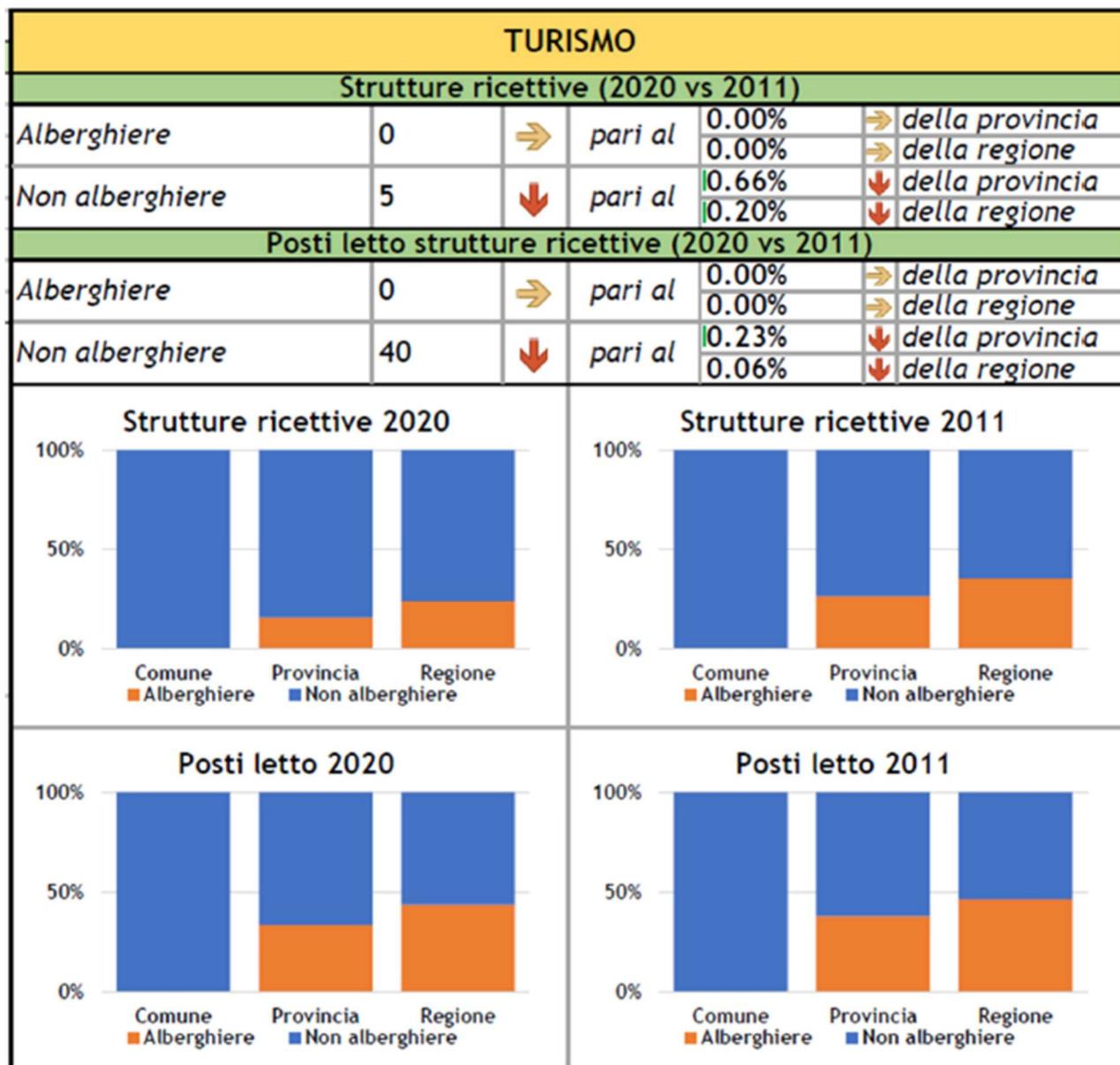
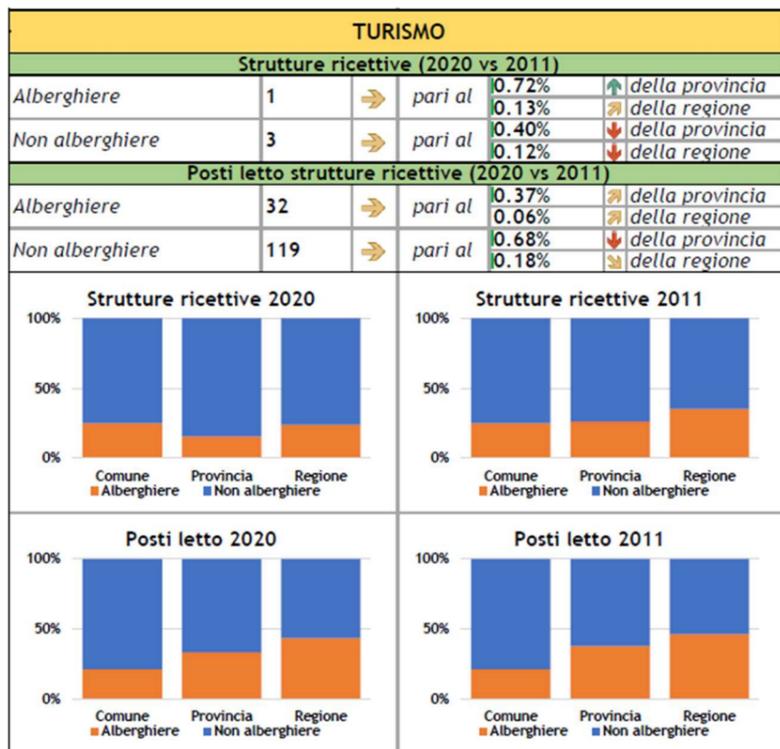
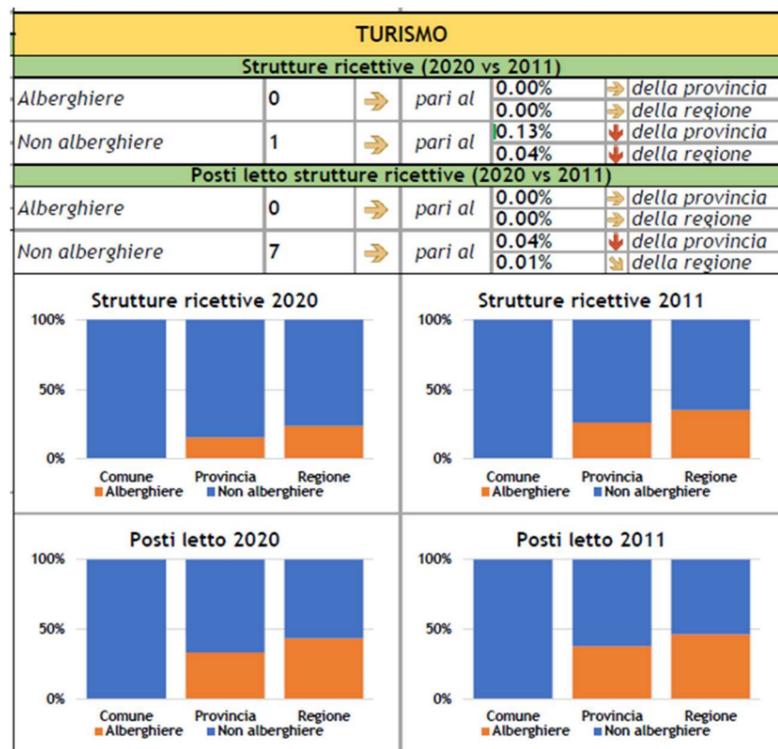


FIGURA 2-FFF: INFOGRAFICA RELATIVA ALLE STRUTTURE RICETTIVE TURISTICHE DEL COMUNE DI BOMBA (FONTE PRIT 2035 DA ISTAT)

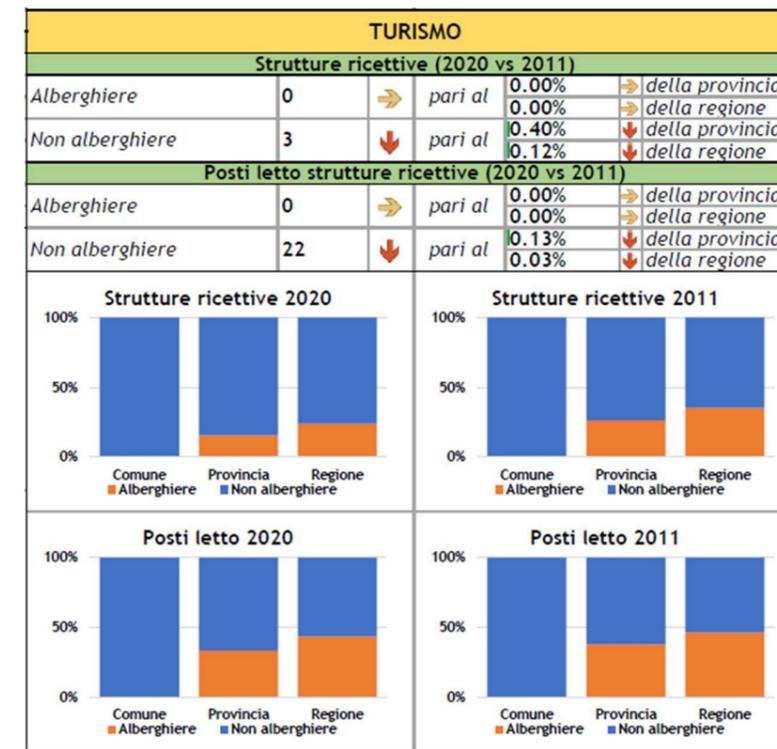
Colledimezzo



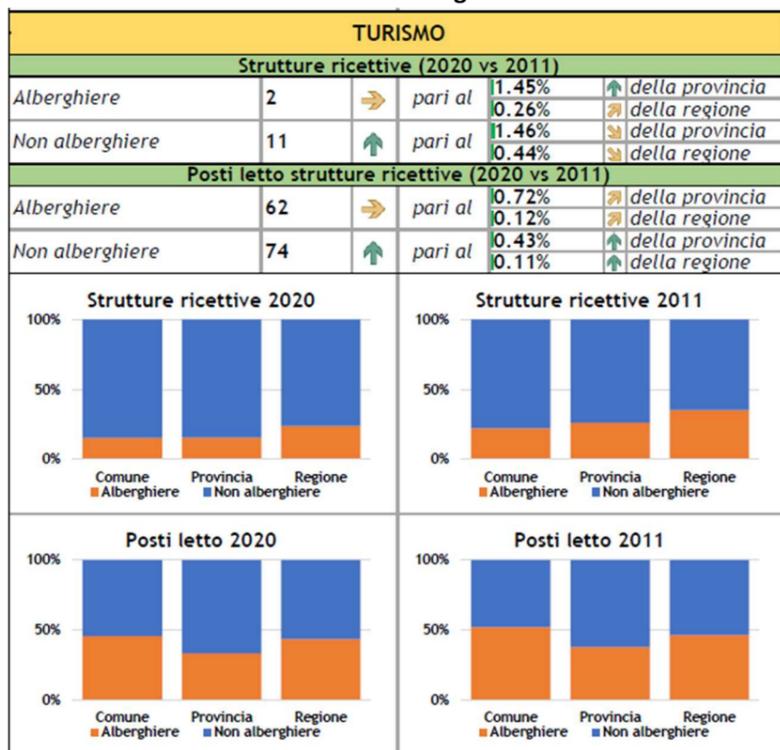
Pennadomo



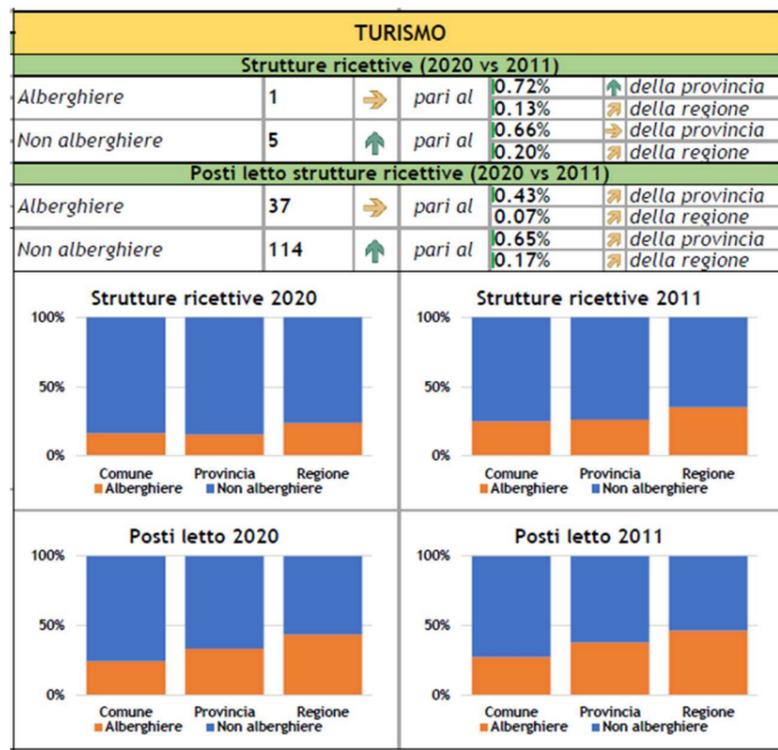
Roccascalegna



Torricella Peligna



Villa Santa Maria



Atessa

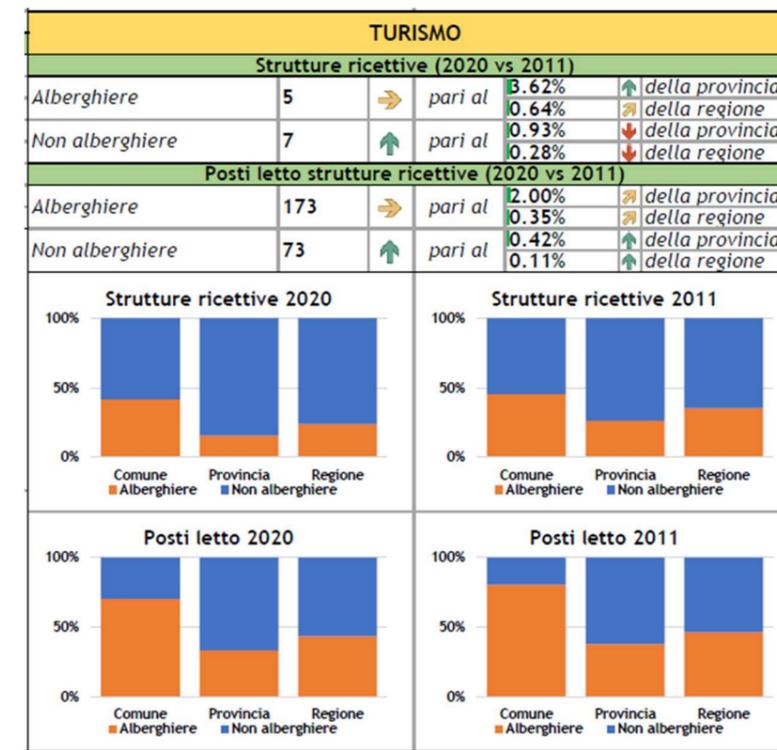


Figura 2-GGG: Infografiche relative alle strutture ricettive turistiche nei comuni limitrofi a quello di Bomba (Fonte PRIT 2035 da ISTAT)

Per quanto riguarda la possibilità di svolgere attività outdoor, fra i percorsi **da trekking e cicloturismo** più conosciuti e percorsi dell'area studio si ricordano:

- Quello sul versante meridionale di Bomba che attraverso una mulattiera e un sentiero porta sulla **vetta del Monte Pallano**, dove sorgono le rovine di Pallanum con le sue maestose mura megalitiche, suddivise tra i Comuni di Bomba e di Tornareccio. Il sito archeologico è ciò che rimane dell'antico centro dei Frenetani, rammentato in un'importante iscrizione osca⁹;
- L'itinerario ad anello delle **mura Megalitiche**, sul versante di Colledimezzo (Figura 2-HHH).

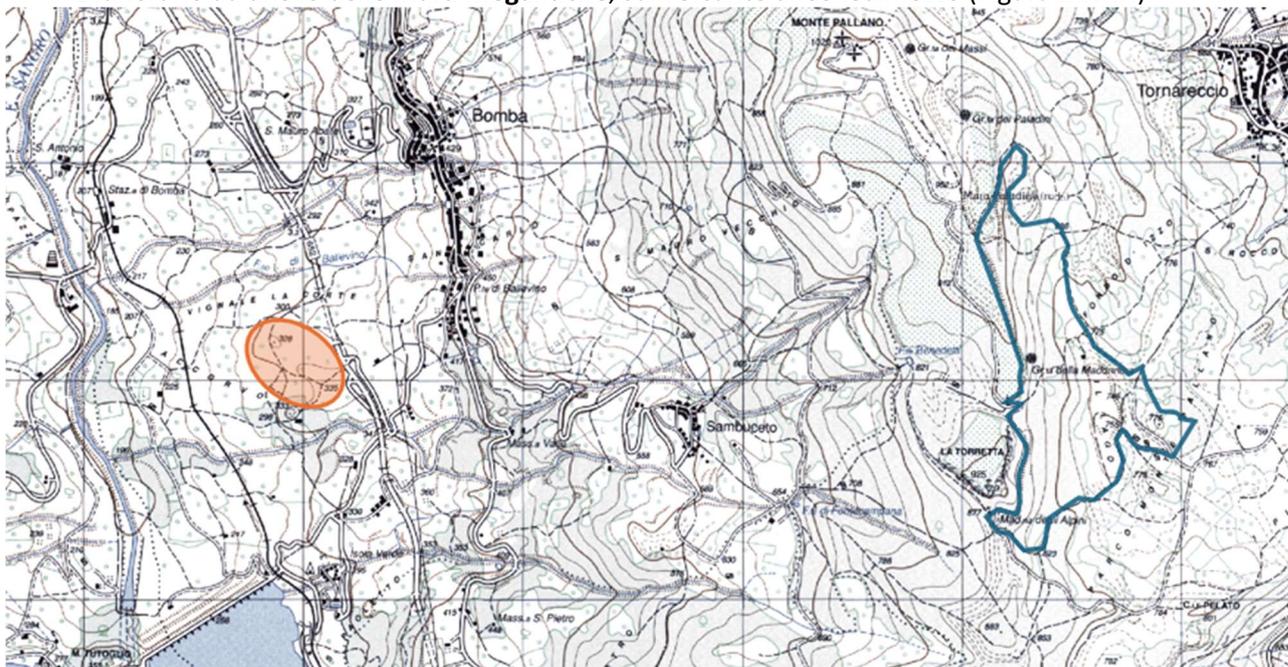


FIGURA 2-HHH: ITINERARIO AD ANELLO DELLE MURA MEGALITICHE (L'OVALE INDIVIDUA L'AREA DI PROGETTO)

- L'itinerario che **dal Lago di Bomba sale a Montebello sul Sangro** dalla riva del lago lungo fino a Villa Santa Maria, a mezza costa sulle colline a ridosso del lago (Lunghezza circa 3 km)¹⁰ (Figura 2-III).

⁹ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/bomba>

¹⁰ <https://www.abruzzoturismo.it/it/itinerari/dal-lago-di-bomba-montebello-sul-sangro#descrizioneitinerario>

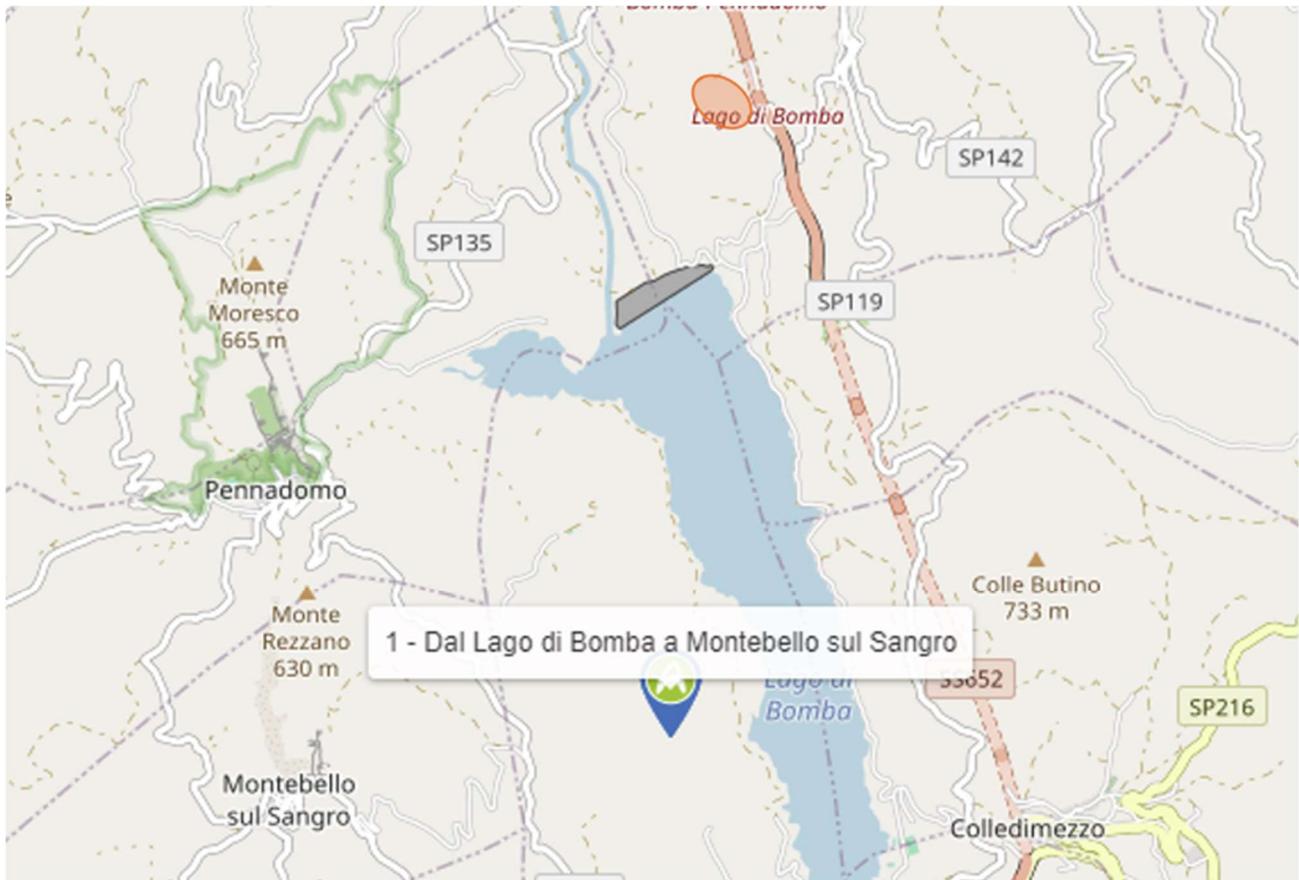


FIGURA 2-III: INDIVIDUAZIONE DEL CONTESTO INTERESSATO DAL PERCORSO CHE DAL LAGO DI BOMBA SALE A MONTEBELLO SUL SANGRO (L'OVALE INDIVIDUA L'AREA DI PROGETTO)

- L'itinerario che **dagli Altipiani Maggiori d'Abruzzo** arriva a **Roccascalegna**, passando per Palena e Torricella Peligna attraverso la Valle dell'Aventino (che corre a sinistra delimitata dal massiccio della Majella) lungo un percorso che ricalca gli antichi sentieri tratturali e attraversa pianori montani (nella Figura 2-JJJ si individua il tratto finale, più prossimo all'area di studio).

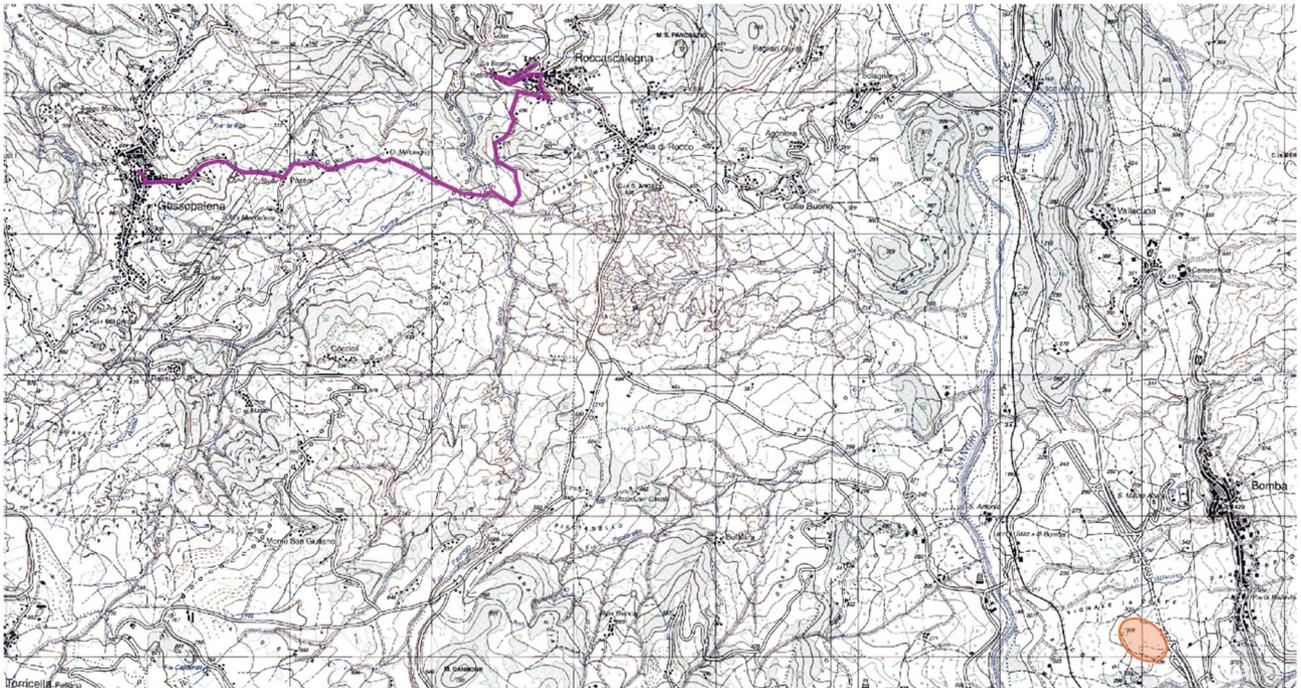


FIGURA 2-JJJ: TRATTO FINALE DEL PERCORSO CHE DAGLI ALTIPIANI MAGGIORI D'ABRUZZO ARRIVA A ROCCASCALEGNA (L'OVALE INDIVIDUA L'AREA DI PROGETTO)

Per quanto riguarda gli itinerari in bici, tra i più pubblicizzati ricordiamo quello che interessa i borghi di Atessa, Paglieta, Perano, Archi, Tornareccio, Carpineto Sinello, Casalanguida. C'è da segnalare anche il progetto **“Le Vie della Linea Gustav”** che si svilupperà nel corso degli anni fino a raggiungere Anzio (Roma), includendo non solo la creazione di percorsi ciclabili e ciclovie, ma anche la narrazione di storie di solidarietà, la descrizione dei luoghi e la valorizzazione dei patrimoni artistici, enogastronomici e naturali.¹¹

¹¹<https://www.bikeitalia.it/2024/01/31/abruzzo-sulla-linea-gustav-in-bici-nuovo-progetto-di-sviluppo-cicloturistico/>
<https://www.bikeitalia.it/2015/04/24/la-linea-gustav-in-bicicletta-per-il-70-della-liberazione/>



FIGURA 2-KKK: INDIVIDUAZIONE DELLA LINEA GUSTAV (WWW.BIKEITALIA.IT). NELL'OVALE ROSSO, INDICATIVAMENTE, L'AREA DI STUDIO

La zona in cui ricade l'impianto Small Scale LNG è ricca di piccole aziende che valorizzano i prodotti del territorio producendo liquori, olio, salumi e formaggi particolarmente apprezzati anche fuori dalla regione.

La produzione agroalimentare DOP e IGP (rif. Anche Par. 5.4 della Parte 2) è costituita dai seguenti vini:

- Abruzzo DOP: vini prodotti sull'intera fascia collinare e pedemontana della regione.
- Cerasuolo d'Abruzzo DOP, prodotto nella comprende la fascia costiera e pedemontana con un'intersezione verso l'entroterra.
- Montepulciano d'Abruzzo DOP, la cui zona di produzione è nella fascia collinare, costiera e pedemontana.
- Trebbiano d'Abruzzo DOP, prodotto in gran parte del territorio abruzzese;
- Colli del Sangro IGP
- Colline Frentane IGP
- Terre di Chieti IGP

dal seguenti oli extravergine d'oliva:

- Colline Teatine DOP.

e dai prodotti riportati a seguire:

- Agnello del Centro Italia IGP che appartiene alla razza generalmente detta "Appenninica".
- Vitellone Bianco dell'Appennino IGP.
- Salamini Italiani alla Cacciatora DOP,

Nel territorio comunale di Bomba¹² sono state individuate due attività produttive che si occupano di produzione e commercio vini: una a Nord dell'abitato ed una nella Frazione Vallecupa.

Analogamente sono presenti, sul territorio comunale, due frantoi, di cui uno in Frazione Vallecupa.

Nel sito di intervento non è stata rilevata la presenza di coltivazioni importanti o di pregio per il patrimonio agroalimentare.

Nell'area di progetto, le piante di ulivo, nei vari lotti sono in prevalenza adulte, in alcuni casi all'interno dello stesso lotto sono disetanee e disposte secondo un sesto di impianto divenuto irregolare a causa di numerose fallanze. Alcuni ulivi presentano un'impostazione di potatura a vaso che non è stata mantenuta durante le fasi produttive mediante idonee potature di produzione.

Gli ulivi vengono coltivati con una diversa forma di governo: in fase di rilievo si è riscontrata una parte priva di vegetazione per l'utilizzo di prodotti diserbanti, una parte recentemente lavorata e una parte inerbita.

Il vigneto compreso nell'area oggetto di indagine è una porzione di 667 mq. Al momento dei rilievi il vigneto è apparso con ridotte cure colturali per la presenza di erba alta sotto i filari; la forma di coltivazione riconoscibile è il tendone.

Fra i **piatti tipici** si ricordano:

- Le tradizionali **Pallott'**, **cace e ov**, polpette con pane, formaggio e uova. Un must della cucina abruzzese, che nasce dalla necessità contadina di non buttare via nulla e realizzate con ingredienti, come il pane raffermo e le uova, che difficilmente mancavano nella madia del contadino. Possono essere fritte in olio bollente o cucinate direttamente nel sugo di pomodoro.
- I **Cannarozzetti allo Zafferano**, una pasta corta fatta in casa condita con guanciale, ricotta di pecora, pepe e zafferano abruzzese, tra i più buoni d'Italia,
- La **Ndocca Ndocca**, un piatto molto nutriente a base di carne di maiale (in particolare delle parti meno pregiate dell'animale), cotto lentamente per ore e profumato con le spezie locali: foglie d'alloro, peperoncino, rosmarino e spicchi d'aglio interi, leggermente schiacciati.
- I **maccheroni alla chitarra** conditi con ragù misto di carne di manzo, maiale o agnello, in compagnia degli amici o di un libro di John Fante.
- Gli **Uccelletti**, dolcetti a forma di uccellini, ripieni di marmellata d'uva, preparati in occasione della Festa di Sant'Antonio Abate o durante il periodo pasquale.
- Gli **arrostiticini**

Famoso è anche il **punch** di Villa Santa Maria, creato proprio nel borgo, e una serie di altri liquori prodotti da aziende locali, come l'amaro vellese.

Degna di nota è anche la produzione del miele, fiore all'occhiello del comune di Tornareccio, la "capitale abruzzese del miele".

Nel territorio comunale di Bomba sono presenti due Agriturismi, di cui uno 700 m più a Nord dell'impianto.

A margine dell'area di progetto è stata rilevata la presenza di arnie.

Fra gli eventi principali che si tengono nelle aree prossime a quelle di intervento sono da segnalare:

- a **Colledimezzo**: la Fiera tradizionale di San Biagio, i mercatini di Natale, le celebrazioni delle giornate nazionali delle miniere (sul sito istituzionale l'ultimo evento è del 3 luglio 2021) e l'evento "Tradizioni POP d'Abruzzo" (sul sito istituzionale l'ultimo evento è di Dicembre 2021);
- a **Roccascalegna**: Pasquetta al Castello Medievale di Roccascalegna e Mercatini di Natale. Il Castello medievale di Roccascalegna ospita di frequente interessanti mostre ed attività culturali;

¹² [Comune di Bomba](#)

- ad **Atessa**, la prima domenica del mese di maggio, si svolge il tradizionale pellegrinaggio di S. Martino "La 'ndorce": al primo chiarore del giorno, un gruppo di pellegrini esce dalla cattedrale e si avvia verso la montagna, in direzione di Fara San Martino, per rinnovare la tradizione di portare in dono al santo miracoloso cinque grandi ceri votivi, detti "n'dorce", al fine di scongiurare la siccità e propiziare il buon esito dei raccolti;
- a **Tornareccio** ogni anno si celebra il grande evento "Tornareccio Regina di Miele".

Sul sito della Regione Abruzzo viene, inoltre, pubblicizzato l'evento "**Prima estemporanea di arti figurative al Lago di Bomba**".

Per quanto riguarda la raggiungibilità dei borghi e delle aree naturali presenti nei contesti limitrofi all'area di intervento, oltre alla viabilità stradale (rappresentata principalmente dalla SS 652), alla base del versante su cui è ubicato l'abitato di Bomba, ad Ovest dell'area impianto, a quota inferiore rispetto allo stesso (circa 80 m più in basso) è presente il tracciato della storica ferrovia Archi-Castel di Sangro della Sangritana. La linea è attualmente chiusa al traffico ma con buone possibilità di essere riaperta per finalità esclusivamente turistiche nel tratto fino a Villa Santa Maria, rinnovando in questo modo i fasti del mitico Trenino della Valle che fino al 2007 ha viaggiato su questi stessi binari, trasportando migliaia di turisti dalla costa verso le meraviglie naturali montagna della Maiella¹³. Sono stati pubblicizzati anche progetti recenti per rilanciare il turismo ferroviario fino al lago di Bomba: una di queste è l'utilizzo dell'idrovolante sul lago di Bomba per poi proseguire sul territorio del medio Sangro a bordo di un turistico riammodernato ("Aquilotto"). Tuttavia, non è stato possibile approfondire le caratteristiche operative di tale progetto che si inserisce nell'ambito del progetto "*adri sea planes*", finanziato dalla Comunità Europea¹⁴.

2.11.1 Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla componente "contesto socio-economico" legate alla costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali (Tabella 2-T).

TABELLA 2-T – CONTESTO SOCIO ECONOMICO: MATRICE DI CORRELAZIONE

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Lavori civili	Modifiche morfologiche / dell'uso del suolo	Alterazione delle dinamiche socio-economiche legate alla sottrazione di suolo e del patrimonio agroalimentare
	Aumento presenza antropica	Alterazione delle dinamiche socio-economiche
	Modificazioni del Paesaggio	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
	Traffico indotto	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
	Emissioni in atmosfera e sollevamento polveri	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
	Emissione di rumore	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica

¹³ <https://www.abruzzoturismo.it/it/destinazioni/lago-di-bomba>

¹⁴ <https://www.ferpress.it/sangritana-treno-e-idrovolante-l%e2%80%99ultima-e-originale-idea-per-rilanciare-il-turismo-ferroviario-in-abruzzo/>

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Lavori meccanici ed elettrostrumentali	Aumento presenza antropica	Alterazione delle dinamiche socio-economiche

I possibili impatti sul contesto socio-economico determinati dalle fasi in progetto possono ricondursi a interferenze (positive/negative) con le attività economiche e con le dinamiche antropiche determinate dai seguenti fattori di perturbazione:

- Modifiche morfologiche / dell'uso del suolo e conseguente alterazione delle dinamiche socio-economiche legate alla sottrazione di aree adibite ad attività agricola;
- Modificazioni del Paesaggio e conseguente possibile alterazione delle dinamiche antropiche legate alla fruibilità turistica dell'area
- Aumento di presenza antropica nell'area per lo svolgimento delle attività in programma e influenze sugli sviluppi occupazionali e l'indotto legato al progetto
- Traffico indotto, determinato dai mezzi utilizzati nel corso delle attività in programma
- Emissioni in atmosfera e sollevamento polveri determinato dai mezzi utilizzati nel corso delle attività in programma e dalle attività di sbancamenti e riporti
- Emissioni di rumore nell'area per lo svolgimento delle attività in programma e nelle aree limitrofe determinato dai mezzi utilizzati nel corso delle attività in programma e dalle attività di sbancamenti e riporti.

