Localizzazione:

REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DI SAVONA

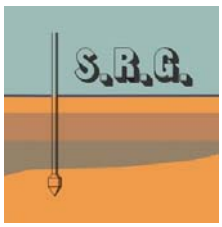
COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

Committente:

SOIMAR ENERGY Srl

Oggetto:

PARCO EOLICO
LOCALITA' SURITE DEL CUCULO



INDAGINI IN SITU E DI LABORATORIO
GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE

Studio associato dr. Michele De Ruvo e dr. Pier Augusto Favole:
Vicolo Salzea n.24 - 10028 TROFARELLO (TO)
Tel. e fax 011-6490619
www.srg-geologiatecnica.it srg@fastwebnet.it

Elaborato:

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE

Timbro e firma:

Richiedente:	Revisione n. 2 del 10/07/13	Riferimenti: 48-12/28-936/dr	Data rev.0: 24/05/12

La riproduzione, anche parziale, del presente elaborato mediante mezzi elettronici, meccanici o altri non è consentita senza autorizzazione scritta dell'autore. Ogni abuso sarà perseguito a termini di legge.

INDICE

1 PREMESSA 2
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 2
3 RIFERIMENTI NORMATIVI 2
4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 3
5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 4
6 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI 5
6.1 Lineamenti geomorfologici generali 5
6.2 Litologia 5
6.2.1 Basamento litoide 5
6.2.2 Terreni di copertura 7
6.3 Dinamica torrentizia 7
6.4 Assetto idrogeologico 8
6.5 Normativa sismica 9
7 ANALISI DATI GEOLOGICI DI ARCHIVIO E REGIME VINCOLISTICO 9
7.1 Studi ed indagini geologiche riportate del P.R.G.C. 9
7.1.1 Carta geologica 9
7.1.2 Carta geomorfologica 10
7.1.3 Carta di zonizzazione e suscettibilità d'uso del territorio 10
7.2 Cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. 12
7.3 Cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (P.T.C.P.) regionale13
7.4 Cartografia dei Piani di Bacino 14
7.4.1 Bacino del Bormida di Mallare 14
7.4.2 Bacino del Letimbro 15
8 ASSETTO MORFOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO DELLE AREE D'INTERVENTO ... 16
8.1 Aerogeneratore T1 16
8.1.1 Assetto morfologico 16
8.1.2 Assetto litostratigrafico 16
8.1.3 Considerazioni tecniche 16
8.2 Aerogeneratore T2 17
8.2.1 Assetto morfologico 17
8.2.2 Assetto litostratigrafico 17
8.2.3 Considerazioni tecniche 17
8.3 Interventi di adeguamento piste di accesso alle piazzole 18
8.3.1. Tratto da S.P. 12 a sito T1 18
8.3.2. Tratto da Bivio Sella a sito T2 19
8.4 Infrastrutture e cavidotti 19
8.5 Aerogeneratore A1 – alternativo a T1 20
8.5.1 Assetto morfologico 20
8.5.2 Assetto litostratigrafico 20
8.5.3 Considerazioni tecniche 20

8.6 Aerogeneratori A2 ed A3 - alternativi a T1 20
8.6.1 Assetto morfologico 20
8.6.2 Assetto litostratigrafico 20
8.6.3 Considerazioni tecniche 20
8.7 Stoccaggio provvisorio terreni di risulta scavi 21
9 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE 21
9.1 Terreni di copertura 21
9.2 Substrato roccioso 22
10 PROGRAMMA INDAGINI INTEGRATIVE 22

Tavole e Allegati

Tavola 1: Carta geologica di dettaglio, con ubicazione strutture, viabilità ed infrastrutture - scala 1:5000
Tavola 2: Carta geomorfologica e dei vincoli
Tavola 3: Documentazione fotografica
Tavola 4: Sezioni geologiche T1 e T2

1 PREMESSA

La presente relazione illustra le risultanze degli studi e delle indagini geologico–tecniche preliminari eseguite, su incarico della SOIMAR srl, nell'ambito nel progetto per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 2 aerogeneratori, entrambi posti a Nord della località denominata "Surite del Cuculo", in Comune di Cairo Montenotte. Nel progetto si prevede altresì l'esecuzione di lavori di movimento terra (sbancamenti e riporti) per l'ampliamento di alcuni tratti delle carrarecce e/o sentieri di accesso ai futuri siti,

L'indagine è stata eseguita al fine di verificare la fattibilità degli interventi con particolare riferimento all'assetto morfologico locale ed alle condizioni di stabilità dei luoghi. Nel corso dello studio sono stati analizzati gli aspetti di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico delle aree e dei settori interessati dagli interventi, per definire l'assetto morfologico e litostratigrafico dei settori ove sorgeranno le centrali e per fornire indicazioni in merito agli accorgimenti tecnici da adottarsi per il corretto inserimento delle opere nel contesto geologico locale.

Lo studio è stato condotto mediante rilievi e prove in sito e tenendo conto di quanto desumibile nella letteratura scientifica e della documentazione di archivio nel seguito elencata:

- Studi ed indagini geologiche riportate del P.R.G.C. del Comune di Cairo Montenotte;
- Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del P.A.I. (F. 229 SEZ. IV);
- Cartografie di Piano della Provincia di Savona e della Regione Liguria.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il settore ove è prevista la collocazione degli aerogeneratori si estende ad Ovest ed a Nord del Bivio Sella e della Strada Provinciale S.P. n.12 Savona-Altare, in corrispondenza del bivio con la Strada Provinciale S.P. n.36 Bragno-Ferrania, posto a metà strada tra le progressive chilometriche km 23 e 24, all'interno del territorio amministrativo del comune di Cairo Montenotte ed in prossimità del confine con il comune di Altare.

Il primo dei siti dei due aerogeneratori è previsto ad Ovest del bivio suddetto, in prossimità del Bric Fracciate, mentre il secondo sito è previsto ad Est dello stesso bivio ed in prossimità del Bric della Sella.

Si tratta di un settore di territorio posto in corrispondenza dello spartiacque tra i Bacini del Bormida di Mallare e del T. Letimbro e, dal punto di vista topografico, interamente compreso nella Sezione 229010 della Carta Tecnica Regionale ligure (Fig.1).

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo studio è stato realizzato in osservanza delle normative di seguito elencate:

- D.M. 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- L.R. n. 4/1999 - "Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico" e s.m.i. e relativo "Regolamento delle prescrizioni di massima e di polizia forestale";
- D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 – "O.P.C.M. 3519/2006 - Nuova classificazione sismica del territorio della Liguria".

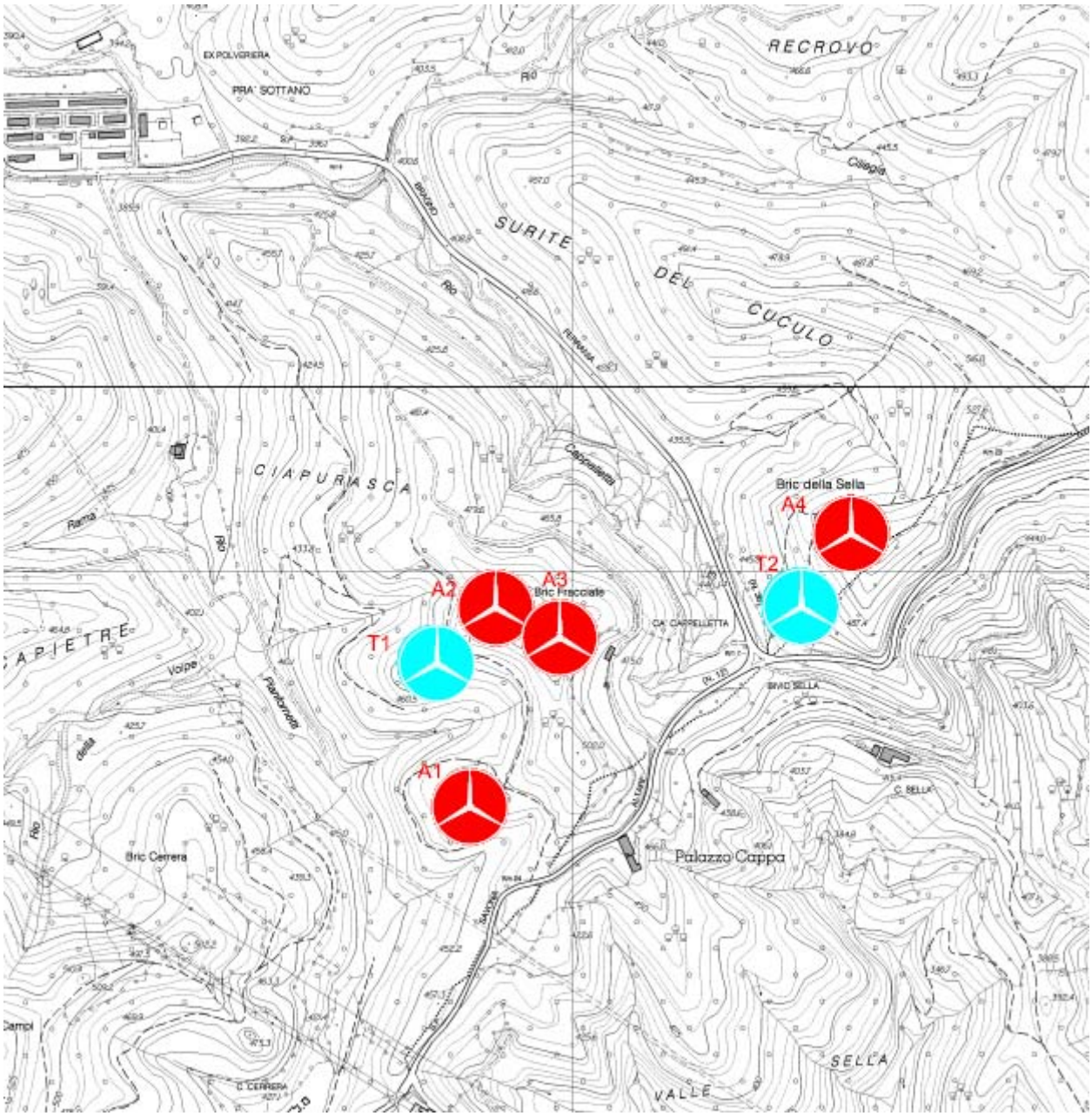


Fig. 1 – Corografia dell'area indagata con ubicazione degli aerogeneratori (T1 e T2 e delle possibili alternative A1-A2-A3-A4) ed indicazione del tracciato stradale (CTR Sezz. 229010 – fuori)

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Nell'area di interesse è in progetto la realizzazione di un Parco eolico composto da n. 2 aerogeneratori da 2-2.5 MW ciascuno di potenza e dei servizi e delle infrastrutture a corredo. In particolare:

- aerogeneratore denominato provvisoriamente T1, localizzato in una delle coste collinari ortogonali a quella principale del Bric Fracciate, in corrispondenza delle coordinate Gauss-Boaga X = 1447837.62 e Y = 4911892.79;
- aerogeneratore denominato provvisoriamente T2, localizzato nell'area del Bric Sella, in prossimità del Bivio omonimo, in corrispondenza delle coordinate Gauss-Boaga X = 1448283.34 e Y = 4911943.55.

