



# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

## PROVINCE DI NUORO E SASSARI



COMUNE DI BITTI



COMUNE DI BUDDUSO'



# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "BITTI - TERENCESS"

Potenza complessiva 37,2 MW

## PROGETTO DEFINITIVO

DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE  
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

# G-R.2

*Studio Geologico*

*STUDIO DI COMPATIBILITA'  
GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA  
(ex Art. 25 NTA del PAI)*

COMMITTENTE

**GREEN  
ENERGY  
SARDEGNA 2**

S.r.L.

**Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano, Italia**

## GRUPPO DI LAVORO

Ing. Giorgio Floris: Coordinatore e progettista opere civili, elettriche e sottostazione

Geom. Michele Iai: Collaborazione progettazione parte civile, elettrica e sottostazione

Geom. Francesco Troncia: rilievi, elaborazioni grafiche e progettazione catastale

Dott. Geol. Fausto Pani: relazione paesaggistica - Sia - studio geologico  
simulazioni fotografiche

Dott. Maurizio Medda: relazione faunistica e piano di monitoraggio faunistico

Dott. For. Carlo Poddi: relazione pedo agronomica e vegetazionale

Dott. For. Carlo Poddi: relazione impatto acustico ante operam e bassa frequenza

Dott.ssa Archeo. Giuseppina Manca di Mores: relazione archeologica

Ing. Vincenzo Pinna: calcoli strutturali

Ing. Michele Losito, consulente scientifico Prof. Gianluca Gatto:  
relazione sui principali ponti radio nell'area del parco

Ce.Pi.Sar.: piano monitoraggio chiroterri

**SCALA:**

**FIRME**

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Integrazioni MIBACT DG ABAP Serv.V prot.31225 data 27/10/2020 e DG Ambiente della RAS prot.95596 data 19/11/2020				01/10/2021



## **REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

Comuni di Bitti (Nuoro) e Buddusò (Sassari)

### **GREENENERGYSARDEGNA2**

**Green Energy Sardegna 2 Srl**

Piazza del Grano 3, Bolzano, P.IVA e Cod. Fisc. 02993950217

## **PROGETTO DEL PARCO EOLICO “BITTI-TERENASS”, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA  
(NTA PAI Art. 25)**



## INDICE

1	PREMESSA .....	4
1.1	Richieste di integrazioni contenute nella nota prot. 95596 del 19.11.2021 (RAS – Assessorato della Difesa dell’Ambiente) .....	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO DI SETTORE .....	7
3	IL PAI E LE LINEE GUIDA .....	7
4	AMMISSIBILITÀ DELL’INTERVENTO .....	9
5	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO .....	11
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL’AREA DI PROGETTO .....	12
6.1	CARATTERI GEOLOGICI GENERALI E LINEAMENTI STRUTTURALI .....	12
6.2	COMPLESSI METAMORFICI CONNESSI CON LA COLLISIONE ERCINICA .....	16
6.2.1	COMPLESSO METAMORFICO ERCINICO PREVALENTEMENTE IN FACIES ANFIBOLITICA .....	16
6.2.2	Micascisti e paragneiss .....	17
6.2.3	Ortogneiss granodioritici e granitici .....	17
6.2.4	Paragneiss e micascisti in facies anfibolitica (39) e con sovraimpronta di alta temperatura .....	18
6.2.5	Anfiboliti con relitti di paragenesi eclogitica .....	18
6.3	COMPLESSO MIGMATITICO ERCINICO .....	18
6.3.1	Migmatiti .....	18
6.3.2	Ortogneiss e anfiboliti .....	19
6.4	IL COMPLESSO INTRUSIVO ERCINICO .....	19
6.4.1	Il corteo filoniano .....	23
6.5	COPERTURE TARDO-PALEOZOICHE E MESO-CENOZOICHE .....	24
6.5.1	SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA TARDO-PALEOZOICA .....	24
6.5.2	SUCCESSIONI SEDIMENTARIE MESO-CENOZOICHE .....	24
6.6	ASPETTI STRUTTURALI DELL’AMBITO LOCALE .....	25
6.7	CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELL’AREA .....	28
6.7.1	LE FORME ED I PROCESSI NEL TERRITORIO DI INDAGINE .....	30
6.7.2	CARATTERI MORFOLOGICI .....	33
6.8	CARATTERI GEOLITOLOGICI COMPLESSIVI DELL’AREA DEL PROGETTO .....	34
6.9	UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE .....	35
6.10	CONTESTO GEOLITOLOGICO E CARATTERISTICHE DEI SEDIMI DEL PARCO EOLICO (rev 2021) .....	36
6.11	CARATTERISTICHE DEL SEDIME DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO .....	37
6.11.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE SVOLTE .....	37
6.11.2	STRATIGRAFIE DELLE TRIVELLAZIONI A CAROTAGGIO .....	39
6.12	MODELLO GEOLOGICO DI SITO .....	44
6.12.1	MODELLO GEOLOGICO DI SITO 1 .....	44
7	RELAZIONE GEOTECNICA .....	45
7.1	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SEDIME .....	45
7.1.1	CONTESTO GEOLITOLOGICO E CARATTERISTICHE DEI TERRENI DEI SEDIMI DELLA SOTTOSTAZIONE DI CONNESSIONE .....	45
7.2	MODELLO GEOTECNICO DEL SITO .....	47
7.2.1	MODELLO GEOTECNICO DI SITO (area generatori) .....	47
7.2.2	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE .....	47