2.11.2 *Analisi delle potenziali interferenze in fase di esercizio*

Modifiche dell'uso del suolo

Come descritto per la componente Suolo, durante la fase di cantiere si determinerà la sottrazione di suolo e una trasformazione dell'uso attuale del suolo da aree agricole ad area adibita ad attività produttiva mineraria.

In particolare, si tratta della trasformazione di 19.200 m² di suolo per l'area del nuovo impianto e di 5.500 m² per la nuova viabilità.

L'area che verrà utilizzata per le attività di cantiere, invece, (11.200 m²) al termine della costruzione dell'impianto, verrà ripristinata e restituita all'uso attuale.

Questa modificazione potrebbe indirettamente comportare un impatto negativo sulle dinamiche socio-economiche di un'area nella quale la principale attività attuale è quella agricola.

Come, tuttavia, descritto nei paragrafi precedenti e dettagliato nella Relazione Agroforestale sito specifica, l'area di progetto è stata oggetto di rilievi agroforestali sito-specifici che hanno consentito di evidenziare la presenza di terreni agricoli in cui sono presenti ulivi, alcune piante da frutto (ciliegi, noce e fichi) e una piccola porzione di vigneto, mentre a Nord e a Sud dell'area mineraria, la superficie è ricoperta da Boschi.

Le coltivazioni agricole sono caratterizzate sostanzialmente da coltivazioni arboree di olivo e piante da frutto varie, in modo non specializzato, estremamente parcellizzato, a carattere secondario e marginale, a tratti quasi abbandonate.

L'inerbimento per fienagione / foraggio animale, la lavorazione meccanica del terreno, il diserbo totale e l'incolto parziale, sono i sistemi di conduzione del suolo sotto le coltivazioni arboree. Tali superfici non hanno particolari valori naturalistici o ecosistemici, rilevandosi giustamente di valore per i soli proprietari o gestori.

La maggior parte dell'area agricola è occupata dalla coltivazione di ulivi e poche piante da frutto tra fichi ciliegi e noci. Alcune delle piante da frutto (fichi, ciliegi, noce) sono state messe a dimora volontariamente, altre sono probabilmente di origine spontanea.

La sottrazione di terreni agricoli sarà dunque circoscritta alla sola area di impianto, non determinando, dunque, un impatto su colture di pregio e, dunque, sulla produzione di particolarità eno-gastronomiche locali.

Nell'area di progetto non sono presenti sentieri solitamente utilizzati per il trekking, né piste ciclabili. In ogni caso, la viabilità secondaria esistente sarà mantenuta perché le aree di progetto sono ricomprese all'interno del tracciato (ormai dissestato) di una strada comunale esistente, a tratti non più fruibile. La scelta di ubicazione del sito in affiancamento ad un'area mineraria già esistente e pertanto già trasformata permette certamente di mitigare limitando in tal modo le aree da trasformare.

Tale impatto è pertanto valutabile poco significativo in quanto localizzato, sebbene di lunga durata e parzialmente reversibile, agente comunque su una componente poco sensibile.

Modificazioni del Paesaggio

La modificazione del paesaggio che si genera durante la fase di cantiere, è legata essenzialmente alla presenza di mezzi di cantiere e, alla installazione delle apparecchiature che costituiranno il nuovo impianto Small Scale LNG.

Come detto per la componente paesaggio, l'area di interesse, sebbene costituita da ambiente seminaturale, che si inserisce in un contesto dal rilevante valore paesaggistico, naturalistico ed archeologico ed essendo anche meta di interesse turistico ed escursionistico (ad esempio lungo il lago di Bomba, nei luoghi di culto presenti nell'intorno, nei sentieri naturalistici lungo i percorsi montani), tuttavia il dettaglio dell'area di interesse è poco frequentato e si sviluppa comunque in adiacenza ad un'area mineraria già esistente.

Inoltre, come analizzato per la componente Paesaggio, dai punti di fruizione panoramica presenti nell'intorno, e grazie alle misure di mitigazione e allo studio cromatico applicato già in fase di progettazione, l'area degli interventi risulta scarsamente visibile, sia in fase di cantiere, ma anche nella successiva fase di esercizio, quando tutti gli impianti saranno realizzati.

Si può pertanto ragionevolmente ritenere che l'impatto sulla componente socio-economica (turismo) legata alla fase di cantiere (che si protrarrà anche nella fase di esercizio), è valutabile come **nulla**.

Si evidenzia che, a seguito degli approfondimenti di natura geologica e idrogeologica connessi al presente studio e considerate le peculiarità geologiche e geomorfologiche dell'area di progetto, una volta completata la procedura di VIA sarà predisposta una **Carta Geoturistica** con l'intento di valorizzare il contesto limitrofo all'impianto e contribuire a rilanciarne il geoturismo.

Aumento della presenza antropica

Come dettagliato nella Parte II, infatti, il contesto socio-economico dell'area, in particolare nel Comune di Bomba, risulta in scarso sviluppo con un scarsa percentuale di unità lavorative locali rispetto alla provincia e alla intera regione e un limitato tasso occupazionale. Anche l'offerta scolastica formativa è limitata. Il settore turismo,

nonostante l'elevato valore naturalistico e storico dell'area è poco sfruttato con una diminuzione delle strutture ricettive negli ultimi anni.

Durante la fase di cantiere, della durata di circa 1 anno, comporterà l'aumento della presenza antropica nel territorio in esame, indotto dallo svolgimento delle attività in programma, comporta la necessità da parte del personale addetto di usufruire dei servizi di ricettività presenti nei dintorni della postazione pozzo, oltre al possibile utilizzo di ditte locali per i lavori civili, con conseguenze positive sugli aspetti socio-economici.

In generale alla Parte II si è analizzato che per tutto l'Abruzzo, il tasso di disoccupazione in Abruzzo rapportato allo stesso dato per le altre regioni italiane, confrontato tra il 2° trimestre del 2022 e il 2° del 2023, è superiore alla media italiana, seppur è diminuito nel 2° trimestre del 2023 rispetto al valore dell'anno precedente. Il valore è inferiore a quello di tutte le altre regioni del sud Italia e delle due isole maggiori, ad eccezione del Molise, ma superiore a quello di tutte le rimanenti.

Durante le varie fasi di cantiere

- Si prevedono 3 turni lavorativi giornalieri da 8h ognuno.
- Per la fase A, B e C il numero di maestranze è pari a 50 su 3 turni.
- Per la fase D il numero di maestranze è pari a 100 su 3 turni.

Potranno inoltre essere impiegate anche ditte locali, ad esempio, le ditte specializzate negli smaltimenti dei rifiuti prodotti.

Considerata la temporaneità delle attività di cantiere e la relativa breve durata, questo impatto è pertanto valutabile come positivo, sebbene poco significativo.

Traffico indotto

Le attività in progetto potrebbero determinare una, seppur temporanea, interferenza sulle attività economiche e le dinamiche antropiche a causa del traffico generato dai mezzi di trasporto e d'opera necessari allo svolgimento dei lavori.

Nella fase di cantiere più significativa (quella relativa agli scavi e rinterrati) è possibile prevedere un numero massimo di veicoli pesanti al giorno per il trasporto dei terreni ai centri autorizzati pari a circa 15 bilici al giorno.

In considerazione della breve durata della fase di cantiere più impattante (3 mesi), delle caratteristiche della viabilità locale caratterizzata da una strada statale, la SS 652, ad andamento piuttosto lineare e idoneo al passaggio di mezzi pesanti e bilici, dove e già è presente un non trascurabile numero di mezzi pesanti in transito, si può ritenere che l'impatto sulla fruibilità turistica dei borghi e delle aree naturali sia minimo.

Per le considerazioni riportati in precedenza sull'impatto generato sulla mobilità locale, si può ragionevolmente ritenere che anche l'impatto indiretto generato sulla componente socio-economica sia valutabile come poco significativo.

Emissioni in atmosfera e sollevamento polveri

Per quanto riguarda gli effetti generati dalle emissioni di inquinanti in atmosfera e dal sollevamento polveri; in entrambi i casi già a meno di 300 metri dall'area di progetto i valori orari scendono sotto il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, diminuendo rapidamente in direzione dell'abitato del comune di Bomba. Nelle aree con ricadute caratterizzate da valori superiori al limite non sono presenti recettori sensibili.

L'impatto generato dalle emissioni in atmosfera e dal sollevamento delle polveri nelle varie fasi di cantiere è valutabile come negativo poco significativo, in quanto, sebbene lievemente esteso ad un intorno dell'area di intervento, scarsamente antropizzata.

Emissione di rumore

Per quanto riguarda gli impatti generati sul comparto turistico, prendendo in esame le tabelle dei livelli di rumore ai ricettori (compreso R03 – Il B&B posto a Sud dell'impianto) si notano valori molto prossimi al limite normativo.

Per questo motivo sono comunque previsti monitoraggi in continuo o con periodicità ravvicinata durante le fasi di cantiere analizzate che permettano di tenere sotto controllo le emissioni sonore generate dalle attività di cantiere e/o, eventualmente richiedere la deroga ai limiti normativi al Comune di Bomba come previsto dalla normativa acustica vigente.

L'impatto generato dalle emissioni sonore nella varie fasi di cantiere sulla componente "Clima Acustico" è valutabile come negativo poco significativo, in quanto, sebbene lievemente esteso ad un intorno dell'area di intervento, scarsamente antropizzata e caratterizzata da livelli sonori molto bassi. Il peggioramento dello status quo ante sarà, comunque, temporaneo e completamente reversibile al termine della costruzione, senza impatti cumulativi con altri progetti, opportunamente mitigato o compensato, qualora non mitigabile.

Eventuale sovrapposizione a periodi di particolare afflusso turistico sarà oggetto di valutazione con gli enti preposti e con i gestori della struttura ricettiva interessata.

2.11.3 Matrice di valutazione

Per quanto sopra indicato, gli impatti sulla componente "Paesaggio e patrimonio culturale" dovuti ai fattori di perturbazioni individuati possono essere riassunti nella Tabella 2-Ua seguente.

Tabella 2-U: Matrice di valutazione per la componente "contesto socio-economico"

			Fattori di Perturbazione			
			<i>Modificazioni dell'uso del suolo</i>	<i>Modificazioni del paesaggio</i>	<i>Aumento presenza antropica</i>	<i>Aumento del traffico veicolare</i>
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	1	1	1	1
	A2	Magnitudo dell'impatto	-2	-2	1	-1
	B1	Durata dell'impatto	4	4	4	1
	B2	Reversibilità dell'impatto	3	3	3	2
	B3	Presenza di impatti cumulativi	2	2	2	2
	B4	Vulnerabilità del recettore	3	3	3	3
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-24	-24	12	-8
Significatività dell'impatto	Classe		-1	-1	1	-1
	Giudizio		<i>Impatti negativi poco significativi</i>	<i>Impatti negativi poco significativi</i>	<i>Impatti positivi poco significativi</i>	<i>Impatti negativi poco significativi</i>

2.12 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

CAPITOLO NON MODIFICATO

3. LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA

PARAGRAFO NON MODIFICATO

3.2 ARIA E CLIMA

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.3 GEOLOGIA

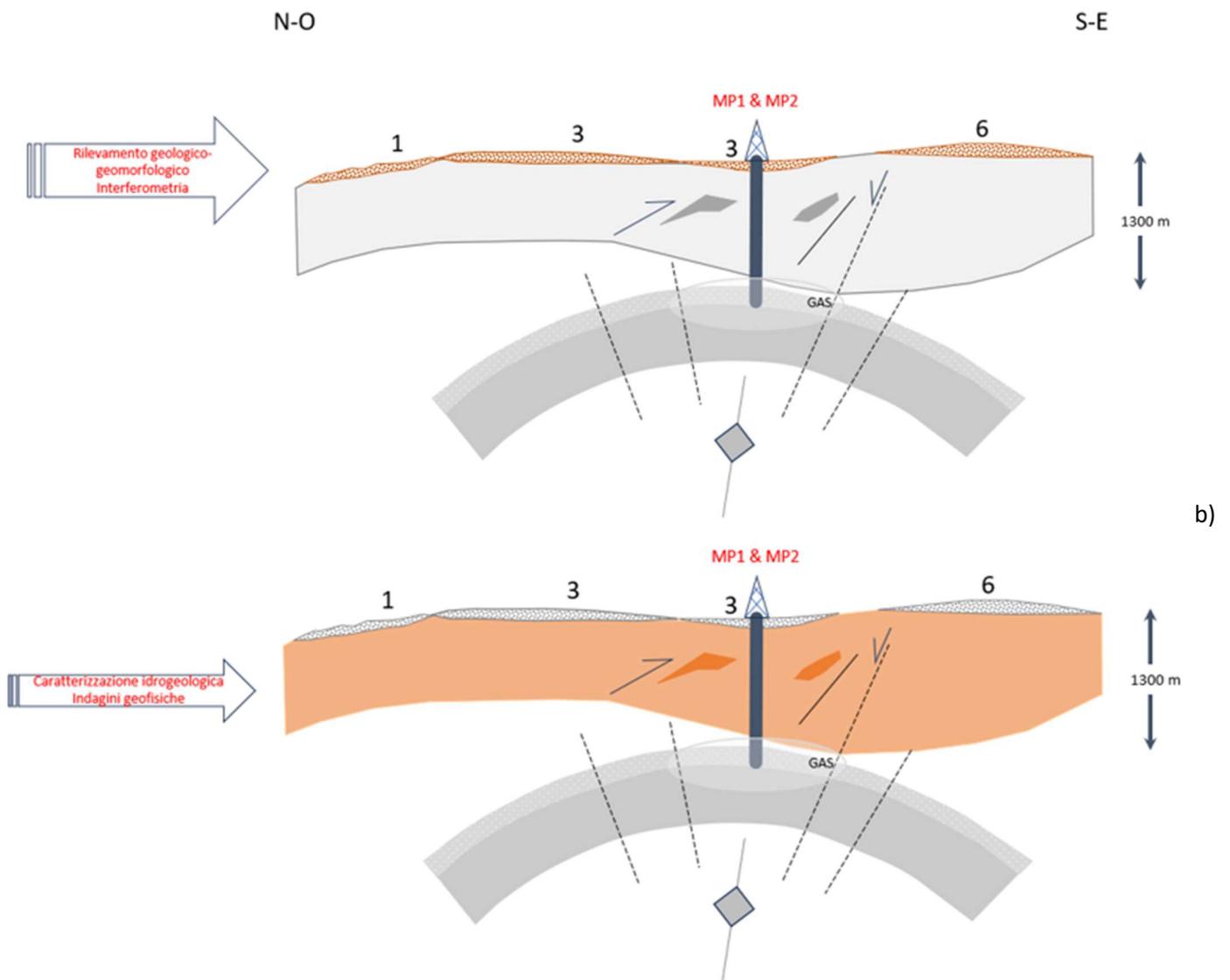
Tutti gli approfondimenti geologici descritti nelle **Appendici D, E, F e G** e relativi a:

- **Monitoraggio interferometrico**
- **Esecuzione indagini sismiche e relazione geofisica**
- **Rilevamento geologico e geomorfologico**
- **Valutazione delle strutture sismogenetiche**
- **Predisposizione modello idrogeologico**
- **Valutazione della suscettività alla franosità sismo-indotta**

hanno avuto lo scopo di descrivere non solo lo stato di fatto delle aree interessate dall’Impianto Small Sale LNG e di un ampio areale limitrofo, ma di verificare anche gli eventuali impatti generati dalle fasi di costruzione e di operatività dell’impianto.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, gli aspetti maggiormente influenti sono quelli relativi a (Figura 3-A):

- **Rilevamento geologico e geomorfologico ed interferometria**, per i livelli più superficiali del giacimento;
- **Caratterizzazione idrogeologica e indagini geofisiche**, per i livelli intermedi;
- **Analisi delle strutture sismogeniche** più prossime all’area di progetto
- **Modelli geologico-strutturali regionali** utili alla comprensione delle caratteristiche del giacimento.



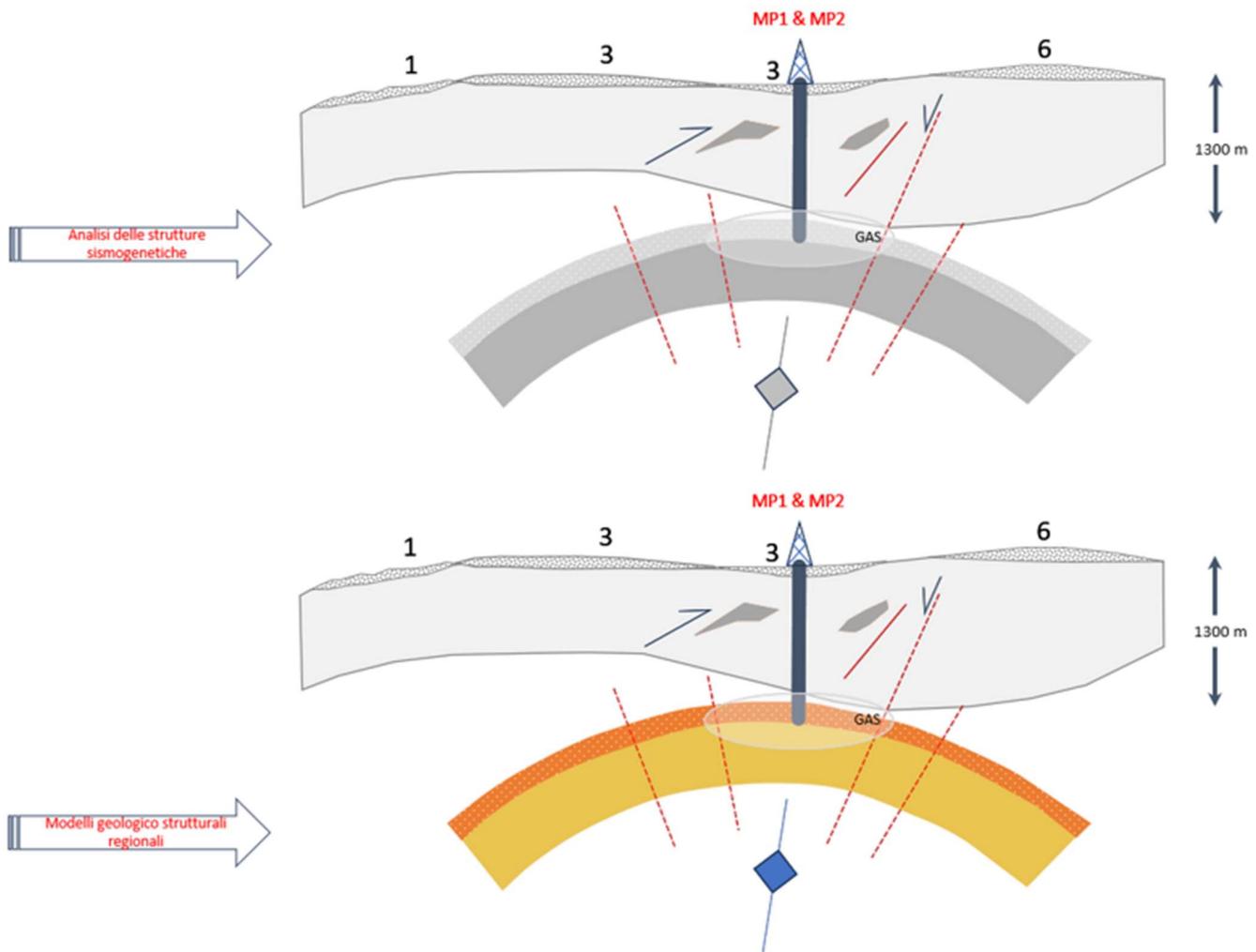


FIGURA 3-A: RELAZIONE TRA LE INDAGINI REALIZZATE E LE PROFONDITÀ INDAGATE IN RELAZIONE AL PROGETTO IN ESAME

Buona parte dei dati analizzati sono confluiti anche nelle **Appendici H e I** relativi alla subsidenza ed in particolare ai seguenti modelli:

- **Modello statico** del giacimento
- **Modello dinamico-Modello numerico 3D** del giacimento per simularne il comportamento dinamico e valutare l'influenza della produzione a scala regionale; la simulazione della produzione di gas è stata realizzata definendo vari scenari e realizzando anche un'analisi di sensitività;
- **Modello geomeccanico** (Stima subsidenza)
- **Analisi di stabilità delle faglie**

Per quanto riguarda la fase di esercizio, infatti, il tema della **subsidenza** ha rappresentato un ulteriore aspetto da approfondire e modellizzare; per questo motivo, sebbene sia stato già in precedenza predisposto un modello specifico, è stato ulteriormente realizzata una modellizzazione specifica.

È evidente che, al di là dell'attendibilità di qualsiasi modello previsionale, solo un attento **monitoraggio delle deformazioni del suolo in fase di pre-esercizio, di esercizio e di post-esercizio** potrà verificare la reale deformazione del suolo, permettendo, pertanto, l'adozione di misure atte a mantenere anche il "sistema diga" in condizioni di sicurezza.

La progettazione esecutiva di tale monitoraggio dovrà necessariamente conformarsi a quanto previsto dalla normativa e dalle linee guida di riferimento prevedendo lo sviluppo l'esecuzione almeno delle seguenti attività:

- rete di ricevitori GPS,
- misure InSAR,
- pressure test periodici ai pozzi.

Il telerilevamento satellitare e l'analisi interferometrica rappresentano ottimi strumenti per il monitoraggio delle deformazioni del suolo, nell'ambito delle attività di estrazione di idrocarburi, oltre che un supporto essenziale nella verifica storica delle condizioni di stabilità dei versanti e dei movimenti di massa.

Nel caso le registrazioni di pressione statica a fondo foro e/o misure di subsidenza evidenziassero **uno scostamento significativo rispetto alle previsioni derivanti dalle simulazioni** (descritte a seguire), sarà possibile da un lato calibrare il modello dinamico e il modello geomeccanico (attraverso un processo di *back analysis*) per aggiornare le stime degli spostamenti superficiali attesi e verificarne nuovamente la compatibilità con i valori ammissibili, dall'altro adottare tempestivamente contromisure efficaci per ridurre la diminuzione della pressione di giacimento (ad esempio riducendo la portata di estrazione) e, di conseguenza, contenere la subsidenza (l'incremento delle deformazioni si manifesta contemporaneamente alla diminuzione della pressione di giacimento).

Si fa presente che una soluzione per ridurre e, al limite, annullare la caduta di pressione nel giacimento (e, di conseguenza, gli effetti indotti dalla subsidenza sulla superficie) potrebbe essere la reiniezione dell'acqua di strato recuperata dagli impianti di trattamento del gas: la fattibilità tecnica e, soprattutto, ambientale di tale pratica sarà oggetto di studio (simulazione) durante l'analisi del giacimento.

3.3.1 *Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali*

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla componente "Geologia" legate alla dimensione operativa dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali (Tabella 3-A), in relazione alla componente.

TABELLA 3-A: GEOLOGIA: MATRICE DI CORRELAZIONE

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Presenza fisica Small Scale LNG Plant	Modifiche geomorfologiche	Alterazione delle dinamiche geomorfologiche e della situazione di stabilità di corpi di frana presenti
Esercizio Impianto SMALL SCALE LNG	Variazioni geodinamiche e innesco della subsidenza	Alterazione degli equilibri geodinamici ed aumento del tasso di subsidenza
	Perturbazione degli equilibri e generazione di sismicità indotta e innescata	Alterazione delle dinamiche e degli equilibri a livello sismico

I principali fattori di perturbazione che possono generare effetti diretti o indiretti sulla componente sono:

- **Modifiche geomorfologiche:** la presenza dell'impianto e le attività di estrazione di gas nel sottosuolo potrebbero potenzialmente determinare l'alterazione delle dinamiche geomorfologiche e della situazione di stabilità di corpi di frana presenti.

- Variazioni geodinamiche e innesco della subsidenza: Questo fattore di perturbazione, vista la complessità dell'argomento, è attualmente oggetto di approfondimento. Sarà valutato nelle appendici (in particolare Appendice I – parte 2 del SIA) previste come integrazioni volontarie per marzo 2024.
- Perturbazione degli equilibri e generazione di sismicità indotta e innescata: Questo fattore di perturbazione, vista la complessità dell'argomento, è attualmente oggetto di approfondimento. Sarà valutato nelle appendici (in particolare Appendice I – parte 2 del SIA) previste come integrazioni volontarie per marzo 2024.

3.3.2 *Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa - Modifiche geomorfologiche*

Analogamente alla fase di cantiere, nella presente sezione, per valutare il potenziale impatto ambientale della fase di esercizio del progetto nel contesto geomorfologico risulta utile verificare gli effetti sulle seguenti subcomponenti (Panzica, 2014):

- Pericolosità geomorfologica: è il grado di instabilità del territorio, che può costituire una limitazione o un rischio per il progetto. Si riferisce a fenomeni come soliflussi, frane, erosioni, valanghe, etc.
- Pericolosità geomorfologica indotta: si considerano gli impatti in una posizione «riflessiva», in quanto l'opera può produrre effetti geomorfologici negativi per il progetto stesso, le costruzioni e i beni circostanti, che dovranno essere mitigati o annullati, per non compromettere la realizzazione del progetto.

Per quanto concerne la morfografia e morfometria, l'esercizio dell'impianto non modificherà le caratteristiche del versante rispetto a quanto fatto nella fase di cantiere.

In relazione alla presenza di beni morfologici, si considerano non presenti, così come confermato dall'attività di rilevamento condotte sull'intero versante.

Pertanto, in entrambi i casi, le interferenze con tali subcomponenti sono da considerarsi nulle.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, anche durante la fase di esercizio l'impianto continuerà ad insistere su un contesto caratterizzato da pericolosità geomorfologica intrinseca e preesistente. Stando alla documentazione disponibile il contesto interessato dalla postazione MP 1 e MP2 e le aree limitrofe sono caratterizzati dalla presenza di corpi di frana individuati e cartografati dal vigente Piano Assetto Idrogeologico e da fenomeni di instabilità geomorfologica. Valgono, dunque, tutte le considerazioni riportate nel Par. 2.3.2. in merito ai corpi di frana con cui si interferirà ed alle aree a criticità geomorfologica.

Considerato il contesto in cui l'impianto sarà operativo, particolarmente importanti risultano gli studi condotti in merito alla suscettività da frana sismo-indotta.

Ciò detto, l'area dell'impianto interferisce con contesti caratterizzati da suscettività da frana per lo più media e limitatamente alta (settore Nord-Ovest) ma è circondata da contesti caratterizzati da una suscettività più alta (Figura 3-B):

- in corrispondenza della porzione mediana del versante occidentale di Monte Pallano, dove prevale una suscettività medio/alta,
- a Nord e Nord-Ovest di località Sambuceto e a nord di Masseria Valle con valori molto alti,
- nei pressi dell'abitato di Bomba, lungo i settori a maggiore acclività o già interessati da fenomenologie gravitative in stato di attività, con valori molto alti.

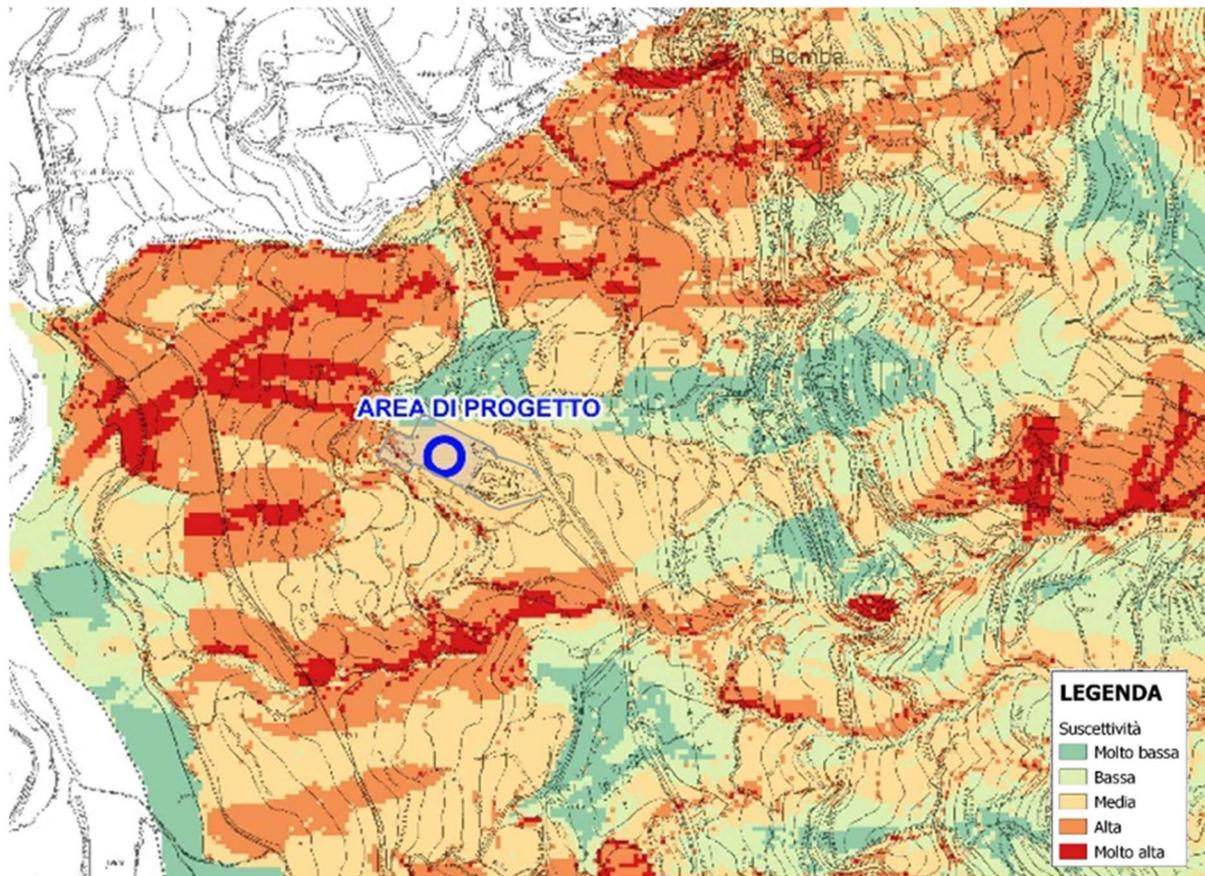


FIGURA 3-B: STRALCIO DELLA CARTA DI SUSCETTIVITÀ DA FRANA SISMO-INDOTTA

In generale, i valori di suscettività più elevati sono localizzati principalmente nel settore occidentale dell'area, con una graduale diminuzione muovendosi verso i settori centrale e orientali.

Nella zona di piana alluvionale del Fiume Sangro, a valle del corpo diga, si rileva una suscettività generalmente molto bassa, con un rapido passaggio alle classi da Media a Molto alta in corrispondenza dei settori interessati dai movimenti franosi attivi o quiescenti individuati in destra idrografica. In generale, inoltre, i valori maggiori si ritrovano nei pressi dei corsi d'acqua/impluvi, dove la generale instabilità è aggravata dai processi di erosione esercitati dalle acque correnti superficiali.

Come evidente, il territorio interessato dall'impianto è caratterizzato da peculiarità geologiche che condizionano non solo il contesto stesso ma che interagiscono tra loro determinando effetti le une sulle altre.

Per tale motivo si è ritenuto di verificare le diverse caratteristiche geologiche-ambientali in maniera combinata e con grado di approfondimento maggiore, così da pervenire ad una conoscenza più completa dei fenomeni interessati.

Per questo si ribadisce che, nelle successive fasi progettuali, sarà necessario tener conto di quanto riportato nelle appendici e di quanto evidenziato negli approfondimenti tecnico-scientifici prodotti.

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica indotta, durante le attività di coltivazione non si ritiene verosimile determinare impatti in una posizione «riflessiva», producendo effetti geomorfologici negativi per il progetto stesso, le costruzioni e i beni circostanti.

3.3.3 *Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa - Variazioni geodinamiche e innesco della subsidenza*

Per valutare gli effetti della subsidenza innescata dalla estrazione del gas e l'impatto che la produzione di gas avrà sulle formazioni geologiche profonde (con particolare attenzione per le tematiche di subsidenza e stabilità delle faglie) e sulle infrastrutture presenti (tra cui la Diga di Bomba), è stato realizzato il modello statico del giacimento.

Il modello statico, descritto a seguire e riportato in versione integrale nell'Appendice H – Parte 1 al presente SIA, costituisce, dunque, la base per il successivo modello fluido-dinamico (finalizzato a simulare la variazione di pressione dei pori nel giacimento e negli acquiferi ad esso collegati a seguito della produzione di gas) e del modello geomeccanico, che servirà a studiare la variazione dello stato tenso-deformativo del sottosuolo, visto che la Sottocommissione VIA nel parere 601 aveva già richiesto espressamente:

Caratterizzazione delle relazioni tra il giacimento di gas, l'acquifero presente nell'area e il loro comportamento simulato in funzione di vari scenari di produzione, con stima della associata subsidenza e dei meccanismi di ripressurizzazione potenziali (Parere CT VIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Il **modello statico** di giacimento realizzato si estende su un'area di 24x24 km² (Figura 3-C), per coprire quelle che potranno essere le estensioni dei domini di rilevazione per la configurazione del monitoraggio microsismico, secondo le indicazioni contenute nel documento tecnico "Indirizzi e Linee-guida per i monitoraggi" pubblicato dal MiSE nel mese di novembre 2014.