L'altezza degli stessi è pari a 90 m (altezza mozzo) e la fondazione standard è costituita da una fondazione a piastra circolare di diametro compreso tra 15 e 18 m e da una piazzola che in fase di esercizio sarà indicativamente pari ad al massimo 20×20 m, mentre nella fase transitoria di costruzione sarà pari ad al massimo 50×30 m.

Nel caso dell'aerogeneratore T1 sarà necessario disporre di una pista di accesso provvisoria di larghezza pari ad almeno 6 m: si prevede di un utilizzare una carrareccia esistente a mezza costa del Bric Fracciate, con accesso dalla S.P. 12, da adeguare parzialmente alle esigenze di carreggiata e di pendenza dei mezzi di trasporto dei componenti gli aerogeneratori.

Nel caso dell'aerogeneratore T2 si prevede di realizzare un accesso diretto dal Bivio Sella e di realizzare in prossimità dello stesso la piazzola necessaria per la fase transitoria relativa al montaggio.

Sarà inoltre necessaria la realizzazione dei cavidotti di consegna dell'energia prodotta, in particolare saranno necessarie n.3 tratte:

A. cabina di consegna presso T2 / cabina ENEL dalle Wagonette, con tracciato in trincea lungo il fianco Nord della S.P. 12;
B. T1 / cabina di consegna presso T2;
C. T2 / cabina di consegna presso T2.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'ossatura geologica del settore interessano dagli interventi è costituita da terreni riferibili, dal punto di vista paleogeografico–strutturale, al cosiddetto *"Bacino Terziario Ligure-piemontese"*, sovraimposto al substrato cristallino rappresentato dal *"Zona Brianzonese"* e/o dalla *"Serie di Montenotte"*. La successione sedimentaria Terziaria è rappresentata in zona dalla *"Formazione di Molare"*, e risulta essere trasgressiva sul substrato roccioso formato dal Massiccio cristallino della Zona Brianzonese, con la locale interposizione di lembi alloctoni, di origine appenninica, appartenenti alla Falda di Montenotte.

Detti terreni sono distinti, nel foglio 81 (Ceva) della Carta Geologica d'Italia, come "Formazione di Molare" (Oligocene) e gruppo del "Cristallino Savonese" (Carbonifero e Pre-Carbonifero). Le rocce che costituiscono la prima sono rappresentate da conglomerati arenacei, mentre la seconda è costituita in zona prevalentemente da gneiss, migmatiti e scisti filladici di origine metamorfica (Allegato n.1).

A livello locale, la superficie di contatto tra le due formazioni risulta avere geometria alquanto variabile, in quanto relativa ad una sedimentazione di ingresso ("trasgressione") marina su un cosiddetto "paesaggio relitto", cioè con superficie non regolare, a causa di una morfologia di tipo "continentale" e subaerea, di tipo roccioso.

Le orientazioni della tessitura e della scistosità del substrato cristallino risultano generalmente molto disperse a causa della genesi come mediante granitizzazione (ricristallizzazione e deformazione intensa) di precedenti sedimenti clastici o addirittura della loro cataclasizzazione; detto complesso risulta inoltre interessato da diffuse faglie normali, attive generalmente nell'Oligocene.

A livello superficie è presente una sottile coltre di depositi detritico-alluvionali o fluviali del Quaternario.

I dati geologici di base sono stati desunti fogli 81 (Ceva) della *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1/100.000 con le relative note illustrative e dal volume N. 2 *Alpi Liguri* delle *Guide Geologiche Regionali* (AAVV, 1994. BE-MA editrice).

6 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

Viene di seguito descritto l'assetto morfologico generale del settore d'intervento, con particolare riferimento ai processi morfo-dinamici che lo caratterizzano ed alla litologia del basamento roccioso e dei terreni di copertura ivi presenti.

Per quanto concerne l'assetto morfologico dei settori ove si svilupperanno gli aerogeneratori o le vie di accesso agli stessi ed ai tronchi di strada interessati dai futuri sottoservizi, si rimanda ai successivi e specifici capitoli e paragrafi (cfr. § 8), ove saranno analizzate le problematiche relative a detti interventi.

6.1 Lineamenti geomorfologici generali

Il settore ove saranno realizzati gli aerogeneratori si sviluppa sulla zona di crinale di una dorsale costituente lo spartiacque tra i bacini delle valli del Torrente Bormida di Mallare, di pertinenza idraulica piemontese, e del Torrente Letimbro, di pertinenza ligure.

Nel tronco in esame, il crinale si sviluppa a quote comprese tra 450 e 550 m s.l.m. ed è caratterizzato da un profilo ondulato piuttosto articolato, per la fitta alternanza di piccole valli, dorsi collinari e fasce di raccordo, relative ad una reticolato idrografico di tipo giovanile, ancora in rapida evoluzione.

Nel settore a Nord ed Ovest del Bivio Sella esistono due incisioni vallive di rilievo, con direzione NNW-SSE: quella del Rio della Cappelletta che, partendo dallo stesso Bivio segue la S.P. 36 Bragno-Ferrania verso quest'ultima località e divide il Bric Fracciate ad Ovest dal Bric della Sella ad Est, ed il Rio di Pianfornetti, che costituisce il limite Ovest della zona di interesse e che si avvicina alla S.P. 12 procedendo in direzione Altare.

Il crinale di separazione tra i bacini a vergenza piemontese e ligure è nella zona in oggetto rappresentato dalla stessa S.P. n.12 Savona-Altare, e presenta generalmente un profilo trasversale ampio ed arrotondato e si raccorda ai versanti con cambi di pendenza poco marcati verso NordOvest e più accentuati verso SudEst.

I fianchi delle due dorsali collinari di interesse, quella del Bric Fracciate e quella del Bric della Sella, sono caratterizzati da uno sviluppo altimetrico di 500 m circa e, nelle parti media ed inferiore, presentano una configurazione articolata, in grande, in un'alternanza di dorsali e valloni secondari. Questa morfologia risulta meno marcata in prossimità del crinale, ove il reticolo idrografico non è ancora sviluppato.

Nella parte superiore del versante occidentale della dorsale è evidente un rimodellamento di matrice antropica, rappresentato da una successione di terrazzamenti, generalmente prativi, che ricoprono un settore limitato tra il Bivio Sella e la Cà Cappelletta. Detti terrazzamenti, probabilmente realizzati ed utilizzati in passato per scopi agronomici, sono caratterizzati da ampiezza media, dell'ordine di una decina di metri e delimitati da scarpate con altezza generalmente non superiore a 2 m. Sul versante SudEst del Bivio Sella, l'incidenza del modellamento antropico risulta meno accentuata e i terrazzamenti sono localizzati solo nella fascia più prossima alla non lontana galleria ferroviaria della Sella.

6.2 Litologia

6.2.1 Basamento litoide

Il basamento litoide è in tutti i siti e settori di interesse affiorante o subaffiorante. Esso è rappresentato da rocce riferibili a due principali gruppi: il "*Massiccio del Cristallino Savonese"*, parte della cosiddetta "*Zona Alpina Brianzonese"*, e l'unità sedimentaria denominata "*Formazione di Molare"*, corrispondenti a due diverse origini genetiche, oltre che caratterizzate da differenti caratteristiche geologiche, tessiturali e, soprattutto ai fini del presente progetto, meccaniche.

Il gruppo di rocce facenti parte del Massiccio del Cristallino savonese è rappresentato n zona dai seguenti litotipi:

- Migmatiti di Nucetto: costituiti da embrechiti occhiadine prevalentemente quarzoso-sericitiche, di colore grigio-chiaro, con grandi porfiroblasti di feldspato e con struttura generalmente cataclastica; talora sono presenti livelli di quarziti e quarzoscisti, nonché "septa" di anfiboliti (età Carbonifero medio);
- Formazione del Santuario di Savona: costituita da scisti filladici quarzoso-sericitici talora cloritici e sovente grafitici, di colore grigio-verde, brunastro o plumbeo; sono presenti con una certa frequenza intercalazioni o lenti di prasiniti anfiboliche minute, laminate o si ritrovano come "septa" all'interno delle Migmatiti di Nucetto (età Carbonifero superiore?-Permiano inferiore);
- Formazione di Molare: conglomerato poligenico, solitamente con elementi di diametro massimo 10 cm ma superiori al metro soprattutto al contatto con il basamento pre Cenozoico; si intercalano lenti arenaceo-sabbiose o marnoso-sabbiose e talora calcaree nella parte inferiore della Formazione; i depositi di tale Formazione sono comunemente considerate espressione di *fan deltas* di scarpata continentale, successivi alla ingressione marina sul basamento cristallino (età Oligocene – spessore 40-150 m).

Le prime due sono caratterizzate da scistosità poco pronunciata ed appaiono di norma mediamente fratturate o cataclasizzate (Fig. 2). I conglomerati della Formazione di Molare formano bancate di spessore da metrico a decametrico, verosimilmente corrispondenti ad una pseudostratificazione (Fig. 3), e sono stratigraficamente sovrastanti le formazioni cristalline.

Le rocce in facies sedimentaria della Formazione di Molare costituiscono gli affioramenti della maggior parte dell'area in esame ad eccezione del margine occidentale della stessa, in corrispondenza della parte ovest del Bric Fracciate e verso l'impluvio del Rio di Pianfornetti: in questa zona, infatti, gli affioramenti sono costituiti dalle sopraccitate embrechiti occhiadine chiare e dagli scisti filladici grigio-verde scuro appartenenti alle Migmatiti di Nucetto o alla Formazione del Santuario di Savona, che stratigraficamente sono collocate al tetto delle prime.

In considerazione della morfologia piuttosto irregolare dell'area d'intervento, caratterizzata spesso dalla presenza di scarpate frequentemente artificiali, più raramente naturali e/o pareti rocciose, il basamento litoide è spesso osservabile in affioramenti puntuali con dimensioni molto ridotte e, solo in corrispondenza del versante SudEst del Bric della Sella (F. di Molare) o in prossimità del Rio di Pianfornetti (F. del Santuario di Savona) gli affioramenti diventano areali e di dimensioni decametriche. Detti affioramenti, in particolare, sono concentrati in corrispondenza della rete viaria primaria (strade provinciali) e secondaria, solo di tipo carrabile o pedonale e, nel caso delle Migmatiti o degli scisti, in isolati salienti rocciosi.