7.2.3	CEDIMENTI .....	48
7.2.4	STABILITA' DEL PENDIO .....	48
7.3	IL SITO DEI SINGOLI AEROGENERATORI.....	48
7.4	SEZIONE ESPLICATIVA.....	50
7.4.1	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE.....	51
7.4.2	CEDIMENTI.....	51
7.4.3	STABILITA' DEL PENDIO .....	51
8	LA PERICOLOSITÀ DI FRANA VIGENTE .....	52
9	INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO .....	52
10	LA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI FRANA.....	54
10.1	CARTA DELLA INSTABILITA' POTENZIALE DEI VERSANTI .....	54
10.2	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA .....	54
10.3	I TEMI E LE CARTOGRAFIE.....	56
10.3.1	Acclività .....	56
10.3.2	Geologia .....	56
10.3.3	ATTRIBUZIONE DEI PESI.....	56
10.3.4	LA SOMMA DEI FATTORI E L'ATTRIBUZIONE DELLA PERICOLOSITÀ POTENZIALE.....	57
10.3.5	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE POTENZIALE E REALE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO.....	58
10.3.6	IL VINCOLO IDROGEOLOGICO AI SENSI DEL R.D.L. N. 3267/1923.....	58
11	COMPATIBILITÀ GEOLOGICA .....	60
12	CONCLUSIONI .....	61



## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'attività di progettazione esecutiva del Parco Eolico di Bitti - Terenass, la **GREEN ENERGY SARDEGNA 2 s.r.l.** ha affidato agli scriventi il compito di approfondire le conoscenze geologiche e geotecniche al fine di disporre di parametri geotecnici sufficienti alla progettazione definitiva delle opere fondali delle torri di supporto degli aerogeneratori e della sottostazione funzionale alle fasi autorizzative (VIA e AU).

Uno degli aerogeneratori in progetto è posto in area perimetrata Hg2 PAI, cosa che rende necessaria la predisposizione del presente Studio di Compatibilità geologica e geotecnica.



*Google Earth – Gli aerogeneratori sono posti a cavallo del debole crinale che attraversa il pianoro naturalmente e che costituisce lo spartiacque tra Tirso e Posada*

La presente revisione recepisce la modifica del layout che consiste in una riduzione del numero degli aerogeneratori proposti a seguito dell'eliminazione delle turbine BT01, 02, 03, 04 e BT10 e in un leggero spostamento dell'aerogeneratore BT05. Tale modifica è stata proposta dalla società Green Energy Sardegna 2 Srl al fine di venire incontro alle esigenze di tutela del territorio, di ottemperare alle indicazioni risultanti dagli esiti dei monitoraggi ante operam, con particolare riferimento all'avifauna, e di dimostrare, pertanto, la disponibilità collaborativa e la volontà di proporre un'ipotesi progettuale che consenta il miglior rapporto costi/benefici e soddisfi le esigenze delle comunità locali, delle pubbliche amministrazioni coinvolte e l'esigenza di tutela ambientale, paesaggistica, socio-culturale ed archeologica delle aree coinvolte.

Pertanto, l'attuale configurazione impiantistica del parco eolico è quindi costituita da 6 aerogeneratori della potenza nominale di 6,2 MW cadauno, anziché 11 così come inizialmente proposto nell'ipotesi progettuale sottoposta ad iter procedurale di VIA, per una potenza nominale complessiva finale pari a 37,2 MW.



La presente relazione dà riscontro anche alle osservazioni pervenute con i seguenti pareri endoprocedimentali:

- MIBACT Servizio V prot. 31225 del 27.10.2020
- RAS – Assessorato della Difesa dell’Ambiente al prot. 95596 del 19.11.2021

Ai fini della presente relazione, sono rilevanti le seguenti modifiche progettuali:

- spostamento di circa 40 m verso est l'aerogeneratore BT05 al fine di prevedere la quota di imposta dell'aerogeneratore al di sotto dei 900 m s.l.m.;
- spostamento della cabina elettrica di smistamento collocandola nella piazzola di esercizio del WTG BT05;
- - modifica dell'ultimo tratto del cavidotto interrato di MT della dorsale al fine di portare il tracciato del cavidotto lungo la viabilità di accesso da realizzare per la futura SE di Buddusò nonché per le sottostazioni utente dei progetti di "Nule" e "Bitti – Area PIP" sempre di GES2;
- - spostamento dell'area di cantiere, prevista originariamente in prossimità del WTG BT04 ora cancellato, in prossimità dei WTGs BT05 e BT06;
- - spostamento dell'area di trasbordo prevedendola sempre lungo la SP10m ma anticipandola, nel senso di marcia dei mezzi di trasporto eccezionali, di circa 800 m.