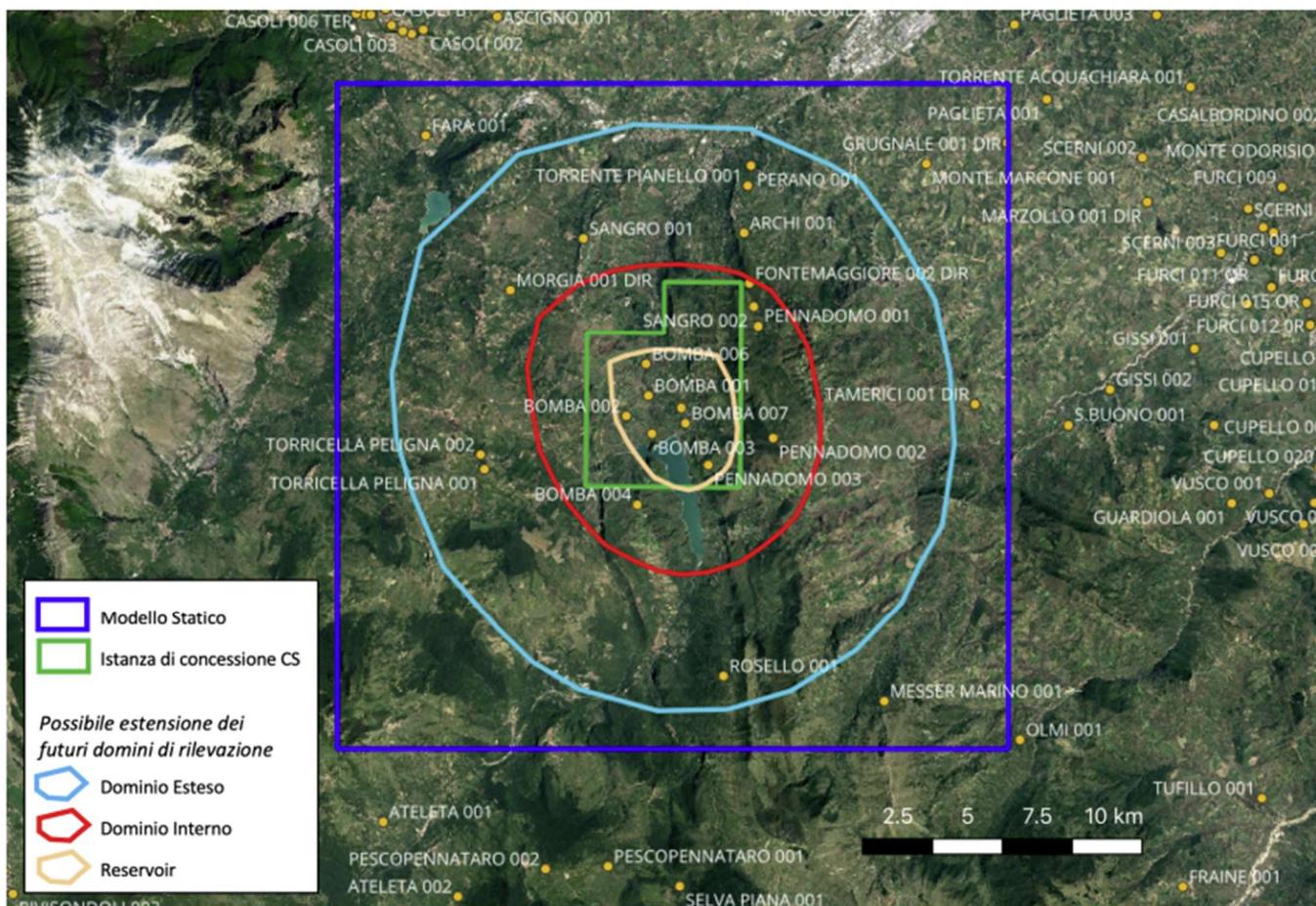


FIGURA 3-C: AREA DEL MODELLO STATICO DI GIACIMENTO (IN BLU SCURO) IN RELAZIONE ALLA IPOTETICA ESTENSIONE DEI VARI DOMINI DI RILEVAZIONE. I PUNTI ARANCONI SONO I POZZI ESISTENTI (DA PROGETTO VIDEPI), CHE RISULTANO CHIUSI MINERARIAMENTE E LE AREE MINERARIE GIÀ RIPRISTINATE IN SUPERFICIE

La costruzione del modello statico si compone di quattro fasi sequenziali, che rispettivamente conducono a:

1. Modello strutturale
2. Modello stratigrafico
3. Modello petrofisico
4. Calcolo dei volumi di gas in posto

I primi due step sono stati eseguiti partendo inizialmente dalla revisione di un'ampia bibliografica inerente all'inquadramento geologico-strutturale dell'area di studio. I lavori scientifici ritenuti più esemplificativi e completi per un'interpretazione geologico strutturale dell'area sono essenzialmente quelli di Patacca et al. (2008) e Calamita et al. (2009; 2011), in seguito indicati all'occorrenza anche come modello di Patacca e modello di Calamita.

I due modelli di riferimento possono essere sintetizzati nel modo seguente:

1. Il modello geologico strutturale, elaborato da Patacca et al. 2008, si basa sull'interpretazione della porzione orientale della linea sismica CROP 11, che attraversa gli Appennini centrali dalla Piana del Fucino alla costa Adriatica. Il modello propone uno stile tettonico "thin-skin", in cui una spessa sequenza sedimentaria paleozoica-triassica, interpretata come la copertura del basamento cristallino precambriano, è stata staccata dal basamento originario e incorporata nel cuneo orogenico post-tortoniano. Il modello

suggerisce anche che il bacino del Fucino e altre depressioni intramontane siano controllati da processi di collasso gravitativo indotti dal sollevamento durante l'accorciamento crostale, piuttosto che da una estensione generalizzata successiva alla compressione appenninica. La struttura di Casoli-Bomba è una anticlinale asimmetrica, con un fianco occidentale più ripido e un fianco orientale più dolce. Le formazioni coinvolte sono costituite da carbonati di piattaforma e di bacino mesozoico-terziari, sovrastati da evaporiti e marne messiniane e da flysch silicoclastici pliocenici. La struttura è stata interpretata come il risultato di una propagazione fuori sequenza dei sovrascorrimenti attivi durante il Plio-Pleistocene (Patacca et al., 2008).

2. Il modello geologico strutturale della catena appenninica centrale e meridionale, elaborato da Calamita et al. 2009, mette in evidenza il ruolo fondamentale delle faglie normali pre- e sin-orogeniche. Queste faglie si sono sviluppate durante il rifting mesozoico e la flessurazione neogenica dell'avampaese, influenzando significativamente lo sviluppo dei sovrascorrimenti plio-quadernari e delle pieghe associate. Il modello propone un meccanismo di tettonica d'inversione, un processo in cui i sovrascorrimenti seguono una traiettoria di short-cut attraverso le faglie normali, ereditandone il pattern e la geometria. Questo meccanismo di inversione strutturale è ben illustrato dalla struttura di Casoli-Bomba. In questa regione, una faglia normale pre-orogena, immergente verso ovest, è stata ruotata e riattivata come sovrascorrimento cieco ad alto angolo. Questo processo ha controllato lo sviluppo di una piega a scatola, evidenziando l'importanza dell'eredità strutturale nel modellare la tettonica attuale (Calamita et al., 2009). Il modello stratigrafico (step 2) è stato definito a partire dalla mappa del top dei carbonati miocenici (all'interno dei quali si trova il giacimento) interpretato da AGIP nel 1989 sulla base di circa 40 linee sismiche 2D. I dati originali non sono più disponibili e si è dunque dovuto utilizzare l'interpretazione esistente, che comunque appare affidabile e coerente con le altre informazioni disponibili. La superficie geologica costruita a partire dalla sismica è stata poi estesa lateralmente (fino a coprire l'area di 24x24 km²) grazie alle informazioni ricavate dai pozzi perforati in passato ed ora abbandonati. Questa attività ha permesso anche di ricostruire tutte le altre superfici chiave per la definizione finale della successione stratigrafica di interesse, permettendo di estendere ad una profondità totale di 10 km sotto il livello del mare il modello digitale tridimensionale.

Entrambi i modelli (Patacca e Calamita) sono validi e le incertezze relative al dato di sottosuolo non permettono di discriminare chiaramente tra i due modelli.

Il modello strutturale esteso del campo di Colle Santo è stato, pertanto, costruito (Figura 3-D) a partire dalle faglie a scala locale interpretate da AGIP al top dei Carbonati, integrate con le faglie a scala regionale tratte dal lavoro di Calamita et al. (2009), avendo come riferimento i due modelli descritti: i risultati tridimensionali della modellizzazione sono mostrati in Figura 3-Ea per il modello di Patacca et al (2008) e in Figura 3-Eb per il modello di Calamita et al (2009).

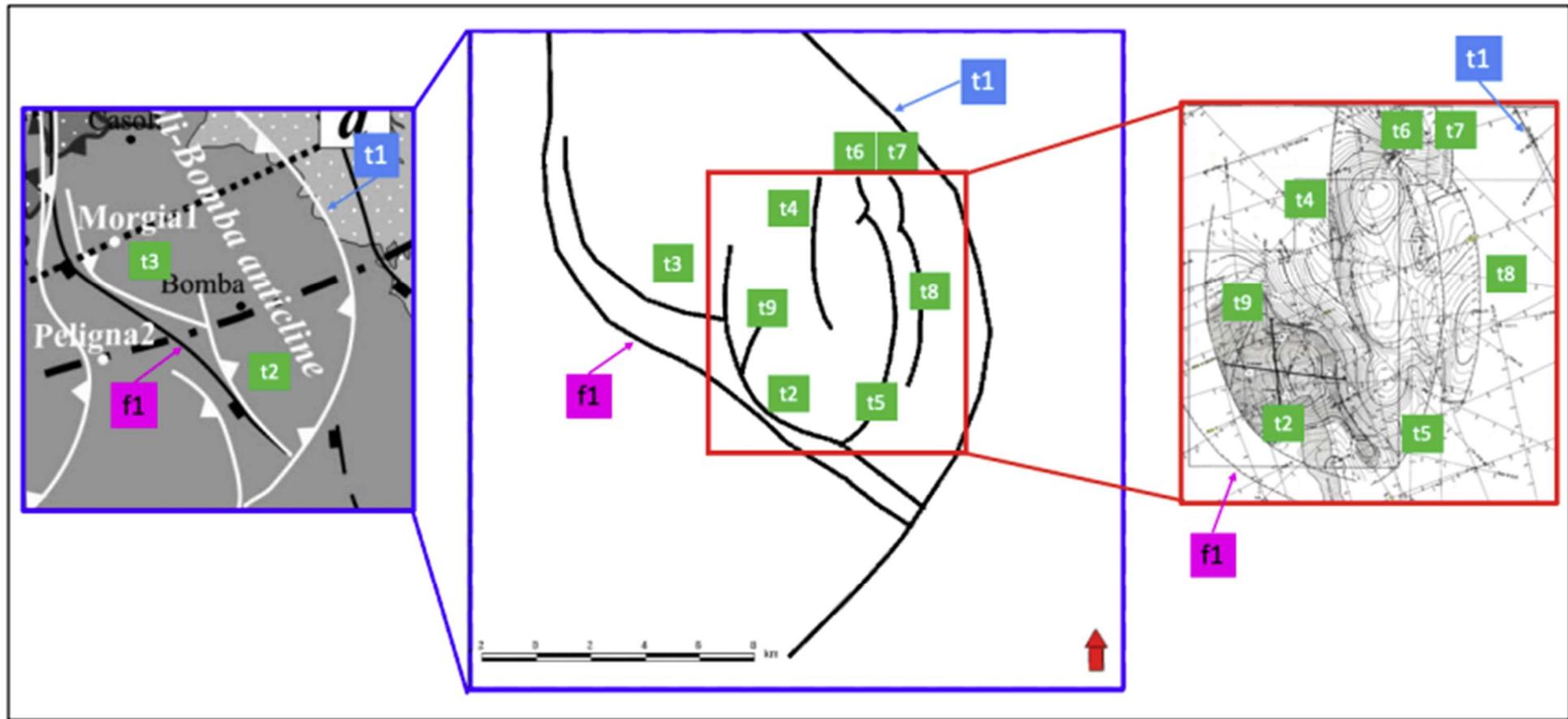


FIGURA 3-D: FAGLIE INTERPETATE PARTENDO DAL MODELLO REGIONALE DI CALAMITA ET AL (2009) INTEGRATO CON IL MODELLO LOCALE INTERPETATO DA AGIP. LA FAGLIA REGIONALE F1 È STATA INTERPETATA SIA COME FAGLIA NORMALE IMMERGENTE A SW (CALAMITA ET AL. 2009), CHE, COME BACK-THRUST IMMERGENTE, A NE (PATACCA ET AL., 2008)

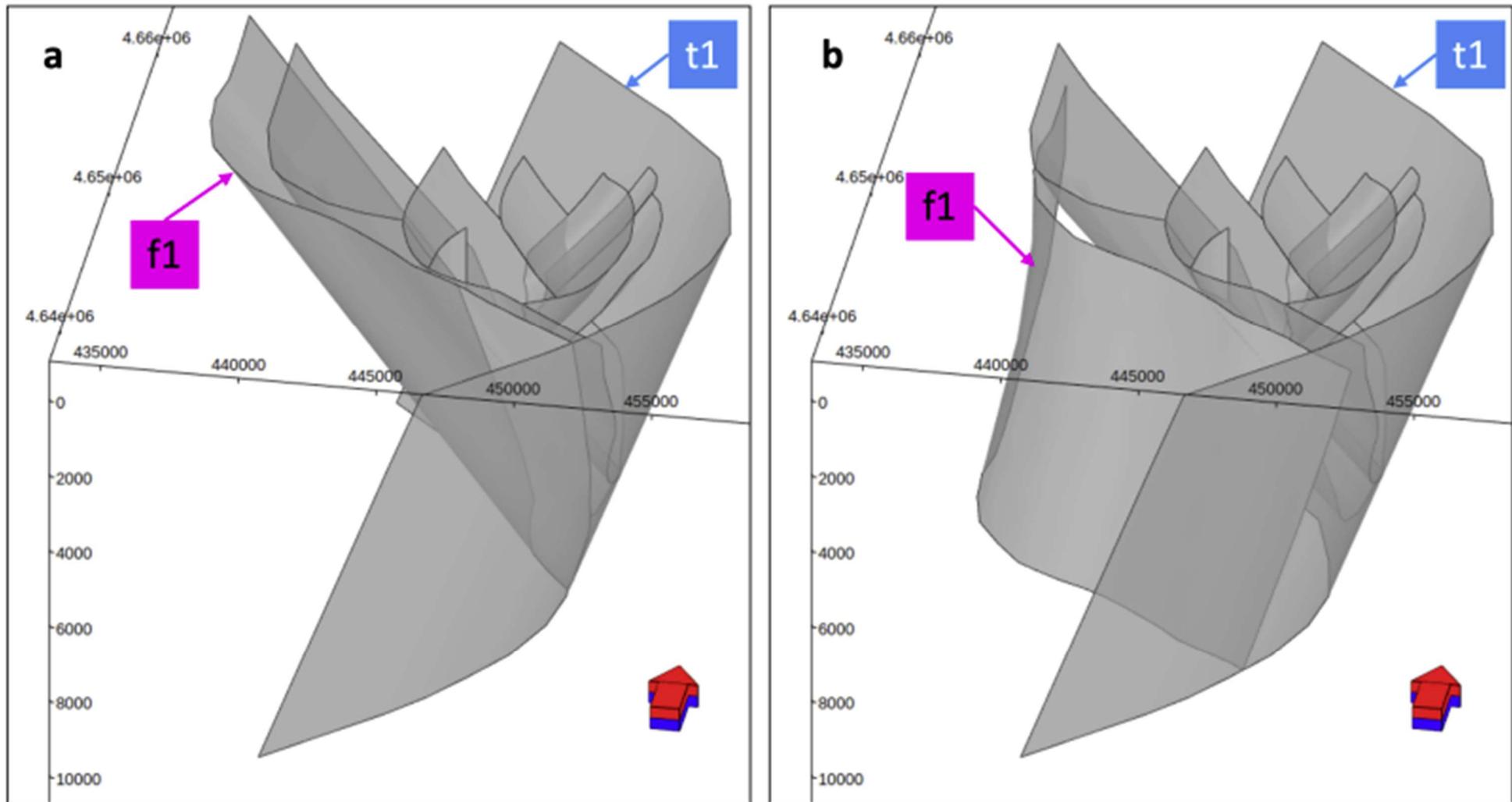


FIGURA 3-E: VISTA 3D DELLE FAGLIE INTERPRETATE SEGUENDO IL MODELLO DI A) PATACCA ET AL (2008) E DI B) CALAMITA ET AL. (2009)

Il bottom del modello è stato posto a 10 km di profondità sotto il livello del mare. Non si è fatta nessuna distinzione nell'underburden dei vari carbonati mesozoici e non sono stati presi in considerazione i depositi indifferenziati paleozoico-triassici, presenti nelle interpretazioni di Patacca et al (2008) nella parte più profonda dell'unità di Casoli-Bomba, circa al di sotto di 8 km (Figura 3-F). Nel lavoro di Calamita et al (2009), l'intera successione viene indicata come successione carbonatica Apula Permo-Messiniana (Figura 3-G).

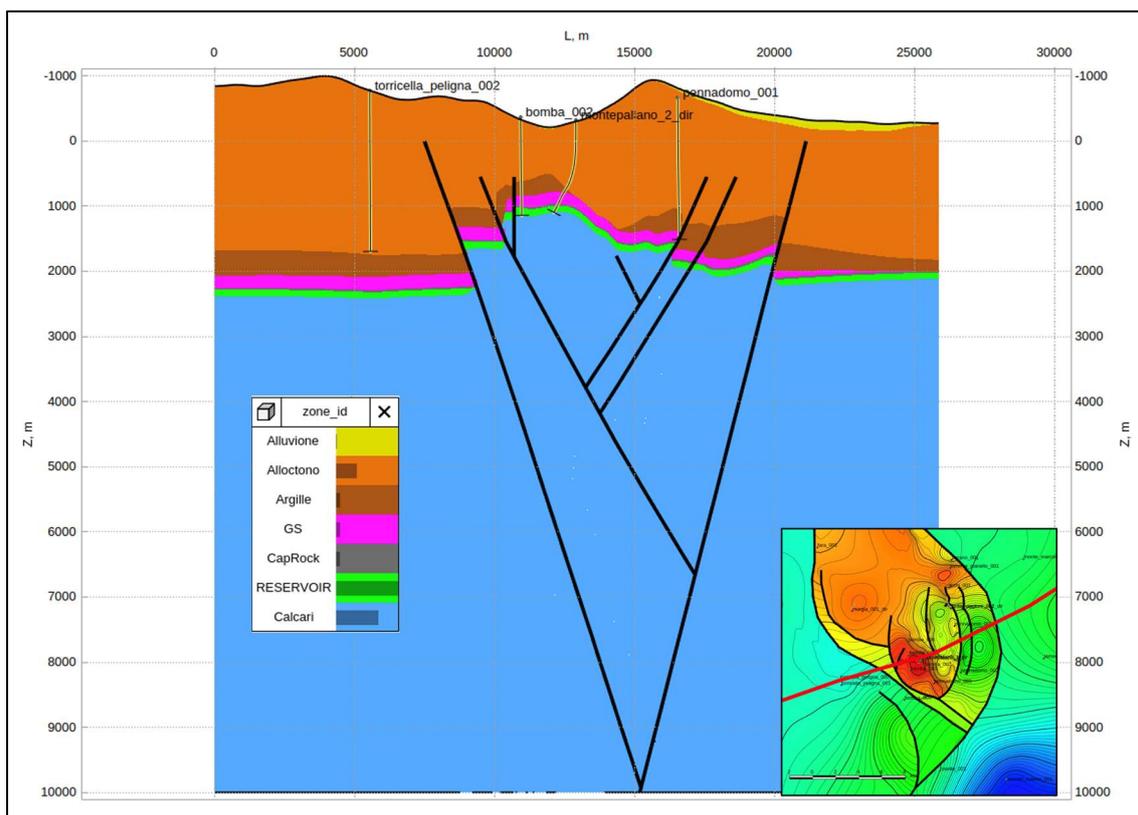


FIGURA 3-F: SEZIONE DEL GRID CON MODELLO STRUTTURALE DA PATACCA ET AL. (2008) ATTRAVERSO IL CROP 11.

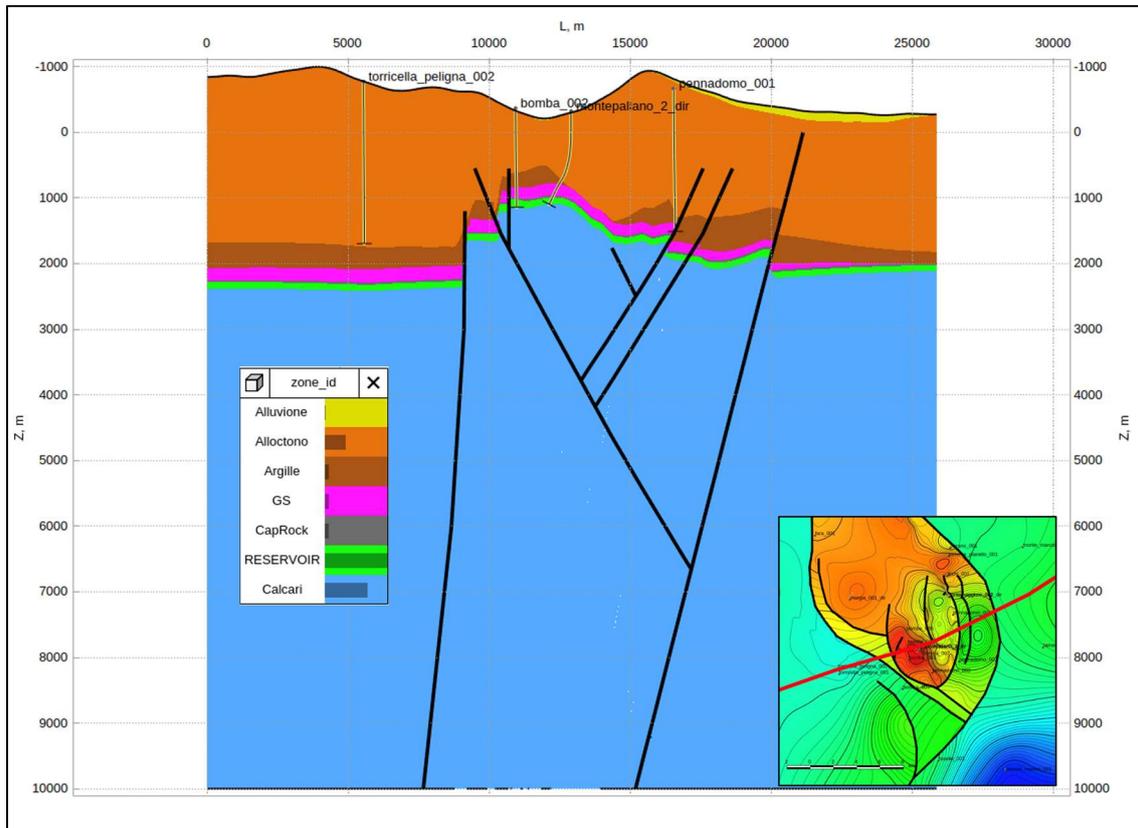


FIGURA 3-G: SEZIONE DEL GRID CON MODELLO STRUTTURALE DA CALAMITA ET AL. (2009) ATTRAVERSO IL CROP 11.

In definitiva il grid è costituito da 240x240 celle x 77 livelli, per un totale di 4361723 celle (alcuni livelli non si sviluppano sull'intera area).

Si è notato che il framework strutturale estremamente complesso porta a delle distorsioni all'interno del grid (Figura 3-Ha) impossibili da eliminare completamente. Queste distorsioni possono ovviamente provocare artefatti nella simulazione dinamica, così si è deciso di testare diverse soluzioni per ridurre le distorsioni, ed è stato appurato che le soluzioni migliori sono o ridurre di molto la profondità delle faglie e lo spessore del grid (fino a poche centinaia di metri attorno al reservoir) o usare faglie verticali (Figura 3-Hb). Si è optato dunque per tenere entrambe le soluzioni ma per preferire quella con le faglie verticali in modo da avere meno problemi possibili durante la fase di simulazione della produzione di gas e di conseguenza nella successiva simulazione di subsidenza. Questa approssimazione è ottimale, considerando che lo spessore medio del reservoir, tra i 70 e i 140 m, è trascurabile se paragonato allo spessore totale del grid di quasi 11000 metri. Le faglie inclinate verranno utilizzare per calcolare gli impatti della produzione su di esse, la loro stabilità e la *slip tendency*.

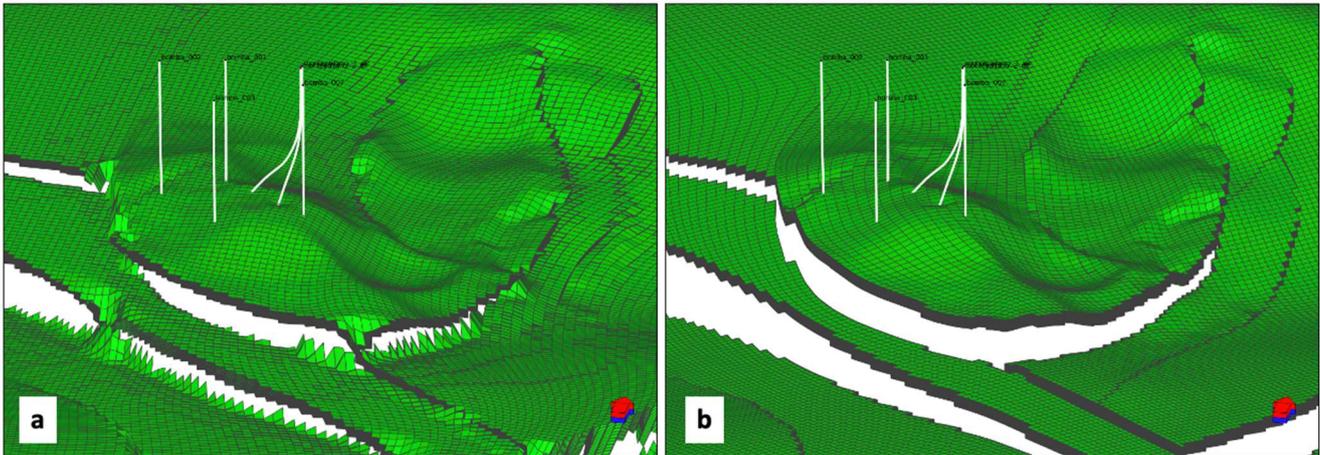


FIGURA 3-H: GRID 3D ZONA RESERVOIR CREATO UTILIZZANDO A) FAGLIE INCLINATE E B) FAGLIE VERTICALI.

Caratterizzazione petrofisica del giacimento con dati aggiornati e valutazione delle incertezze correlate su base statistica, con dati riproducibili, come evidenziato nel parere CTVA incluso nel DM_2021_0000406. (Parere CTVA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Con il terzo step, il modello petrofisico, i parametri petrofisici della roccia serbatoio sono stati distribuiti all'interno del giacimento partendo dai dati di pozzo. L'attenzione è stata in particolar modo concentrata sulla distribuzione della porosità efficace, parametro chiave per la definizione della permeabilità nel modello dinamico, e per l'impatto che questa caratterizzazione avrà sulla propagazione della depressurizzazione nell'acquifero a seguito della produzione di gas, con profonde implicazioni per la valutazione del rischio di subsidenza. Sono state riviste con attenzione le analisi petrofisiche precedenti, i profili e i log dei pozzi all'interno dell'area mineralizzata e le relative descrizioni e analisi delle carote prelevate, per permettere una caratterizzazione adeguata dell'intera sequenza attraversata dai pozzi. Tutti questi dati sono stati integrati per la definizione della distribuzione della porosità all'interno del giacimento.

La distribuzione è stata realizzata con un variogramma di 400x400x5 m, in linea con quelli utilizzati per i calcoli del Bolognano nei campi a nord della Majella (Brandano et al. 2012, Lipparini et al. 2018, Trippetta et al. 2021). Questa relativamente corta dimensione degli assi del variogramma ha permesso di tener conto della estrema variabilità che possono avere questi calcari in termini petrofisici da un pozzo all'altro.

Oltre ad una distribuzione semplice, come descritta sopra, è stata eseguita una distribuzione con gli stessi parametri variografici e con un trend che tenesse conto di faglie e anticlinali. Questo permette di simulare un aumento della densità delle fratture e quindi della porosità secondaria, e di conseguenza della porosità efficace totale (primaria + secondaria), vicino alle zone di faglia e sulle zone di anticlinale (Figura 3-I).

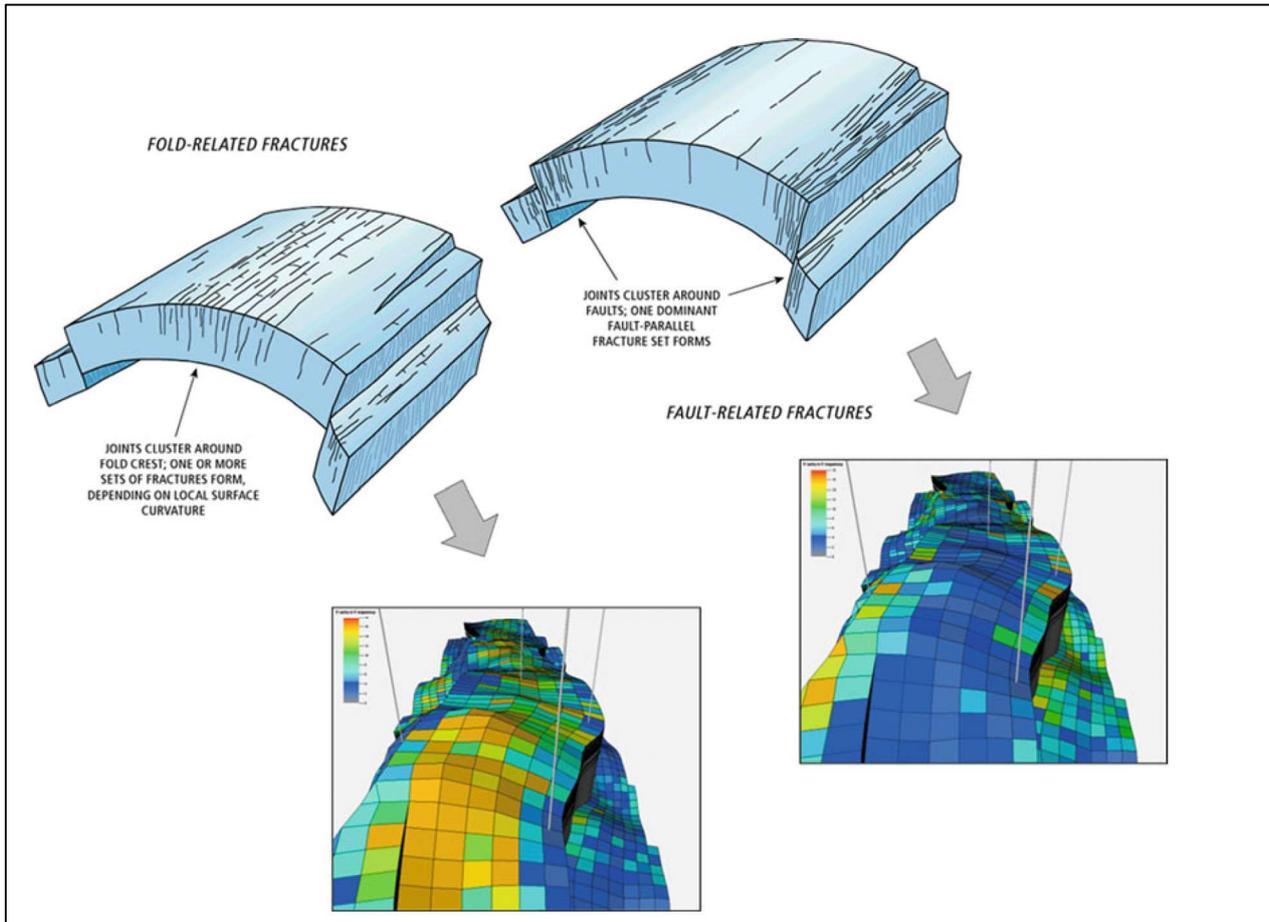


FIGURA 3-I: ESEMPIO DI DISTRIBUZIONE DI PROPRIETÀ NEL GRID PER SIMULARE L'AUMENTO DELLA DENSITÀ DELLE FRATTURE LEGATE AI PIEGAMENTI ANTICLINALICI E ALLE FAGLIE (DA RINGROSE E BENTLEY, 2021)

Sono state testate diverse opzioni, con trend legati alle faglie, alle anticlinali, ad entrambi. Quest'ultimo caso è stato preso come caso chiave, perché più conservativo per gli scopi finali del presente progetto, ovvero la stima della subsidenza. I risultati finali della porosità distribuita con variogramma semplice e con variogramma con trend su faglie e anticlinali, sono mostrati rispettivamente in **Figura 3-J a** e in **Figura 3-J b**.

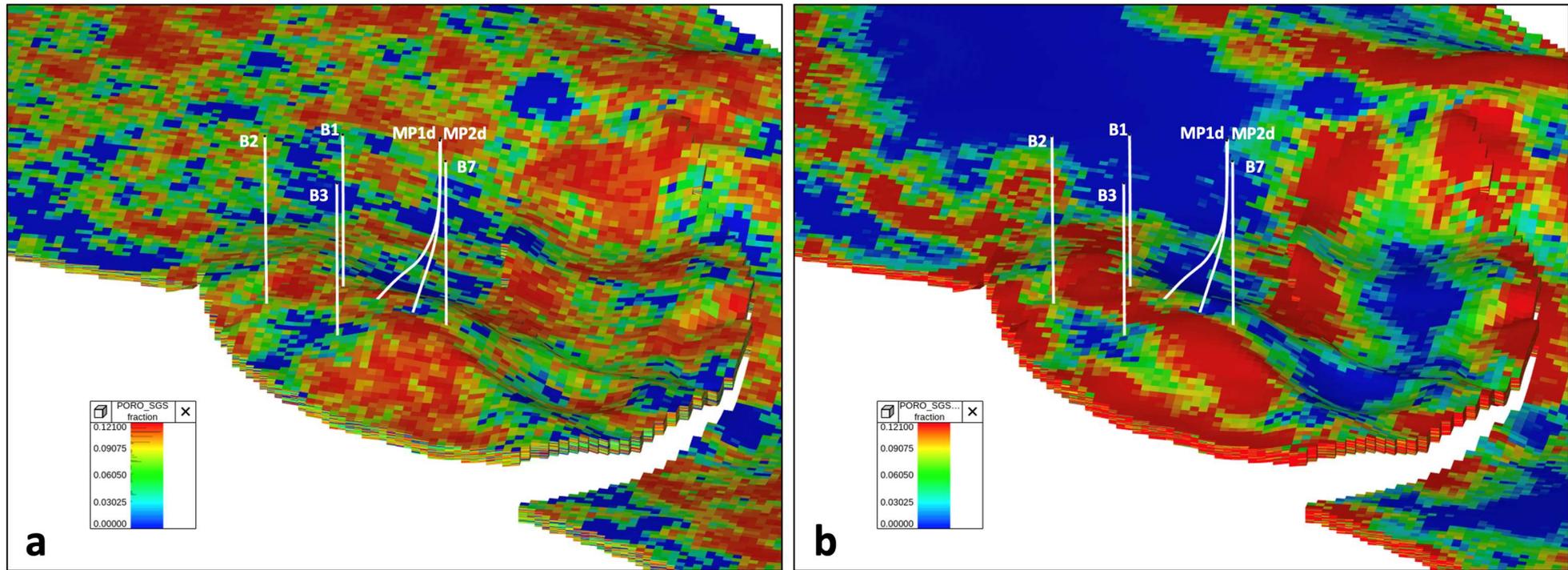


FIGURA 3-J: DISTRIBUZIONE DEI DATI DI POROSITÀ DEI POZZI NEL GRID CON A) METODO SGS E B) METODO SGS CON TREND DA FAGLIE E CERNIERE ANTICLINALICHE. IL GRID VISUALIZZATO È FILTRATO PER MOSTRARE SOLO LA ZONA DEL RESERVOIR, NEL SEGMENTO DI MAGGIORE INTERESSE. POZZI VISUALIZZATI: B (BOMBA) 1,2,3,7; MP (MONTEPALLANO) 1D E 2D.

A valle della realizzazione del modello statico del giacimento di Colle Santo, per simulare la produzione di gas è stato costruito un modello numerico 3D fluido-dinamico, tramite il software tNavigator®.

La simulazione utilizza lo scenario di sviluppo definito da LNEnergy S.r.l., che prevede la coltivazione del campo esclusivamente tramite l'erogazione di gas naturale dai due pozzi esistenti Monte Pallano 1dir (MP 1dir) e Monte Pallano 2dir (MP 2dir), con la corrispondente produzione di gas naturale liquefatto (LNG). La produzione annuale di LNG prevista è modesta, essendo la coltivazione del campo prospettata nel corso di ca 22 anni. Questo consentirà di limitare da un lato gli impatti ambientali, e dall'altro di consentire un ottimale recupero della risorsa.