Fig. 2 – Affioramento di Migmatiti di Nucetto - sito T1

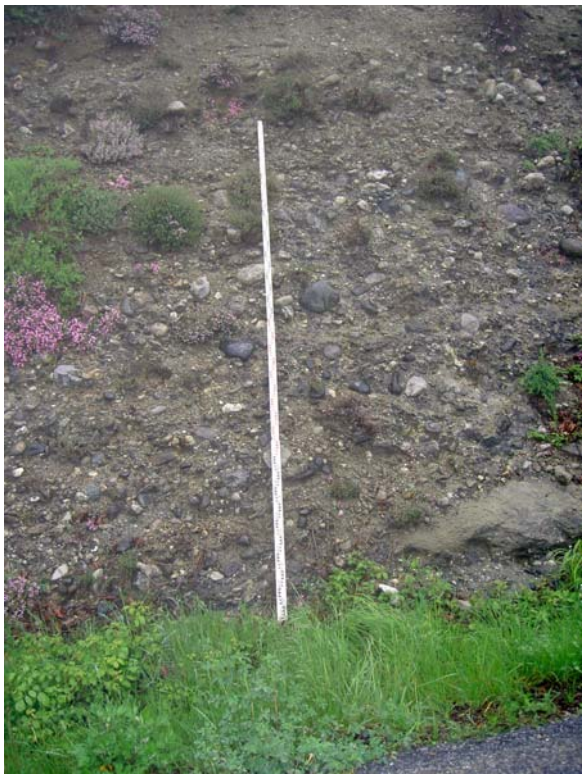


Fig. 3 – Affioramento di conglomerati arenacei - Formazione di Molare

6.2.2 Terreni di copertura

I terreni di copertura corrispondono a depositi detritico–eluviali derivanti dalla degradazione chimico–fisica del substrato litoide. Dal punto di vista tessiturale e soprattutto nel caso dei terreni di copertura su substrato sedimentario della Formazione di Molare, sono riferibili a materiali mediamente grossolani, costituiti da scheletro di clasti a pezzatura da piccola a grande ($Ø_{max}$ 60 cm) in matrice sabbioso–limosa, talora (soprattutto nell'area del Bric Fracciate) di aspetto terroso, con pietrisco.

Lo spessore della coltre formata da questi terreni risulta molto ridotto (<0,5 m) in corrispondenza delle zone sommitali delle dorsali collinare o del crinale, come desumibile dai diffusi affioramenti rocciosi lungo sentieri o carrarecce (foto n. 17 in Tav.3), mentre lo spessore della coltre di terreni di copertura aumenta generalmente in prossimità sia del ciglio delle scarpate che di valle ove raggiunge probabilmente valori dell'ordine di 2-3 m, in corrispondenza dei terrazzamenti realizzati mediante movimenti terra.

6.3 Dinamica torrentizia

Nell'area d'intervento, che si sviluppa lungo un crinale, e nel suo intorno significativo è presente un reticolo idrografico di tipo giovanile, caratterizzato da una notevole gerarchizzazione pur all'interno di un areale limitato. Sono presenti in particolare le testate sia del Rio di Pianfornetti che del Rio Cappelletta, affluenti del Torrente Bormida di Mallare, e quindi di pertinenza piemontese, che del Rio della Miniera, affluente del Torrente Letimbro, di pertinenza ligure.

Il drenaggio delle acque è riconducibile essenzialmente alle precipitazioni zenitali ed avviene di norma per infiltrazione nel sottosuolo o per ruscellamento superficiale diffuso e/o concentrato.

Il reticolo idrografico è rappresentato da numerose piccole incisioni contraddistinte da profilo di fondo generalmente ripido e percorse da deflussi a carattere non perenne. Si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da regimi dei deflussi tipicamente torrentizi con riattivazioni improvvise, talora accompagnate da violenta attività erosiva, a causa delle pendenze mediamente elevate dei pendii e delle dimensioni relativamente piccole dei bacini imbriferi.

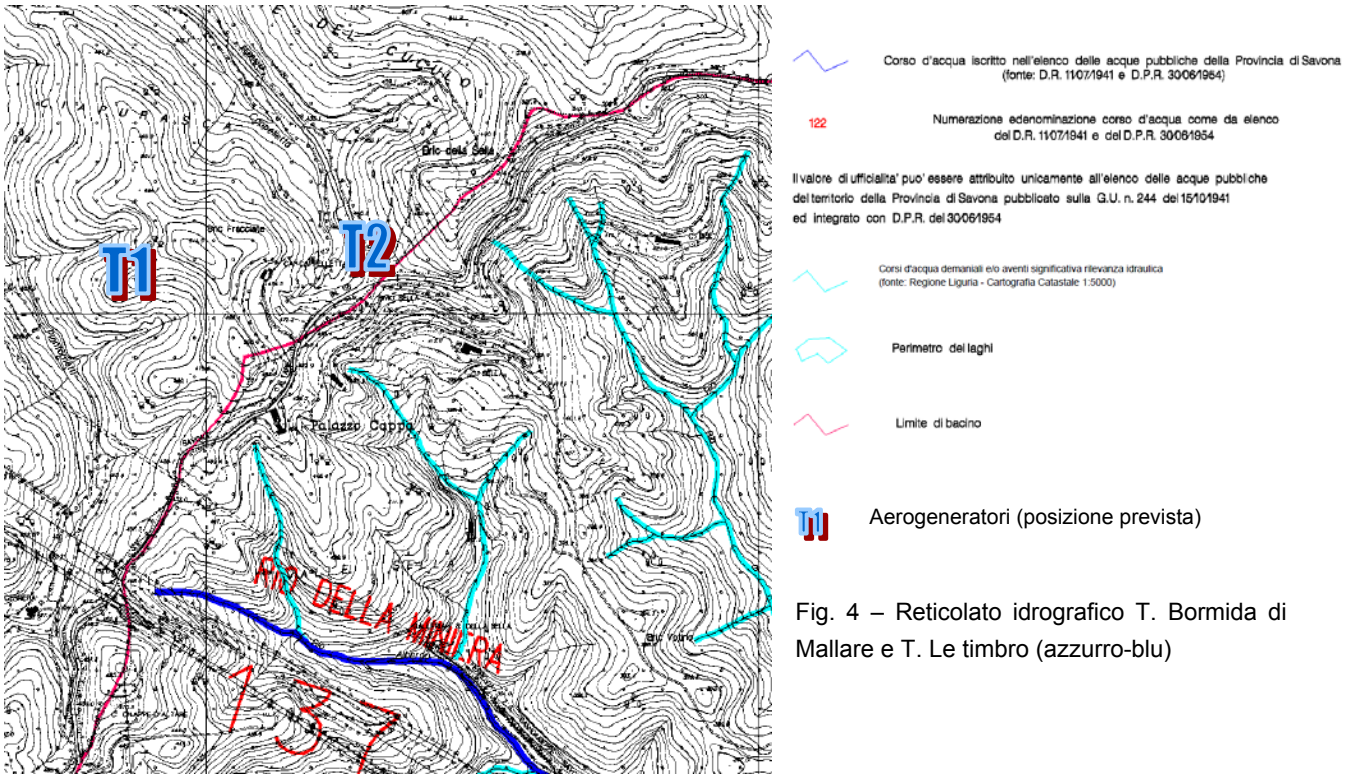


Fig. 4 – Reticolato idrografico T. Bormida di Mallare e T. Le timbro (azzurro-blu)

Si fa presente, in proposito, che nell'area d'intervento, caratterizzata da superficie boschiva o, in minor parte, ricoperta da distese prative, non si rinvengono indizi di processi erosivi superficiali da parte di acque di dilavamento.

6.4 Assetto idrogeologico

Nel settore d'intervento, che si sviluppa in corrispondenza delle due dorsali del Bric Fracciate e del Bric della Sella, l'assetto morfologico risulta complessivamente poco favorevole all'esistenza di un'importante circolazione idrica sotterranea. In considerazione dello spessore molto ridotto della coltre di terreni di copertura, le eventuali acque di percolazione presenti in questo settore circolerebbero nell'ammasso roccioso la cui permeabilità, mediamente bassa, varia in funzione del grado di fratturazione.

Nel corso dei rilevamenti di campagna eseguiti, non è stata rilevata la presenza di sorgenti sui pendii in un intorno significativo delle aree d'intervento.

In base a quanto riportato negli elaborati relativi alle indagini geologiche dello strumento urbanistico del Comune di Cairo Montenotte, non è altresì segnalata la presenza di sorgenti o di emergenze idrica captate o non captate. Tenuto conto dell'assetto morfologico e della profondità ridotta degli scavi previsti in progetto, è presumibile che gli interventi in progetto comportino interferenze limitate o assenti con il circuito idrico e/o la zone di alimentazione e ricarica.

Ai sensi della vigente normativa regionale sul vincolo idrogeologico, L.R. n. 4/1999 - "Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico e s.m.i. (in particolare art. 15 della L.R. 28/12/2009 n.63) gli interventi in progetto sono soggetti ad autorizzazione, non essendo possibile utilizzare le deroghe previste per interventi "di modesta entità", quali quelli per movimenti terra inferiori a 100 m³, un'altezza di scavo inferiore a 2 m o una superficie impermeabilizzata non superiore al 10% del lotto.

6.5 Normativa sismica

Il territorio comunale di Cairo Montenotte si caratterizza per un livello di sismicità basso.

Secondo la classificazione sismica dell'intero territorio nazionale di cui alla O.P.C.M. n.3274/2003 e la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Liguria di cui alla D.G.R. 1308/2008, il comune di Cairo Montenotte rientra nel grado più basso tra quelli compresi nell'O.P.C.M. del 2003 ed in particolare nella ***Zona sismica n. 4****:* a tale classificazione corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale massima del suolo (frazione dell'accelerazione di gravità con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni) $\mathbf{a_g}$ inferiore a **0.05g**.

Un maggior dettaglio sulla ***Pericolosità sismica di base*** si ottiene utilizzando la normativa recentemente entrata in vigore, compresa nelle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14/1/08) che, sulla base dei parametri di input quali le Coordinate geografiche del sito (per agganciarsi a 4 punti del reticolo di riferimento nazionale è stato utilizzato in questa fase un valore baricentrica rispetto agli interventi in progetto), Vita nominale, Classe d'uso e Vita di riferimento (sopra riportati), consente di ricavare i seguenti valori dei parametri sismici di base per i diversi Stati limite previsti:

Stato Limite		P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*
SLE	Operatività	81%	30	0.187	2.58	0.16
	Danno	63%	50	0.245	2.55	0.19
SLU	Salv. Vita	10%	475	0.557	2.62	0.31
	Collasso	5%	975	0.700	2.67	0.33

Sulla base dei parametri riportati in tabella nonché sulla base dell'individuazione della categoria di sottosuolo mediante le indagini geofisiche effettuate in sito, la parametrizzazione sismica del sito verrà successivamente completata con l'individuazione del valore dello Spettro di risposta elastica del terreno (S) e dei valori di T_B, T_C, T_D, F_V.

7 ANALISI DATI GEOLOGICI DI ARCHIVIO E REGIME VINCOLISTICO

Ai fini di un corretto inquadramento delle problematiche geologiche dei settori di interesse si sono acquisiti i dati geologici di archivio ed il regime vincolistico ad essi relativo, tenuto conto di quanto desumibile nella letteratura scientifica e della documentazione ufficialmente disponibile, nel seguito elencata:

- Studi ed indagini geologiche riportate del P.R.G.C. del Comune di Cairo Montenotte, datato luglio 1994 ed aggiornato nel marzo 2002;
- Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del P.A.I. (F. 229 SEZ. IV), aggiornamento disponibile on-line;
- Cartografie di Piano della Provincia di Savona e della Regione Liguria, aggiornamento disponibile on-line.