### 1.1 Richieste di integrazioni contenute nella nota prot. 95596 del 19.11.2021 (RAS – Assessorato della Difesa dell’Ambiente)

3- Progr.	Regione Sardegna prot. 95596 del 19/11/2020	contrariamente a quanto affermato nello SIA, le opere interessano aree su cui insiste vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. n. 3267/1923, per cui la realizzazione del progetto comporta opere di trasformazione di terreno saldo in area di sedime, ai sensi dell'art7 del RDL 3267/1923 e suo regolamento RDL n. 1126/1926, e art. 19 - 21 della L.r. 8/2016, comerelevato dal Servizio ispettorato ripartimentale di Nuoro del CFVAnel parere di competenza;
5- Progr.	Regione Sardegna prot. 95596 del 19/11/2020	si segnala che, come rilevato dal Servizio Difesa del Suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni dell'Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, l'intervento ricade in aree perimetrate dal vigente Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), come a pericolosità da frana Hg3 e Hg2 e Hg1. Pertanto dovrà essere prodotto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'art. 25 delle N.A. del P.A.I., relativi al progetto delle opere in argomento, oltre alla dichiarazione in merito all'ammissibilità dell'intervento in esame ai sensi delle N.A. del P.A.I. di cui all'allegato n. 2 alla circolare 1/2019, allegata alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 19.02.2019;
6- Progr.	Regione Sardegna prot. 95596 del 19/11/2020	si rileva la incompletezza dell'analisi dei vincoli PAI vigenti, che deve contenere il preciso riferimento agli strumenti di pianificazione regionale ed in particolare: Piano di Assetto Idrogeologico, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviate (PSFF) e il Piano di gestione del rischio di alluvione, oltre che le aree di pericolosità individuate dagli studi presentati dai singoli Comuni ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle NA del PAI. Inoltre, alcune delle piste di progetto e dei tratti di cavidotto appaiono ricadere nel disposto normativo di cui all'art 30 ter delle N.A. del P.A.I., in quanto intersecano aree a pericolosità idraulica molto elevata (hi4), e quindi soggetto alle prescrizioni di cui all'art. 24 e 27, 30 ter delle N.A del PAI. Si osserva a questo proposito che le fasce di prima salvaguardia ex art. 30 ter delle N.A. del PAI, seppur rappresentate nella tavola 3 dello SIA,



		devono essere specificamente riferite al reticolo idrografico ufficiale individuato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015, che risulta costituito dall'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_elemento_idrico.shp del DBGT_10k_Versione 0.1(Data Base Geo Topografico 1:10.000), da integrare con gli ulteriori elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965.
--	--	---



## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO DI SETTORE**

Il presente documento è redatto secondo quanto richiesto dalla normativa vigente ed in particolare la normativa generale presa a riferimento è costituita da:

- Piano di Assetto Idrogeologico (NTA P.A.I - Aggiornamento 2020 (allegato B alla DGR 43/2 del 27/08/2020 predisposto a fini divulgativi e di agevole consultazione)

## 3 **IL PAI E LE LINEE GUIDA**

Nelle more della redazione di un Piano di Bacino unitario, la RAS, in ossequio al D.L. 180 (Sarno) convertito in legge con il n° 267, ha richiesto l'operatività per stralci operativi per la pianificazione tematica dei bacini idrografici, definendo nell'immediato la necessità della mappatura delle aree pericolose sulle quali impostare interventi di urgenza finalizzati alla messa in sicurezza e riduzione del rischio e interventi strutturali finalizzati alla riduzione del pericolo.

Parallelamente definisce la trasformabilità del territorio evitando di istituire nuovo rischio con l'attivazione di nuovi insediamenti e nuove infrastrutture in zone definite pericolose.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, redatto dal coordinamento unificato e basato sulle perimetrazioni di pericolosità operate da un diverso gruppo di lavoro per ogni singolo sottobacino regionale, approvato dall'Amministrazione Regionale con Decreto della Giunta Regionale del 30.12.2004 n° 54/33 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n° 3 del 21.02.2005, è stato pubblicato sul BURAS n° 8 del 11.03.2005.

A partire da tale data, la RAS, ha prodotto numerosi adeguamenti ed aggiornamenti al PAI ed oltre ad esso ha prodotto il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e il Piano Gestione Rischio Alluvioni.

Associate al PAI e peraltro costituenti le Linee Guida su cui è stato redatto il PAI stesso, sono state redatte delle Linee Guida di supporto all'attività di perimetrazione delle Aree di pericolosità di Frana (Hg) e di Inondazione (Hi), di definizione degli Elementi a rischio (E), nonché delle aree a conseguente Rischio di Frana (Rg) e di Inondazione (Ri).

Tali Linee Guida, costituiscono altresì fonte di definizione delle Linee Guida di Adeguamento dei Piani Urbanistici al PAI, redatte e diffuse dall'Assessorato dell'Urbanistica e degli Enti Locali della Regione Autonoma della Sardegna.