I risultati del modello fluido-dinamico vengono successivamente utilizzati come input per la costruzione del modello geomeccanico, e di conseguenza per la valutazione finale della subsidenza e per l'analisi di stabilità delle faglie, visto che la Sottocommissione VIA nel parere 601 aveva già richiesto espressamente:

Caratterizzazione delle relazioni tra il giacimento di gas, l'acquifero presente nell'area e il loro comportamento simulato in funzione di vari scenari di produzione, con stima della associata subsidenza e dei meccanismi di ripressurizzazione potenziali (Parere CT VIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Lo sviluppo del modello di flusso si compone dei seguenti passaggi:

1. Raccolta e valutazione critica dei dati disponibili, inclusi dati PVT (Pressione, Volume, Temperatura) e analisi delle carote prelevate durante le perforazioni.
2. Studio e interpretazione dei test di produzione effettuati sui pozzi per definire i parametri del giacimento da utilizzare nel modello.
3. Calcolo e distribuzione dei parametri principali (permeabilità, trasmissività, compressibilità, curve di permeabilità relativa, proprietà PVT dei fluidi, ...), anche sulla base dei precedenti studi.
4. Inizializzazione del modello dinamico e calcolo volumi in posto (GOIP, Gas Originally In Place).
5. Simulazioni di produzione dai pozzi con associata analisi di sensitività. Un aspetto chiave studiato, sia per la valutazione degli impatti ambientali sia per l'ingegneria di giacimento, è relativo alla definizione delle caratteristiche dell'acquifero collegato alla zona mineralizzata. Sono valutati diversi scenari, alcuni dei quali cautelativi per meglio analizzare le peggiori condizioni relative al rischio di subsidenza e (ri)-attivazione delle faglie.
6. Analisi dei risultati.

Nella prima fase è stato dunque rivisto criticamente tutto il materiale, composto da report e dati (analisi fluidi, analisi carote, ...), per definire i parametri dinamici da inserire nel modello.

Sulla base di queste analisi, sono stati calcolati, definiti e distribuiti tutti i parametri principali all'interno del grid creato nella modellizzazione statica.

Il modello è stato inizializzato per verificarne la stabilità e la coerenza con i dati di input (in particolare il gas in posto – GOIP – atteso).

A valle dell'inizializzazione, è stato modellato l'acquifero, definita la strategia di produzione e condotta una serie di simulazioni per valutare la portata di gas dai due pozzi produttori, esplorando il range di incertezza dei parametri chiave del giacimento.

Gli step chiave per la modellizzazione dell'incertezza associata ai dati di sottosuolo sono stati:

- Modellizzazione della porosità (eseguita nel modello statico) e della permeabilità per simulare:
 - o Modello 1: un caso base con distribuzione tramite SGS (Standard Gaussian Simulation)
 - o Modello 2: un caso conservativo con distribuzione SGS e uso di trend per simulare una maggiore distribuzione della fratturazione vicino a faglie e pieghe.
- Definizione della trasmissibilità delle faglie con due scenari:
 - o Base: trasmissibilità nulla sulle faglie con evidente rigetto, che porta il reservoir a contatto con formazioni non permeabili e rende le faglie completamente impermeabili.
 - o Conservativa: trasmissibilità parziale per quelle faglie dove c'è incertezza associata all'interpretazione. In pratica si tratta di tutte le faglie, eccetto le regionali che delimitano l'intera struttura di Casoli Bomba, e la faglia che borda il giacimento. Per quest'ultima, l'accumulo di gas è possibile solo nel caso sia completamente impermeabile.
- Definizione dell'acquifero. A partire dagli studi precedenti (Agip 1986, 1989, 1991), dalla conformazione strutturale del giacimento, e tenendo in considerazione l'incertezza legata a questi dati, sono stati definiti tre scenari di acquifero:
 - o Forte: il depletamento del giacimento è rallentato dalla spinta dell'acquifero e subito dopo la produzione la ri-pressurizzazione del campo è rapida.
 - o Medio.
 - o Debole: il depletamento è più marcato ed esteso, andandosi ad annullare solo vicino al confine nord del modello (24x24km), e la ripressurizzazione del giacimento avviene su scala temporale molto lunga (dell'ordine della decina di anni).

Oltre a queste tre tipologie di acquifero è stato analizzato uno scenario caratterizzato dalla totale assenza di acquifero di supporto, scenario mai considerato negli studi precedenti, che porta per ovvi motivi ad avere una marcata diminuzione della pressione a fine produzione fino ai confini del modello e nessuna ripressurizzazione. È un caso estremo e poco plausibile ma che consente di creare delle simulazioni estremamente conservative (in termini di impatto sulla subsidenza) per verificare la sicurezza del progetto nella situazione in assoluto più sfavorevole.

I risultati ottenuti dalle simulazioni mostrano una depressurizzazione più marcata ed estesa con acquifero debole, senza acquifero e nello scenario con faglie non isolanti. I casi costruiti con i differenti modelli di porosità e permeabilità non presentano invece significative differenze di depletamento, che è tendenzialmente maggiore nella zona di giacimento per il Modello 1 (caso base) e si distribuisce arealmente con valori maggiori lontano dal giacimento per il Modello 2 nei casi con bassa spinta dell'acquifero. La massima depressurizzazione rispetto alla pressione vergine di giacimento è pari a circa 70 bar nella zona dei pozzi di produzione.

I casi individuati come significativi verranno in seguito utilizzati nel modello geomeccanico per stimare la possibile subsidenza dovuta allo sfruttamento del campo di Colle Santo.

Il **modello geomeccanico** segue i modelli statico e dinamico del giacimento di Colle Santo e ne utilizza gli output per simulare come la produzione di idrocarburi possa impattare

- **sulla superficie in termini di subsidenza**, con le relative implicazioni in particolare per la diga,
- **sulla stabilità delle faglie** che bordano il giacimento, che può essere potenzialmente alterata dalla variazione del campo di sforzo sia in senso positivo (aumento della stabilità) che in senso negativo (per questo aspetto si rimanda a quanto riportato nel Par. 3.3.4).

I risultati così ottenuti andranno a rispondere alle seguenti richieste della Sottocommissione VIA espresse nel parere CTVIA 601 del 14 novembre 2022:

Caratterizzazione delle relazioni tra il giacimento di gas, l'acquifero presente nell'area e il loro comportamento simulato in funzione di vari scenari di produzione, con stima della associata subsidenza e dei meccanismi di ripressurizzazione potenziali (Parere CTVIA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Valutazione degli effetti della subsidenza innescata dalla estrazione del gas sulla stabilità della diga di Bomba con adeguata modellistica e scenari di simulazione.

Il modello geomeccanico è stato realizzato tramite software di simulazione agli elementi finiti ed ha riguardato l'intera area di interesse tramite una *mesh* di calcolo ad alta risoluzione spaziale che ha consentito un elevato grado di accuratezza nella ricostruzione delle geometrie di interesse.

Le fasi di lavoro volte alla sua realizzazione sono:

1. raccolta e analisi dei dati disponibili nell'area di studio per definire i parametri geomeccanici principali e lo stato di stress in-situ;
2. creazione di una *mesh* 3D partendo dal modello statico/dinamico di giacimento;
3. inizializzazione del modello geomeccanico, definizione delle proprietà tenso-deformative dei materiali;
4. simulazione della variazione del campo di sforzo nei vari scenari fluido dinamici; in questa sono stati analizzati diversi scenari di supporto dell'acquifero laterale.
5. stima della subsidenza e della compattazione indotta dalla produzione di gas;
6. analisi di stabilità delle faglie e identificazione delle eventuali zone critiche.

Nella prima fase è stato visionato il materiale disponibile per l'area di studio, costituito da:

- prove di laboratorio effettuate da AGIP sui campioni prelevati in pozzo, precedenti studi geomeccanici (studi AGIP 1986, 1989 e 1990, Woodward-Clyde 1997, Geocomp 2008, Dream 2016),
- dati di letteratura (tra cui Lavecchia et al. 2007, Patacca et al. 2008, Calamita et al. 2009, Pomposo and Pizzi 2009, Visini et al. 2010)
- dati pubblici derivanti dal database nazionale degli indicatori di stress (IPSI) e dalla World Stress Map (WSM).

Questa attività ha permesso di definire le proprietà meccaniche dei materiali e del campo di sforzo in-situ, informazioni e dati utilizzati per il modello 3D agli elementi finiti.

Sulla base dei risultati delle prove geomeccaniche di laboratorio, condotte da AGIP (FIGURA 3-K), si è deciso di utilizzare un valore di riferimento per coefficiente di compressibilità uniassiale (C_m) pari a 3.0×10^{-6} 1/bar, ritenuto il valore statisticamente più probabile, e un valore cautelativo (ovvero più comprimibile), pari a 6.7×10^{-6} 1/bar.

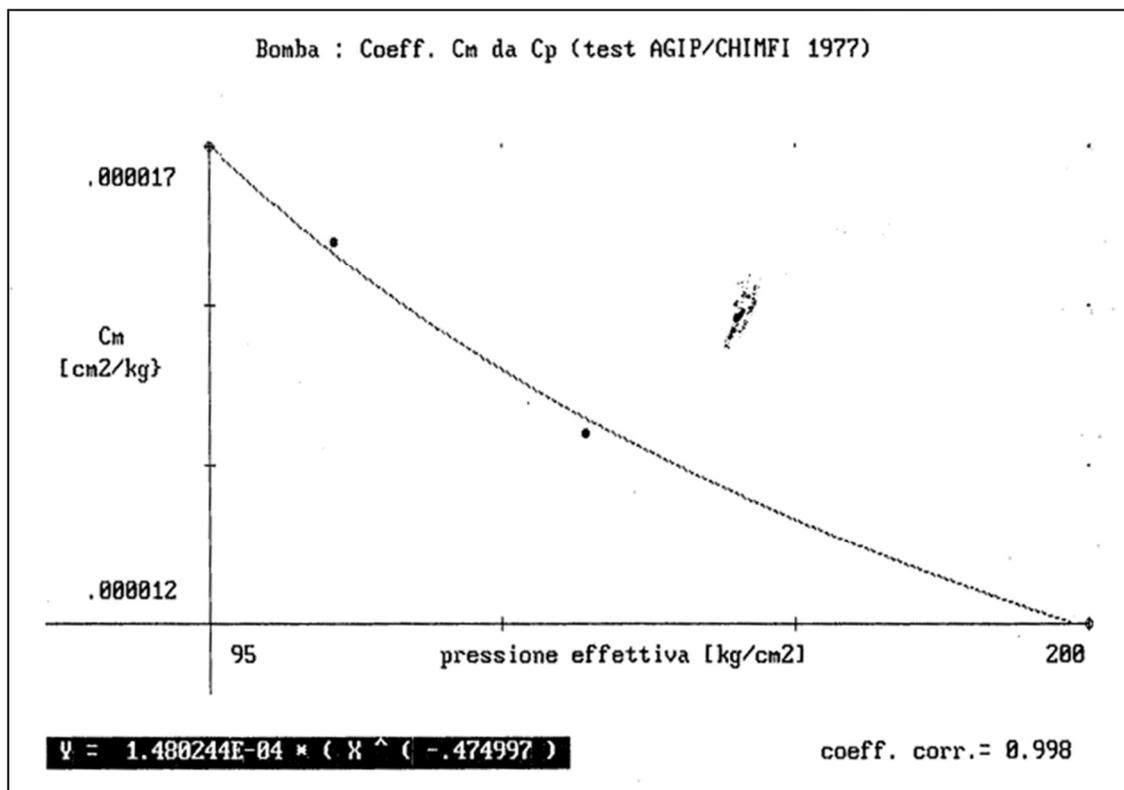


FIGURA 3-K: ESEMPIO DI GRAFICO RIPORTANTE I VALORI DI COMPRESSIBILITÀ UNIASSIALE (Cm) IN FUNZIONE DELLO STRESS EFFICACE MISURATI IN LABORATORIO SUI CAMPIONI DI CALCARI PRELEVATI DAI POZZI DI BOMBA ALLA PROFONDITÀ DEL GIACIMENTO (AGIP, 1989)

Per quanto concerne il regime di stress nell'area, in assenza di consenso in letteratura, si è deciso di utilizzare, come caso base, un regime compressivo in linea con gli studi di INGV degli ultimi 15 anni (FIGURA 3-L), ma di considerare anche i regimi estensivo e trascorrente (FIGURA 3-M). Questi diversi scenari si distinguono tra loro in termini di campo di sforzo *in-situ* sulle faglie. L'analisi parametrica consente di coprire l'incertezza dovuta alla mancanza di dati nell'area e di valutare ogni scenario possibile in merito alla stabilità delle faglie in seguito alla produzione del campo di Colle Santo.

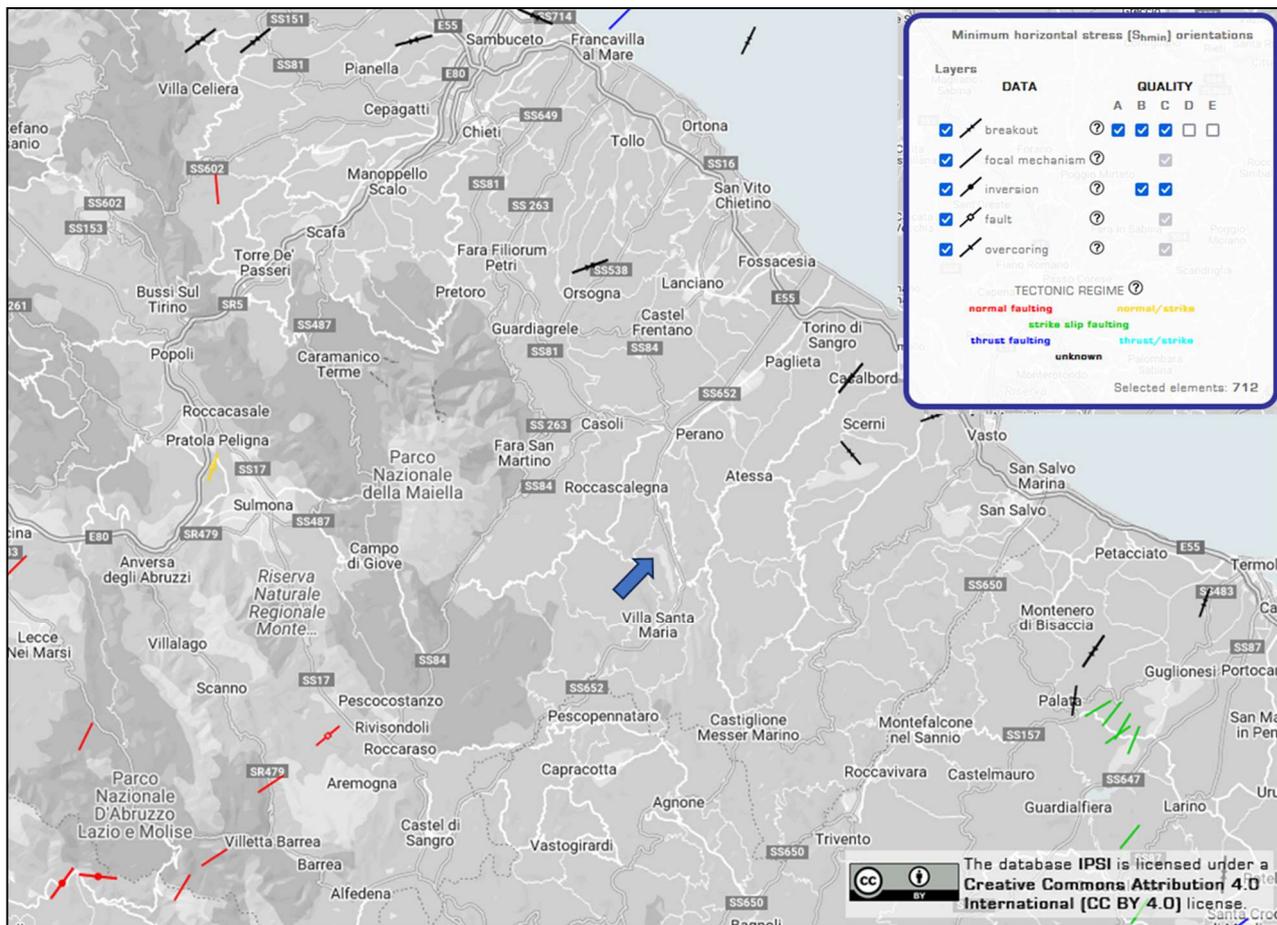


FIGURA 3-L: MISURE DI ORIENTAZIONE DELLO STATO DI STRESS IN-SITU PIÙ PROSSIME ALL'AREA DELLA CONCESSIONE DI COLLE SANTO SECONDO IL DATABASE IPSI ([HTTPS://IPSI.RM.INGV.IT/](https://ipsi.rm.ingv.it/), MARIUCCI E MONTONE, 2020, 2022; MONTONE E MARIUCCI, 2016). I MARKER INDICANO L'ORIENTAZIONE DELLO STRESS ORIZZONTALE *MINIMO*, IL COLORE IL REGIME TETTONICO (SI VEDA LEGENDA). LA FRECCIA BLU È STATA AGGIUNTA PER INDICARE LA POSIZIONE DEL GIACIMENTO DI COLLE SANTO IN PROSSIMITÀ DEL LAGO DI BOMBA.

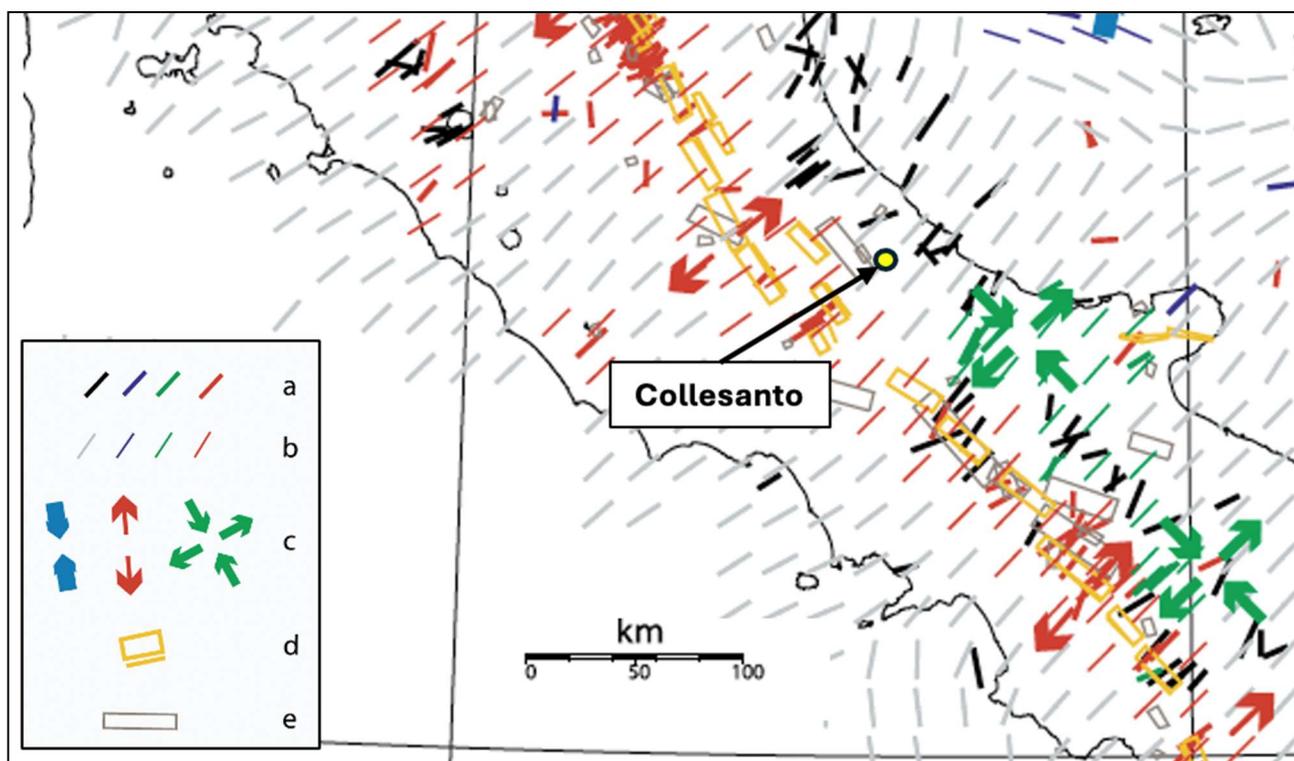


FIGURA 3-M: ORIENTAZIONE DELLO STRESS ORIZZONTALE MINIMO (S_h) E REGIMI DI STRESS IN ITALIA (DA MONTONE ET AL. 2004 MODIFICATA). IN LEGENDA, A) DATI DA IPSI E WORLD STRESS MAP, B) DATI INTERPOLATI, C) DIREZIONE DEL REGIME DI STRESS, D) ED E) SORGENTI SISMOGENETICHE DA DATI GEOFISICI/GEOLOGICI (GIALLO) E STORICI (GRIGIO). IL COLORE DEGLI STRESS INDICA IL REGIME TETTONICO: ROSSO – ESTENSIVO, VERDE – TRASCORRENTE, BLU – COMPRESSIVO, NERO – SCONOSCIUTO

Basili et al. nel 2008 hanno presentato una mappa dello stress minimo orizzontale (S_h) interpolata per il territorio italiano ((FIGURA 3-N)). Anche in questo caso si confermano i risultati del lavoro di Montone et al. (2004)

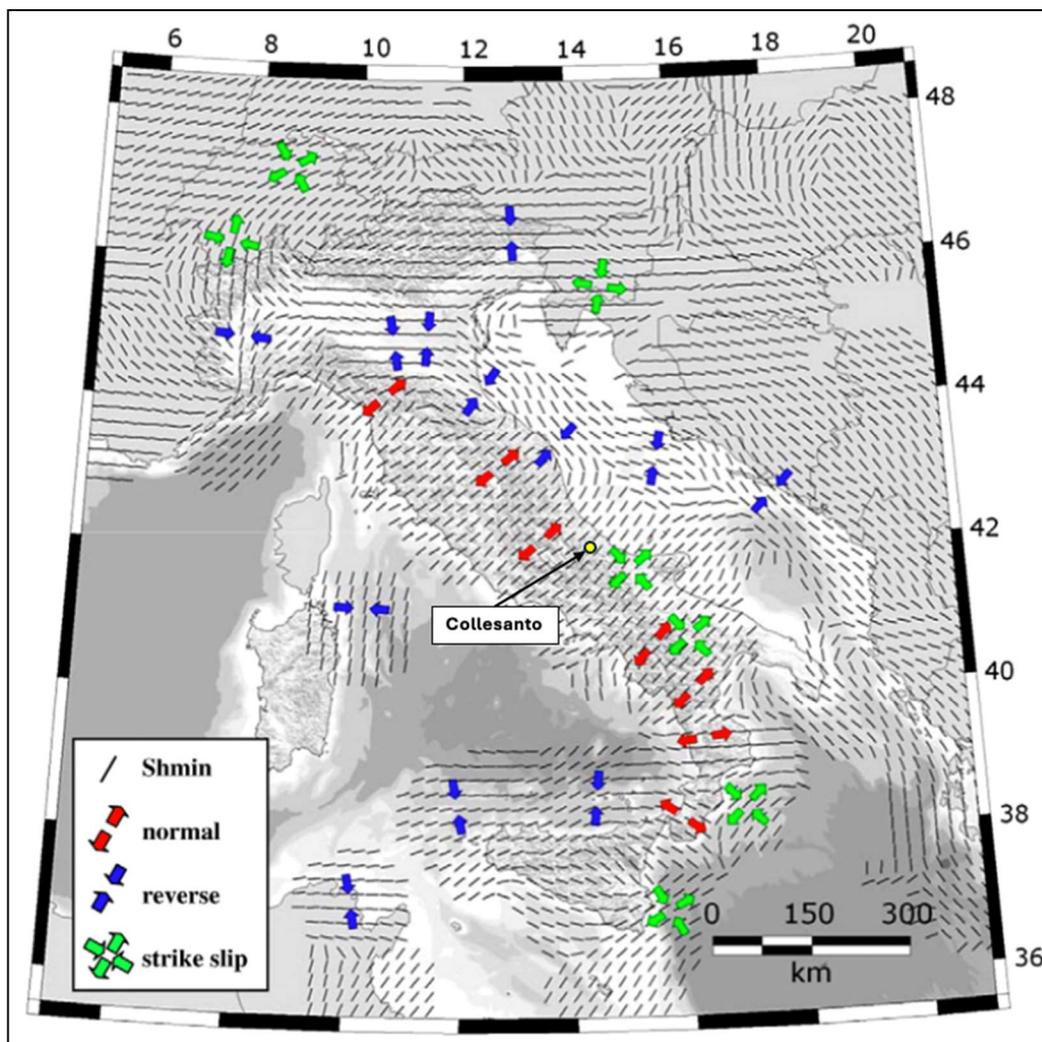


FIGURA 3-N: ORIENTAZIONE DELLO STRESS ORIZZONTALE MINIMO (S_H) E REGIMI DI STRESS IN ITALIA (DA BASILI ET AL. 2008 MODIFICATA)

Pierdominici e Heidback (2012) hanno effettuato uno studio utilizzando i dati disponibili, che sono stati analizzati in maniera statistica, per valutarne la robustezza, e simulazioni numeriche. Hanno così ottenuto una stima del campo di stress su una griglia regolare di punti coprente buona parte dell'Italia (ed oltre) (Figura 3-O). Nella zona della concessione di Colle Santo (inset in rosso in Figura 3-O), i risultati di questo studio sono coerenti con il database IPSI. Si osservi che in Figura 3-O i marker indicano la direzione dello stress orizzontale massimo (al contrario di Figura 3-L, e Figura 3-M).

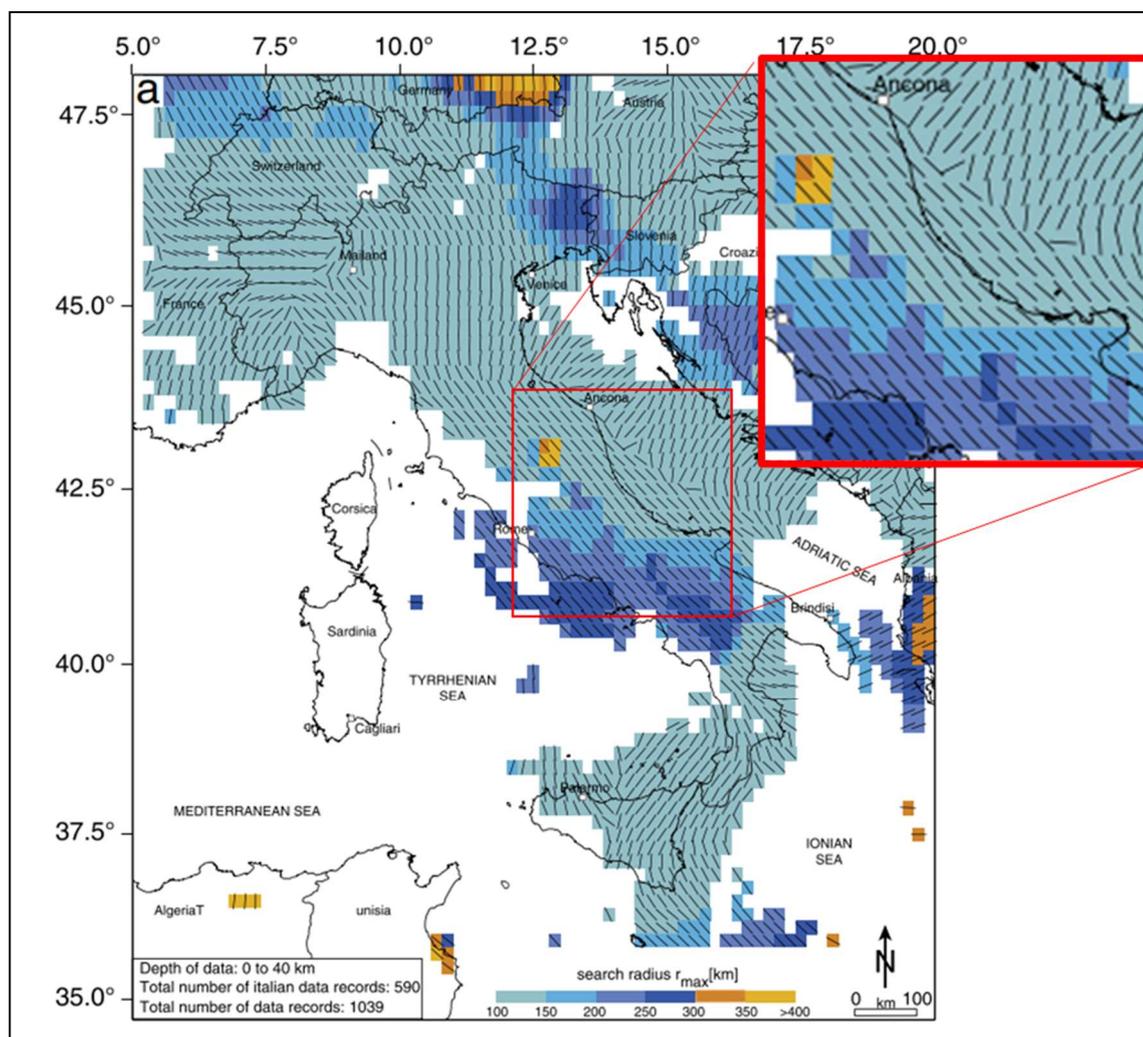


FIGURA 3-O: ANDAMENTO DELLO STRESS REGIONALE CALCOLATO SU DI UNA GRIGLIA REGOLARE SECONDO PIERDOMINICI E HEIDBACK, 2012 (IMMAGINE MODIFICATA). I MARKERS (LINEE NERE) INDICANO L'ANDAMENTO DELLO STRESS ORIZZONTALE MASSIMO (SONO CIOÈ RUOTATE DI 90° RISPETTO A QUELLE DELLA FIGURA PRECEDENTE)

Petricca et al. 2013 confermano Montone et al. (2004) presentando una mappa, sempre interpolata, dello stress massimo orizzontale (SH), orientato nella zona di interesse in direzione appenninica.

È stata costruita una griglia di calcolo generata a partire da una *mesh* 2D proiettata verticalmente a generare i livelli del giacimento, formazioni sovrastanti (*overburden*) e sottostanti (*underburden*). Tutti questi livelli sono stati creati a partire dalla geometria del modello statico come utilizzata per il modello fluido-dinamico. Sono state importate le pressioni dei pori calcolate nel modello dinamico, nei diversi scenari.

Le simulazioni dinamiche i cui risultati sono stati utilizzati per il modello geomeccanico, sono (si faccia riferimento all'Appendice H parte 2b del SIA per i dettagli di ciascun scenario):

- RUN 1: modello 1 di porosità e permeabilità, scenario base di trasmissività, acquifero forte
- RUN 3: modello 1 di porosità e permeabilità, scenario base di trasmissività, acquifero debole

- RUN 8: modello 1 di porosità e permeabilità, scenario base di trasmissività, senza acquifero
- RUN 9: modello 2 di porosità e permeabilità, scenario base di trasmissività, senza acquifero
- RUN 11: modello 1 di porosità e permeabilità, scenario conservativo di trasmissività, senza acquifero.

Queste simulazioni sono state ritenute le più adatte ad esplorare l'effetto delle diverse sorgenti di incertezza relativamente alla previsione di subsidenza e stabilità delle faglie.

Il modello inizializzato è stato utilizzato per valutare, dunque, la subsidenza attesa. **I risultati finali vedono una subsidenza molto modesta (inferiore a 2 cm) per tutti i casi con valore di compressibilità C_m ritenuta più probabile. I risultati più pessimisti si hanno con i RUN 8 e 11, in assenza di acquifero.**

I risultati ottenuti sono complessivamente rassicuranti. Si osserva infatti che la subsidenza prevista non eccede i 4 cm al massimo, anche nello scenario peggiore, in un intervallo temporale di 22 anni.

La diga e il comune di Bomba sono situati molto vicino all'area dei pozzi di produzione e, di conseguenza, all'area di massima subsidenza prevista. L'andamento nel tempo della subsidenza per il RUN 11, il caso più conservativo in assoluto – cioè senza acquifero laterale e con C_m cautelativo – è illustrato in Figura 3-P: I valori di spostamento verticale sono compresi tra i 3 e i 4 cm.

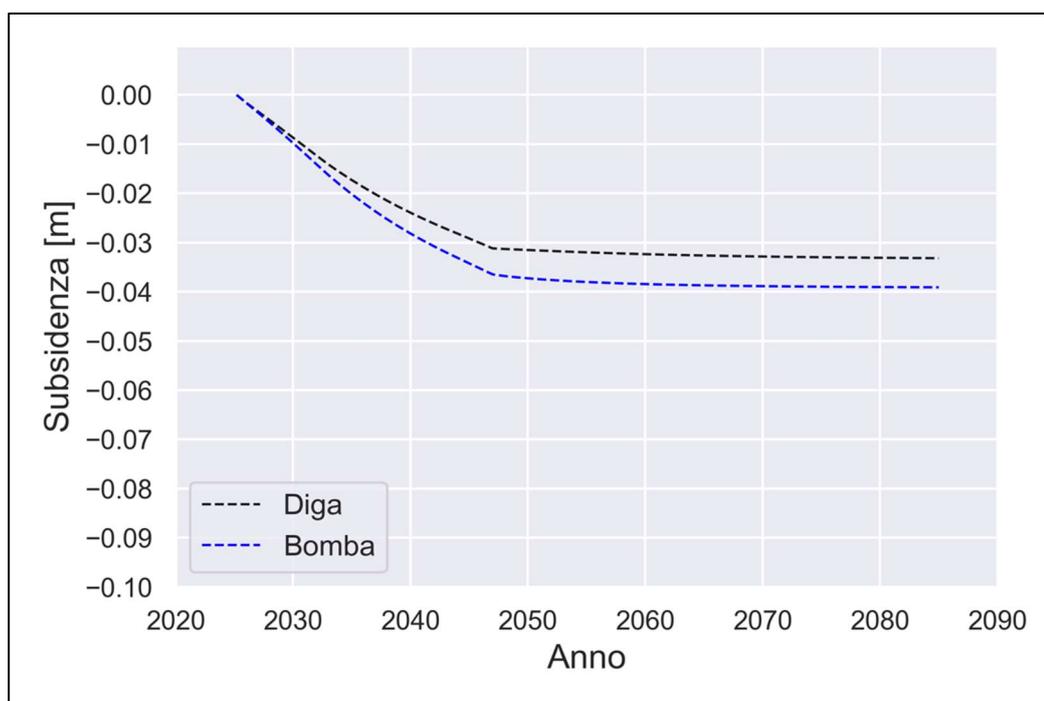


FIGURA 3-P: ANDAMENTO DELLA SUBSIDENZA NEL TEMPO PER LA SIMULAZIONE PIÙ PRUDENZIALE (C_m 6.7×10^{-6} 1/BAR), RUN 11, SULLA DIGA E SULL'ABITATO DI BOMBA.

Aspetto importante della presente analisi è lo spostamento verticale lungo la diga di Bomba. Come si vede da due sezioni, parallela (Figura 3-Q) e perpendicolare (Figura 3-R) alla diga, i valori di subsidenza massima al piano campagna per il RUN 11 sono pari a circa 3 cm nei pressi della diga. Nella sezione parallela si può apprezzare come lungo i circa 680 m (lunghezza del coronamento della diga) si passa da uno spostamento verticale di circa 2.8 cm ad uno di circa 3.2 cm circa, con un cedimento relativo (differenziale) DS di circa 0.4 cm (4 mm). Questo valore è ampiamente inferiore ai valori considerati critici per la diga di Bomba e strutture ausiliarie. In particolare, il massimo cedimento differenziale

ammissibile è ritenuto pari a 10 mm ogni 25m (Marr e Jamiolkowski, 2009). Sulla base delle ipotesi formulate in questo studio e, fatto salve le condizioni ammissibili per la diga che non sono state qui studiate, ma prese da studi precedenti ed indipendenti, si può, dunque, concludere che la subsidenza risultante dalla messa in produzione del giacimento di Colle Santo non si ritiene possa avere conseguenze sulla stabilità della diga ed impianti collegati. In Figura 3-S e Figura 3-T sono mostrate due sezioni del grid, E-W e N-S, raffiguranti la distribuzione dello spostamento verticale all'interno del grid per il caso più conservativo.