7.1 Studi ed indagini geologiche riportate del P.R.G.C.

7.1.1 Carta geologica

Nell'ambito di tale Carta (tavola 1.A) è segnalata per la maggior parte dei settori di interesse la presenza dei conglomerati della Formazione di Molare (in verde), mentre il substrato cristallino è rappresentato dalle Migmatiti di Nucetto (in rosso), presenti a partire dal margine settentrionale della strada provinciale per Altare, a partire da Palazzo Cappa e sino alla linea delle wagonettes presso cui vi è il contato con la Formazione del Santuario di Savona, e lungo il corso del Rio di Pianfornetti, sino a mezza costa del Bric Fracciate.

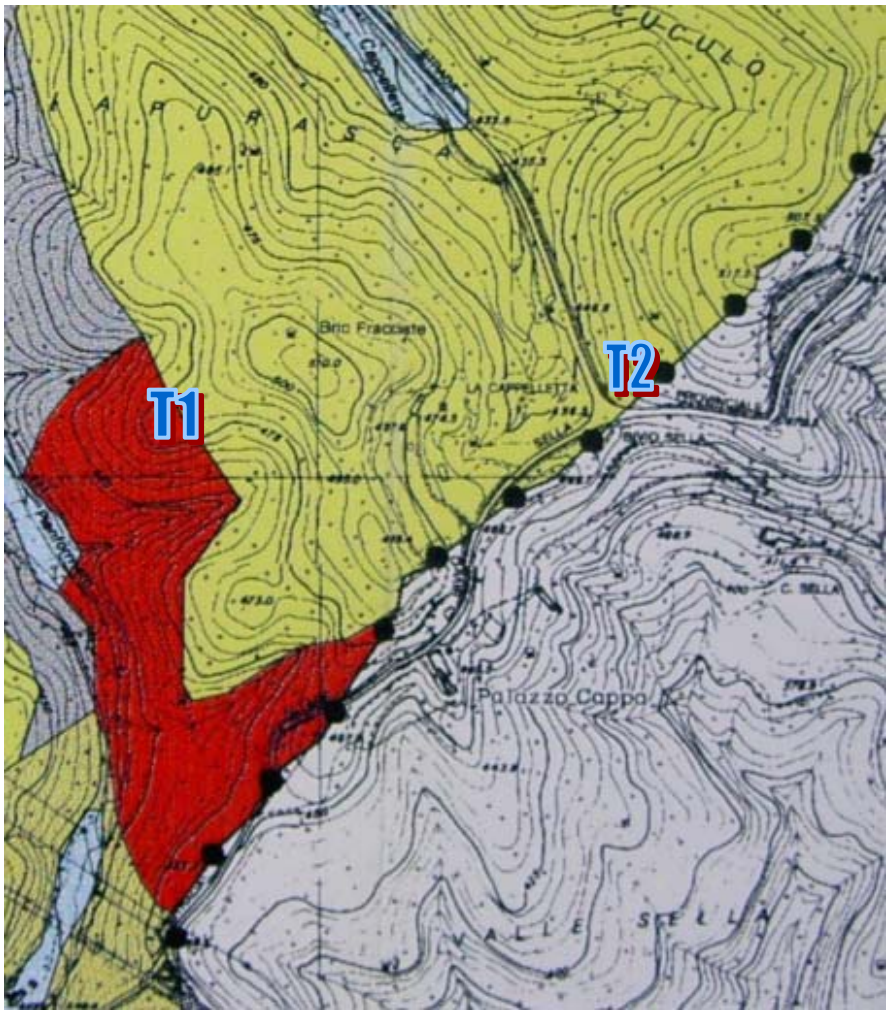


Fig. 5 – Estratto Carta geologica di P.R.G.C. – Tav. 1.A
con indicazione delle opere in progetto – non in scala

T1 aerogeneratori (posizione prevista)

7.1.2 Carta geomorfologica

Nell'ambito di tale Carta (tavola 2.A – riportata in stralcio in fig.6) è segnalata in tutti i settori di interesse la presenza di versanti con coltri di copertura comprese tra 2 e 5 m (verde chiaro), fatta eccezione per le aree pianeggianti degli alvei dei rii Pianfornetti e cappellata (blu).

Sono inoltre segnalati due punti di *"frane attive non perimetrate"* (punto rosso): uno a Nord del Bivio Sella ed uno immediatamente in adiacenza ed a valle della parte Ovest dello stesso bivio.

In diversi tratti del versante occidentale del Bric Fracciate sono segnalati fenomeni erosivi legati a *"ruscellamento diffuso"* (segno rosso con vergenza a zig-zag).

7.1.3 Carta di zonizzazione e suscettibilità d'uso del territorio

Nell'ambito di tale Carta (tavola 4.A) tutti i settori di interesse fanno parte della ***Classe 4*** relativa ad *"Aree agricole e forestali con vincoli geologico tecnici dove sono consentiti esclusivamente interventi di piccola viabilità e costruzioni di volumetria limitata"* (colore arancio in Figura 6). In tale carta non sono più segnalati come "*dissesti attivi"* le *"frane attive non perimetrate"* di cui alla Carta geomorfologica sopra descritta.

Tale classificazione è volta a tutelare le prevalenti caratteristiche di qualità di tali settori forestali e tiene sicuramente conto della presenza del vincolo idrogeologico in tutta la zona della Sella e sino a Pra Sottano (Figura 7).

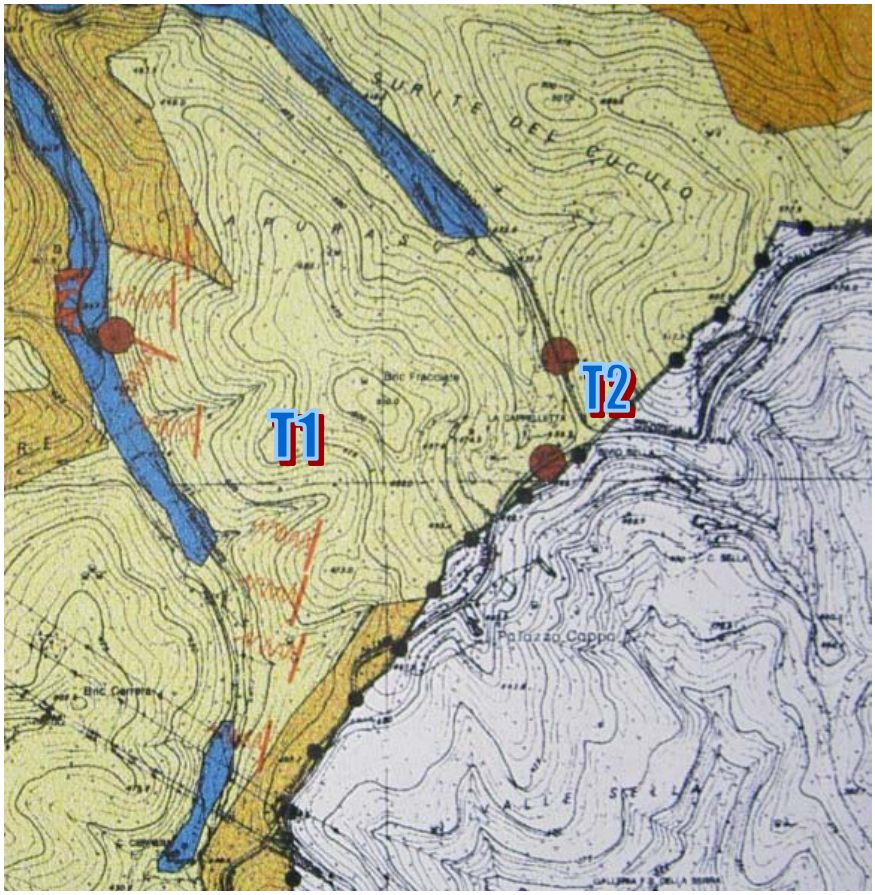


Fig. 6 – Estratto Carta geomorfologica di P.R.G.C. – Tav. 2.A
con indicazione delle opere in progetto – non in scala

T1 aerogeneratori (posizione prevista)

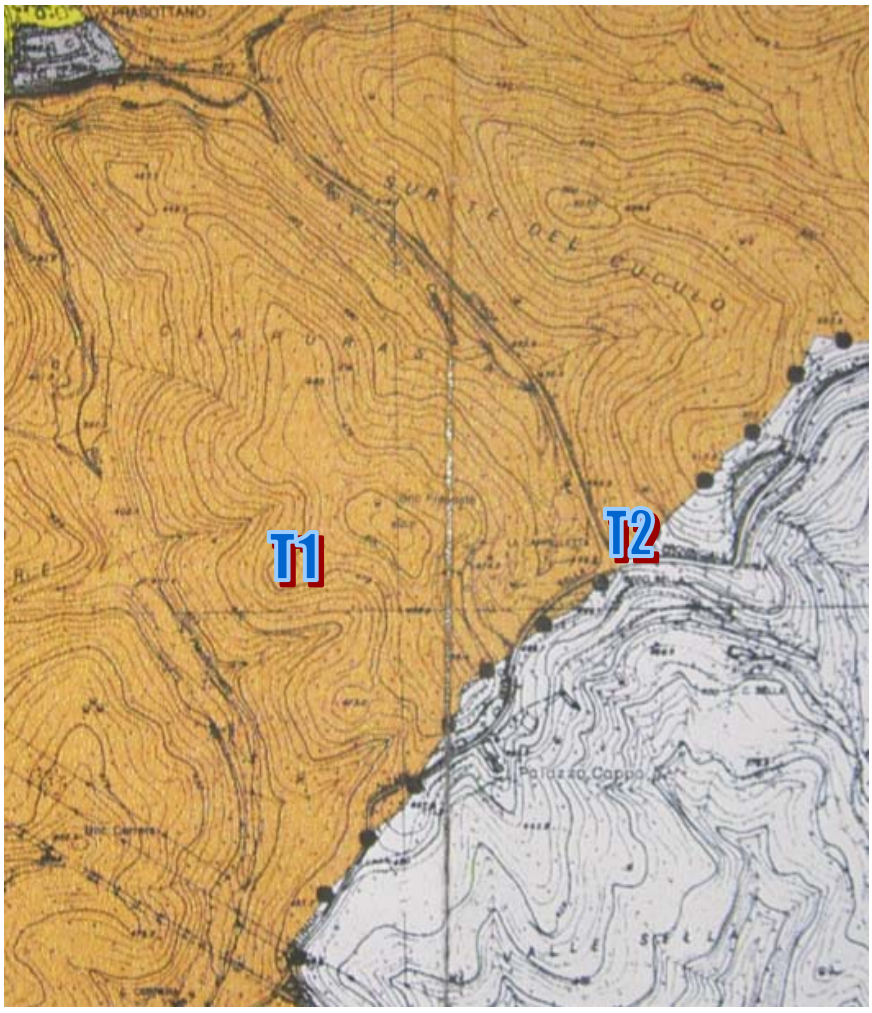


Fig. 7 – Estratto Carta Zonizzazione ed suscettibilità d'uso del territorio di P.R.G.C. – Tav. 4.A

con indicazione delle opere in progetto – non in scala

T1 aerogeneratori (posizione prevista)