**La perimetrazione della pericolosità vigente nell'area risale quindi a:**

- **PAI – Variante generale CINSA (sub-bacini 5 e 6) parte aerogeneratori e strutture di connessione fino alla SS389;**

**La variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) relativa ai sub-bacini Posada-Cedrino (sub-bacino 5) e Sud- Orientale (sub-bacino 6) è stata adottata preliminarmente dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 4 del 21/12/2007 escludendo dall'adozione i dati descrittivi e cartografici meglio precisati nel corpo della delibera.**

**Con deliberazione n. 2 del 30 giugno 2008 il Comitato Istituzionale ha disposto, tra l'altro, di dare mandato al Segretario dell'Autorità di Bacino di procedere alla pubblicazione sul sito istituzionale della variante limitatamente alla parte frane.**

**La variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) relativa ai sub-bacini Posada-Cedrino (sub-bacino 5) e Sud-Orientale (sub-bacino 6) è stata adottata definitivamente dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 2 del 25 febbraio 2010.**

- **PAI – Variante CMT (sub-bacino 3) parte ricadente nel Bacino Coghinas (sottostazione e area di trasbordo).**

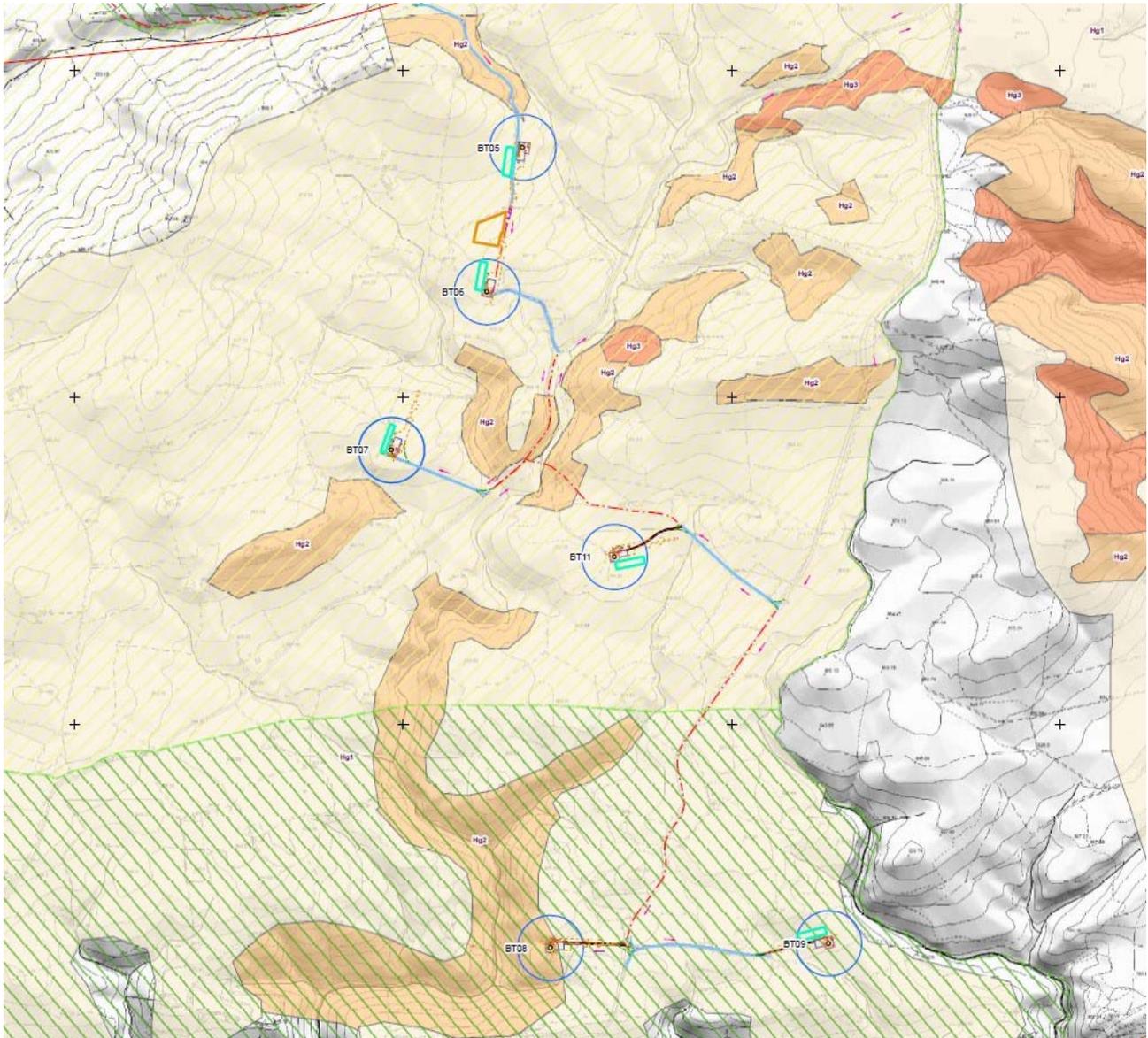
**La variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) relativa al sub-bacino Coghinas – Mannu - Temo (sub-bacino 3), è stata adottata preliminarmente dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 3 del 07/05/2014.**

**L'adozione definitiva dello studio di variante è avvenuta con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, n. 1 del 16/07/2015.**



Lo studio costituisce processo di revisione ed approfondimento del P.A.I., quale piano territoriale di settore e risponde all'esigenza di raggiungere una maggiore e accurata conoscenza delle problematiche di dissesto legato a criticità franose, con particolare riferimento ad alcune situazioni indefinite nell'attuale scenario regionale. Lo studio risponde inoltre alla necessità di revisionare, precisare o innovare le analisi relative a zone che nel frattempo, a decorrere dalla prima stesura del P.A.I., sono state oggetto di sopravvenuti imprevisti eventi di dissesto e che, comunque, hanno rilevato o prodotto uno stato di criticità del sistema geomorfologico.