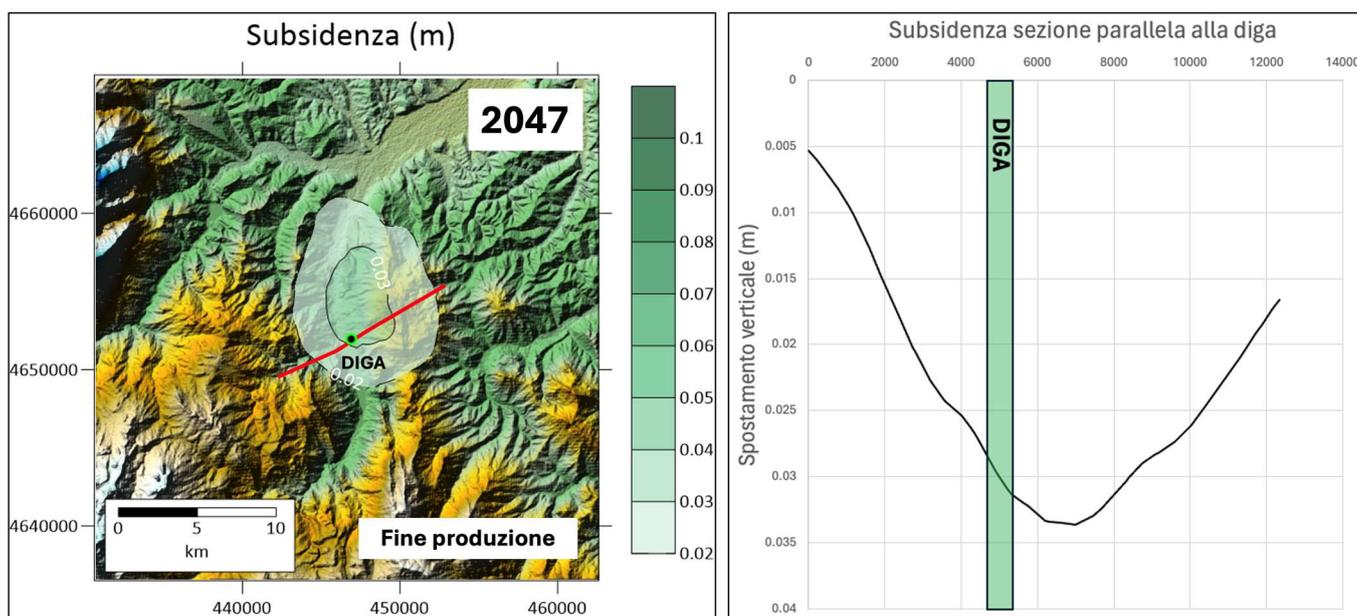


FIGURA 3-Q: SUBSIDENZA SUL PIANO CAMPAGNA IN PIANTA E LUNGO UNA SEZIONE PARALLELA ALLA DIGA DI BOMBA. LA SCALA DI COLORI INDICA LA SUBSIDENZA PREVISTA, IN M

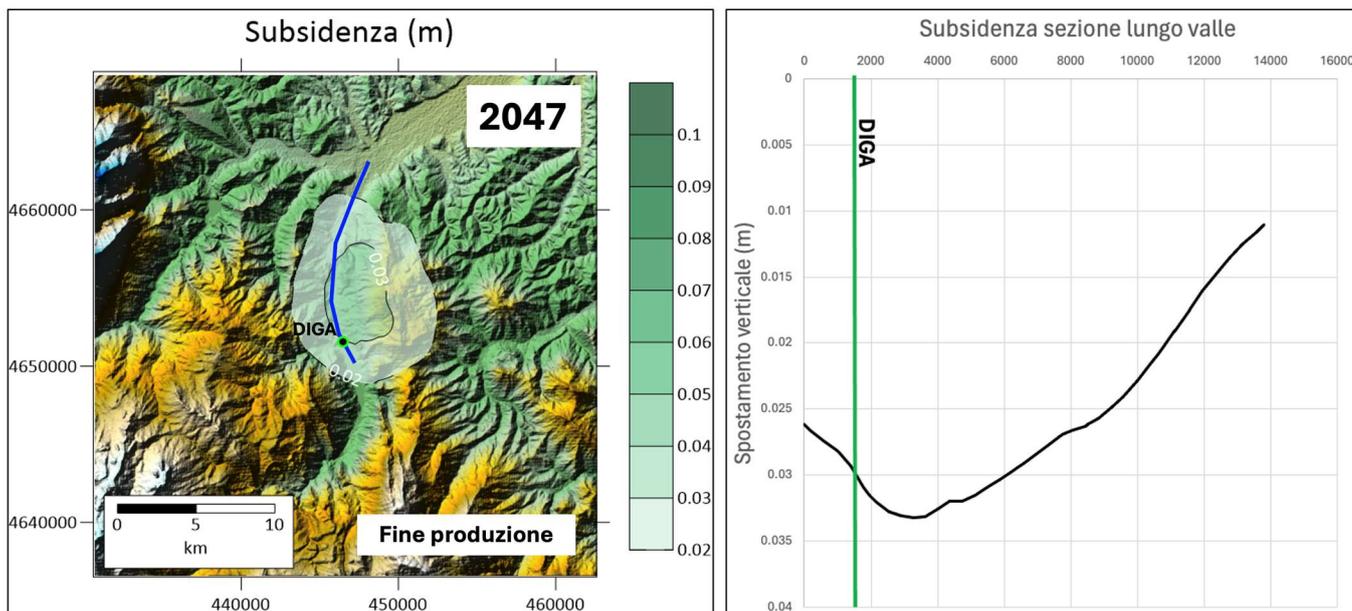


FIGURA 3-R: SUBSIDENZA SUL PIANO CAMPAGNA IN PIANTA E LUNGO UNA SEZIONE PASSANTE PER LA VALLE E PERPENDICOLARE ALLA DIGA DI BOMBA. LA SCALA DI COLORI INDICA LA SUBSIDENZA PREVISTA, IN M.

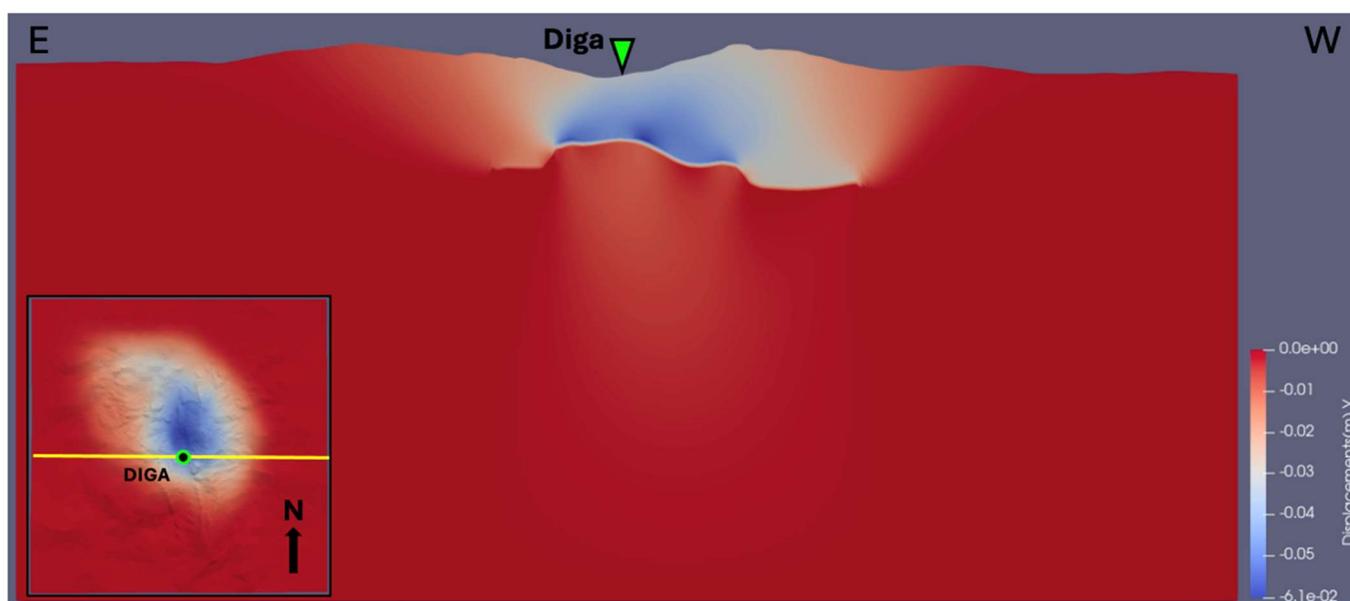


FIGURA 3-S: SPOSTAMENTI VERTICALI LUNGO UNA SEZIONE E-W PASSANTE SULLA DIGA DI BOMBA.

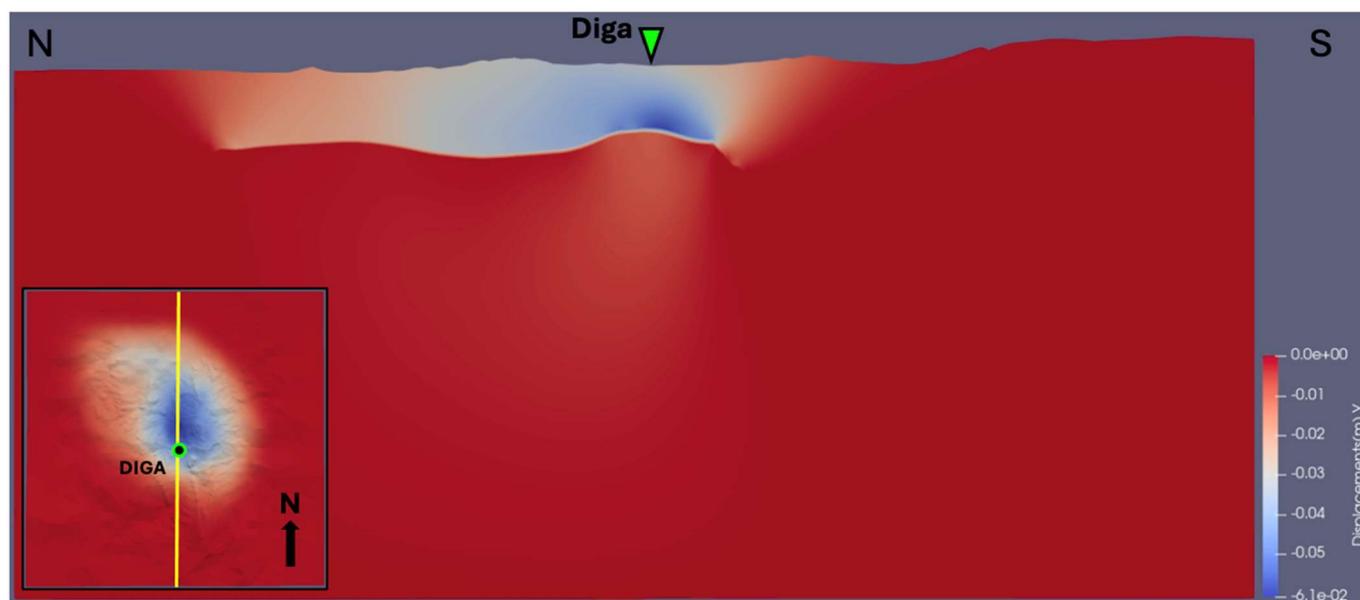


FIGURA 3-T: SPOSTAMENTI VERTICALI LUNGO UNA SEZIONE N-S PASSANTE SULLA DIGA DI BOMBA.

3.3.4 Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa - Perturbazione degli equilibri e generazione di sismicità indotta e innescata

Data la complessa situazione sismo-tettonica dell'area si ritiene necessario produrre una analisi aggiornata delle conseguenze di eventi di sismicità indotta e innescata, intendendo per quest'ultima quella che si sarebbe comunque prodotta in futuro e che viene "anticipata" dalla pur piccola perturbazione dovuta a cause antropiche, capace di spostare il sistema da uno stato quasi-critico ad uno stato instabile. Si ricorda che la proiezione in superficie della parte più superficiale del Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust (ACBT) si trova proprio in prossimità del giacimento (in pianta, la distanza tra tale proiezione e il sito dell'area pozzi risulta inferiore a 2 km), mentre la distanza tra la struttura sismogenetica in parola e l'area interessata dagli interventi di emungimento dei fluidi gassosi è dell'ordine di grandezza di meno di 10 km (Parere CTVA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 29)

Con **sismicità indotta** ci si riferisce di solito a due categorie di eventi. La prima riguarda le relazioni di causa effetto tra terremoti naturali, che facciano venire meno le tradizionali assunzioni di indipendenza tra eventi e assenza di memoria nel processo sismico (p.e., le scosse di assestamento indotte dalla scossa principale). La seconda categoria è quella relativa a terremoti la cui causa scatenante è da ricercarsi in attività antropiche (Mucciarelli, 2013) particolarmente per ciò che concerne le attivazioni di sorgenti sismiche altrimenti quiescenti.

Esistono numerosi tipi di attività umane in grado di provocare terremoti: fra le principali vengono annoverate le attività minerarie.

In genere si tratta di eventi di modesta energia, registrabili solo strumentalmente e non avvertibili dalla popolazione, ma si possono verificare casi di terremoti molto forti, superiori a magnitudo 6 come è occorso per i terremoti indotti dai riempimenti dei bacini di Koyna (India) ed Aswan (Egitto).

L'aumento di rischio sismico causato dalla possibilità di sismicità indotta si può riassumere in tre aspetti che modificano il fattore pericolosità:

1) Deviazione della sismicità dal modello assunto per le stime standard

Le stime standard di pericolosità sismica si basano sull'assunzione che i terremoti seguano una distribuzione di Poisson, ovvero che siano indipendenti tra loro ed il tasso del processo sia costante. La sismicità indotta viola queste assunzioni, causando eventi che seguono processi fortemente non lineari nello spazio e nel tempo. Una volta iniziata una fase di sismicità indotta per aumentati carichi da attività antropiche, l'evoluzione può essere di due tipi:

- 1) portando ad una diminuzione della magnitudo, del volume interessato e della frequenza delle scosse
- 2) causando repentini aumenti della sismicità, con scosse violente che perdurano nel tempo anche a distanza dal punto iniziale. Questo comportamento a biforcazione fa capire perché sia fondamentale monitorare con reti microsismiche le attività antropiche in grado di indurre sismicità, in modo di arrestare le cause scatenanti il prima possibile quando l'evoluzione della sequenza evolve in modo infausto. Non sempre è comunque possibile evitare evoluzioni indesiderate. Molti altri casi nel mondo hanno evidenziato che non è possibile stabilire semplici relazioni lineari tra lo stimolo applicato e la risposta indotta, e nemmeno è possibile prevedere in anticipo, una volta iniziato il processo di propagazione di una grossa frattura, dove e quando il processo si arresterà. Risulta pertanto impossibile ricondurre la sismicità indotta nei tradizionali modelli di pericolosità sismica.

2) Accelerazioni elevate causa ridotta profondità degli ipocentri

Una caratteristica che rende la sismicità indotta particolarmente insidiosa è la possibilità che le scosse si verifichino molto più in prossimità della superficie rispetto a quanto accade con i terremoti tettonici. La minore profondità degli ipocentri ha come conseguenza una maggiore attenuazione allontanandosi dall'epicentro, ma anche maggiori accelerazioni e intensità macrosismiche. Un comportamento simile si ritrova in natura per i terremoti vulcanici ed è ben noto anche in Italia come sia importante utilizzare per questi terremoti delle relazioni di attenuazione e di conversione intensità-magnitudo diverse da quelle standard. Gli spettri di risposta dei terremoti indotti sono generalmente caratterizzati da un contenuto di accelerazioni in alta frequenza superiore agli spettri di norma di pari PGA di ancoraggio. In Italia mancano del tutto informazioni riguardo le accelerazioni e le forme spettrali tipiche della sismicità indotta.

3) Anticipo dell'occorrenza di scosse naturali

In tempi recenti, in Italia si stanno studiando le possibilità di stoccare gas metano nel sottosuolo, prevalentemente in giacimenti esauriti. Nelle valutazioni di impatto ambientale presentate a corredo delle richieste di questi progetti, non è infrequente trovare una generale sottovalutazione della sismicità indotta, sia per aree naturalmente asismiche o sismiche. Per queste ultime talvolta ci si spinge a considerare che una eventuale sismicità indotta non farebbe altro che limitarsi ad anticipare eventi che prima o poi sarebbero occorsi comunque. Questa considerazione è sbagliata per i motivi sopra esposti (la sismicità indotta non segue la distribuzione statistica di quella naturale, le accelerazioni sono maggiori) ma soprattutto perché il fattore tempo non può comunque essere considerato influente. Gli ultimi studi sulla pericolosità sismica in Italia mostrano che per buona parte del territorio nazionale esiste un deficit di protezione dato che sono ora state classificate sismiche zone che prima non erano ritenute tali e dove quindi non si progettava in modo antisismico. Pertanto, in queste aree non è auspicabile che i terremoti avvengano prima dei loro tempi naturali, dato che adeguare le abitazioni e le altre strutture strategiche (scuole, ospedali, uffici pubblici, ecc.) richiederà comunque molto tempo.

Il tema delle relazioni esistenti tra le attività antropiche e l'aumento e/o l'innescata di attività sismica è stato affrontato in modo organico dal Gruppo di Lavoro per la definizione di indirizzi e linee guida per il monitoraggio della microsismicità, delle deformazioni del suolo e della pressione di poro nell'ambito delle attività antropiche (ai sensi della Nota ISPRA Prot. 0045349 del 12 novembre 2013).

Per lo studio di dettaglio della sismicità indotta/innescata è necessaria l'installazione di reti microsismiche locali che consentano il monitoraggio dell'attività anche di bassissima magnitudo ($ML < 1$).

Stando a quanto riportato nei quaderni di Geofisica ISSN 1590-2595 (Numero 187, anno 2023)¹⁵, eventi sismici possono essere indotti a causa di diversi meccanismi fisici che influiscono a scale temporali e spaziali differenti. I principali meccanismi fisici, ritenuti responsabili per la generazione di sismicità antropogenica sono elencati di seguito [da Kraft et al., 2020], (Figura 3-U):

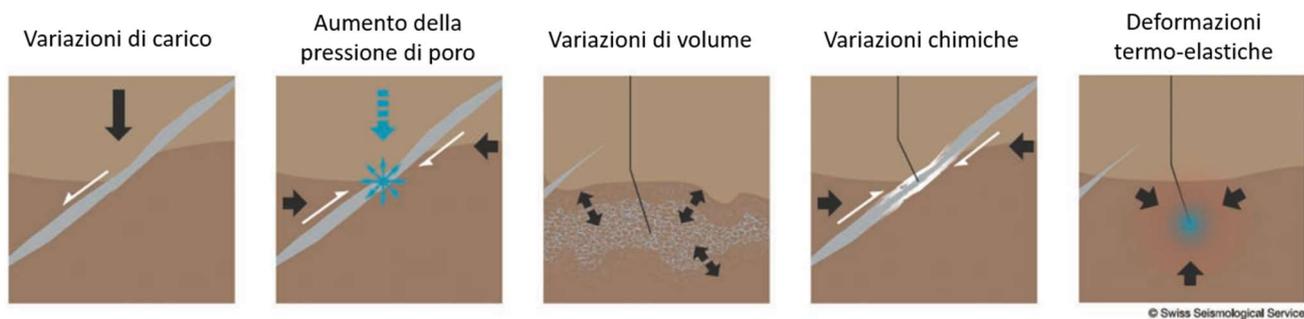


FIGURA 3-U: MECCANISMI FISICI, IN GRADO DI CAUSARE SISMICITÀ INDOTTA [KRAFT ET AL., 2020]

Variazioni delle pressioni di poro

L'aumento della pressione di poro su una faglia sotto sforzo tettonico può portare alla rottura della stessa, rilasciando una frazione dello stress tettonico accumulato nel tempo. Viceversa, una riduzione della pressione di poro tende a stabilizzare le faglie e quindi abbassare il tasso di sismicità [Husen et al., 2007].

Variazioni di temperatura

Raffreddamento o riscaldamento di un reservoir all'interno di un volume roccioso causa, rispettivamente, contrazione o espansione termica. Il raffreddamento apre delle fratture esistenti, cambiando la permeabilità, la velocità di scorrimento, il gradiente di pressione e l'iniettività. La deformazione termo-elastica cambia localmente lo stato di stress, fenomeno che può portare a sbloccare segmenti di interfacce fratturate (e/o faglie) pre-stressati [Murphy, 1978].

Variazioni di volume nella crosta

Variazioni di volume nel sottosuolo dovuti a iniezione o estrazione di fluidi (idrocarburi, acque di scarto, geotermia) o di materiale solidi (miniere) provoca un cambiamento delle condizioni di strain/stress su faglie adiacenti, che potrebbero essere già sotto stress tettonico [Segall, 1989; Gibowicz and Lasocki, 2001]. L'eccedenza del carico causato dal volume roccioso sovrastante, rispetto alla resistenza critica della faglia (critical fault strength), genera sismicità. Variazioni locali di carico in superficie, come in caso del riempimento o delle fluttuazioni stagionali di invasi idrici, sono da considerare casi specifici [Braun et al., 2018b] di deformazioni del sottosuolo.

Alterazioni chimiche

Causate da fluidi idrotermali, deposizione di minerali o formazione di argille, possono essere causa di variazioni delle condizioni su faglie sottoposte ad uno stress tettonico. Se i legami chimici vengono indeboliti si possono innescare terremoti indotti, mentre in caso di rafforzamento, una deformazione duttile (creep) può transitare in fragile (stickslip) generando eventi sismici [Atkinson, 1984; Marone, 1998].

Interazioni terremoto – terremoto

¹⁵ Esempi nel mondo di sismicità indotta dalla produzione geotermica: considerazioni e proposte di monitoraggio sismico (Thomas Braun¹, Bernd Schmidt², Joachim Wassermann)

Le variazioni di stress, siano esse statiche o dinamiche, causate da terremoti indotti o tettonici possono funzionare come trigger per sismicità aggiuntiva [Catalli et al., 2008]. L'innescò di microsismicità durante il passaggio di onde superficiali provenienti da terremoti forti a livello globale è stato osservato a distanza di migliaia di chilometri [Hill and Prejean, 2007].

L'iniezione di fluidi in un volume crostale è probabilmente uno dei meccanismi più frequenti per la sismicità indotta. Se la pressione dei fluidi iniettati ad una certa profondità supera la pressione di poro naturale, il sistema diventa instabile. L'aumento della pressione di poro (P) porta alla diminuzione dello stress normale e a un aumento del rapporto tra la pressione idrostatica e litostatica. In un'area di iniezione, i fluidi penetrano il volume crostale intorno al fondo-pozzo, migrando lungo le zone di maggiore permeabilità (minore resistenza idraulica) generando microsismicità (superamento della *shear strength*).

Per quanto riportato in letteratura, dunque, le attività di coltivazione degli idrocarburi possono potenzialmente determinare situazione di sismicità indotta e possono determinare l'innescò di attività sismica: Il dubbio che si possa creare una correlazione tra lo sfruttamento di idrocarburi e terremoti si fa oggettivamente più consistente se si considera la presenza di faglie attive e capaci in prossimità dell'area di progetto.

Ciò detto, il Proponente intende adottare un atteggiamento cautelativo e per gli aspetti relativi alla sismicità, alla subsidenza ed al dissesto geomorfologico LNEnergy ha già proposto un Piano di Monitoraggio continuo (h24), da cui non si ritiene si possa prescindere per escludere o confermare l'ipotesi di un legame causale tra estrazioni, subsidenza e terremoto. Il monitoraggio si aggiunge, ovviamente alla modellazione della dinamica dei fluidi nel serbatoio e nelle rocce circostanti al fine di costruire un modello fisico di supporto all'analisi statistica.

Stando a quanto riportato nel documento "Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche" (di seguito Linee Guida), in particolare:

- mediante il **monitoraggio sismico** si intende individuare e localizzare la sismicità in un volume circostante il luogo delle attività antropiche, anche con l'obiettivo di distinguere la sismicità naturale da quella eventualmente causata da tali attività. Il monitoraggio deve consentire di seguire l'evoluzione spazio-tempo-magnitudo della sismicità al fine, ove occorra, di rimodulare o, nei casi previsti, di sospendere le attività stesse.
- Mediante il **monitoraggio delle deformazioni del suolo** si intende identificare eventuali fenomeni di deformazione superficiale legati alle attività in esame, per misurarne e analizzarne le variazioni spazio-temporali rispetto alle condizioni di fondo.
- Con il **monitoraggio delle pressioni di poro (o di giacimento)** si intende misurare la pressione a fondo pozzo ed effettuare eventuali prove di interferenza con pozzi limitrofi, allo scopo di verificare il modello fluidodinamico del sottosuolo interessato dalle attività antropiche e valutare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle pressioni.

Elaborare un progetto per la realizzazione di una rete di monitoraggio microsismico con i requisiti minimi riportati nelle indicazioni fornite dal MISE che riguardi il comportamento del giacimento e il suo scenario di produzione, indipendente dal monitoraggio della Diga di Bomba, pur necessario, che sia valutato da enti indipendenti quali INGV/OGS (Parere CTVA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 30)

Il Piano di Monitoraggio, conforme alle Linee Guida, sarà messo in esercizio prima dell'avvio della produzione del giacimento Colle Santo, in tempi utili al fine di avere una congrua lettura di bianco e la conferma dell'affidabilità del sistema. Le caratteristiche geometriche ed operative della rete di monitoraggio saranno definite anche sulla base di quanto emerso a seguito della predisposizione del modello della subsidenza e delle indagini interferometriche.

È evidente che un attento monitoraggio delle deformazioni del suolo nelle fasi di pre-esercizio, esercizio e post-esercizio potrà verificare la reale deformazione del suolo e gli eventuali scostamenti rispetto al modello previsionale, permettendo quindi l'adozione di misure atte a ricondurre il sistema (inclusa la diga) in condizioni di sicurezza.

LNenergy ritiene che le incertezze circa la depressurizzazione del giacimento, la subsidenza e gli effetti sulla sismicità dell'area possano essere risolte esclusivamente attraverso una estensiva attività di monitoraggio da effettuarsi prima e durante la produzione del giacimento. Il Piano di Monitoraggio, conforme agli "Indirizzi e Linee Guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche" (Linee Guida nel seguito), dovrà essere validato dalla Struttura Preposta al Monitoraggio, che sarà individuata dal Ministero per la Transizione Ecologica di intesa con la Regione Abruzzo nel prosieguo del procedimento di conferimento della concessione di coltivazione.

Per gli aspetti sismici si chiederà al MISE di nominare come SPM l'INGV, alla quale fare eseguire una base-line e affidate il monitoraggio con pubblicazione dei dati h24 per gli Enti e le popolazioni interessate.

La definizione delle SPM è contenuta nelle Linee Guida e recita quanto segue: "La SPM è costituita da una o più Università o Enti di ricerca di comprovate competenze in materia, eventualmente in consorzio tra loro, o anche con strutture private. Per ogni concessione sarà designata una SPM che svolgerà, in via esclusiva, il compito di organo tecnico di supervisione dei progetti, raccolta, trattamento e trasmissione dei dati al MiSE e al Concessionario. Le modalità di conferimento dell'incarico saranno stabilite dal MiSE".

Il comma 1 dell'art. 13 del DM. del 7 dicembre 2016 sancisce che "Il Ministero, nell'ambito dei provvedimenti di conferimento delle concessioni di coltivazione, prevede l'attuazione di programmi di monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro ed i relativi interventi secondo le specifiche tecniche più avanzate come definite nel decreto direttoriale di cui all'art. 20, comma 6".

Al comma 2 dell'art. 13 del D.M. del 7 dicembre 2016 si riporta inoltre che "Gli «Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche» predisposto dal Gruppo di lavoro istituito con delibera 27 febbraio 2014 del Presidente della CIRM e pubblicato sul sito internet della DGS-UNMIG sono considerati specifiche tecniche avanzate".

La SPM designata svolgerà, in via esclusiva, il compito di organo tecnico di supervisione dei progetti, raccolta, trattamento e trasmissione dei dati al MiSE e al Concessionario.

Le modalità di conferimento dell'incarico saranno stabilite dal MiSE.

Il Concessionario, in concerto con la SPM designata, è in carico di predisporre il progetto di monitoraggio, ed è responsabile della realizzazione delle reti (intendendo con ciò l'acquisto, l'installazione o l'eventuale adeguamento della strumentazione), nonché per la loro manutenzione e gestione.

La SPM esamina e valuta il progetto di monitoraggio ai fini della sua approvazione da parte del MiSE ed esegue l'elaborazione, l'analisi e l'interpretazione dei dati.

Con lo scopo di garantire l'efficacia e la trasparenza delle attività svolte, si prevede la realizzazione, su sito internet, di un'apposita area dedicata alla diffusione di informazioni sulle attività in corso e dei dati acquisiti nel corso del monitoraggio.

3.3.4.1 Analisi di stabilità delle faglie

Come ultima fase dello studio della subsidenza, i risultati del modello geomeccanico nei casi più cautelativi (RUN 8 e 11, con C_m più elevato per i regimi tettonici compressivo, trascorrente ed estensivo) sono stati utilizzati per valutare la

stabilità delle faglie che bordano il giacimento e costituiscono la struttura geologica che lo ospita (ved. Appendice I parte 2 del SIA). A questo scopo è stato utilizzato un indicatore, la tendenza allo scivolamento o riattivazione (*“slip tendency”*) direttamente collegato alla funzione di rottura di Coulomb (CFF, *“Coulomb Failure Function”*). L'indicatore è stato calcolato in condizioni iniziali, per valutare quanto le faglie possano essere prossime ad uno stato critico (*“critically stressed faults”*) ed a fine produzione. La geometria delle faglie è stata estratta dal modello statico (Appendice H parte 1). I risultati sono riportati nelle FIGURE 3-Q e 3-R, per due faglie di particolare interesse mentre, nell'Appendice A dell'Appendice I parte 2 del SIA, sono incluse tutte le combinazioni di faglie e regimi tettonici. In particolare, nella stessa Appendice A, viene riportata la distribuzione di slip tendency, tramite un istogramma, e la sua variazione.

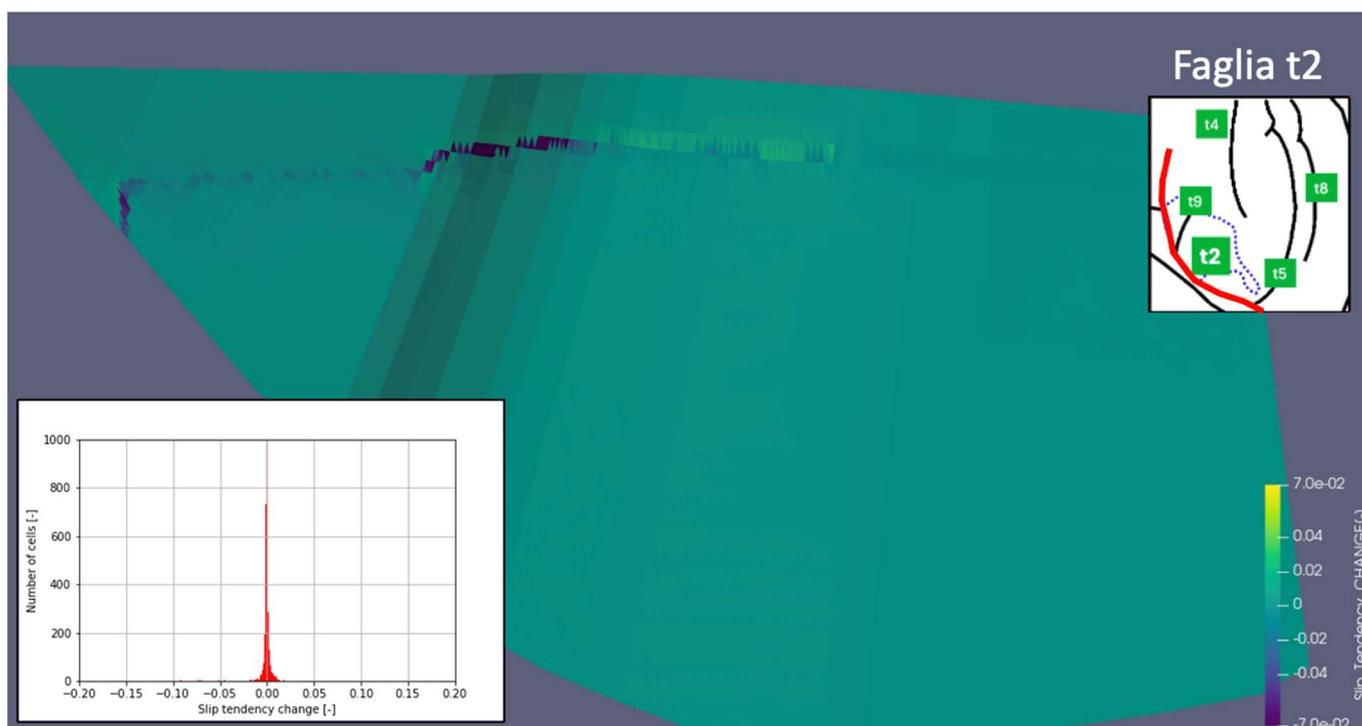


FIGURA 3-V: VARIAZIONE DELLA SLIP TENDENCY PER LA FAGLIA t2 CHE BORDA IL GIACIMENTO. NELLA Scala di colori: VARIAZIONE POSITIVA, IN GIALLO, LA STRUTTURA DIVENTA MENO STABILE; VARIAZIONE NEGATIVA, IN BLU, LA STRUTTURA SI STABILIZZA. NELL'INSET IN ALTO A DESTRA IN ROSSO È EVIDENZIATA LA FAGLIA IN OGGETTO. NEL GRAFICO IN BASSO A SINISTRA VIENE INVECE MOSTRATA LA DISTRIBUZIONE DELLE CELLE CON VARIAZIONE DI SLIP TENDENCY

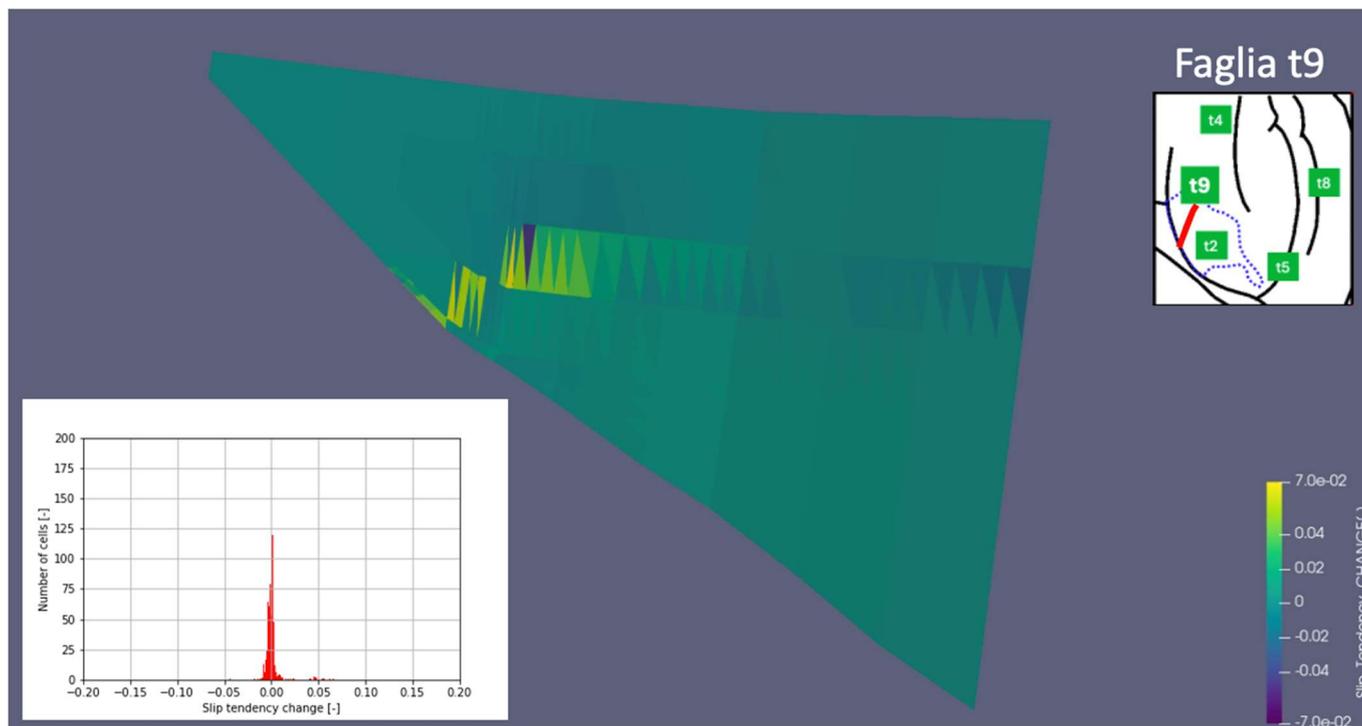


FIGURA 3-W: VARIAZIONE DELLA SLIP TENDENCY PER LA FAGLIA T9 ALL'INTERNO DEL GIACIMENTO. NELLA SCALA DI COLORI: VARIAZIONE POSITIVA, IN GIALLO, LA STRUTTURA DIVENTA MENO STABILE; VARIAZIONE NEGATIVA, IN BLU, LA STRUTTURA SI STABILIZZA. NELL'INSET IN ALTO A DESTRA IN ROSSO È EVIDENZIATA LA FAGLIA IN OGGETTO. NELL'ISTOGRAMMA IN BASSO A SINISTRA VIENE INVECE MOSTRATA LA DISTRIBUZIONE DELLE CELLE CON VARIAZIONE DI SLIP TENDENCY.