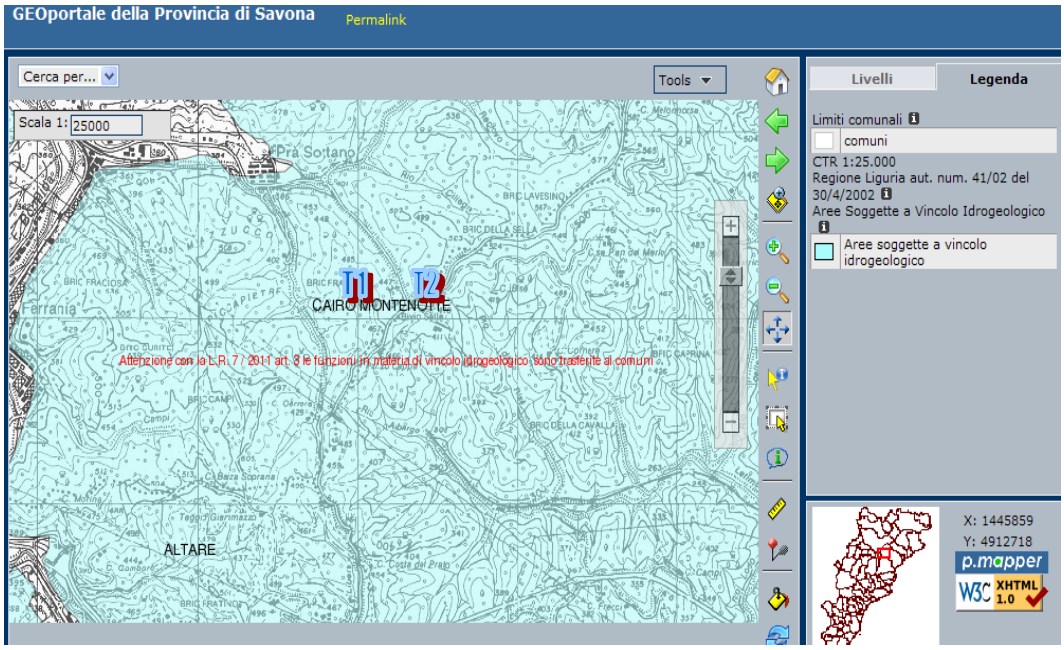


Fig. 8 – Estratto Cartografia delle aree a vincolo idrogeologico
da Geoportale Provincia Savona con indicazione delle opere in progetto – non in scala

7.2 Cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I.

La consultazione della Cartografia di Piano ed in particolare della Carta n.229-Sezione IV aggiornata per l'area in oggetto non segnala alcun punto o area in dissesto o perimetrata come soggetto ad esondazioni, valanghe, conoidi o frane (né attive, né quiescenti, né stabilizzate): vengono riportati esclusivamente i limiti di Bacino ed amministrativi (in figura 8 quelli comunali in viola).

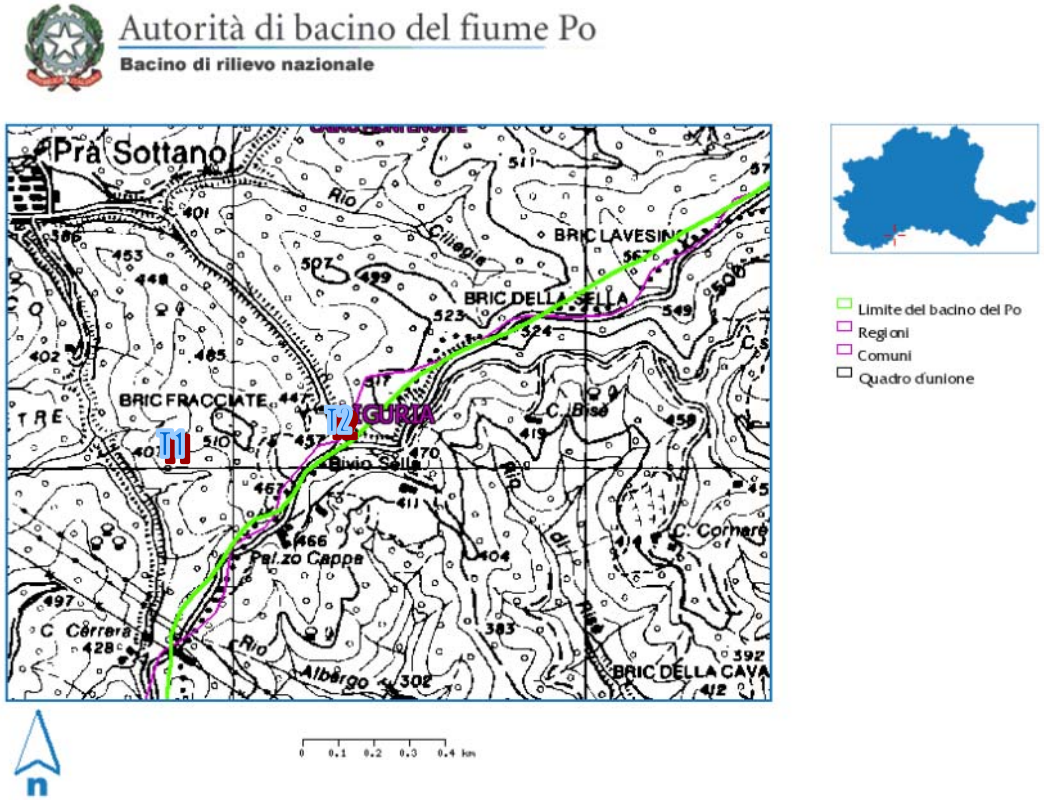


Fig. 9 – Estratto cartografia "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" (F. 227 SEZ. II, 228 SEZ. III) con indicazione delle opere in progetto – non in scala

7.3 Cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (P.T.C.P.) regionale

Viene riportato di seguito uno stralcio della Tavola n.23 Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico regionale (di seguito P.T.C.P.) relativo all'assetto geomorfologico ed alla sua modificabilità.

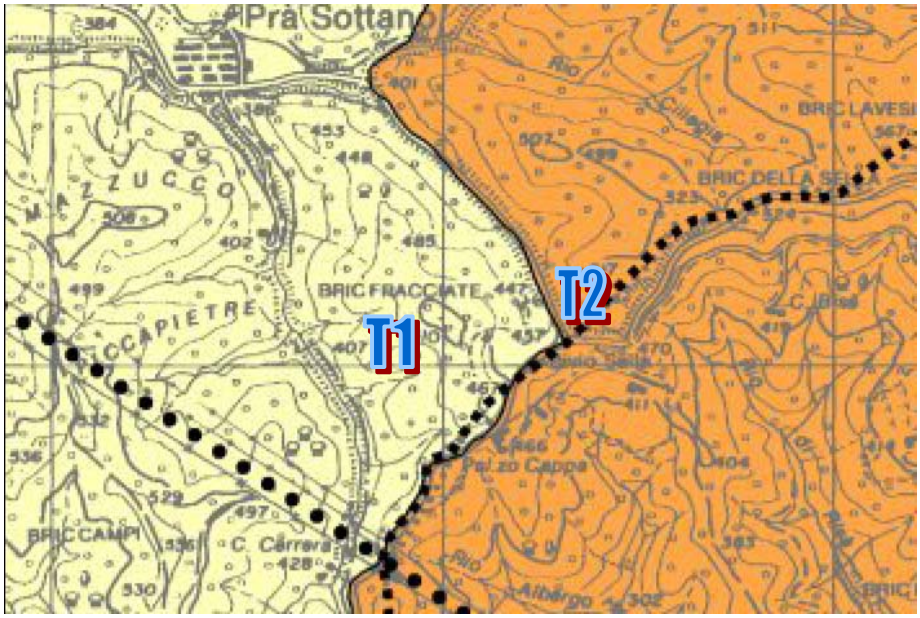


Fig. 10 – Estratto cartografia Tavola n.23 Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico – non in scala

T1 aerogeneratore (posizione prevista)

REGIMI NORMATIVI		CAVE
CONSERVAZIONE	CE	A CIELO APERTO Ca
MANTENIMENTO	MA	IN SOTTOSUOLO Cs
CONSOLIDAMENTO	CO	CORSI D'ACQUA RN
MODIFICABILITA' TIPO A	MO-A	INDICAZIONI DI RECEPIMENTO GRANDI INFRASTRUTTURE
MODIFICABILITA' TIPO B	MO-B	F FERROVIARIE S STRADALI E AUTOSTRADALI TS TECNOLOGICHE E SPECIALI
TRASFORMAZIONE	TR	P PORTUALI A AEROPORTUALI

Cui sono relative le seguenti disposizioni relative all'assetto geomorfologico locale (aggiornamento marzo 2011):

art. 64 Regime normativo di MANTENIMENTO (MA) per aerogeneratore T2

1. tale regime si applica nelle parti dei territorio nelle quali sono presenti elementi geomorfologici e/o idrogeologici con specifici valori ambientali o che contribuiscono in misura significativa a definire la configurazione paesistico/ambientale del contesto.
2. l'obiettivo della disciplina è quello di confermare la situazione in atto per quanto attiene la specificità dei valori ambientali e le potenzialità di fruizione, salvaguardando nel contempo i rapporti d'ambito.
3. sono pertanto consentiti quegli interventi che rispettino l'integrità degli elementi geomorfologici e/o idrogeologici aventi specifico valore ambientale e non compromettano la complessiva configurazione paesistico/ambientale dei contesto in quanto determinata da componenti idrogeomorfologiche.

art. 67 Regime normativo di MODIFICABILITA' di tipo B (MO-B) per aerogeneratore T1

1. tale regime si applica in tutte le parti dei territorio non assoggettate ai regimi normativi di cui ai restanti articoli della presente sezione;

2. gli interventi in tali zone, oltre a rispettare la specifica disciplina di settore, dovranno conformarsi a criteri di corretto inserimento ambientale delle opere.

Esso viene riservato a paesaggi geomorfologici caratterizzati da assenza di valori emergenti e da moderata vulnerabilità. Resta il fatto che, in questi territori, seppure siano consentiti interventi potremmo dire "liberi" o non particolarmente condizionati e vincolati, resta l'obbligo, quasi implicito, di far si che i medesimi possano contestualmente dar luogo ad un assetto persino più soddisfacente sotto il profilo ambientale.

7.4 Cartografia dei Piani di Bacino

Poiché il settore di territorio è posto in corrispondenza dello spartiacque tra i Bacini del Bormida di Mallare e del T. Letimbro si farà nel seguito riferimento ad entrambi, pur essendo i siti di progetto posti interamente all'interno del primo.

7.4.1 Bacino del Bormida di Mallare

E' stata effettuata una ricerca delle possibili interferenze tra i siti di progetto e le parti di settore di pertinenza del T. Bormida di Mallare: non sono disponibili per tale Bacino, di pertinenza padano, tutti i rilievi e le cartografie prodotte invece dalla Provincia di Imperia per il Bacino del T. Letimbro, quali ad esempio la Carta della Suscettività al dissesto o quella del reticolato idrografico principale (vedi fig.4 sopra riportata).