Dal punto di vista amministrativo-territoriale l'area di studio interessa 101 Comuni, ricadenti totalmente o parzialmente nel sub bacino n° 3 Coghinas–Mannu-Temo, appartenenti alle Province di Sassari (64 comuni), Olbia-Tempio (14 comuni), Oristano (16 comuni) e Nuoro (7 comuni).



**Mappa – La pericolosità di frana dalla cartografia PAI (agg. 14/10/2021)**



## 4 AMMISSIBILITÀ DELL'INTERVENTO

La tipologia di intervento è trattata nell'Art. 33 e nell'Art. 31 delle NTA PAI:

### **ARTICOLO 31 Disciplina delle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)**

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

*e. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;*

*i. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici.*

### **ARTICOLO 33 Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2)**

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità media da frana **sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità molto elevata ed elevata da frana, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 31 e 32.**

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente:

*a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici;*

**ed è conseguentemente ammissibile.**

Al fine di valutare la compatibilità dell'intervento proposto è stato redatto uno Studio di Compatibilità geologica e geotecnica di cui all'Art. 25

### **ARTICOLO 25 Studi di compatibilità geologica e geotecnica**

1. In applicazione dell'articolo 23, comma 6, lettera b., nei casi in cui è espressamente richiesto dalle presenti norme i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità molto elevata, elevata e media da frana sono accompagnati da uno studio di compatibilità geologica e geotecnica predisposto secondo i criteri indicati nei seguenti commi.

2. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica non sostituisce le valutazioni di impatto ambientale, le valutazioni di incidenza, gli studi di fattibilità, le analisi costi-benefici e gli altri atti istruttori di qualunque tipo richiesti dalle leggi dello Stato e della Regione Sardegna.

3. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica:

*a. è firmato da un ingegnere esperto in geotecnica e da un geologo, ciascuno per quanto di competenza, iscritti ai rispettivi albi professionali;*

*b. valuta il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali;*

*c. analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dei dissesti attivi o potenziali dell'area interessata;*

*d. verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;*

*e. prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.*

4. Nei casi in cui leggi regionali o norme di piani territoriali e piani di settore della Regione Sardegna subordinino l'approvazione di progetti localizzati in aree di pericolosità da frana alla formazione di studi geomorfologici equivalenti agli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui al presente articolo questi ultimi possono essere sostituiti dai primi a condizione che contengano elementi valutativi di pari livello e che tale equivalenza sia espressamente dichiarata dall'Assessorato Regionale ai Lavori Pubblici.

5. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica è predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato F alle presenti norme.



6. I soggetti pubblici o privati titolari dell'attuazione degli interventi di mitigazione delle condizioni di pericolosità da frana e di rischio geomorfologico sono tenuti a formare e trasmettere alla Regione, al fine di predisporre elementi per le eventuali varianti del PAI di cui all'articolo 37, nuove mappature delle aree pericolose interessate dagli interventi elaborate alla scala della cartografia del PAI e con formati compatibili con il SIT della Regione.