Date le condizioni di solo emungimento considerate in tutti le ipotesi di messa in produzione (ovvero senza re-iniezione di acqua di strato) l'effetto della coltivazione del giacimento ha un effetto complessivo di ulteriore allontanamento dallo stato critico. Si osserva, infatti, un aumento dello stress normale ai piani di faglia (con un effetto che stabilizza le strutture) e solo un modestissimo aumento degli sforzi di taglio. I valori della variazione di slip tendency mostrano, comunque, modifiche modeste e il risultato complessivo è di stabilizzazione delle faglie più prossime al giacimento.

E' stata infine fatta una verifica sulla profondità a cui la perturbazione del campo di sforzo indotta dall'emungimento del giacimento si riduce fino ad annullarsi. I risultati sono riportati in Figura 3-X, in termini di variazione dello sforzo efficace medio in funzione del tempo ($\sigma_m = (\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})/3$), dove σ è lo sforzo efficace.

Dalla Fig. 24 si osserva che oltre i 2200m di profondità la perturbazione del campo di sforzo è minima ed inferiore ad 1bar, pari a meno dell'0.5% del totale. Per profondità superiori ai 3km la perturbazione diventa del tutto trascurabile. Si ricorda a questo riguardo che il top della faglia sismogenetica più prossima (Figura 3-Y), denominata DACBT, è posto nel catalogo nazionale DISS ad una profondità di 8km. Tra il top della faglia e la profondità a cui si può stimare che la perturbazione del campo di sforzo si annulli c'è dunque una distanza pari a circa 5km. Sulla base di ciò si può concludere che, in base ai risultati del modello numerico, la produzione del giacimento di Colle Santo non eserciterà un effetto sul campo di sforzo agente sulla faglia DACBT e di conseguenza non ne modificherà la stabilità.

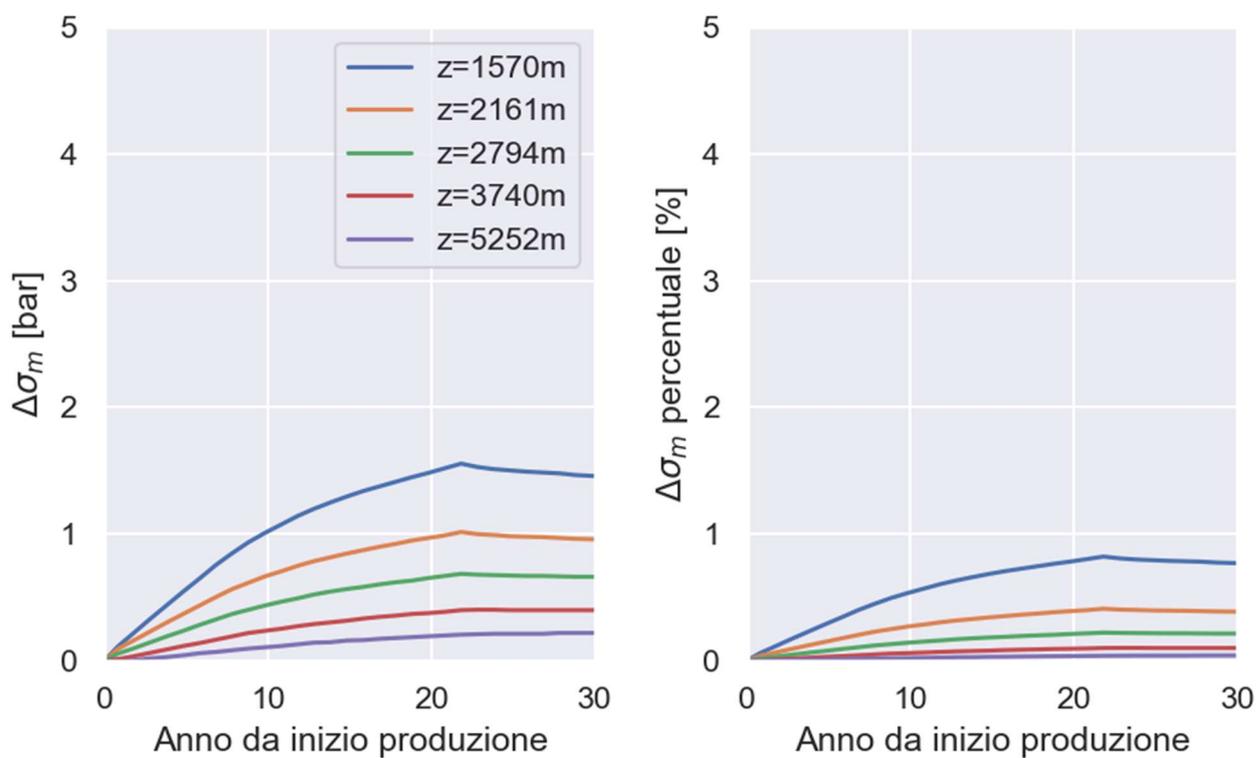


FIGURA 3-X: VARIAZIONE TEMPORALE DELLO SFORZO EFFICACE MEDIO (Σ_m) PER DIVERSI PUNTI A PROFONDITÀ z (TVDss, IN M) CRESCENTI, PER UN PUNTO CORRISPONDENZA DEL CENTRO DEL GIACIMENTO. ALLA PROFONDITÀ DI 2200M LA PERTURBAZIONE DEL CAMPO DI SFORZO È INFERIORE AD 1BAR IN VALORE ASSOLUTO ED A MENO DELLO 0.5% IN PERCENTUALE. A PROFONDITÀ ANCORA MAGGIORI LA PERTURBAZIONE DEL CAMPO DI SFORZO DIVENTA COMPLETAMENTE TRASCURABILE.

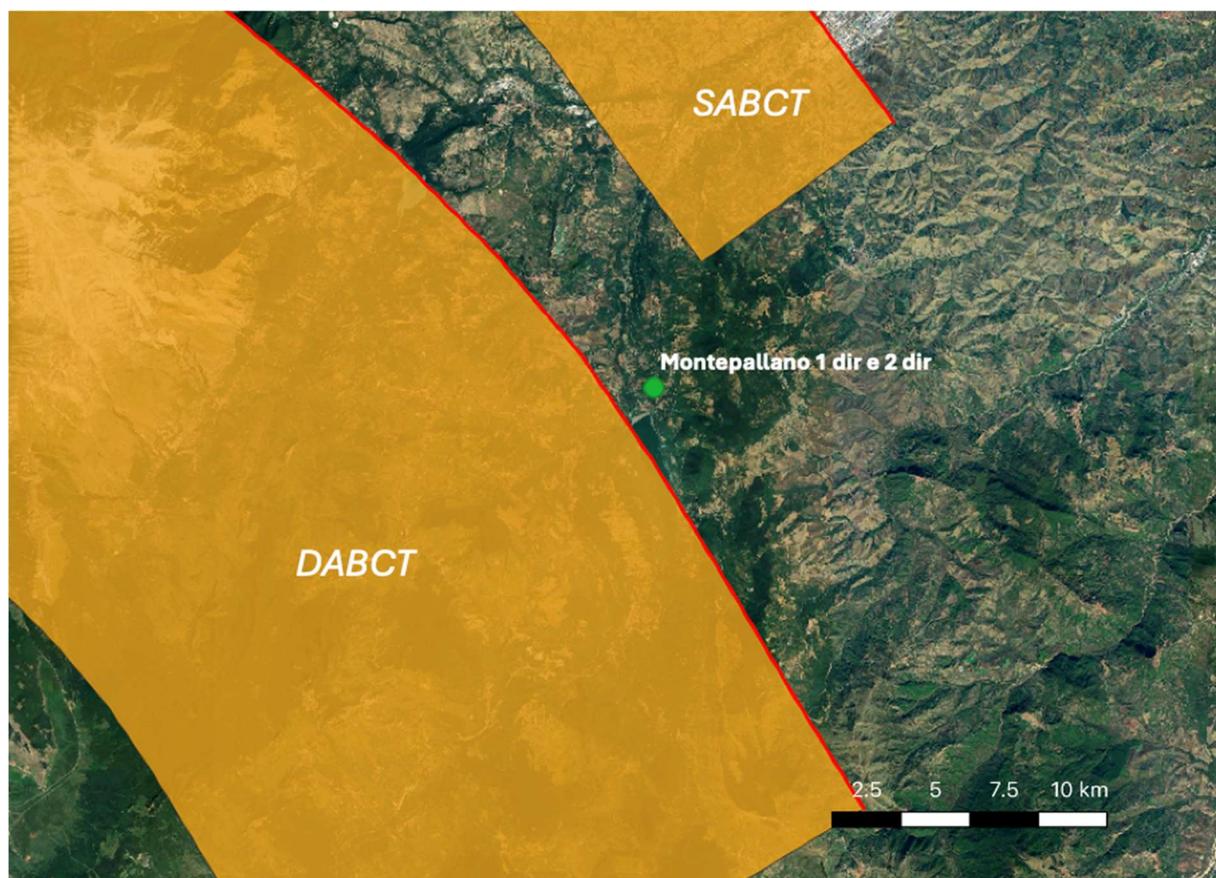


FIGURA 3-Y: VISUALIZZAZIONE IN MAPPE DELLE SORGENTI SISMOGENICHE DEEP ABRUZZO CITERIORE BASAL THRUST (DACBT, ITCS078) E SHALLOW ABRUZZO CITERIORE BASAL THRUST (SACBT, ITCS079) IN RELAZIONE ALLA POSIZIONE DEI POZZI PRODUTTORI MONTEPALLANO 1 DIR E MONTEPALLANO 2 DIR. LA PROFONDITÀ DEL TOP (IN CORRISPONDENZA DELLA LINEA ROSSA) DELLA DABCT È STIMATO IN 8KM, MENTRE L'EMUNGIMENTO AVVERRÀ AD UNA PROFONDITÀ DI CIRCA 1KM.

3.3.4.2 Discussioni sui modelli di subsidenza

La modellistica numerica integrata del giacimento, modello statico, fluido-dinamico e geomeccanico ha consentito di studiare e valutare diverse possibili criticità legate alla messa in produzione del giacimento di Collesanto. Bisogna sottolineare che tutti i modelli, seppur basati su ipotesi realistiche, studi di letteratura e dati raccolti in fase di esplorazione, soffrono di una generale mancanza di dati diretti e di buona qualità. Per gli aspetti dove i dati sono più carenti si è proceduto a fare ipotesi modellistiche conservative e verificarne l'impatto. Sarà dunque opportuno, in fase di messa in produzione del campo, raccogliere quanti più dati possibili sia in superficie (es. InSar, GPS etc) sia in giacimento (pressione, produzione di acqua etc) per calibrare opportunamente il modello e rendere le previsioni progressivamente più affidabili. Allo stato attuale è difficile giudicarne l'effettiva l'accuratezza.

Ciò nonostante, proprio per quanto detto in precedenza, i risultati sono complessivamente rassicuranti. Si osserva infatti che la subsidenza prevista non eccede i 4 cm al massimo, anche nello scenario peggiore, in un intervallo temporale di 22 anni, e la deformazione differenziale della diga rimane ampiamente all'interno dei margini di sicurezza riportati in studi precedenti. Questi risultati sono da attribuire sia al tipo di materiali che compongono le rocce serbatoio, che hanno rigidità migliore rispetto ad altre rocce sedimentarie, sia al tipo di profilo di produzione che è stato scelto. Le portate di gas piuttosto limitate evitano marcati abbassamenti della pressione in giacimento, anche nei casi in cui la spinta dell'acquifero sia scarsa o nulla. Il profilo di produzione poco aggressivo consente anche di preservare al meglio la risorsa, evitando un troppo rapido avvio di acqua ai pozzi, ed al tempo stesso permette di accorgersi in tempo utile di eventuali

problematiche legate alla gestione del giacimento e mettere in atto opportune misure correttive. Ciò ha, per esempio, un diretto legame con la gestione di eventuale sismicità. Lo studio effettuato di stabilità delle faglie, ancora una volta basato sui limitati dati di letteratura, non evidenzia alcuna problematica. La messa in produzione del campo di Colle Santo anzi ha un leggero effetto di stabilizzazione su alcune delle faglie principali, che appaiono in ogni caso già ben lontane dall'essere in uno stato critico. Per quanto riguarda la faglia sismogenetica *Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust* (DACBT), la distanza verticale tra la profondità a cui la perturbazione del campo di sforzo indotta dall'emungimento si annulla ed il top della struttura è pari a circa 5km. L'effetto della produzione di gas sulla faglia risulta quindi completamente trascurabile.

Se le assunzioni fatte non fossero corrette e dovessero emergere problematiche di sismicità, grazie al profilo di produzione poco aggressivo, la variazione di stato tensionale nel sottosuolo sarà limitata. Dunque, a fronte di un arresto della produzione, è possibile attendersi un rapido ritorno alla situazione di normalità.

3.3.5 Misure di mitigazione e compensazione

Il Piano di Monitoraggio, conforme alle Linee Guida e al Piano di monitoraggio della diga di Bomba, sarà messo in esercizio prima dell'avvio della produzione del giacimento Colle Santo, al fine di avere una congrua lettura di bianco e la conferma dell'affidabilità del sistema.

È evidente che un attento monitoraggio delle deformazioni del suolo nelle fasi di pre-esercizio, esercizio e post-esercizio potrà verificare la reale deformazione del suolo e gli eventuali scostamenti rispetto al modello previsionale, permettendo quindi l'adozione di misure atte a ricondurre il sistema (inclusa la diga) in condizioni di sicurezza.

Le misure di mitigazione sono definibili come **“misure intese a ridurre al minimo o addirittura a sopprimere l'impatto negativo di un piano o progetto durante o dopo la sua realizzazione”**.

Sebbene il monitoraggio non possa essere considerato una misura di mitigazione, tuttavia, va considerata come principio di mitigazione atto a **“Minimizzare l'impatto sul sito o presso chi la subisce”** la volontà del Proponente di sospendere qualsiasi attività di coltivazione nel caso in cui il monitoraggio evidenzia anomalie che possano compromettere lo stato di sicurezza delle aree interessate dall'impianto e quelle ad esse limitrofe.

Per quanto riguarda le misure di mitigazione relative agli aspetti geomorfologici si precisa sin da ora che le stesse saranno trattate negli elaborati oggetto di integrazione volontaria, tenendo conto degli esiti degli approfondimenti tecnico-scientifici attualmente in elaborazione.

Approfondire gli aspetti dell'inserimento del progetto nel sistema economico locale. Aspetti socioeconomici. Analisi delle interferenze con il comparto di filiera del turismo presentando adeguato studio di impatto su tale settore di primaria importanza per il territorio locale. (Parere CTVA n. 601 del 14 novembre 2022 – Pag. 27)

Si evidenzia che, a seguito degli approfondimenti di natura geologica e idrogeologica connessi al presente studio e considerate le peculiarità geologiche e geomorfologiche dell'area di progetto, una volta completata la procedura di VIA, sarà predisposta, in accordo agli enti preposti, una **Carta Geoturistica** con l'intento di valorizzare il contesto limitrofo all'impianto e contribuire a rilanciarne le attività di fruizione geoturistica.

3.3.6 Matrice di valutazione

Per quanto sopra indicato, gli impatti sulla componente “Geologia” dovuti ai fattori di perturbazioni individuati possono essere riassunti nella tabella a seguire (Tabella 3-B). Per le modifiche morfologiche, facendo riferimento a quanto riportato nella carta delle aree a criticità geomorfologica, si ritiene, cautelativamente, di considerare il valore più elevato per

descrivere la vulnerabilità del ricettore, sebbene solo il settore a Nord del nuovo impianto interferisca con una criticità alta. Analogamente, considerato che sul versante del Monte Pallano su cui sarà realizzata l'impianto è stata rilevata una diffusa presenza di fenomeni franosi, anche la scala geografica viene cautelativamente considerata sovralocale (es. l'intero territorio comunale), sebbene le aree caratterizzate da criticità maggiori non siano quelle in cui sarà realizzato l'impianto ma quelle limitrofe (settori interessati dai movimenti franosi attivi o quiescenti individuati in destra idrografica e nei pressi dei corsi d'acqua/impiuvi, dove la generale instabilità è aggravata dai processi di erosione esercitati dalle acque correnti superficiali).

Tabella 3-B: Matrice di valutazione per la componente "Geologia"

			Fattori di perturbazione		
			Modifiche geomorfologiche	Variazioni geodinamiche e innescamento della subsidenza	Perturbazione degli equilibri e generazione di sismicità indotta e innescata
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	2	2	2
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1	-1	-1
	B1	Durata dell'impatto	4	4	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	4	3	3
	B3	Presenza di impatti cumulativi	4	3	3
	B4	Vulnerabilità del recettore	4	3	3
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-32	-26	-26
Significatività dell'impatto	Classe		-2	-1	-1
	Giudizio		<i>Impatti moderatamente negativi</i>	<i>Impatti negativi poco significativi</i>	

3.4 ACQUE

3.4.1 Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla componente "Acque" superficiali e sotterranee legate alla dimensione operativa dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali (Tabella 3-C).

I principali fattori di perturbazione generati dalle attività di cantiere e dalle attività minerarie che sono stati valutati al fine di determinarne l'eventuale influenza diretta o indiretta sulla componente "Ambiente idrico" sono:

- emissioni in atmosfera e sollevamento polveri le cui ricadute potrebbero determinare un'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque superficiali
- Interazioni con acque sotterranee.

Si ricorda che, come già descritto nella **Parte 4** del SIA, le attività in progetto non prevedono né il prelievo di acque superficiali / sotterranee, né lo scarico di acque reflue in acque superficiali / sotterranee: pertanto, le interferenze connesse al prelievo di acque sotterranee/superficiali e allo scarico in acque sotterranee/superficiali sono stati valutati come non

applicabili nel progetto in esame, in quanto la tecnologia utilizzata si baserà sulla filosofia di progettazione **Zero-Liquid Discharge (ZLD)**.

TABELLA 3-C: ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE: MATRICE DI CORRELAZIONE

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Esercizio nuovo impianto Small Scale LNG	Emissioni in atmosfera (ricadute) e sollevamento polveri	Alterazione delle caratteristiche chimico fisiche delle acque superficiali
	Interazioni con acque sotterranee	Alterazione delle caratteristiche chimico fisiche delle acque sotterranee e delle condizioni dinamiche degli acquiferi

3.4.2 *Analisi delle potenziali interferenze in fase operativa*

3.4.2.1 Acque sotterranee

Interferenza con la circolazione idrica sotterranea

Come riportato nella Parte 4 del SIA, l'impianto è stato progettato in modo che tutte le unità che possano in qualche modo essere oggetto di sversamento ed eventi incidentali siano dotate di solette e bacini, come previsto da normativa e standard internazionali.

Anche le tubazioni che trasportano sostanze potenzialmente contaminanti sono realizzate sopra terra in maniera da essere sempre monitorabili (Progettazione " zero installazioni sottoterra ") al netto delle opere civili (palificazioni accessorie e fondazioni). **Tutto l'impianto è stato progettato evitando di installare sottoterra items e tubazioni.**

I dati idrologici disponibili ad oggi, i monitoraggi eseguiti e i dati più profondi estrapolati a seguito della perforazione di pozzi petroliferi consentono di delineare un assetto idrogeologico caratterizzato da:

- ✓ **Corpi idrici più superficiali:** posti all'interno dei sedimenti più superficiali, posti a copertura delle rocce più profonde.
- ✓ **Falde nei corpi più permeabili:** nei livelli intermedi caratterizzate da rocce con permeabilità estremamente variabile
- ✓ **Un acquifero profondo:** presente all'interno delle rocce carbonatiche della Maiella e del Monte Porrara ma che, nell'area di studio, sono posti a centinaia di metri o pochi chilometri di profondità.

Questo schema è visualizzabile nelle figure successive (Figura 3-Z) da cui si evince che, a fronte della bibliografia verificata, si presume che i tre tipi di acquifero abbiano storie geologiche e geodinamiche diverse e che sia, pertanto, difficile dimostrare scientificamente interazioni idrogeologiche tra essi.

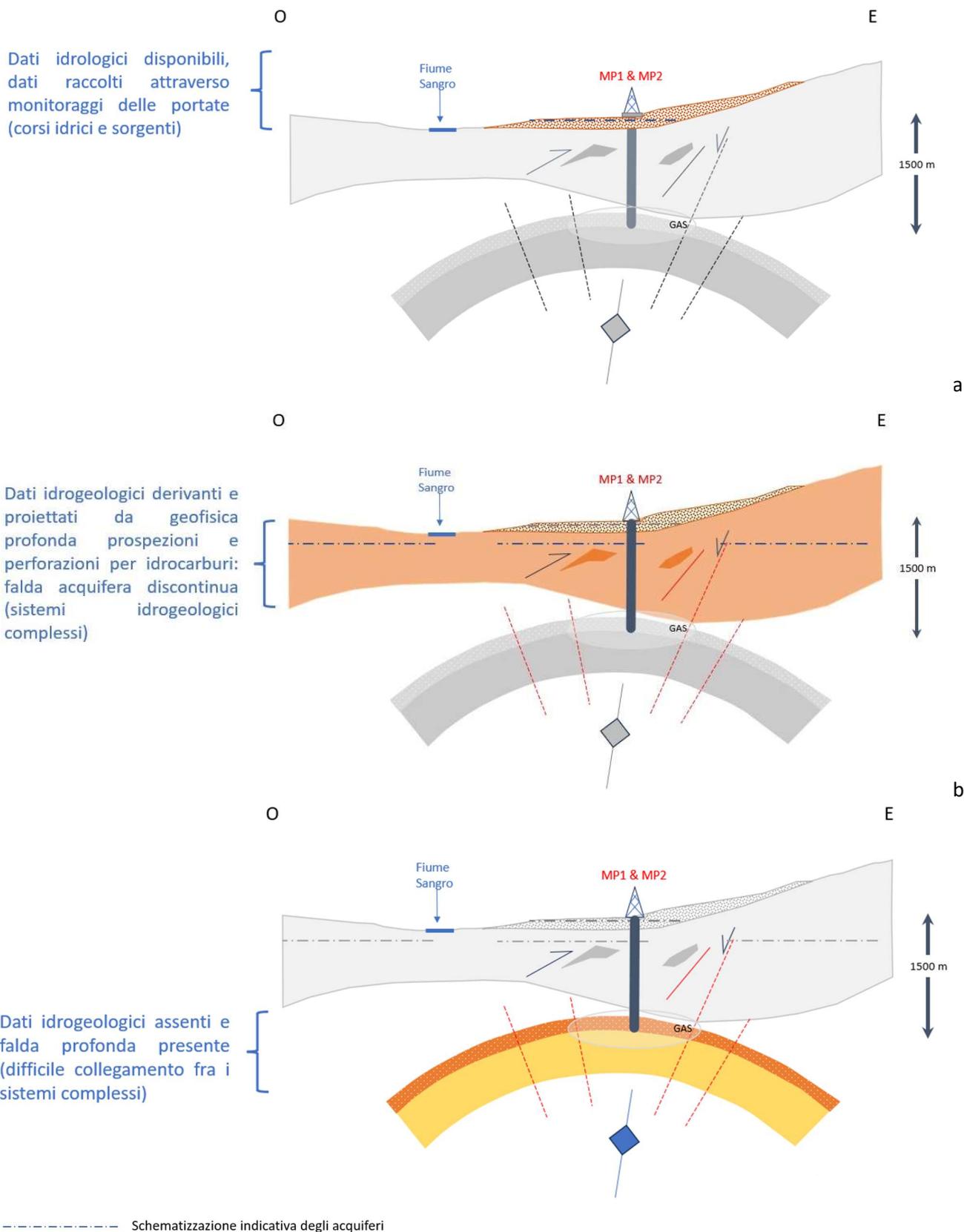


FIGURA 3-Z: SCHEMA IDROGEOLOGICO REGIONALE SEMPLIFICATO

Le conoscenze bibliografiche sono state ulteriormente approfondite nell'ambito dell'Appendice G. Per quanto riportato in quest'ultima, le misure del livello piezometrico effettuate nei fori di sondaggio attrezzati con piezometro nel settore di stretto interesse progettuale hanno evidenziato la presenza di una falda posta a pochi metri dal piano campagna (Tabella 3-D:). Il set di misure, effettuate nel 2008 e a cavallo tra la fine del 2023 e l'inizio del 2024, mostra valori di soggiacenza più bassi nella fascia settentrionale/nord-orientale dell'area di progetto, e valori più alti nella fascia meridionale/ sud-occidentale. Tale condizione può essere giustificata dall'assetto morfologico dell'area. Infatti, la fascia meridionale/ sud-occidentale è posta anche 10-20 metri più in alto del settore settentrionale/nord-orientale, posto invece a ridosso dell'area più depressa di un impluvio, e quindi più facilmente soggetta a bassi valori di soggiacenza.

In tabella vengono riassunte le letture piezometriche effettuate nei vari fori di sondaggio attrezzati con piezometro nell'area di stretto interesse progettuale. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (sigla, tipologia piezometro, data lettura, profondità falda e note).

Tabella 3-D: Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio. * sondaggi realizzati nel mese di ottobre del 2008; ** sondaggi realizzati nel periodo luglio-settembre 2008; ***sondaggi realizzati nel mese di ottobre del 2023				
sigla	piezometro	data	prof. falda m dal p.c.	note
S1*	Tubo aperto	12/2008	8.10	
S2*	Tubo aperto	12/2008	11.10	
S3*	Tubo aperto	12/2008	2.00	
S3**	Tubo aperto	12/2008	5.00	
S8**	Tubo aperto	12/2008	4.10	
		12/2023	2.50	Ostruito a 14.2 m da p.c.
		01/2024	2.20	Ostruito a 14.2 m da p.c.
S1***	Tubo aperto	12/2023	29.60	
		01/2024	29.20	

A conferma di quanto detto, il modello 2D di resistività ottenuto attraverso l'indagine elettrica tomografica E.R.T. 4 evidenzia nel settore orientale dell'area di progetto, immediatamente a nord-est del piazzale, bassissimi valori di resistività nei primi 20 m circa da p.c., compatibili con la presenza di una falda all'interno dei depositi di copertura

L'area in cui è prevista la realizzazione degli impianti è caratterizzata da spessori anche superiori a 25 m di depositi di copertura delimitati alla base da un substrato pelitico impermeabile: questi depositi contengono al loro interno falde di importanza non significativa il cui deflusso segue tendenzialmente l'assetto topografico e che sono legate al regime delle precipitazioni e all'alimentazione derivante dagli acquiferi del substrato posti a monte.

Per fornire una valutazione sulle possibili interazioni tra le acque profonde, quelle superficiali e l'area "campo pozzi Monte Pallano" è stato realizzato uno studio basato sulle analisi delle sorgenti e sulle aree carsiche conosciute in letteratura.

I lavori bibliografici a cui si è fatto principalmente riferimento sono:

- Boni C., Bono P. & Capelli G. (1987) - Schema idrogeologico dell'Italia centrale. Mem. Soc. Geol. It., 35 (2), 991-1012.
- Desiderio G., Folchi Vici C., Nanni T., Petitta M., Ruggieri G., Rusi S., Tallini M. & Vivalda P. (2011). Schema idrogeologico dell'Italia centro adriatica. CNR GNDCI L.4 U.O. 10N
- Celico P. (1986) – Prospezioni Idrogeologiche. Liguori Editore.
- Celico P. (1978-79) - Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli, 14, 5-97.
- Celico P. (1983) – Idrogeologia dell'Italia centro meridionale. Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno 4/2.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) - Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. Mem. Soc. Geol. It., 35, 177-202.
- Nanni T. & Rusi S. (2003): Idrogeologia del massiccio carbonatico della Maiella (Abruzzo). Boll. Soc. Geol. It. 122 (2), 173-202.
- Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N. & Santini U. (1991) - La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise. Studi Geol. Camerti, Vol. spec. 1991/2 CROP11, 417-441.
- Desiderio G., Rusi S. & Tatangelo, F. (2007). Multidisciplinary approach in the hydrogeologic and hydrogeochemical analysis of the Sangro alluvial valley (central Italy). Geol. Tec. E Ambient. 3, 35–57.
- Desiderio G., Rusi S. & Tatangelo, F. (2010). Hydrogeochemical characterization of Abruzzo groundwaters and relative anomalies. Ital. J. Geosci., 129, 207–222.
- Burri E., Agostini S., Celico P., Iacovone D. & Romano B. (2005). Carta delle Unità morfocarsiche della Regione Abruzzo, scala 1:200.000. Società Speleologica Italiana.
- Regione Abruzzo (2017). Adozione del Progetto di Variante Parziale del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico “fenomeni gravitativi e processi erosivi” riferito ai bacini di rilievi regionale dell'Abruzzo e al territorio regionale ricompreso nel Bacino interregionale del Fiume Sangro. (D.G.R. 355 del 29.06.2017). Servizio Difesa del Suolo Regione Abruzzo.
- ISPRA – “Progetto sinkholes”. <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/progetti/il-progetto-sinkhole>

In riferimento alle aree carsiche, il numero delle cavità censite derivante dai dati forniti dall'Autorità di Bacino e quelli reperiti in bibliografia è stato filtrato attraverso l'incrocio con gli “Elementi di valore”, presenti nella “CARTA DEGLI INSEDIAMENTI URBANI ED INFRASTRUTTURALI” scala 1:25.000 (Regione Abruzzo, 2005), presenti sul territorio. Tale operazione ha permesso di aggiornare il database regionale relativo al censimento delle cavità naturali e antropiche come sintetizzato in Tabella 3-E e illustrato in Figura 3-AA.

Tabella 3-E: Cavità totali, cavità naturali e cavità antropiche (che intercettano gli “elementi di valore”), suddivise per ambito provinciale (Regione Abruzzo, 2017)
 N.B.: 286 cavità antropiche sono localizzate in corrispondenza di centri urbani, in rosso evidenziata la provincia di CH, di interesse per il presente studio

Province	Cavità totali da AdB	Cavità “naturali” da AdB	Cavità antropiche da AdB (che intercettano “elementi di valore”)
L'Aquila	398	70	328
Chieti	128	44	84
Pescara	83	22	61
Teramo	116	38	78
Totale	725	174	551 (di cui 286 sono localizzate su centri urbani)

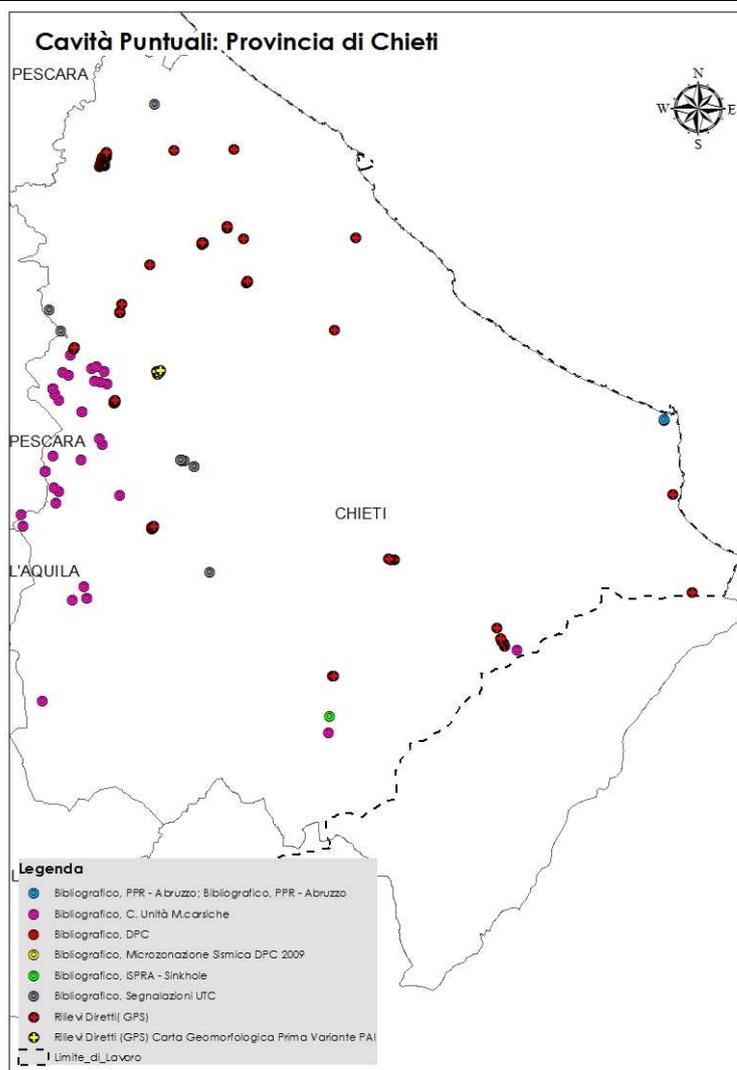


FIGURA 3-AA: DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE CAVITÀ NATURALI E ANTROPICHE CENSITE NELLA PROVINCIA DI CHIETI (REGIONE ABRUZZO, 2017).

In sintesi, è evidente che nell’area di studio sono state riconosciute e censite un numero piuttosto esiguo di cavità carsiche.

Il Bacino idrogeologico dell'acquifero della Maiella è rappresentato dai complessi della successione carbonatica (Nanni et alii, 2011), che seppur non direttamente affioranti nel settore di intervento, costituiscono importanti idrostrutture che influenzano direttamente e indirettamente la circolazione idrica superficiale dell'area in esame. L'idrostruttura della Maiella è delimitata ad est da depositi pelitici di avanfossa a bassa permeabilità, con contatto di tipo stratigrafico a sud, tettonico nella parte centrale e trasgressivo, sebbene fagliato in profondità (Nanni & Rusi 2003). A nord-ovest i litotipi calcarei immergono al di sotto dei depositi mio-pleistocenici, mentre ad ovest il confinamento avviene con il contatto di tipo tettonico con i depositi terrigeni prevalentemente argillosi (Nanni & Rusi 2003). Infine, a sud, un sovrascorrimento pone a contatto la successione carbonatica del Monte Porrara con quella della Maiella. Le due strutture sono separate idraulicamente dai litotipi miocenici a bassa permeabilità affioranti nella zona di contatto (Donzelli, 1998; Vezzani & Ghisetti, 1998; Catenacci, 1974; Nanni & Rusi 2003).