Per tale Bacino è disponibile la sola carta delle Zone esondabili, che però non riguarda i settori in esame. Viene riportata di seguito in figura 11 la cartografia I.F.F.I. relativa all'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani, da cui risulterebbe la perimetrazione di una frana nell'area della Cà Cappellata, a SudEst del Bric Fracciate: tale perimetrazione è collocata in posizione discosta di alcune centinaia di metri dal sito T1, nel settore opposto del versante rispetto al Bric Fracciate, e non è segnalata né nella cartografia P.A.I. né nella cartografia di P.R.G.C. e allo stato attuale sembra essere obliterata o mascherata da un'attività antropica prevalentemente di tipo agricolo.

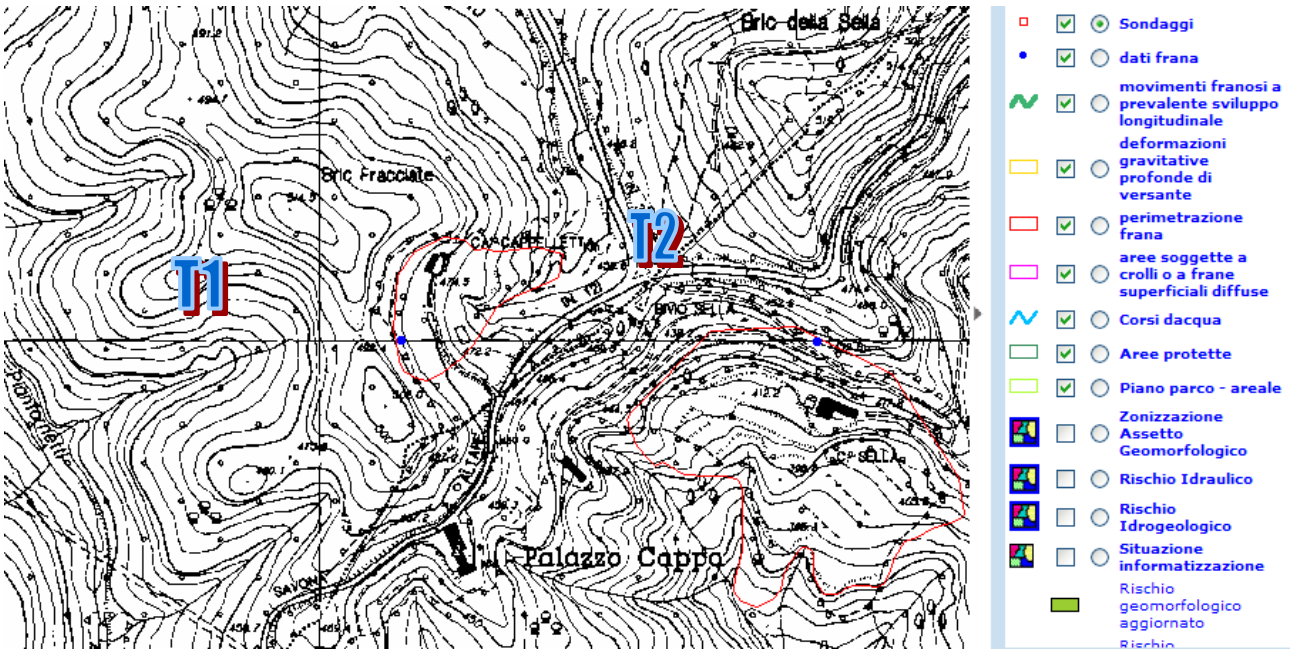


Fig. 11 – Estratto cartografia I.F.F.I. con indicazione delle opere in progetto – non in scala

T1 aerogeneratore (posizione prevista)

7.4.2 Bacino del Letimbro

Pur interessando solo marginalmente le opere in progetto, è stata effettuata una ricerca delle possibili interferenze tra i siti di progetto e le parti di settore di pertinenza del T. Letimbro. Sono di particolare importanza a riguardo la Carta della Suscettività al dissesto (Tav.08 – sezione 229010) e quella del reticolato idrografico principale.

Per quanto riguarda la prima, riportata di seguito in stralcio in fig. 12, le parti di settore prossime ai siti di interesse risultano essere quelle a SudEst del Bric della Sella, a suscettibilità al dissesto da Molto bassa ad Alta (solo parete di affioramento della Formazione di Molare), mentre il versante SudEst del Bric Fracciate, prossimo alla S.P. 12 di Altare, risulta classificato con Suscettibilità al dissesto da Molto Bassa a Bassa.

Nella Tavola 13 del Reticolato Idrografico Principale i settori di interesse risultano essere distanti sia da "*corsi d'acqua demaniali o aventi significativa rilevanza idraulica*" sia da quelli appartenenti all'elenco delle acque pubbliche (D.R. 11/07/41 e D.P.R. 30/06/54): ciò a motivo dell'ubicazione in zona di testata fluviale.

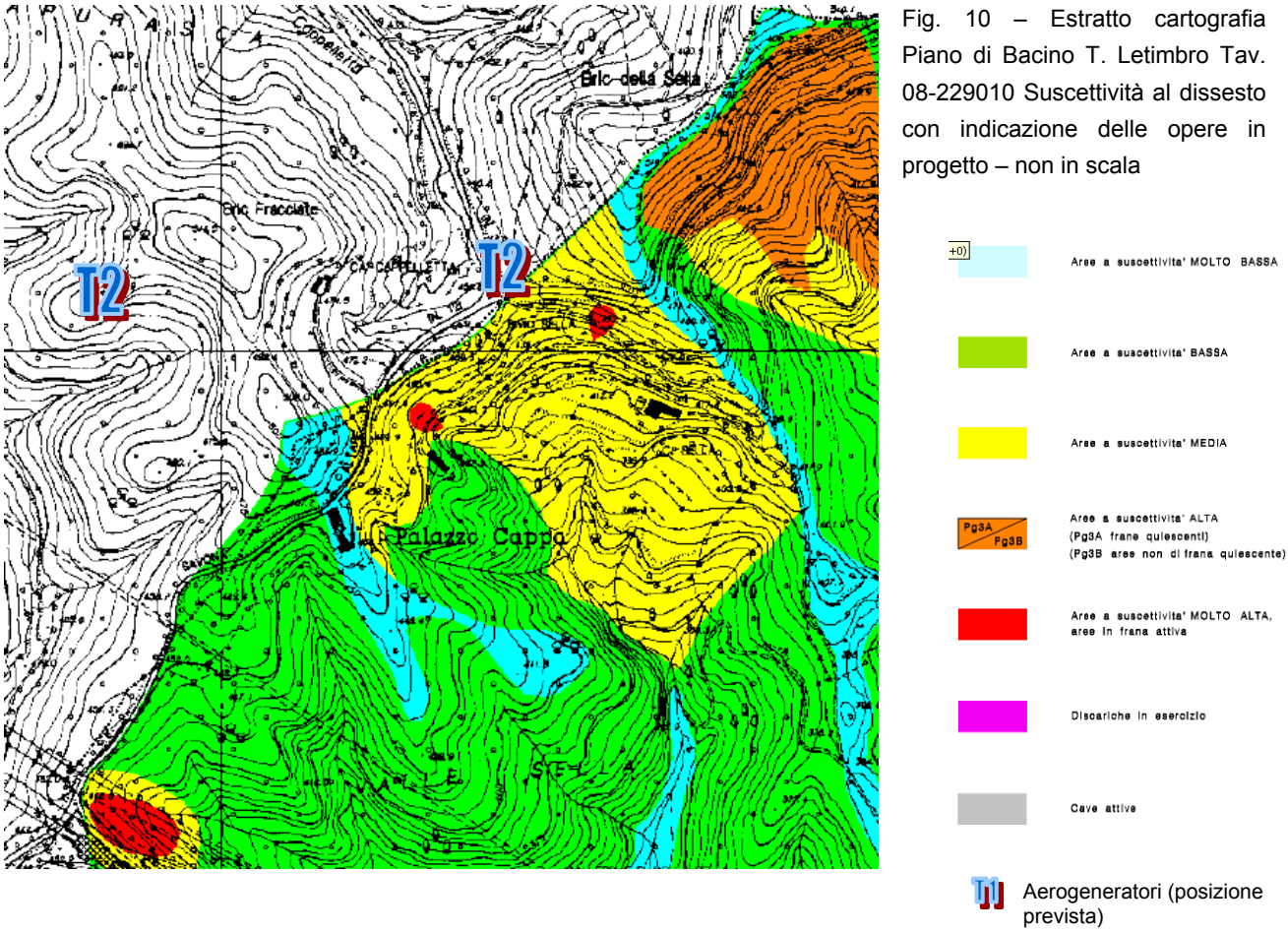


Fig. 10 – Estratto cartografia Piano di Bacino T. Letimbro Tav. 08-229010 Suscettività al dissesto con indicazione delle opere in progetto – non in scala

I settori in oggetto non sono cartografati o riportati tra quelli di interesse nelle altre cartografie del Piano di Bacino del T. Letimbro.

8 ASSETTO MORFOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO DELLE AREE D'INTERVENTO

8.1 Aerogeneratore T1

8.1.1 Assetto morfologico

Il sito è posto immediatamente ad Ovest dell'asse della costa collinare del Bric Fracciate, sulla sommità del secondo sperone morfologico perpendicolare alla suddetta costa ed a circa 485 m s.l.m.

In questo punto la sommità collinare è arrotondata e quasi subpianeggiante (Foto n. 7 della Tavola n. 3 – allegato fotografico) ed è larga almeno 30 m, ma i versanti laterali, soprattutto quelli verso gli affluenti del Rio Pianfornetti risultano possedere acclività da media ad elevata con morfologia accidentata, dovuta all'affioramento del substrato roccioso (Foto n. 7-8-9 della Tavola n. 3), in prevalenza rappresentato dal cristallino savonese.

Sulla base di quanto desumibile dai rilievi di terreno e dall'analisi dei dati di archivio, lungo tale dorsale collinare e sulla parte più elevata dei versanti non si rileva la presenza di indizi morfologici di dissesti franosi o di instabilità pregresse o in atto: solo nella parte del fondovalle del Rio Pianfornetti, inferiormente alla isoipsa dei 450 m, sono segnalati i fenomeni di ruscellamento diffuso precedentemente descritti (paragrafo 7.1.3., fig. 6, Tavola n.2 Carta geomorfologica e dei vincoli).

8.1.2 Assetto litostratigrafico

Nell'area in esame è sicuramente presente il substrato roccioso ed in particolare è presente la Formazione delle Migmatiti di Nucetto, che costituisce l'estremità dello sperone morfologico sopra citato ed è diffusamente ivi affiorante, ed i conglomerati della Formazione di Molare, affiorante all'incrocio tra la carrareccia di accesso e quella di sommità dello sperone.

Trattandosi di due formazioni entrambe rocciose, ma dalla genesi completamente diversa, è difficile stabilire con sufficiente sicurezza la geometria del contatto: è però più probabile che esso sia a basso angolo (sull'orizzontale) e che quindi all'interno dell'area di fondazione e della piazzola definitiva lo spessore del conglomerato posto sul cristallino sia da decimetrica a metrica, con copertura detritico-colluviale minima: sono entrambi affioranti o subaffioranti (si veda Sezione T1 della Tavola n. 4).