7. Lo studio di compatibilità geologica geotecnica è approvato dall'Autorità Idraulica competente per territorio.

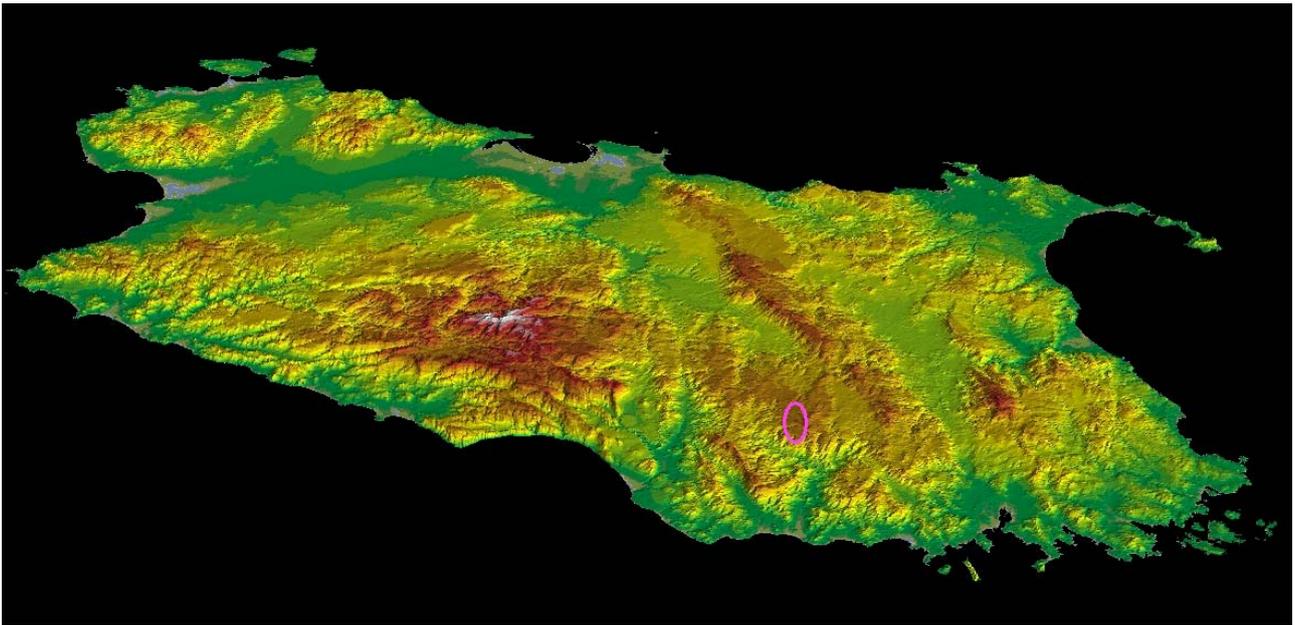


## 5 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Il territorio interessato dal progetto del Parco Eolico "Bitti-Terenass" è costituito da un'area peneplanata posta a cavallo dello spartiacque tra Posada - Tirso, si estende ad Est, verso il lago del Posada e verso Ovest verso la valle tettonica che accoglie il Tirso come sortisce dal massiccio di Benetutti-Nule e Buddusò.

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di 4 grandi domini:

- il sistema del peneplano ercinico;
- il sistema dei versanti verso la fossa occidentale ed il Goceano;
- il sistema dei versanti orientali verso Onani-Lodè.



*Simulazione 3d – Il sistema del rilievo della Sardegna con la posizione del Parco Eolico da SE*



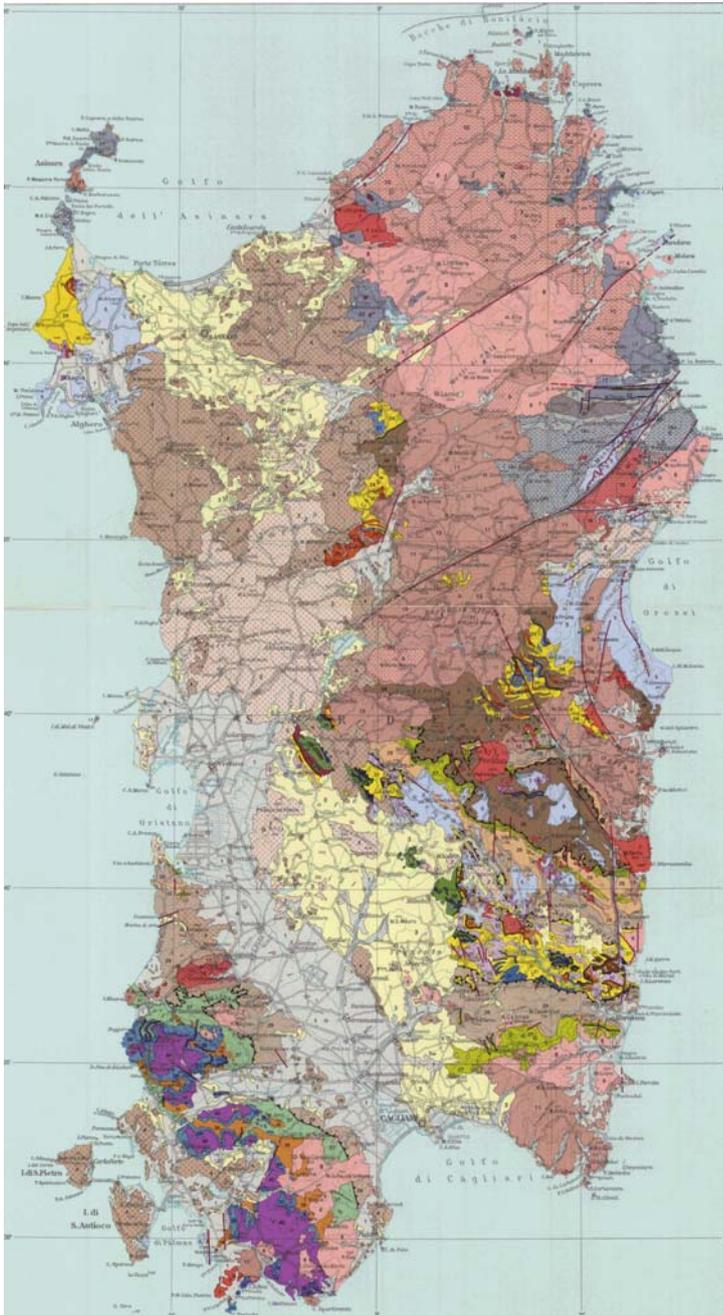
## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL'AREA DI PROGETTO

### 6.1 CARATTERI GEOLOGICI GENERALI E LINEAMENTI STRUTTURALI

La Sardegna (Carmignani et alii) è divisa in tre macro complessi geologici che affiorano per estensioni equivalenti:

- il basamento metamorfico ercinico; (in viola, grigio, verde e bruno)
- il complesso intrusivo tardo-ercinico; (rosa in varie tinte)
- le successioni sedimentarie e vulcanico tardo-erciniche, mesozoiche e cenozoiche (colori rimanenti).