L'acquifero della Maiella è rappresentato dai Calcari fratturati costituiti da unità calciruditiche, calcarenitiche e calcilutitiche associabili agli ambienti deposizionali carbonatici del sistema "Piattaforma-scarpata-bacino" presente nell'area abruzzese fino al Paleocene e dal sistema "Piattaforma-rampa carbonatica" del Paleocene al Miocene. Il complesso carbonatico presenta un diffuso reticolo di pori e fratture, anche di notevoli dimensioni che favorisce dinamiche di infiltrazione particolarmente intense, dando origine ad un esteso e ramificato reticolo carsico, ancora in piena evoluzione. Le acque che si infiltrano nel complesso possono dunque alimentare l'eventuale falda regionale, oppure, in presenza di livelli meno permeabili, possono dar luogo a falde sospese che alimentano sorgenti in quota con portate massime di oltre 10 l/s.

L'abbondante infiltrazione alimenta falde imponenti che saturano la base delle strutture carbonatiche principali e drenano, con moto lento, verso le grandi sorgenti di sfioro della falda regionale poste alla periferia dei sistemi carsici. Si tratta di sorgenti caratterizzate da portate medie di centinaia o migliaia di l/s. Infine, per le valutazioni qualitative inerenti alla interazione sono stati analizzati un totale di 16 pozzi profondi/petroliferi, riportati nella TABELLA 3-F.

Tabella 3-F: Progetto ViDEPI - Visibilità dei dati afferenti all'attività di esplorazione petrolifera in Italia (https://www.videpi.com/videpi/pozzi/consultabili.asp). ENI, 1972. Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di Idrocarburi in Italia.					
N	Pozzo	Quota Tavola rotary [m s.l.m.]	Profondità Vuoti [m]	Profondità Acqua [m]	Note
1	Archi 1	460	Assente	183-191 216-226 241-246 259-266 326-351	Acqua dolce
2	Bomba 1	187,9	Assente	1900-1940 (Fondo foro)	Acqua dolce
3	Bomba 2	361,9	Assente	1455-1510 (Fondo foro)	Acqua dolce
4	Bomba 3	204,3	Assente	1304-1351 (Fondo foro)	Acqua dolce
5	Bomba 4	618	Assente	Assente	
6	Bomba 6	193,2	Assente	Assente	

Tabella 3-F: Progetto ViDEPI - Visibilità dei dati afferenti all'attività di esplorazione petrolifera in Italia
<https://www.videpi.com/videpi/pozzi/consultabili.asp>. ENI, 1972. Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di Idrocarburi in Italia.

N	Pozzo	Quota Tavola rotary [m s.l.m.]	Profondità Vuoti [m]	Profondità Acqua [m]	Note
7	Bomba 7	232,20	Assente	1425-1478 (Fondo foro)	Acqua dolce
8	Fara 1	298,2	Assente	Assente	
9	Fontemaggiore 1 dir	749,9	Assente	Assente	
10	Fontemaggiore 2 dir	750,4	Assente	2094-2130	Acqua salmastra
11	Morgia 1 dir	552,9	Assente	2250 1	Acqua dolce
12	Pennadomo 1	671,9	Assente	Assente	
13	Pennadomo 2	853,43	Assente	Assente	
14	Pennadomo 3	473,85	Assente	1567,5-1595	Acqua salata
15	Sangro 1	Dato mancante			Pozzo non presente in ViDEPI e nel Volume ENI
16	Torricella Peligna 1	824,8	Assente	1661-1795	Acqua salata
17	Torricella Peligna 2	774,95	Assente	1927-2962	Acqua salata

¹ Limite superiore e inferiore non determinabili da stratigrafia (1799-2703).

Tra i 17 pozzi profondi analizzati, i pozzi aventi indicazioni sulla presenza di acqua, riportati in sfondo verde nella tabella, sono 10; mentre quelli non aventi indicazioni sulla presenza di acqua, riportati con sfondo bianco nella tabella, sono 6. Nei pozzi è stata analizzata inoltre la presenza di condotti carsici o vuoti; in nessuno di essi è stata indicata.

Il giacimento di gas naturale "Colle Santo" è un reservoir individuabile all'interno di una struttura anticlinale costituita, nei livelli mineralizzati e produttivi, da calcari fratturati detritico-organogeni di piattaforma carbonatica del Cretacico superiore posti ad oltre circa 1300 m di profondità dal piano campagna. La successione stratigrafica continua verso l'alto con calcari marnosi di piattaforma carbonatica aperta del Miocene superiore-medio, anidriti con intercalazioni marnose del Messiniano, argille del Pliocene inferiore, la spessa serie alloctona del Serravalliano e le coperture quaternarie.

Il possibile collegamento profondo legato a grandi campi carsici ipogei con il reservoir risulta di difficile compimento e altamente improbabile in relazione all'assetto geologico strutturale.

Le strutture permeabili profonde della Maiella e il reservoir nei pressi di Monte Pallano sono caratterizzate dalla presenza di continui intervalli litologici costituiti da marne e argille tettonizzate a bassa o bassissima permeabilità che fungono da nette barriere idrauliche.

In tale contesto, gli effetti che l'abbassamento del livello di fluidi nel giacimento comporterebbe al carico idraulico dell'idrostruttura della Maiella avverrebbero in tempi molto lunghi.

Come già riportato nella relazione "CersGeo, ("Studio propedeutico sugli effetti sulle sorgenti basali ed in quota della Montagna della Majella" 2012), l'ipotesi di maggiore impatto sulle sorgenti basali della Maiella prevede che l'intero volume di svuotamento del reservoir sia **interamente, completamente e repentinamente** compensato solo dalle riserve idriche permanenti e dinamiche della Maiella, intesa come struttura idrogeologica in affioramento. Tale ipotesi

è di difficile compimento. **Si riportano qui di seguito anche le relative considerazioni:** *“In tale ipotesi lo svuotamento nell’anno massimo sarebbe di $0,046 \text{ m}^3/\text{s}$ ovvero $966.000 \text{ m}^3/\text{a}$. L’immagazzinamento dinamico (ovvero la portata complessiva delle sorgenti basali) della sola struttura della Maiella ammonta invece a circa $8 \text{ m}^3/\text{s}$ ($250.106 \text{ m}^3/\text{a}$) acclarato da diversi autori (Celico, 1983; Boni e al., 1986; Nanni e Rusi, 2003; Desiderio et al. 2011). La percentuale di svuotamento dell’acquifero della Maiella dovuto al rimpiazzamento nel reservoir sarebbe dunque dello 0,57 % ovvero la portata delle sorgenti basali della struttura della Maiella diminuirebbe dello 0,57 % rispetto alla media. Tale dato sottolinea che, anche nella scarsissima o nulla probabilità di esistenza della ipotesi 1, che la diminuzione rientrerebbe abbondantemente nei limiti di approssimazione delle misure di portata delle sorgenti. Allo stato attuale delle conoscenze e della tecnica l’approssimazione nelle misure di portata ammonta a $\pm 5 \%$ ma più correntemente a $\pm 10 \%$ della misura stessa. Nel caso della Maiella l’approssimazione delle misure sarebbe del 5% di $8 \text{ m}^3/\text{s}$, ovvero $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Tale quantità risulta essere 10 volte superiore allo svuotamento indotto dall’estrazione che è pari a $0,046 \text{ m}^3/\text{s}$.”*

L’ipotesi, sebbene da verificare con il monitoraggio durante l’estrazione, e sebbene quantitativamente irrilevante, non è plausibile dal momento che comporterebbe la presenza di un condotto sotterraneo diretto dalla Maiella al reservoir di Monte Pallano che non esiste per motivi geologici, geometrici e idraulici e soprattutto non è presente in nessuna linea sismica studiata o in nessun pozzo analizzato.

3.4.2.1 Acque superficiali

Emissioni di inquinanti in atmosfera e sollevamento polveri

PARAGRAFO NON MODIFICATO

3.4.3 Matrice di valutazione

Per quanto concerne la possibilità che la produzione del gas dai due pozzi esistenti possa determinare effetti sulla circolazione idrica sotterranea, si fa presente che, per quanto riportato nell’Appendice G relativa allo studio idrogeologico dell’area in esame e per il modello di circolazione sotterranea descritto, è possibile escludere qualsiasi interazione diretta tra la falda di Monte Pallano, contenuta nell’acquifero del Complesso calcareo e calcareo-marnoso e l’area di progetto. Infatti, il substrato pelitico impermeabile (Complesso argilloso-marnoso) che caratterizza l’area dell’impianto in progetto non permette alcuna comunicazione idraulica con l’acquifero del Complesso calcareo e calcareo-marnoso. Allo stesso modo, la spessa successione pelitica impermeabile (Complesso argilloso-marnoso) rappresenta una barriera idraulica tra il corpo idrico di Monte Pallano e il reservoir carbonatico posto ad oltre 1.300 m di profondità. Anche in questo caso, la presenza di litotipi impermeabili posti tra i calcari del reservoir e i calcari di Monte Pallano non permette alcuna connessione idraulica tra i due ammassi.

Relativamente all’area dell’impianto, i depositi di copertura posti in appoggio sul substrato impermeabile possono contenere corpi idrici a carattere stagionale privi di importanza significativa. Le misure del livello piezometrico effettuate nei fori di sondaggio attrezzati con piezometro nel settore di stretto interesse progettuale hanno evidenziato la presenza di una falda posta a pochi metri dal piano campagna. Il modello risulta necessario per la stima della potenzialità dell’acquifero e delle sue caratteristiche geometriche per verificare le interazioni con le rocce che costituiscono il giacimento e verificarne l’eventuale correlazione con il giacimento.

Analogamente, per quanto riportato nell’Appendice G e riportato in precedenza circa la possibile interazione profonda dal punto di vista idrogeologico tra il giacimento di Colle Santo e l’idrostruttura della Maiella, si evince che il possibile collegamento profondo legato a grandi campi carsici ipogei dell’area abruzzese centro-orientale con il reservoir risulta

di difficile compimento e altamente improbabile in relazione all'assetto geologico strutturale. Inoltre, le strutture permeabili profonde della Maiella e il reservoir nei pressi di Monte Pallano sono caratterizzate dalla presenza di continui intervalli litologici costituiti da marne e argille tettonizzate a bassa o bassissima permeabilità che fungono da nette barriere idrauliche, ostacolando fortemente gli scambi idraulici tra le due zone distinte.

Ciò detto, si riporta a seguire la matrice di valutazione per la componente "Acque sotterranee".

Per la vulnerabilità del ricettore, si fa riferimento, anche in questo caso, cautelativamente alle zone a vulnerabilità più elevata (settore nord-occidentale dell'area di progetto) assegnando il valore più alto.

Tabella 3-G: Matrice di valutazione per la componente "Acque sotterranee"

			Fattori di impatto
			<i>Interferenza con la circolazione idrica sotterranea</i>
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	2
	A2	Magnitudo dell'impatto	-1
	B1	Durata dell'impatto	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	3
	B3	Presenza di impatti cumulativi	2
	B4	Vulnerabilità del recettore	4
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-26
Significatività dell'impatto	Classe		-1
	Giudizio		<i>Impatto negativo poco significativo</i>

Tabella 3-H: Matrice di valutazione per la componente "Acque superficiali"

TABELLA NON MODIFICATA

3.5 SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.6 RUMORE E VIBRAZIONI

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.7 ILLUMINAZIONE NOTTURNA

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.8 BIODIVERSITÀ

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.9 SALUTE UMANA

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.10 MOBILITA' E TRAFFICO

CAPITOLO NON MODIFICATO

3.11 CONTESTO SOCIO -ECONOMICO

3.11.1 Matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla componente “contesto socio-economico” legate alla dimensione fisica ed operativa dell’opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni di progetto-fattori di perturbazione-alterazioni potenziali (Figura 3-J).

TABELLA 3-I - CONTESTO SOCIO ECONOMICO: MATRICE DI CORRELAZIONE

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Alterazioni potenziali
Presenza fisica dell'impianto SMALL SCALE LNG	Modifiche dell'uso del suolo	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
	Modificazioni del Paesaggio e del contesto naturale	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
Funzionamento dell'impianto SMALL SCALE LNG	Aumento presenza antropica	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche
	Traffico indotto	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
	Emissioni in atmosfera	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica
	Emissione di rumore	Alterazione delle dinamiche socioeconomiche e della fruibilità turistica

I possibili impatti sul contesto socioeconomico determinati dalle fasi in progetto possono ricondursi a interferenze (positive/negative) con le attività economiche e con le dinamiche antropiche determinate dai seguenti fattori di perturbazione:

- Modifiche morfologiche / dell'uso del suolo e conseguente alterazione delle dinamiche socioeconomiche legate alla sottrazione di aree adibite ad attività agricola;
- Modificazioni del Paesaggio e del contesto naturale e conseguente possibile alterazione delle dinamiche antropiche legate alla fruibilità turistica dell'area
- Traffico indotto, determinato dai mezzi utilizzati nel corso delle attività in programma
- Aumento di presenza antropica nell'area per lo svolgimento delle attività in programma e influenze sugli sviluppi occupazionali e l'indotto legato al progetto
- Emissioni in atmosfera generate dal funzionamento degli items dell'impianto
- Emissione di rumore generate dal funzionamento degli items dell'impianto.

3.11.2 *Analisi delle potenziali interferenze in fase di esercizio*

Modifiche dell'uso del suolo

Durante la fase di esercizio permarranno le modifiche dell'uso del suolo che si sono determinate in fase di cantiere con la realizzazione dell'impianto.

Per le analoghe considerazioni riportate per la fase di cantierizzazione, l'impatto indiretto determinato sulla componente socio-economica legata alla perdita del suolo agricolo è valutabile come poco significativo anche in virtù dello modesto pregio culturale ed agronomico dell'area di interesse attualmente in stato di semi-abbandono.

Modificazioni del Paesaggio e del contesto naturale

Tra i tanti aspetti valutati, quello che potrebbe determinare gli impatti più significativi sulla fruizione turistica delle aree circostanti quella di progetto, è senza dubbio l'inserimento paesaggistico dell'impianto.

Come si evince dalle carte dell'intervisibilità, da un esteso areale saranno distinguibili solo le installazioni più elevate dell'impianto, (quali, ad esempio, la fiaccola e il rigeneratore di ammine di altezza pari a circa 18 m) soprattutto dai punti ubicati a quote altimetriche più elevate e non schermati dalla vegetazione che circonda l'impianto.

Di tali aree, tuttavia, quelli che possono costituire punti di normale fruizione panoramica, possono essere il centro abitato di Bomba, qualche tratto della viabilità circostante e da alcuni tratti della ferrovia Sangritana. Da questi, tuttavia, si precisa nuovamente che la visibilità reale sarà certamente ulteriormente limitata dalla presenza della fitta vegetazione che li circonda.

La correttezza di tali valutazioni è stata verificata sempre mediante sopralluoghi mirati e da fotoinserti, realizzati partendo dal Rendering tridimensionale dell'impianto, valutando le quote e l'ingombro e scegliendo punti di osservazione significativi.

Si precisa che dai borghi limitrofi all'area di progetto (Pennadomo, Colledimezzo, Roccascalegna, Villa Santa Maria) in conseguenza delle distanze (pari a diversi km) e della presenza di elementi morfologici e vegetazionali che fungeranno da schermatura, l'impianto risulterà solo scarsamente percepibile non determinando, pertanto, effetti sulla fruizione turistica di tali borghi.

Analogamente a quanto riportato per la fase di cantiere, gli impatti secondari legati alla perturbazione del paesaggio dell'area legati alla fruibilità turistica, possono essere valutabili come *nulli*, in quanto dalle aree di fruibilità panoramica e turistica presenti nell'intorno, l'area di intervento risulta poco visibile e ben mitigata.

Si ricorda che, considerate le peculiarità geologiche e geomorfologiche dell'area di progetto, una volta completata la procedura di VIA, sarà predisposta una Carta Geoturistica con l'intento di valorizzare il contesto limitrofo all'impianto e contribuire a rilanciarne le attività di fruizione geoturistica.

Circa la possibilità che in fase di esercizio l'impianto possa deturpare le caratteristiche di naturalità delle aree in cui sono ubicati i principali percorsi di trekking e di fruibilità del contesto indagato, si rimanda alla parte 6 (VINCA). Per quanto concerne la fauna, si può verosimilmente valutare che l'impatto generato dal funzionamento del nuovo impianto determinerà potenzialmente un disturbo alle specie faunistiche presenti nell'intorno dell'area di intervento ed un temporaneo allontanamento delle specie.

In tal senso è previsto un monitoraggio specifico da svolgersi in fase post-operam al fine di valutare sia l'effettiva variazione del clima acustico specie in corrispondenza dei siti tutelati, che l'eventuale riduzione del numero di specie frequentanti l'area di interesse.

Come riportato nel paragrafo relativo alle emissioni sonore in fase di cantiere, l'avifauna e la chiroterofauna che frequenta gli ambienti che ospiteranno l'area di progetto, sono caratterizzate da specie comuni, con una discreta plasticità ecologica e poco legate ad ambienti specifici; il disturbo del mutato clima acustico introdotto dalla fase operativa dell'impianto in progetto comporterà verosimilmente il parziale allontanamento dalle aree più vicine ad esso.

Aumento della presenza antropica

Come specificato in precedenza, il contesto socio economico ed occupazionale dell'area dell'impianto è critico, con percentuali alti di disoccupazione, alti tassi di migrazione, scarse presenze di unità locali e scarse strutture ricettive nonostante il patrimonio naturalistico e culturale di valore dell'area.

Uno studio specifico elaborato nel novembre 2015 da RIE (Ricerche industriali ed Energetiche) per Assomineraria – Territorio e Idrocarburi in Abruzzo – realizzato preliminarmente per il territorio Italiano e poi approfondito in vari quaderni come quello specifico per l'Abruzzo, pone l'accento sulle dinamiche economiche dei settori Agricoltura, Pesca e Turismo (APT) nelle regioni che ospitano attività minerarie al fine di individuare eventuali anomalie rispetto agli andamenti registrati in territori che ne sono privi. L'indagine è stata condotta su due livelli:

- a) una comparazione regionale che ha messo in evidenza che non esiste alcuna comprovata correlazione negativa tra idrocarburi e APT;
- b) l'analisi di casi di studio italiani ed esteri che hanno dimostrato come la suddetta coesistenza possa diventare proficua per gli interessi locali e lo sviluppo del territorio in cui le attività Oil&G si insediano.

Anche l'Abruzzo caratterizzata da un'opposizione crescente e radicata alla ricerca ed estrazione di idrocarburi. Tuttavia, anche l'Abruzzo deve al settore degli idrocarburi la nascita e il decollo del suo comparto industriale. È infatti dal metano estratto a San Salvo negli anni '60 che nacque, a bocca di pozzo, la società divenuta leader nella produzione di vetri per auto e senza la quale non si sarebbe sviluppato il distretto automotive abruzzese che, con 19.000 addetti (Banca d'Italia) e un marcato orientamento all'esportazione, è uno dei comparto manifatturiero della Regione.

Un altro aspetto non trascurabile da evidenziare è come il settore minerario è contraddistinto da una realtà industriale di pregio; le circa 65 imprese presenti nella Regione, nelle loro diverse articolazioni produttive e dimensionali, impiegano circa 3.000 occupati, per la gran parte locali, qualificati, giovani e con un elevato assorbimento di laureati dalle Università abruzzesi. Insieme all'automotive, quello estrattivo risulta poi essere il comparto con il più elevato indice di

specializzazione delle attività economiche, (numero di occupati nel settore in Abruzzo rispetto al resto del Paese) nonché quello che mostra – con grande distanza sugli altri – la più sostenuta crescita di specializzazione dal 2005 in poi (Fonte dati: Territorio e Idrocarburi in Abruzzo, Studio RIE per Assomineraria).

Numeri e know-how tutt'altro che trascurabili, specie in un contesto economico locale come quello attuale in fase recessiva, con riferimento anche al calo degli occupati, all'elevato tasso di disoccupazione dell'Abruzzo rispetto al resto della Nazione.

Il miglioramento tecnologico, le maggiori conoscenze e la severità degli standard ambientali e delle Leggi oggi in vigore dovrebbero rappresentare una valida assicurazione per ripristinare quella coesistenza tra territorio e idrocarburi che ha caratterizzato la storia abruzzese dalla metà dell'Ottocento.

Vale altresì la pena sottolineare che gli sviluppi tecnologici che hanno caratterizzato nel tempo l'industria E&P, con ottimi risultati in termini di ottimizzazione delle operazioni e minimizzazione dell'occupazione di suolo, consentirebbero di incrementare la produzione senza raggiungere la stessa intensità esplorativa del passato. Inoltre, non vi sarebbe alcuna necessità di nuove strutture di raffinazione sul territorio regionale, dal momento che l'Italia dispone di un numero di impianti più che adeguato a processare gli eventuali volumi addizionali di petrolio e gas estratti.

È infine da evidenziare che l'industria mineraria che opera nel nostro paese è regolata da una delle più severe legislazioni al mondo a tutela dell'ambiente e della sicurezza dei territori.

Per quanto riguarda l'ipotesi che l'attività mineraria possa compromettere settori vitali dell'economia quali Agricoltura, Pesca e Turismo (APT), l'analisi economica e la ricerca sul campo svolte da RIE (Novembre 2015) hanno invece dimostrato come non esista alcuna comprovata correlazione negativa tra O&G e APT e come questi settori possano coesistere con successo in un medesimo ambito territoriale. L'Emilia-Romagna è la dimostrazione più evidente che la presenza dell'industria mineraria non va a detrimento dei comparti tradizionali dell'economia; al contrario, l'avvio di positive forme di collaborazione ha saputo generare benefici tangibili per tutte le parti coinvolte.

Tutto ciò premesso, si evidenzia che durante la fase di esercizio del nuovo impianto SMALL SCALE LNG è prevista la presenza di 25 lavoratori specializzati per le attività di produzione e ditte specializzate che comporta la necessità, di usufruire dei servizi di ricettività presenti nei dintorni, con conseguenze positive sugli aspetti socioeconomici in un'area attualmente caratterizzata da un contesto economico poco sviluppato e dedito soprattutto alle attività agricole.

Nella parte 2, la vulnerabilità della componente contesto socioeconomico è stata valutata come 3 – elevata proprio in quanto molto sensibile ai cambiamenti ambientali generati dall'intervento in considerazione della situazione di attuale crisi. La vulnerabilità al cambiamento in questo caso, sarà positiva, in quanto certamente andrà a creare, per un periodo medio-lungo, nuove occasioni di crescita occupazionale, nuovi bisogni ricettivi e formativi.

In considerazione, pertanto, della durata dell'attività e delle condizioni economiche attuali dell'area, tale impatto può essere valutato moderatamente positivo.

Traffico indotto

Le attività in progetto potrebbero determinare una, seppur temporanea, interferenza sulle attività economiche e le dinamiche antropiche a causa del traffico generato dai mezzi di trasporto e d'opera necessari allo svolgimento dei lavori.

In condizioni a regime è prevedibile il passaggio di una cisterna ogni 3,4 h durante l'arco della giornata a cui si aggiunge un'autocisterna a settimana per movimentare le bombolette di CO₂: non si tratta, verosimilmente di un variazione al normale traffico registrato nell'area che possa sortire effetti sul raggiungimento dei borghi limitrofi all'area di progetto

e delle aree naturali presenti nel contesto territoriale in studio, sebbene la viabilità utilizzata sia principalmente rappresentata dalla SS 652, la principale a servizio dell'area.

Per le considerazioni riportati in precedenza sull'impatto generato sulla mobilità locale, si può ragionevolmente ritenere che anche l'impatto indiretto generato sulla componente socioeconomica sia valutabile come poco significativo.

Emissione in atmosfera

Per quanto riguarda la vegetazione, gli inquinanti emessi dall'impianto che possono risultare critici per la vegetazione sono gli Ossidi di Azoto (NOx) e il Biossido di Zolfo (SO₂) per i quali vengono individuati livelli critici delle medie annuali uguali rispettivamente a 30 ug/m³ e 20 ug/m³.

I modelli realizzati mostrano l'assenza di superamenti in tutto il dominio di calcolo, con valori inferiori di un ordine di grandezza rispetto ai limiti normativi.

Anche la ricaduta di inquinanti in atmosfera non determinerà effetti sulle colture presenti nei contesti indagati: tutte le simulazioni hanno evidenziato effetti contenuti e circoscritti alle aree più prossime a quelle di intervento.

Anche in questo caso, la direzione di dispersione è verso Est, pertanto le eventuali ricadute non interesseranno il sito ZSC IT7140214 Gole di Pennadomo e Torricella Peligna, mentre potrà raggiungere il sito ZSC IT741211 Mone Pallano (ad Est), in concentrazioni assolutamente trascurabili.

In ogni caso, sulla base dei risultati delle simulazioni e delle mitigazioni già applicabili in fase progettuale, è possibile valutare l'impatto generato dalle emissioni in atmosfera generate dal funzionamento degli impianti dello SMALL SCALE LNG come negativo, poco significativo.

Emissione di rumore

Per quanto riguarda gli impatti generati sul comparto turistico nella fase di esercizio, una prima considerazione viene riservata alla generazione di rumore. Prendendo in esame le tabelle dei livelli di rumore ai ricettori si notano comunque alcuni valori molto prossimi al limite normativo.

Per questo motivo, sebbene allo stato attuale non si ravvisino criticità, sarà opportuno eseguire monitoraggi in continuo o con periodicità ravvicinata durante la fase di esercizio (almeno nei periodi iniziali) che permettano di tenere sotto controllo le emissioni sonore generate dalle attività operative dell'impianto, particolarmente in prossimità della struttura ricettiva (B&B) posta a Sud del futuro impianto.

In ogni caso, sulla base dei risultati delle simulazioni e delle mitigazioni già applicabili in fase progettuale, è possibile valutare l'impatto generato dal rumore dovuto al funzionamento degli impianti dello SMALL SCALE LNG come negativo, poco significativo.

3.11.3 *Matrice di valutazione*

Per quanto sopra indicato, gli impatti sulla componente "Contesto socio economico" dovuti ai fattori di perturbazioni individuati in fase di esercizio possono essere riassunti nella Tabella 3-J: Matrice di valutazione per la componente "contesto socio-economico" a seguire.

Tabella 3-J: Matrice di valutazione per la componente “contesto socio-economico”

			Fattori di Perturbazione			
			<i>Modificazioni dell'uso del suolo</i>	<i>Modificazioni del paesaggio</i>	<i>Aumento presenza antropica</i>	<i>Aumento del traffico veicolare</i>
Criteri di valutazione	A1	Scala geografica dell'impatto	1	1	1	2
	A2	Magnitudo dell'impatto	-2	-2	1	-1
	B1	Durata dell'impatto	4	4	4	4
	B2	Reversibilità dell'impatto	3	3	3	2
	B3	Presenza di impatti cumulativi	2	2	2	2
	B4	Vulnerabilità del recettore	3	3	3	3
Environmental Score	ES=(A1*A2) * (B1+B2+B3+B4)		-24	-24	+12	-22
Significatività dell'impatto	Classe		-1	-1	2- positivo	-1
	Giudizio		<i>Impatti negativi poco significativi</i>	<i>Impatti negativi poco significativi</i>	<i>Impatti positivi poco significativi</i>	<i>Impatti negativi poco significativi</i>

3.12 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

CAPITOLO NON MODIFICATO

CONCLUSIONI

Il presente Studio di Impatto Ambientale ha lo scopo di verificare i potenziali impatti ambientali del nuovo progetto di coltivazione del giacimento di gas di Colle Santo in Abruzzo, che prevede la produzione di LNG con tecnologia Small Scale. L'impianto dedicato dovrà realizzarsi in adiacenza all'esistente postazione pozzi MP1 e MP2.

Tale tecnologia include anche la Cattura della CO₂ (1400 tonnellate di CO₂ equivalente all'anno), il Recupero, la Purificazione e l'Imbottigliamento della CO₂, e prevede l'autosufficienza in termini di consumi elettrici e di energia, oltre a basarsi sulla filosofia di progettazione *Zero-Liquid Discharge* (ZLD).

L'impianto ricade tra quelli ricompresi nella tipologia elencata nell'Allegato I-bis alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 (Opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999), al punto 3.2.4 denominata "Infrastrutture di stoccaggio, trasporto e distribuzione di GNL di cui agli articoli 9 e 10 del decreto legislativo 16 dicembre 2016, n. 257, nonché impianti di liquefazione di GNL, finalizzati alla riduzione di emissioni di CO₂ rispetto ad altre fonti fossili, e relative modifiche degli impianti esistenti" ed anche nella tipologia elencata nell'Allegato II.

L'impianto sarà realizzato a Nord della diga di Bomba, nell'ambito dei limiti amministrativi del Comune di Bomba (CH).

L'area nella quale è prevista la realizzazione dell'impianto non ricade in vincoli paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004 e s.m.i; tuttavia, interferisce o è prossima, alle aree, di seguito riportate, tutelate dagli strumenti di pianificazione ordinata e sovraordinata di valore paesistico e culturale.

Secondo la Cartografia del PRP, risulta che:

- L'area del futuro impianto, quasi tutta l'area di cantiere e della viabilità di accesso, ricadono in **Area a Trasformabilità Condizionata C1**;
- Una piccola porzione Sud – Ovest dell'area di cantiere e della viabilità di accesso ricadono in un'area classificata a **Conservazione Integrale A1**: tale area è tutelata anche come vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs 42/2004 e s.m.i come Area di notevole interesse pubblico denominata "*Zona dello Alto Sangro caratterizzata dalle anse e secche del fiume dalle verdi rive del lago di Bomba dallo abitato di Villa Santa Maria rinomato centro di villeggiatura anche comune di Fallo (Cod. Vincolo130089, Decreto 21/06/1985)*". L'area di cantiere comunque verrà completamente ripristinata allo stato originario al termine dei lavori di costruzione.

Per tali interferenze è stata predisposta, e verrà presentata unitamente al presente SIA, la **Relazione Paesaggistica e Studio di Compatibilità** per il PRP, al quale si rimanda.

Secondo la **Cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento della provincia di Chieti**:

- Le aree di intervento sono in parte interessate dalla presenza di boschi ed aree boscate ad alto valore naturalistico. Lo studio agronomico sito specifico condotto nell'area non ha, tuttavia, rilevato la presenza di specie di particolare valore sotto i profili ambientale, ecosistemico ed agricolo.

Secondo il **Piano Regolatore esecutivo del Comune di Bomba**,

- le aree di intervento ricadono in *Zona di rispetto archeologico*: le operazioni di scavo verranno pertanto condotte alla presenza di personale qualificato e accreditato presso la Soprintendenza.
- parte dell'area di cantiere e della viabilità e dell'impianto esistente ricadono in *Fascia di rispetto stradale*: in tale vincolo non ricade l'area del nuovo impianto ma solo una piccolissima parte dell'area di cantiere, che verrà ripristinata al termine delle attività di costruzione. Per quanto possibile nella fascia

di rispetto non saranno ubicati cabinati. In questa fascia verrà adeguata una parte della strada di accesso al sito, che interesserà parzialmente l'area parcheggio della postazione esistente

- parte dell'area di cantiere e della viabilità e dell'impianto esistente ricadono in *zona agricola normale*, cioè in tutte le aree destinate ad attività agricola e comunque all'esercizio delle attività connesse con l'uso agricolo del territorio. L'area di cantiere, al termine dei lavori di costruzione, verrà ripristinata all'uso originario.

Secondo il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo**:

- L'area impianto, l'area di cantiere e le strade di accesso ricadono in area a pericolosità **P2 – pericolosità elevata**
- L'area impianto è attraversata da un'area **PS Pericolosità da scarpata**
- Parte dell'area impianto, dell'area di cantiere e strade di accesso ricadono in area a rischio **R1 moderato**.

Per tali interferenze e per la presenza diffusa di aree in frana sul versante del Monte Pallano su cui è previsto il progetto, è prevista la presentazione di uno Studio di compatibilità idrogeologica.

Infine, le aree di intervento non ricadono nel perimetro di Aree Naturali protette e Siti della Rete Natura 2000, le più prossime delle quali sono:

- ZSC-ZPS IT7140211 Monte Pallano e Lecceta d'Isca d'Archi a circa 570 m ad Est
- ZSC-ZPS IT7140214 Gole di Pennadomo e Torricella Peligna a circa 2 km ad Ovest

L'area di intervento ricade nel sito **IBA 115 Maiella, Monti Prizzi e Monti Frentani**.

Per la vicinanza con Siti della Rete Natura 2000, è stata predisposta la **Valutazione di Incidenza Ambientale** riportata alla **Parte 6** del presente SIA e alla quale si rimanda per i necessari approfondimenti.

L'esame dettagliato delle componenti ambientali, eseguito nella **Parte 2**, fornisce un quadro generale dell'ambito naturale caratterizzante l'area di intervento e l'Area Vasta di studio. Le informazioni sono state desunte da studi bibliografici, da dati ambientali raccolti durante **specifiche campagne di monitoraggio in sito**, svolte da professionisti riconosciuti dei vari settori, in particolare:

- **lungo i corsi d'acqua superficiali più prossimi e significativi** (Fiume Sangro e un suo affluente): CSA ricerche s.r.l.
- **il clima acustico**: con rilievi fonometrici eseguiti in corrispondenza dei principali recettori abitativi presenti e delle aree tutelate più prossime: LCE S.r.l.
- **rilievi del traffico** eseguiti contestualmente ai rilievi acustici, in modalità continuativa (per 1 settimana) lungo la Strada Statale 652: LCE S.r.l..
- un monitoraggio della durata di 1 settimana in continuo dei principali parametri della **qualità dell'aria** (12 e il 18 ottobre 2023), svolto in prossimità dell'abitato di Bomba finalizzato a validare i dati bibliografici disponibili (non sono presenti centraline Arpa in corrispondenza dell'abitato di Bomba) e quelli estrapolati grazie alle immagini del telerilevamento: CSA ricerche s.r.l.
- Realizzazione, ad opera della ditta Gap Consulting s.r.l., di:
 - ✓ **n. 3 sondaggi** geognostici (con le seguenti finalità:
 - ✓ Monitoraggio inclinometrico finalizzato a monitorare nel tempo lo stato di evoluzione del corpo di frana che interessa il versante su cui sarà realizzato l'impianto.
 - ✓ Prospezione sismica in foro **down hole** (DH)

- ✓ n° 7 prove penetrometriche superpesanti DPSH;
- ✓ n° 4 prospezioni sismiche a rifrazione (tomografie sismiche);
- ✓ n° 1 prospezione sismica di tipo M.A.S.W.;
- ✓ n° 2 misure dei microtremori HVSr;
- ✓ n° 1 misura elettromagnetica TDEM;
- ✓ n° 4 prospezioni tomografico-elettriche di resistività ERT;
- **Monitoraggio faunistico** con elaborazione Studio specialistico riportato in Appendice M: Dott. Nicola Giglio
- **Studio Forestale**, con rilievi sito specifici della flora, della vegetazione e delle caratteristiche dei suoli presenti nell'area di intervento: Studio Tovaglieri s.r.l

Sono state pertanto prodotte le seguenti Appendici Specialistiche utili anche alla Valutazione degli Impatti riportata alla Parte 5 del Presente SIA:

- **APPENDICE A - Studio di impatto acustico** Ricostruzione stato attuale, fasi di cantiere e fase di esercizio dell'impianto SMALL SCALE LNG (LCE s.r.l.).
- **APPENDICE B - Studio delle emissioni in atmosfera.** Mappe di isoconcentrazione degli inquinanti in atmosfera (Elaborazioni Engea Consulting s.r.l.) La descrizione tecnica del modello di dispersione inquinanti in atmosfera è riportata nella Parte 5.
- **APPENDICE C - Report indagini geognostiche** (Gap Consulting s.r.l.).
- **APPENDICE D - Relazione geologica e geomorfologica** (Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara – Dipartimento di Ingegneria e Geologia - Geografia Fisica e Geomorfologia)
- **APPENDICE E: Monitoraggio interferometrico parte** (Geoservizi s.r.l.).
- **APPENDICE F: Indagini geofisiche e geoelettriche** (GGM - Geological & Geophysical Mulsiservice).
- **APPENDICE G: Modello Idrogeologico** (Geoservizi s.r.l.).
- **APPENDICE H Parte 1 - Relazione relativa alla predisposizione del modello statico** (ISAMGEO Italia s.r.l.).
- **APPENDICE H Parte 2B: Relazione relativa alla predisposizione del modello dinamico** (ISAMGEO Italia s.r.l.).
- **APPENDICE I: Relazione relativa alla predisposizione del modello geomeccanico, subsidenza, impatto sulle strutture in superficie, stabilità e *slip-tendency* delle faglie nei diversi scenari considerati** (ISAMGEO Italia s.r.l.).
- **APPENDICE L – Relazione Agroforestale** (Studio Tovaglieri s.r.l.).
- **APPENDICE M – Relazione faunistica** (Engea Consulting s.r.l.).
- **APPENDICE N - Relazione sul bilancio del valore ecologico metodo STRAIN** (Engea Consulting s.r.l.).