Sulle rocce del substrato roccioso della Formazione del Santuario sono state eseguite delle prove sclerometriche sulla roccia in posto, con risultati del valore di resistenza compreso tra 1 e 2 MPa.

8.1.3 Considerazioni tecniche

In fase esecutiva sarà importante definire mediante indagini dirette specifiche, quali sondaggi a carotaggio, pozzetti esplorativi etc., la geometria del contatto tra le due formazioni rocciose suddette e la loro qualità.

In generale è consigliabile cha la fondazione del futuro aerogeneratore sia posta interamente all'interno di uno solo dei litotipi rocciosi, ad evitare che caratteristiche meccaniche differenti e/o la diversa geometria del contatto provochino danni alla struttura di fondazione nel medio-lungo periodo: risulta arealmente prevalente ed inoltre geomeccanicamente preferibile una fondazione interamente impostata all'interno del cristallino savonese.

Non si ravvisano problemi nella fase transitoria di montaggio, in cui la piazzola, viste le maggiori dimensioni, potrà anche essere impostata parzialmente sul conglomerato della formazione di Molare o sulla sua alterazione.

8.2 Aerogeneratore T2

8.2.1 Assetto morfologico

Il sito è posto a NordEst del Bivio Sella, nella parte bassa del versante occidentale del Bric omonimo l'asse della costa collinare del Bric Fracciate, sulla sommità del secondo sperone morfologico ed a circa 470 m s.l.m.

Nel caso dell'aerogeneratore T2 si prevede di realizzare un accesso diretto dal Bivio Sella e di realizzare in prossimità dello stesso la piazzola necessaria per la fase transitoria relativa al montaggio.

In questo punto il versante collinare è caratterizzato da un'acclività medio-bassa ed è presente un circuito di sentieri/carrarecce, che probabilmente svolgono anche la funzione di canaloni nel caso di eventi meteorici eccezionali e che giunge sino in prossimità della vetta, posta ad una quota di circa 50 m superiore (Foto n.12 della Tavola n. 3). Ad Ovest del sito in oggetto è presente un terrazzo morfologico, subpianeggiante e limitato dalla scarpata, di altezza metrica, relativa al taglio di versante della S.P. 36 di Bragno-Ferrania, in corrispondenza della cui estremità Nord, al di fuori dell'area interessata sia dalla piazzola provvisoria che da quella definitiva, è segnalato il dissesto puntuale classificato come *"frana attiva non perimetrata"*, le cui evidenze sono in buona parte obliterate (Foto n.18-19 della Tavola n. 3).

Sulla base di quanto desumibile dai rilievi di terreno e dall'analisi dei dati di archivio, lungo tale versante collinare non si rileva la presenza di indizi morfologici di dissesti franosi o di instabilità pregresse o in atto: solo a partire dallo spartiacque tra i due bacini idrografici, corrispondente a limite del confine comunale tra Cairo Montenotte e Altare, la carta di Suscettività al dissesto del Piano di bacino del T. Letimbro segnala una fascia a Media suscettibilità passante ad un settore ad Alta suscettività al dissesto, in corrispondenza con il mega affioramento roccioso del conglomerato di Molare, presente a SudEst del Bric Sella ed a monte della S.P. 12.

8.2.2 Assetto litostratigrafico

Nell'area in esame è sicuramente presente il substrato roccioso ed in particolare a breve profondità sono presenti esclusivamente i conglomerati della Formazione di Molare, affiorante in più punti, a partire dai tagli di versante in prossimità con il Bivio Sella ed in diversi punti del circuito di sentieri/carrarecce che vanno in direzione della sommità del Bric omonimo.

All'interno dell'area di fondazione e della piazzola definitiva è probabile che lo spessore del conglomerato posto sul cristallino savonese sia da metrica a decametrica, con copertura detritico-colluviale di ridotta potenza: da decimetrica a metrica: è possibile che il substrato cristallino possa venire intercettato dalle future fondazioni indirette dell'aerogeneratore (si veda Sezione T2 della Tavola n. 4).

Sulle rocce del substrato roccioso della Formazione di Molare sono state eseguite delle prove sclerometriche sulla roccia in posto, con risultati del valore di resistenza inferiori ad 1 MPa.

8.2.3 Considerazioni tecniche

In fase esecutiva sarà importante definire mediante indagini dirette specifiche, quali sondaggi a carotaggio, pozzetti esplorativi etc., la potenza e le caratteristiche meccaniche dei conglomerati appartenenti alla Formazione di Molare, nonché lo spessore esatto della copertura detritico-eluviale.

In particolare è consigliabile che la fondazione del futuro aerogeneratore T2 sia posta saldamente ed interamente sui suddetti conglomerati, anche qualora ciò comportasse un eventuale abbassamento di quota del piano di fondazione.

Poiché la differenza di quota tra la base della fondazione (e delle piazzole provvisoria e definitiva) ed il profilo naturale del versante sarà di entità metrica risulterà necessario ricorrere sia ad opere provvisionali nella fase transitoria del montaggio che ad opere di sostegno e contenimento terra in quella definitiva di esercizio. Tra queste l'ipotesi più semplice è quella di ricorrere all'abbassamento dell'angolo di scarpa delle coperture detrico-alluviali sino all'angolo di natural declivio (circa 30°), o di ricorrere all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Nella fase transitoria di montaggio, in cui la piazzola ha maggiori dimensioni, o nell'assetto definitivo l'area della piazzola potrà interferire in tutto o in parte con uno dei due sentieri/carrarecce sopra descritti: a causa della possibile funzione di veicolazione delle acque di ruscellamento in occasione di eventi meteorici eccezionali, si consiglia nel transitorio di procedere comunque all'intubazione del tratto interferente ed al suo spostamento dall'area di fondazione nel definitivo, anche al fine di prevenire eventuali fenomeni di erosione al piede che potrebbero rivelarsi critici per la stabilità del manufatto nel medio-lungo periodo.

Al fine di prevenire processi erosivi da parte di acque meteoriche dilavanti, si dovrà provvedere alla realizzazione di un idoneo reticolo di canalette superficiali per la regimazione delle stesse, sia a monte della futura scarpata relativa al taglio di versante necessario per la realizzazione della piazzola definitiva che ai piedi della stessa.

8.3 Interventi di adeguamento piste di accesso alle piazzole

8.3.1. Tratto da S.P. 12 a sito T1

La carrareccia esistente parte dal lato Nord della S.P. 12 di Altare, in corrispondenza del km 24+000 e, dopo circa 50 m in leggerissima salita, si sviluppa senza variazioni di pendenza lungo l'isoipsa di quota 475 m e, dopo aver curvato blandamente una prima volta ed aver superato il bivio relativo al primo contrafforte ortogonale alla costa collinare del Bric Fracciate (corrispondente ad una possibile posizione alternativa a T1, denominata A1), supera la seconda incisione valliva e sale leggermente di quota verso i 485 m s.l.m. dell'area di imposta dell'aerogeneratore T1.

Fatta eccezione per l'inizio, costituito da un "varco" impostato su un picco dello sperone roccioso di migmatiti (Foto n. 1-2 della Tavola n. 3), la cui larghezza e posizione sarà da modificare ed ampliare, si tratta di un percorso a mezza costa caratterizzato da discreta ampiezza (da 3.0 a 6.0 m) e da un profilo trasversale a minore pendenza verso monte che non verso valle, pur essendo spesso visibili i conglomerati di Molare in affioramento proprio in diversi tratti, naturali o dovuti a tagli, del versante presente su lato di monte (Foto n. 3-4-5-6 della Tavola n. 3).

Nei tratti in cui si valuterà necessario l'allargamento, pur provvisorio, della carreggiata è consigliabile quindi optare per una modifica del lato di monte del percorso mediante sbancamenti sul lato controripa: tenuto conto del fatto che le scarpate previste sono caratterizzate da altezza ridotta (da pochi decimetri ad al massimo 2 m - Foto n. 5 della Tavola n. 3), in tal modo gli scavi interesseranno principalmente il substrato roccioso conglomeratico e lo strato sottile e discontinuo di terreni di copertura ad esso relativo, evitando la maggior parte delle problematiche circa stabilità dei settori interessati dagli interventi.

Le scarpate impostate su terreni di copertura, dovranno essere modellate con inclinazione non superiore a 30° circa. Per adottare valori superiori degli angoli di scarpa diminuendo la superficie d'ingombro, si dovrà prevedere la realizzazione di opere di contenimento con tecniche di ingegneria naturalistica (palificate semplici e/o a doppia parete).

Al fine di prevenire processi erosivi da parte di acque meteoriche dilavanti, si dovrà provvedere alla realizzazione di un idoneo reticolo di canalette superficiali per la regimazione delle stesse, lungo il tracciato.

8.3.2. Tratto da Bivio Sella a sito T2

Nel caso dell'aerogeneratore T2 si prevede di realizzare un accesso diretto dal Bivio Sella e di realizzare in prossimità dello stesso la piazzola necessaria per la fase transitoria, relativa al montaggio.

La pista esistente parte sempre dal Bivio Sella e sale per circa 20 m in direzione Nord, con acclività medio-bassa, sino a superare il terrazzo posto a Nord del bivio ed a monte della scarpata precedentemente descritta (Foto n. 15-16 della Tavola n. 3).

Pur non essendo presenti in tale tratto del percorso affioramenti dei conglomerati di Molare, si ritiene, non essendo d'altra parte presenti strutture tipiche di trasporto ed accumulo lungo versante ma solo evidenze di erosione e/o, decisamente a monte del sito T2 di alterazione del substrato, che esso sia comunque presente a profondità al più metrica. E' quindi possibile che in parte della futura pista la parte non alterata del conglomerato di Molare non venga raggiunta, potendo però comunque contare anche sulla sua alterazione detritico-eluviale su valori elevati dell'angolo di attrito interno, sicuramente superiori a 30°.

In considerazione dell'assetto litostratigrafico e morfologico, non si ravvisano problematiche in merito alla stabilità dei settori interessati dal tracciato di progetto.

Le scarpate con altezza superiore a 2 m, impostate nei terreni di copertura, dovranno essere modellate con inclinazione non superiore a 30°. Per adottare valori superiori degli angoli di scarpa diminuendo la superficie d'ingombro, si dovrà prevedere la realizzazione di opere di contenimento con tecniche di ingegneria naturalistica (palificate semplici e/o a doppia parete).

Al fine di prevenire processi erosivi da parte di acque meteoriche dilavanti, si dovrà provvedere alla realizzazione di un idoneo reticolo di canalette superficiali per la regimazione delle stesse, lungo il tracciato.

8.4 Infrastrutture e cavidotti

La realizzazione delle infrastrutture e cavidotti di trasmissione dell'energia elettrica dagli aerogeneratori al punto di consegna, rappresentato dalla cabina elettrica a Media tensione ubicata in adiacenza alla stazione delle Wagonettes (sulla S.P. 12), sarà effettuata prevalentemente effettuando uno scavo a sezione obbligata di profondità minima pari a 1.2 m, lateralmente e/o all'interno del "cassonetto" stradale, nel primo tratto a partire dal sito T2 del Bivio Sella sino all'intersezione del cavo elettrico che dal T1 giunge su strada e nel successivo secondo tratto da tale punto sino al punto di consegna.