Il basamento paleozoico sardo è un segmento della Catena Ercinica sud-europea, considerata, dalla maggior parte degli autori, una catena collisionale con subduzione di crosta oceanica e

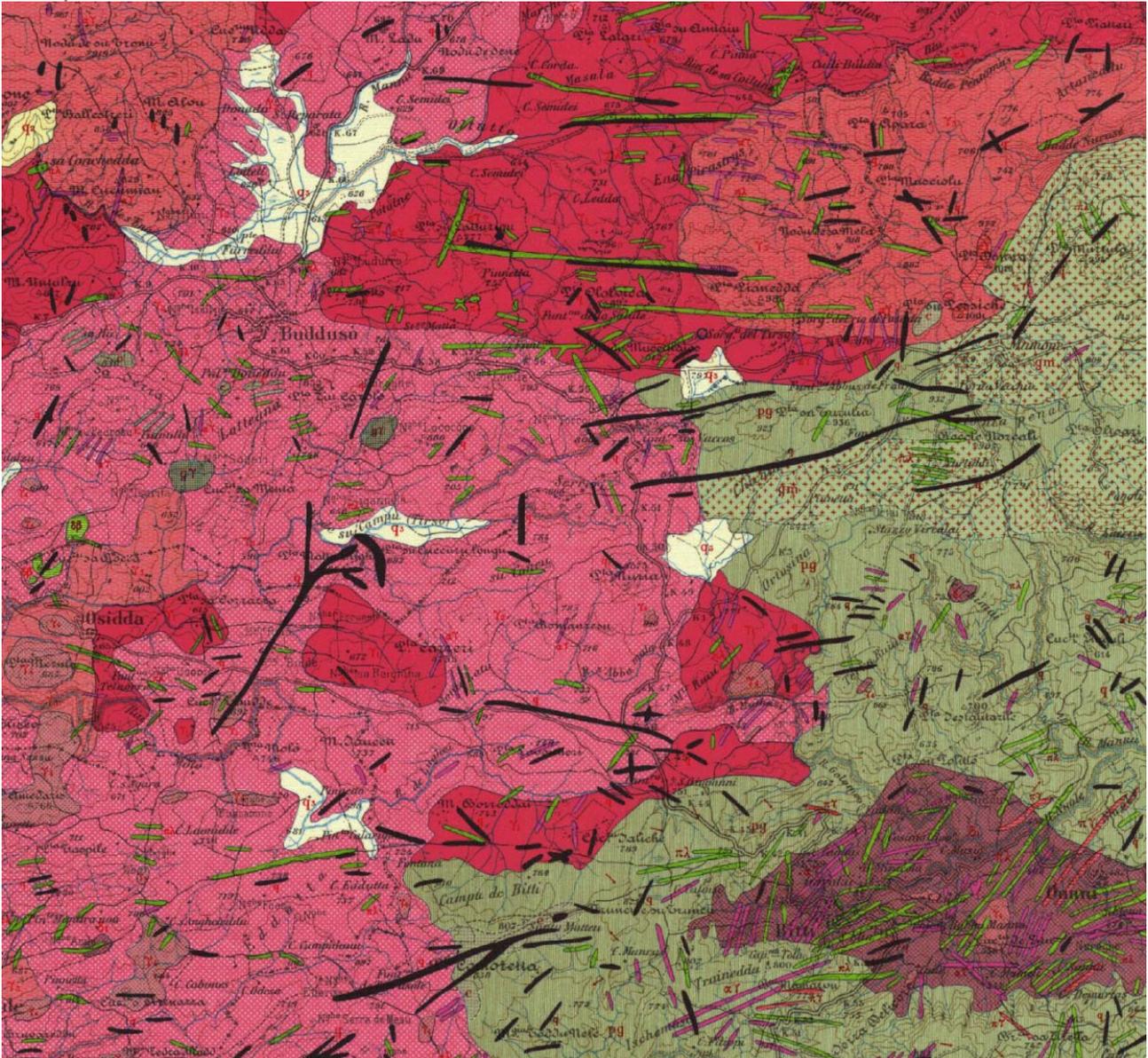


metamorfismo di alta pressione a partire dal siluriano, collisione continentale con importante ispessimento crostale, metamorfismo barroviano (datato a 339-350 Ma - DEL MORO et alii, 1991) e magmatismo durante il Devoniano superiore e il Carbonifero (MATTE, 1986; CARMIGNANI et alii, 1994).

La geometria collisionale della Catena Ercinica, in Sardegna, è ancora ben riconoscibile. Per Carmignani et alii (1992; 1994) il margine armoricano, sovrascorso, è rappresentato dal Complesso Metamorfico di Alto Grado che affiora nella Sardegna Settentrionale, mentre il margine del Gondwana, subdotto, è rappresentato da un Complesso Metamorfico di Basso e Medio grado strutturato in un edificio a falde. Questo edificio a falde, secondo Carmignani et alii (1979) è caratterizzato da una zoneografia barroviana progradata, mentre Franceschelli et alii, (1989) lo suddividono in Falde Interne e Falde Esterne, che affiorano nella Sardegna centrale e sudorientale.

I due complessi sono separati dalla Linea Posada-Asinara, lungo la quale affiorano frammenti di crosta oceanica con paragenesi relitte di ambientazione eclogitica (CAPPELLI et alii, 1992).