Per quanto riportato nella Parte 2 e nelle appendici di approfondimento:

- ✓ Dal **punto di vista morfologico**, l'area di studio si estende altimetricamente dal punto quotato più basso in corrispondenza dell'alveo del Fiume Sangro (circa 180 m s.l.m.) al punto quotato più alto di Monte Pallano (1018 m s.l.m.). L'area di progetto è situata su un ripiano morfologico ubicato a circa 300 m s.l.m., in destra idrografica del Fiume Sangro, alla base del versante occidentale di Monte Pallano.
- ✓ Dal **punto di vista litologico**, le litologie del substrato affioranti sono riferibili principalmente ad argille e/o argille marnose (in prossimità di Colle San Pietro e in destra idrografica del Fiume Sangro) e a calcari detritici e/o marnosi (caratterizzano prevalentemente la sommità di Monte Pallano). I depositi continentali sono rappresentati da: depositi eterometrici caotici gravitativi; depositi eterometrici prevalentemente calcarei di versante; depositi

prevalentemente limoso-argillosi colluviali e depositi eterometrici ghiaioso-sabbiosi alluvionali. Tali depositi caratterizzano estesamente il settore medio-basso del versante occidentale di Monte Pallano, fino alla piana alluvionale del Fiume Sangro.

- ✓ Dal **punto di vista tettonico**, l'area è fortemente influenzata dalla presenza di elementi tettonici primari e da sistemi di discontinuità, secondari. Gli elementi tettonici primari sono rappresentati da: due faglie a basso angolo, sub-orizzontale a poco inclinato, aventi direzioni NO-SE; ed una faglia ad alto angolo, aventi direzione circa E-O. Altri elementi, secondari, sono rappresentati da sistemi di discontinuità che potrebbero essere associati a giacitura degli strati, a fratture o a veri e propri sistemi di faglie. Nello studio effettuato, le discontinuità incontrate sembrano essere attribuibili a fratture secondarie, visti i rigetti dell'ordine del metro tra gli elettrosismografi (ved. Appendice F).
- ✓ Dal **punto di vista dell'interpretazione delle sezioni geologiche**, è stata effettuata un'accurata ricostruzione dei rapporti geometrici bidimensionali tra le diverse litologie del substrato ed i depositi continentali, attraverso la realizzazione di quattro sezioni geologiche. Per quanto concerne le litologie del substrato, i litotipi argillosi si presentano in assetto caotico mentre i litotipi calcarei e calcareo-marnosi presentano una generale disposizione a franapoggio con giacitura media N60O, 30SO. I rapporti geometrici bidimensionali tra le diverse litologie del substrato sono sempre di natura tettonica e sono messi in evidenza da faglie a basso angolo, sub-orizzontali o poco inclinate, aventi direzioni NO-SE. Pertanto, lo stile tettonico dominante nell'area di studio è essenzialmente di tipo compressivo. I depositi continentali presentano geometrie e clinostratificazioni, con spessori variabili, conformi al versante e non sono dislocati da elementi tettonici recenti e/o attivi nelle ultime fasi distensive dell'orogenesi appenninica.
- ✓ Dal **punto di vista geomorfologico**, i principali elementi presenti nell'area di studio sono rappresentati da forme gravitative di diversa tipologia e a diverso stato di attività. Durante le attività di rilevamento geomorfologico *ex novo* sono stati individuati un totale di 88 fenomeni gravitativi così suddivisi:
 - n. 22 corpi di frana di geni complessa, di cui 4 con stato attivo, 13 con stato quiescente e 5 non attivi;
 - n. 31 corpi di frana di colamento, di cui 14 con stato attivo, 17 con stato quiescente;
 - n. 33 corpi di frana rotazionale, di cui 10 con stato attivo, 22 con stato quiescente e 1 non attivo;
 - n. 2 corpi di frana di crollo con stato di attività attivo.

In dettaglio, i fenomeni franosi attivi sono localizzati in prossimità della sponda destra del Lago di Bomba, con interferenza diretta anche con la viabilità secondaria; le frane con stato di attività quiescente o con recenti e locali riattivazioni, caratterizzano la porzione medio-bassa del versante occidentale di Monte Pallano; infine, le frane non attive si individuano nella parte alta del versante.

- ✓ Dal **punto di vista geomeccanico**, l'area di studio è caratterizzata da un'intensa fratturazione di origine tettonica, in corrispondenza delle faglie primarie. Le discontinuità che sembrano svolgere un ruolo importante nei riguardi delle caratteristiche meccaniche degli ammassi rocciosi sono riconducibili a due famiglie principali:
 - Sistemi di fratturazione circa E-O riferibili alla famiglia F1;
 - Sistemi di fratturazione circa N-S riferibili alla famiglia F2.
- ✓ Dal **punto di vista della suscettività da frana sismo-indotta**, la zonazione dell'area di studio secondo cinque classi di suscettività da frana sismo-indotta ha evidenziato una distribuzione spaziale piuttosto eterogenea dei valori di suscettività in conformità con le caratteristiche morfometriche, litologiche, geomorfologiche e sismiche dell'area di studio. I valori di suscettività più elevati sono localizzati principalmente nel settore nord-occidentale dell'area di studio, lungo la fascia che si estende dall'abitato di Bomba verso il fondovalle e presenta valori di suscettività da frana sismo-indotta relativi a classi alta e molto-alta, lungo i settori a maggiore acclività o già interessati da fenomenologie gravitative in stato di attività. In generale, inoltre, i valori maggiori si ritrovano nei pressi dei corsi d'acqua/impiuvi, dove la generale instabilità è aggravata dai processi di erosione esercitati dalle acque correnti superficiali o in corrispondenza dei settori interessati dai movimenti franosi attivi o quiescenti.

Infine, si osserva una graduale diminuzione delle classi di suscettività da frana sismo-indotta muovendosi verso il settore centrale e orientale o nella zona di piana alluvionale del Fiume Sangro, a valle del corpo diga, dove la classe è generalmente molto bassa.

- ✓ Da un punto di vista **interferometrico**, si confermano gli andamenti già mostrati nell'analisi storica, senza l'insorgenza di nuovi fenomeni significativi ed una prevalente componente deformativa in tutta l'area di studio in direzione orizzontale, verso Est o Ovest a seconda dell'esposizione del versante, mentre risultano di minore entità le deformazioni in direzione verticale, che appaiono localizzate principalmente sul corpo diga del Lago di Bomba. Considerando l'importante presenza di fenomeni franosi su tutta l'area (sia domini esterni che interni all'area del giacimento) e l'entità dei tassi di spostamento riscontrati, che risultano moderati ma non trascurabili, si suggerisce di eseguire monitoraggi di controllo dei processi riconosciuti e verificare l'insorgenza di possibili nuovi fenomeni deformativi in futuro.
- ✓ Dal **punto di vista idrogeologico**, nel settore che va dalla sommità di Monte Pallano fino al fondovalle del Fiume Sangro sono stati individuati cinque complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Il principale serbatoio di risorse idriche sotterranee è rappresentato dai litotipi riferibili al "Complesso calcareo e calcareo-marnoso" affioranti nel settore medio-alto del rilievo, la cui circolazione, eterogenea ed anisotropa, è direttamente influenzata dal locale stato di fessurazione e carsificazione dell'ammasso, nonché dalla presenza di elementi tettonici quali faglie e fratture. I corpi idrici qui contenuti presentano una comunicazione idraulica a luoghi diretta con l'ammasso del "Complesso argilloso, calcareo, marnoso" sottostante. L'andamento delle falde e i principali assi di drenaggio sono controllati dagli elementi tettonici e dallo stato di fratturazione dell'ammasso. I più importanti limiti di permeabilità sono rappresentati dai due sovrascorrimenti orientati circa NNW-SSE che mettono a contatto nel settore medio-alto del versante il "Complesso calcareo e calcareo-marnoso" permeabile con il sottostante "Complesso argilloso, calcareo, marnoso" meno permeabile, e nel settore medio-basso del versante quest'ultimo complesso con il sottostante "Complesso argilloso-marnoso" impermeabile. Considerata la geometria sub-orizzontale del primo elemento tettonico posto a quote più alte e l'immersione circa a ENE del sovrascorrimento che delimita inferiormente ed in modo definitivo dal punto di vista idraulico i corpi idrici del Monte Pallano, è possibile definire una circolazione idrica sotterranea drenante prevalentemente verso nord e verso est e solo in minor modo verso ovest e verso sud. Una circolazione idrica di minore importanza, superficiale e influenzata dai cicli stagionali è quella che avviene all'interno dei depositi di copertura di versante (Complesso dei depositi di copertura). Per quanto detto, è possibile quindi escludere qualsiasi interazione diretta tra la falda di Monte Pallano contenuta nell'acquifero del Complesso calcareo e calcareo-marnoso e l'area di progetto. Infatti, il substrato pelitico impermeabile (Complesso argilloso-marnoso) che caratterizza l'area dell'impianto in progetto non permette alcuna comunicazione idraulica con l'acquifero del Complesso calcareo e calcareo-marnoso. Relativamente all'area dell'impianto, i depositi di copertura posti in appoggio sul substrato impermeabile possono contenere corpi idrici a carattere stagionale privi di importanza significativa. Le misure del livello piezometrico effettuate nei fori di sondaggio attrezzati con piezometro nel settore di stretto interesse progettuale hanno evidenziato la presenza di una falda posta a pochi metri dal piano campagna. Preso atto della presenza di tale tipo di falda, è stata effettuata un'analisi di vulnerabilità per valutare la vulnerabilità intrinseca o naturale dell'acquifero dei depositi di copertura specificatamente per l'area di stretto interesse progettuale (area pozzi, area impianto, area di cantiere, viabilità di accesso).
- ✓ Da un punto di vista della **vulnerabilità dell'acquifero**, per mezzo del metodo parametrico SINTACS Release 5 (Civita & de Maio 2000), l'area di progetto è stata suddivisa in tre settori:
 - **Zona a vulnerabilità bassissima:** nel settore centrale e in corrispondenza dell'attuale piazzale
 - **Zona a vulnerabilità bassa:** nel settore nord-orientale

- **Zona a vulnerabilità alta:** nel settore sud-occidentale

Inoltre, è stata svolta un'analisi simulando un eventuale scavo di circa 5 m. In questo caso la carta della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero mostra nell'area di progetto i seguenti settori:

- **Zona a vulnerabilità bassa:** nel settore nord-orientale
- **Zona a vulnerabilità alta:** nel settore sud-occidentale
- **Zona a vulnerabilità elevata:** localmente nel settore nord-occidentale.

Dei risultati di tale valutazione di vulnerabilità bisognerà tener conto nelle successive fasi progettuali, così da evitare interferenze che possano determinare impatti sulle acque sotterranee sia in fase costruttiva che in fase operativa dell'impianto.

- ✓ Da un punto di vista **dell'interazione profonda dal punto di vista idrogeologico tra il giacimento di Colle Santo e l'idrostruttura della Maiella**, dall'analisi si evince che il possibile collegamento profondo legato a grandi campi carsici ipogei dell'area abruzzese centro-orientale con il reservoir risulta di difficile compimento e altamente improbabile in relazione all'assetto geologico strutturale.
- ✓ Da un punto di vista **della subsidenza** la modellistica numerica integrata del giacimento, modello statico, fluidodinamico e geomeccanico ha consentito di studiare e valutare diverse possibili criticità legate alla messa in produzione del giacimento di Colle Santo. Tutti i modelli, seppur basati su ipotesi realistiche, studi di letteratura e dati raccolti in fase di esplorazione, soffrono di una generale mancanza di dati diretti e di buona qualità. Per gli aspetti dove i dati sono più carenti si è proceduto a fare ipotesi modellistiche conservative e verificarne l'impatto. Sarà dunque opportuno, in fase di messa in produzione del campo, raccogliere quanti più dati possibili sia in superficie (es. InSar, GPS etc) sia in giacimento (pressione, produzione di acqua etc) per calibrare opportunamente il modello e rendere le previsioni progressivamente più affidabili. Allo stato attuale è difficile giudicarne l'effettiva l'accuratezza ;ciò nonostante, i risultati sono complessivamente rassicuranti. Si osserva infatti che la subsidenza prevista non eccede i 4 cm al massimo, anche nello scenario peggiore, e la deformazione differenziale della diga rimane ampiamente all'interno dei margini di sicurezza riportati in studi precedenti. Questi risultati sono da attribuire sia al tipo di materiali che compongono le rocce serbatoio, che hanno rigidità migliore rispetto ad altre rocce sedimentarie, sia al tipo di profilo di produzione che è stato scelto. Le portate di gas piuttosto limitate evitano marcati abbassamenti della pressione in giacimento, anche nei casi in cui la spinta dell'acquifero sia scarsa o nulla. Il profilo di produzione poco aggressivo consente anche di preservare al meglio la risorsa, evitando un troppo rapido avvio di acqua ai pozzi, ed al tempo stesso permette di accorgersi in tempo utile di eventuali problematiche legate alla gestione del giacimento e mettere in atto opportune misure correttive. Ciò ha, per esempio, un diretto legame con la gestione di eventuale sismicità. Lo studio effettuato di stabilità delle faglie, ancora una volta basato sui limitati dati di letteratura, non evidenzia alcuna problematica. La messa in produzione del campo di Colle Santo anzi ha un leggero effetto di stabilizzazione su alcune delle faglie principali, che appaiono in ogni caso già ben lontane dall'essere in uno stato critico. Una considerazione, anche in relazione ai commenti della sottocommissione VIA, va fatta sul possibile impatto della produzione dal giacimento di Collesanto sulle faglie presenti nel Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) in prossimità della zona di interesse (Fig. 1), la Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust (DACBT, ITCS078) e la Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust (SACBT, ITCS079). Particolare attenzione va posta alla DACBT, la cui proiezione in superficie della zona più superficiale si trova in pianta in prossimità del giacimento (distanza inferiore a 2km dai pozzi produttivi) (Figura 1). La profondità del top della struttura è però pari ad almeno 8 km (rispetto a circa 1 km di profondità del giacimento).

In considerazione della distanza verticale tra il top della faglia e il livello produttivo più profondo, si può a priori ipotizzare che la variazione del campo di sforzi non si estenda ad una profondità tale da coinvolgere la faglia stessa. Nel corso dello studio un approfondimento ad-hoc è stato effettuato per esaminare questa ipotesi.

Dall'analisi dei dati bibliografici disponibili e dagli studi e monitoraggi specialistici finora eseguiti (Parte 2) è emerso che l'area in oggetto è caratterizzata da:

- Una **vulnerabilità della componente Aria "Elevata"** in quanto: la qualità dell'aria nella zona di Bomba, paragonandola anche ai dati di tutta la Regione Abruzzo che già mostra alti livelli di qualità, risulta ottima; inoltre, l'ubicazione del nuovo impianto in un contesto costituito da areale aperto, favorisce la naturale diluizione delle emissioni generate verso le aree e recettori circostanti. Si evidenzia, infine, che non sono prevedibili impatti cumulativi con altre fonti di emissione, in quanto non presenti nell'area (fatta eccezione per il traffico veicolare). Considerato comunque l'elevato valore intrinseco della componente a livello locale, la vulnerabilità della qualità dell'aria viene valutata come Elevata.
- Una **vulnerabilità della componente Suolo "Media"** in quanto: lo studio Agronomico effettuato nell'area di progetto non ha evidenziato la presenza di coltivazioni di particolare pregio nell'area stessa, e ha rilevato uno stato di semi abbandono della zona, attualmente agricola, nella quale verrà ubicata l'impianto
- Una **vulnerabilità della componente Geologia "Elevata"** in quanto: dal punto di vista geomorfologico secondo il PAI, l'area impianto, l'area di cantiere e le strade di accesso ricadono in area a pericolosità P2 – pericolosità elevata, Rischio R1 moderato e pericolosità da scarpata. Dal punto di vista sismogenetico, il contesto in cui sarà realizzato l'impianto è compreso tra due aree sismogenetiche (DISS-ID ITCS079 e DISS-ID ITCS078) e dal punto di vista della sismicità storica l'area di studio non è stata sede di terremoti storici; il Comune di Bomba è stato, tuttavia, interessato dai grandi terremoti del 1456 in Molise e quelli della Maiella avvenuti nel 1706, 1933 e 1984.
Dal punto di vista della microzonazione sismica: l'area di progetto ricade in aree in cui sono attesi effetti riconducibili a deformazioni permanenti del terreno e instabilità di versante quiescente.
Dall'analisi interferometrica si evince che l'intera area di studio è interessata da fenomeni deformativi di lungo periodo con entità variabile, fortemente localizzati in alcuni settori.
- Una **vulnerabilità della componente Acque superficiali "Media"** in quanto gli studi bibliografici e le indagini di caratterizzazione ambientale eseguite sulle acque superficiali più prossime all'area di intervento (Fiume Sangro a circa 750 m ad est e suoi affluenti), hanno permesso di definire uno stato Ecologico della componente che è risultato Buono per il campione prelevato sul Fiume Sangro e Mediocre per il campione nell'affluente in destra idrografica. Inoltre, l'intorno dell'area di intervento è caratterizzato da contesto agricolo e naturale, scarsamente antropizzato e privo di realtà produttive e industriali nelle vicinanze; infine, il progetto dell'impianto SMALL SCALE LNG non prevede scarichi in acque superficiali (filosofia di progettazione ZLD-*Zero-Liquid Discharge*).
- Una **vulnerabilità della componente Acque sotterranee "Elevata"**: il progetto dell'impianto SMALL SCALE LNG non prevede prelievi da corpi idrici sotterranei e sono adottate misure di prevenzione adeguate al fine di evitare il rischio di possibili contaminazioni accidentali.
Relativamente all'area dell'impianto, i depositi di copertura posti in appoggio sul substrato impermeabile possono contenere corpi idrici a carattere stagionale privi di importanza significativa. Le misure del livello piezometrico effettuate nei fori di sondaggio attrezzati con piezometro nel settore di stretto interesse progettuale hanno evidenziato la presenza di una falda posta a pochi metri dal piano campagna. Non risulta confermata l'interazione profonda dal punto di vista idrogeologico tra il giacimento di Colle Santo e l'idrostruttura della Maiella. Tuttavia, da un punto di vista della vulnerabilità dell'acquifero, per mezzo del metodo parametrico SINTACS Release 5 (Civita & de Maio 2000), l'area di progetto è stata suddivisa in settori ed è stata individuata una **Zona a vulnerabilità elevata** localmente nel settore nord-occidentale.

- Una **vulnerabilità della componente Biodiversità “Media”**: per quanto riguarda le specie presenti nello stretto intorno dell’area di progetto sulla base di quanto rilevato nel corso degli Studi specialistici eseguiti (Relazione Agroforestale, Relazione Faunistica) sulle caratteristiche naturalistiche ; **“Alta”**: per le specie dei siti della Rete Natura 2000 presenti all’esterno, ma a distanza minima di circa 580 m (il più prossimo) (Parte 6).
- Una **vulnerabilità della componente Rumore “Elevata”** in quanto: la campagna di rilevamenti fonometrici eseguiti e le valutazioni modellistiche realizzate per lo scenario attuale, hanno mostrato livelli sonori molto al di sotto dei limiti normativi; l’area è scarsamente abitata, caratterizzata, nelle vicinanze dall’impianto, da poche e sparse abitazioni residenziali, e della relativa distanza dalle prime abitazioni dei più prossimi centri abitati (il più vicino, quello di Bomba, con le prime case periferiche a circa 500 m).
- Una **vulnerabilità della componente Vibrazioni “Bassa”** in quanto: nell’area attualmente non sono presenti molte sorgenti generanti vibrazioni nell’intorno dell’area di intervento, comunque scarsamente antropizzata.
- Una **vulnerabilità della componente Illuminazione notturna “Media”** in quanto: attualmente l’intorno dell’area impianto, ubicata in un contesto isolato, è poco illuminato con luce artificiale (a parte l’illuminazione dell’area mineraria MP1 e MP2, affiancata all’area di intervento, che comunque è localizzata solamente all’interno dell’area industriale, senza dispersioni verso l’esterno).
- Una **vulnerabilità della componente Salute umana “Elevata”** in quanto: le principali cause di mortalità, in linea con il dato regionale, sono le malattie cardiovascolari e i tumori. Il rapporto standardizzato di mortalità (SMR) calcolato standardizzando le incidenze di morte per età e livello di istruzione e prendendo a riferimento la popolazione italiana, indica, per le province di Teramo e Chieti, un dato inferiore al valore atteso ed un livello di rischio medio-basso. Non si registra comunque una situazione critica nel territorio di indagine rispetto al contesto regionale e nazionale anche in considerazione delle limitate fonti di inquinamento presenti nelle aree circostanti il progetto.
- Una **vulnerabilità della componente Mobilità e traffico “Media”** in quanto: la viabilità locale è molto utilizzata da tutti i comuni limitrofi per gli spostamenti e i collegamenti verso Atesa, uno dei poli industriali più importanti della Regione Abruzzo.
- Una **vulnerabilità della componente Contesto socioeconomico “Elevata”**, in considerazione della scarsa offerta formativa ed occupazionale del territorio comunale. La realizzazione dalle varie fasi di progetto potrà determinare impatti positivi sull’indotto per l’utilizzo delle strutture ricettive e sugli aspetti occupazionali.
- Una **vulnerabilità della componente Paesaggio e Patrimonio culturale “Elevata”**, in quanto l’area di interesse è ubicata in un contesto naturale con elementi di valore ambientale, percettivo, vedutistico, naturalistico, turistico e caratterizzato, nelle vicinanze, da siti di importanza archeologica. Si evidenzia che, a seguito degli approfondimenti di natura geologica e idrogeologica connessi al presente studio e considerate le peculiarità geologiche e geomorfologiche dell’area di progetto, una volta completata la procedura di VIA, sarà predisposta, in accordo agli enti preposti, una Carta Geoturistica con l’intento di valorizzare il contesto limitrofo all’impianto e contribuire a rilanciarne le attività di fruizione geoturistica.

Nella **parte 5**, come previsto dalla legislazione vigente, sono stati individuati ed analizzati, mediante una stima qualitativa, i potenziali impatti che le diverse fasi dell’attività in progetto potrebbero generare sulle diverse componenti ambientali circostanti l’area di progetto, considerando le diverse fasi operative, suddivise in attività di cantiere e

di esercizio dell'impianto SMALL SCALE LNG (si ricorda che la fase di dismissione, alla fine della vita operativa dell'impianto, è confrontabile, in termini di attività previste e in termini di impatti generati, alla fase di cantiere).

Ove possibile, la quantificazione degli impatti è stata effettuata tramite l'applicazione di modelli matematici di simulazione, in particolare:

- per la modellizzazione della diffusione di inquinanti in atmosfera in fase di perforazione è stata utilizzata la suite modellistica **CALMET/CALPUFF**;
- per la modellizzazione del clima acustico è stato utilizzato il software **SoundPLAN**;
- Il modello geomeccanico è stato realizzato tramite software di simulazione agli elementi finiti che consente un elevato grado di accuratezza nella ricostruzione delle geometrie di interesse.

I risultati delle valutazioni hanno mostrato che, anche grazie alle misure di mitigazione già applicate in fase progettuale, quasi tutti gli impatti sono stati valutati come poco significativi sebbene alcuni di entità maggiore come sintetizzato nelle matrici che seguono.

Riepilogo degli impatti in fase di cantiere

La seguente TABELLA A riporta una sintesi della valutazione effettuata per ciascuna componente ambientale in fase di cantiere relativamente alla significatività degli impatti residui (a seguito dell'applicazione delle misure di mitigazione).

TABELLA A: sintesi della stima impatti in fase di cantiere			
Componente ambientale		Classificazione	Giudizio
Aria e clima	<i>Emissioni in atmosfera</i>	-1 (Punteggio -8)	Impatto negativo poco significativo
Geologia	<i>Pericolosità geomorfologica</i>	-2 (Punteggio -32)	Impatto negativo moderatamente significativo
Acque Sotterranee	<i>Interferenze con la falda</i>	-1 (Punteggio -8)	Impatto negativo poco significativo
Acque Superficiali	<i>Modifiche al drenaggio superficiale</i>	-1 (Punteggio -9)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Ricadute delle emissioni in atmosfera e sollevamento polveri</i>	-1 (Punteggio -5)	Impatto negativo poco significativo
Suolo, uso del suolo e patrimonio agro-alimentare	<i>Emissioni in atmosfera (ricadute)</i>	-1 (Punteggio -14)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Modifiche dell'uso del suolo</i>	-2 (Punteggio -36)	Impatto negativo moderatamente significativo
Rumore e vibrazioni	<i>Emissioni sonore dei mezzi</i>	-1 (Punteggio -18)	Impatto negativo poco significativo
Illuminazione notturna	<i>Emissioni radiazioni luminose</i>	-1 (Punteggio -8)	Impatto negativo poco significativo
Biodiversità - Vegetazione ed ecosistemi	<i>Ricadute emissioni in atmosfera</i>	-1 (Punteggio -7)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Modifiche della vegetazione e dell'uso del suolo</i>	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo

TABELLA A: sintesi della stima impatti in fase di cantiere			
Componente ambientale		Classificazione	Giudizio
	<i>Luminosità notturna</i>	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
Biodiversità - Fauna	<i>Emissioni sonore</i>	-1 (Punteggio -18)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Emissioni in atmosfera</i>	-1 (Punteggio -14)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Luminosità notturna</i>	-1 (Punteggio -14)	Impatto negativo poco significativo
Biodiversità – Reti ecologiche	<i>Modificazioni delle connessioni ecologiche</i>	-1 (Punteggio -10)	Impatto negativo poco significativo
Salute umana	<i>Emissioni in atmosfera</i>	-1 (Punteggio -14)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Emissioni sonore</i>	-1 (Punteggio -14)	Impatto negativo poco significativo
Mobilità e traffico	<i>Aumento del traffico veicolare</i>	-1 (Punteggio -16)	Impatto negativo poco significativo
Contesto socioeconomico	<i>Modificazioni dell'uso del suolo</i>	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Modificazioni del paesaggio</i>	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Aumento presenza antropica</i>	1 (Punteggio 12)	Impatto positivo poco significativo
	<i>Aumento del traffico veicolare</i>	-1 (Punteggio -8)	Impatto negativo poco significativo
Paesaggio e patrimonio culturale	<i>Modificazioni morfologiche dell'uso del suolo</i>	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Modificazioni della vegetazione</i>	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Illuminazione notturna</i>	-1 (Punteggio -10)	Impatto negativo poco significativo
	<i>Presenza fisica dei mezzi</i>	-1 (Punteggio -8)	Impatto negativo poco significativo

Complessivamente gli impatti potenziali in fase di cantiere sulle differenti matrici ambientali saranno per lo più relativi alla componente **atmosfera**, dovuti soprattutto alla generazione di polveri. Avranno inoltre una **significatività media per territorio e suolo**, andando ad occupare nuove aree, per il **rumore**, generalmente associati alle attività di costruzione, e per il **paesaggio**, per l'inserimento di nuove opere, seppur in prossimità del tracciato stradale esistente, sul territorio. L'adozione di adeguate misure di mitigazione consentirà tuttavia di raggiungere dei livelli di significatività degli impatti residui bassi o trascurabili per tutte le componenti.

Riepilogo degli impatti in fase di esercizio

La seguente TABELLA B riporta una sintesi della valutazione effettuata per ciascuna componente ambientale in fase di esercizio relativamente alla significatività degli impatti residui (a seguito dell'applicazione delle misure di mitigazione).

TABELLA B: SINTESI DELLA STIMA IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO			
Componente ambientale		Classificazione	Giudizio
Aria e clima	Emissioni in atmosfera	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo
Geologia (Valutazione preliminare in attesa che vengano finalizzati gli studi di approfondimento)	Modifiche geomorfologiche	-2 (Punteggio -32)	Impatto negativo moderatamente significativo
	Variazioni geodinamiche e innesco della subsidenza	-1 (Punteggio -26)	Impatto negativo poco significativo
	Perturbazione degli equilibri e generazione di sismicità indotta e innescata	-1 (Punteggio -26)	Impatto negativo poco significativo
Acque superficiali	Emissioni di inquinanti in atmosfera (ricadute)	-2 (Punteggio -44)	Impatto negativo moderatamente significativo
Acque sotterranee	Interferenza con la circolazione idrica sotterranea	-1 (Punteggio -26)	Impatto negativo poco significativo
Suolo, uso del suolo e patrimonio agri-alimentare	Emissioni in atmosfera (ricadute)	-2 (Punteggio -40)	Impatto negativo moderatamente significativo
	Modifiche dell'uso del suolo	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo
	Modificazioni del patrimonio agro-alimentare	-1 (Punteggio -9)	Impatto negativo poco significativo
Rumore e vibrazioni	Emissioni sonore dei mezzi	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo
Illuminazione notturna	Emissioni di radiazioni luminose	-1 (Punteggio -20)	Impatto negativo poco significativo
Biodiversità - Vegetazione	Emissioni in atmosfera	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo
	Illuminazione notturna	-1 (Punteggio -11)	Impatto negativo poco significativo
Biodiversità - Fauna	Emissioni sonore	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	Emissioni in atmosfera	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	Illuminazione notturna	-1 (Punteggio -12)	Impatto negativo poco significativo
Biodiversità – Reti ecologiche	Modificazioni delle connessioni ecologiche	-1 (Punteggio -9)	Impatto negativo poco significativo
Salute umana	Emissioni in atmosfera	-1 (Punteggio -11)	Impatto negativo poco significativo
	Emissioni sonore	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo

TABELLA B: SINTESI DELLA STIMA IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO			
Componente ambientale		Classificazione	Giudizio
Mobilità e traffico	Aumento del traffico veicolare	-1 (Punteggio -16)	Impatto negativo poco significativo
Contesto socioeconomico	Modificazioni dell'uso del suolo	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	Modificazioni del paesaggio	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo
	Aumento presenza antropica	1 (Punteggio 12)	Impatto positivo poco significativo
	Aumento del traffico veicolare	-1 (Punteggio -22)	Impatto negativo poco significativo
Paesaggio e patrimonio culturale	Presenza fisica dell'impianto	-1 (Punteggio -24)	Impatto negativo poco significativo

Complessivamente gli impatti potenziali in fase di esercizio sulle differenti matrici ambientali saranno determinati per lo più dalle ricadute al suolo delle **emissioni in atmosfera**, sebbene il modello di simulazione abbia permesso di calcolare valori di concentrazione ampiamente inferiori ai limiti normativi sia per la salute umana che a quelli critici per la vegetazione, ma che interessano un'area caratterizzata da una qualità dell'aria ottima e si protrarranno nel tempo (l'impianto resterà in esercizio per 20 anni).

Sono al di sotto dei limiti normativi, ma comunque non trascurabili in considerazione della silenziosità dei luoghi, le **emissioni sonore**, che comunque saranno opportunamente mitigate grazie alla presenza di diversi sistemi di insonorizzazione.

In ragione delle **modifiche morfologiche** e delle **interferenze con aree in frana** dovranno essere valutate le necessarie misure di mitigazione di tipo strutturale che tengano conto delle caratteristiche del contesto geomorfologico interessato ed attuare un sistema di monitoraggio dei movimenti superficiali.

3.13 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA PARTE 5

3.13.1 Bibliografia

Schema strutturale della penisola italiana ed aree adiacenti mostrandone la suddivisione della catena appenninica in due archi principali: l'Arco Appenninico Settentrionale e l'Arco Appenninico Meridionale (da PATACCA et alii, 1993 con lievi modifiche)

Carta Geologica D'Abruzzo in scala 1:100.000 elaborata da Ghisetti e Vezzani.

Caratterizzazione geomorfologica dell'Area del Permesso di ricerca "Monte Pallano" – GEOMAP 2005

AGIP Mineraria (1966) – Bomba 1 well - Production test report, Chieti.

AGIP Mineraria (1967) – Bomba 2 well - Capillary pressure curve & residual gas saturation, San Donato Milanese.

AGIP Mineraria (1967) – Bomba 3 well - Capillary pressure curve & residual gas saturation, San Donato Milanese.

AGIP S.p.A. (1986) – Previsioni preliminari di subsidenza per il campo di Bomba (CH), San Donato Milanese.

AGIP S.p.A. (1989) – Previsioni preliminari di subsidenza per il campo di Bomba – Nota tecnica, San Donato Milanese.

AGIP S.p.A. (1990) – Previsioni preliminari di subsidenza per il campo di Bomba per una produzione con portate superiori a 400000 Sm³/g, San Donato Milanese.

Agriparadigma S.r.l. (2007) – Rapporti di prova sui campioni di gas prelevati ai pozzi Monte Pallano 1 e 2, Ravenna.

Bello G., Mari E. (1997) – Bomba field - Reservoir engineering study and development hypothesis, Parma.

Bello G. (2007) – Monte Pallano field – Well Testing Interpretation (wells MP-1 & MP-2) & development hypothesis, Forest CMI S.p.A., Parma, December 2007.

Bello G. (2008) – Monte Pallano" Field - 3D Reservoir Simulation Study prepared for Forest Oil, Forest CMI S.p.A., Parma, June 2008.

Bello G. (2008) – Monte Pallano Field - 3D Reservoir Simulation Study - Sensitivity case prepared for Forest Oil, Forest CMI S.p.A., Parma.

DREAM, gennaio 2016. Campo di Colle Santo. Studio della subsidenza indotta dalla produzione del campo.

Geolog – Surface Logging (2007) – Forest – CMI S.p.A. – Monte Pallano 1 Dir – Final Well Report.

Geolog – Surface Logging (2007) – Forest – CMI S.p.A. – Monte Pallano 2 Dir – Final Well Report.

Ringrose, P., Bentley, M.: Reservoir Model Design, 2 edn. Springer (2021)

INDIRIZZI E LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLA SISMICITÀ, DELLE DEFORMAZIONI DEL SUOLO E DELLE PRESSIONI DI PORO NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ ANTROPICHE

Rapporto sullo stato delle conoscenze riguardo alle possibili relazioni tra attività antropiche e sismicità indotta/innescata in Italia Redatto dal Tavolo di Lavoro (ai sensi della Nota ISPRA Prot. 0045349 del 12 novembre 2013)

M. Mucciarelli, Sismicità indotta da attività antropiche e rischio derivante (Ingegneria sismica, Anno XXX – N. 1-2 – gennaio-giugno 2013)

3.13.2 Sitografia

Ministero per la Transizione Ecologica (Mite) (<http://www.mite.gov/>)

Google Maps: <https://www.google.it/maps/>

Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) Regione Abruzzo: <https://www.regione.abruzzo.it/content/piano-regionale-paesistico-prp>

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi: <https://www.autorita-distrettoac.it/pianificazione/bacino-idrografico/bacini-abruzzesi-e-sangro>

Piano di Tutela delle Acque Regione Abruzzo: <https://www.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/>

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Chieti (P.T.C.P.): <http://www.provincia.chieti.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/905>

Piano Regolatore Esecutivo del Comune di Bomba (PRE): fornito dall'Ufficio tecnico comunale

Geoportale Regione Abruzzo: <http://geoportale.regione.abruzzo.it/Cartanet/viewer>

Sistema Informativo Territoriale Ambientale Paesaggistico (SITAP del Ministero dei Beni e le Attività Culturali): <http://sistap.beniculturali.it/>

Portale cartografico nazionale: http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?services=progetto_natura

Soprintendenza dei Beni archeologici delle belle arti e del paesaggio per le province di Chieti e Pescara, <https://sabap-chpe.beniculturali.it/soprintendenza/aree-tematiche/patrimonio-archeologico/monte-pallano/>