Nel secondo tratto affiorano/subaffiorano le rocce migmatitiche e per tale motivo, nel caso si valuti necessario l'allargamento della sezione stradale è consigliabile optare per una modifica del lato di monte di tale tratta mediante sbancamenti sul lato controripa, tenuto conto del fatto che le scarpate sarebbero caratterizzate da altezza ridotta (da pochi decimetri ad al massimo 2 m - Foto n. 20-21-22 della Tavola n. 3), in tal modo gli scavi interesseranno principalmente il substrato roccioso cristallino e lo strato sottile e discontinuo di terreni di copertura ad esso relativo.

Come per le due tratte relative alle piste di accesso, anche per il tracciato dei cavidotti non si è ritenuto opportuno produrre sezioni geologiche interpretative (come quelle effettuate per le aree degli aerogeneratori): gli elementi progettuali di tipo preliminare ed i dati geologici risultano infatti ancora insufficienti all'elaborazione di sezioni realmente significative.

8.5 Aerogeneratore A1 – alternativo a T1

8.5.1 Assetto morfologico

Il sito è posto ad Ovest dell'asse della costa collinare del Bric Fracciate, sulla sommità del primo sperone morfologico perpendicolare alla suddetta costa a Nord della S.P. 12, ed a circa 450 m s.l.m.

In questo punto la sommità collinare è arrotondata e, per un limitato tratto (20-30 m) subpianeggiante, prima di giungere ad una piccola vetta (474.2 m); la larghezza è limitata a meno 30 m ed i versanti laterali, affluenti del Rio Pianfornetti, risultano possedere acclività da media ad elevata con morfologia accidentata, dovuta al subaffioramento del substrato roccioso (Foto n. 9 della Tavola n. 3).

8.5.2 Assetto litostratigrafico

Il substrato litoide è rappresentato in tale area dai conglomerati di Molare e, solo a qualche decina di metri di profondità, dal cristallino savonese. Lo strato di terreni di copertura è caratterizzato da uno spessore generalmente ridotto (< 5 m).

8.5.3 Considerazioni tecniche

A cause delle limitazioni logistiche presenti, quali ad esempio limitate dimensioni di aree subpianeggianti e maggiore acclività dei versanti laterali, tale sito può costituire un'alternativa al sito T1 solo ricorrendo ad importanti modifiche morfologiche della sommità della cresta collinare. Rispetto al sito del T1 esso dispone inoltre di un substrato roccioso di minor qualità a livello del piano di fondazione (conglomerati di Molare).

Esso potrà anche svolgere funzione di supporto in fase di realizzazione dell'aerogeneratore nel sito T1 come area di manovra per automezzi.

8.6 Aerogeneratori A2 ed A3 - alternativi a T1

8.6.1 Assetto morfologico

I siti A2 ed A3, entrambi di possibile alternativa a T1, sono tra loro prossimi (50-70 m l'uno dall'altro) e sono posti in corrispondenza del tratto sommitale della dorsale del Bric Fracciate, ove il crinale presenta un profilo debolmente cuspidato con fianchi ad acclività medio-elevata (Foto n. 11 della Tavola n. 3), ed a circa 510 m s.l.m.

In questo punto la sommità collinare è arrotondata, ma senza una vera e propria fascia pianeggiante o subpianeggiante di dimensioni compatibili con le dimensioni minime delle piazzole della struttura in progetto, a meno di effettuare importanti modifiche morfologiche della sommità della stessa cresta collinare.

8.6.2 Assetto litostratigrafico

Nella zona del Bric Fracciate il substrato litoide è solo subaffiorante ed è rappresentato dai conglomerati di Molare e, solo a qualche decina di metri di profondità, dal cristallino savonese. Lo strato di terreni di copertura è caratterizzato da uno spessore generalmente ridotto (< 5 m).

8.6.3 Considerazioni tecniche

A cause delle limitazioni logistiche presenti, zona di cresta collinare con carenza di fasce subpianeggianti e con acclività medio-elevata dei versanti laterali, tale sito può costituire un'alternativa al sito T1 solo ricorrendo ad importanti modifiche morfologiche della sommità della

cresta collinare. Rispetto al sito del T1 esso dispone inoltre di un substrato roccioso di minor qualità a livello del piano di fondazione (conglomerati di Molare).

8.7 Stoccaggio provvisorio terreni di risulta scavi

La realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori e delle infrastrutture e cavidotti di trasmissione dell'energia elettrica dagli aerogeneratori al punto di consegna comporterà la necessità di movimentare un volume di scavo che, per la fase transitoria del montaggio, nell'attuale fase di progettazione preliminare si può stimare pari a circa 3900 m³. Lo stesso volume verrà perlopiù riutilizzato per il ripristino e la parte in esubero sarà conferita in discarica o riutilizzata in altri siti o processi industriali, da individuarsi in fase successiva mediante apposito progetto di gestione terre e rocce da scavo.

In fase di cantiere si dovrà quindi disporre di una o più aree di stoccaggio che potrebbero essere individuate:

1. per il sito dell'aerogeneratore T1 nell'area compresa tra la Cà Cappelletta ed il Bivio Sella, preferibilmente in prossimità di quest'ultimo, sia per motivi logistici che per la minore acclività della fascia di terreno adiacente a quest'ultimo;
2. per il sito dell'aerogeneratore T2 nella parte di prato vicino alla T2, relativo al terrazzo alluvionale in destra orografica del Rio della Cappelletta, ed adiacente alla piazzola dello stesso aerogeneratore.

In considerazione dell'assetto litostratigrafico e morfologico dei due siti, non si ravvisano problematiche in merito alla stabilità delle stesse aree, purché venga tenuta adeguata distanza dal bordo delle scarpate o dei terrazzamenti presenti, nonché dai punti o aree segnalate come di possibile instabilità.

Le scarpate perimetrali delle aree di stoccaggio con altezza superiore a 1 m, costituite da terreni prevalentemente granulari di copertura o del substrato conglomeratico o roccioso, dovranno essere modellate con inclinazione non superiore a 30°. Per adottare valori superiori degli angoli di scarpa diminuendo la superficie d'ingombro, si dovrà prevedere la realizzazione di opere di contenimento provvisionali (p.es. scogliere provvisorie in blocchi e massi).

Al fine di prevenire processi erosivi da parte di acque meteoriche dilavanti, si dovrà provvedere alla realizzazione di un idoneo reticolo di canalette superficiali per la regimazione delle stesse, lungo il perimetro di tali aree.

9 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

9.1 Terreni di copertura

I terreni detritico-eluviali di copertura sono costituiti da abbondante scheletro, formato da ghiaia e pietrisco con subordinati clasti a spigoli vivi di maggiori dimensioni, in matrice limoso-sabbiosa.

Data l'abbondanza di frazione grossolana, questi materiali possono essere considerati terreni granulari, il cui comportamento meccanico è controllato principalmente dall'angolo di attrito interno, che aumenta con il grado di addensamento.

Su alcuni affioramenti, prevalentemente del sito T2 sono stati effettuati alcuni rilievi con il Pocket Penetrometer (Foto n.17 della Tavola n.3) per effettuare speditivamente una sua caratterizzazione geotecnica "di massa": si sono rilevati valori di Resistenza a compressione semplice U.C.S. mediamente compresi tra 0.5 e 1.0 MPa, caratteristici di un terreno di media compattezza.

Per il livello attuale di progettazione non sono state effettuate in questa fase altri tipi di prove in sito e/o di laboratorio e la quantificazione dei parametri fisico-meccanici, è stata effettuata prevalentemente per via indiretta facendo riferimento a quanto riportato nella letteratura scientifica. I parametri di seguito riportati, sono stati quantificati considerando un grado medio – basso di addensamento dei materiali in esame:

- φ' = 30° - 34° (angolo di attrito di picco)
- coesione c ≅ 0
- peso di volume γ_n = 18 - 19 kN/m^3 (1,8 – 1,9 t/m^3)

9.2 Substrato roccioso

Il basamento litoide, costituito da almeno tre litotipi, di cui due metamorfici (migmatiti e formazione del Santuario) e relativi al massiccio cristallino del savonese ed uno sedimentario di tipo conglomeratico relativo alla Formazione di Molare, è caratterizzato da requisiti geomeccanici variabili in funzione sia del tipo roccioso presente in sito che del grado di fatturazione e di alterazione. Tutte le tipologie rocciose presenti in zona, al di sotto della porzione superficiale formata da materiale più fratturato, si presentano probabilmente più compatte e con caratteristiche geomeccaniche assimilabili a quelle delle rocce lapidee contraddistinte da elevati valori della coesione.

Sia nel caso del substrato cristallino presente nell'area del T1, a causa della tessitura scistosa dell'ammasso litoide, che in quello dei conglomerati presenti nell'area del T2, geneticamente caratterizzati da significative eteropie (variazioni laterali) dovute all'ambiente di sedimentazione di alta energia, si evidenzia un comportamento anisotropo con valori di resistenza al taglio meno elevati nel caso di sforzi paralleli alle superfici di scistosità o di sedimentazione.

A titolo indicativo le rocce del ***substrato cristallino delle Migmatiti di Nucetto o della Formazione del Santuario***, ove risulti compatto l'ammasso roccioso, possono essere raggruppate nella ***Classe III*** della *classificazione di Bieniawski* (1989) che fornisce una valutazione quantitativa dell'influenza che i vari fattori fisici, meccanici e geologico - strutturali esercitano sulla qualità della roccia.

In particolare Agli ammassi rocciosi ricadenti in suddetta classe sono attribuiti (Bieniawski – 1989) i seguenti valori dei principali parametri geomeccanici:

- φ' = 25° - 35° (angolo attrito)
- c = 200 - 300 kPa (coesione)
- γ_n = 25 - 26 kN/m$_3$ (2,5 – 2,6 t/m$_3$)

Le ***rocce conglomeratiche appartenenti alla Formazione di Molare***, più spesso alterate ed intrinsecamente meno compatte a causa dell'assenza di metamorfizzazione, possono ragionevolmente essere collocate nella Classe IV della classificazione sopraccitata.

Agli ammassi rocciosi ricadenti in questa classe sono attribuiti i seguenti valori indicativi dei parametri geomeccanici fondamentali:

- φ' = 15° - 25° (angolo attrito)
- c = 100 - 200 kPa (coesione)
- γ_n = 24 - 25 kN/m$_3$ (2,4 – 2,5 t/m$_3$)

10 PROGRAMMA INDAGINI INTEGRATIVE

In fase di progetto esecutivo, si dovrà verificare quanto esposto circa l'assetto litostratigrafico e le caratteristiche geomeccaniche del substrato litoide, in corrispondenza dei siti ove saranno installati gli aerogeneratori.

A tale scopo si prevede l'esecuzione di n. 4 sondaggi meccanici a rotazione (una coppia per ciascuno dei siti dei futuri aerogeneratori), con avanzamento a carotaggio continuo mediante carotiere doppio, spinti ad una profondità indicativa di 30 m e con esecuzione di sismica down-hole e/o cross-hole al fine di determinare con sicurezza profondità, caratteristiche meccaniche e comportamento sismico del substrato roccioso stesso.

S.R.G. Studio associato
dr. Michele De Ruvo