*Schema strutturale dell'area da Carmignani ed alii (Mem. Des. Della Carta Geol. D'Italia)*



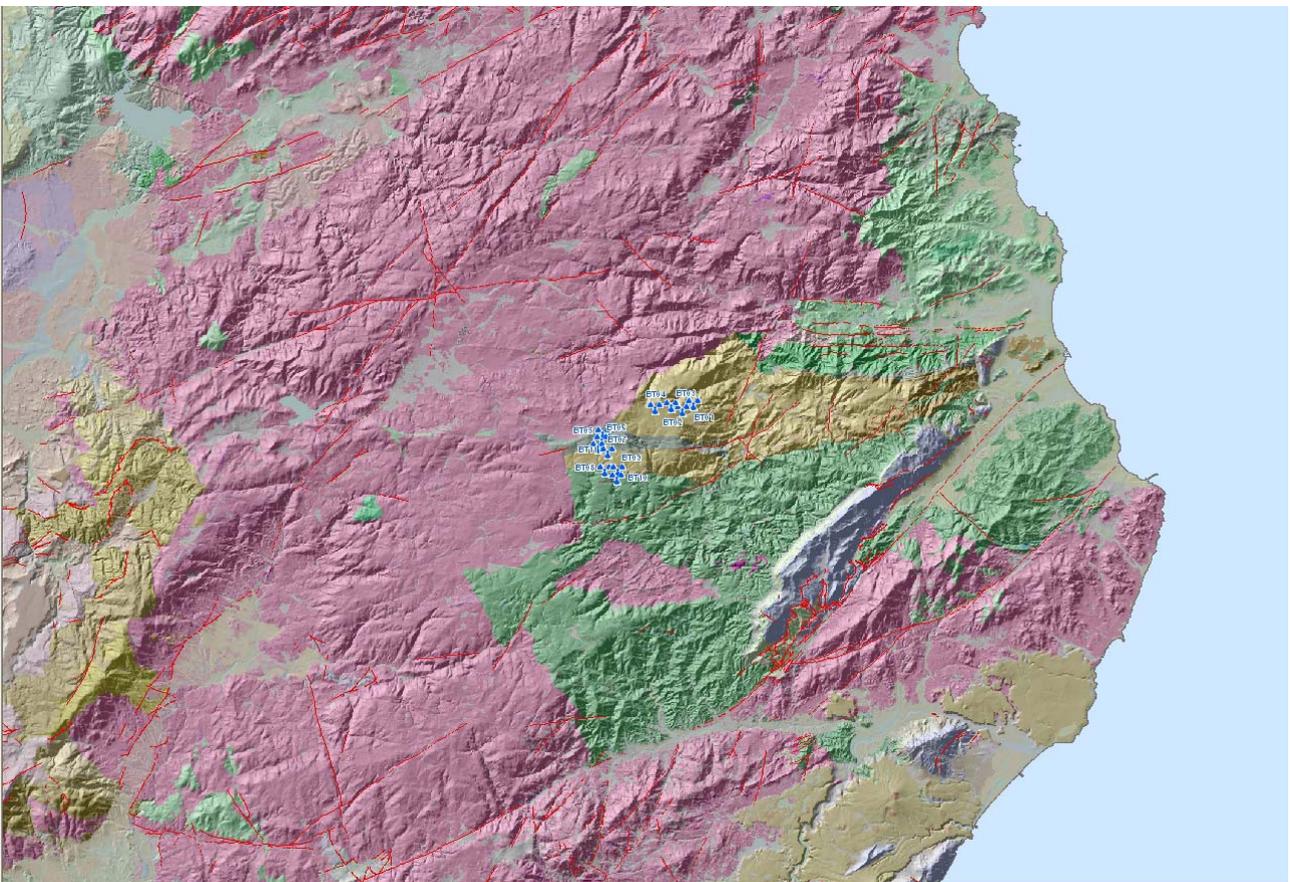
**La carta geologica alla scala 1:100.000 della unica stesura di semidettaglio esistente**

Successivamente a tale strutturazione collisionale, nel tardo-ercinico segue un'evoluzione caratterizzata dal collasso gravitativo della catena e da rilascio termico (metamorfismo di alto T/P). Nelle aree del Mediterraneo occidentale i processi estensionali legati al collasso dell'orogene ercinico sono attivi da 320 fino ad almeno 280 Ma (e.g. Massiccio Centrale e Montagna Nera: ECHTLER & MALAVEILLE, 1990; Pirenei: GIBSON, 1991). In Sardegna e Corsica l'evoluzione tardo-ercinica della catena, caratterizzata da una dinamica essenzialmente estensionale e/o trans-tensile, è dominata da processi esumativi attivi, come minimo, a partire da 308 Ma (età minima di chiusura della muscovite in migmatiti del complesso metamorfico di alto grado: MACERA et alii, 1989) e coincide con la messa in posto di gran parte delle plutoniti che formano il Batolite Sardo-Corso. Essa si esprime anche con diffuse manifestazioni vulcaniche e sub-vulcaniche in campi filoniani (ATTORI & TRAVERSA, 1986; VACCAIO, 1990) e con la genesi di bacini intracratonici stefaniano-autuniani.



**Mappa – L'area del Parco Eolico compresa nella Carta Geologica al 1:250.000**

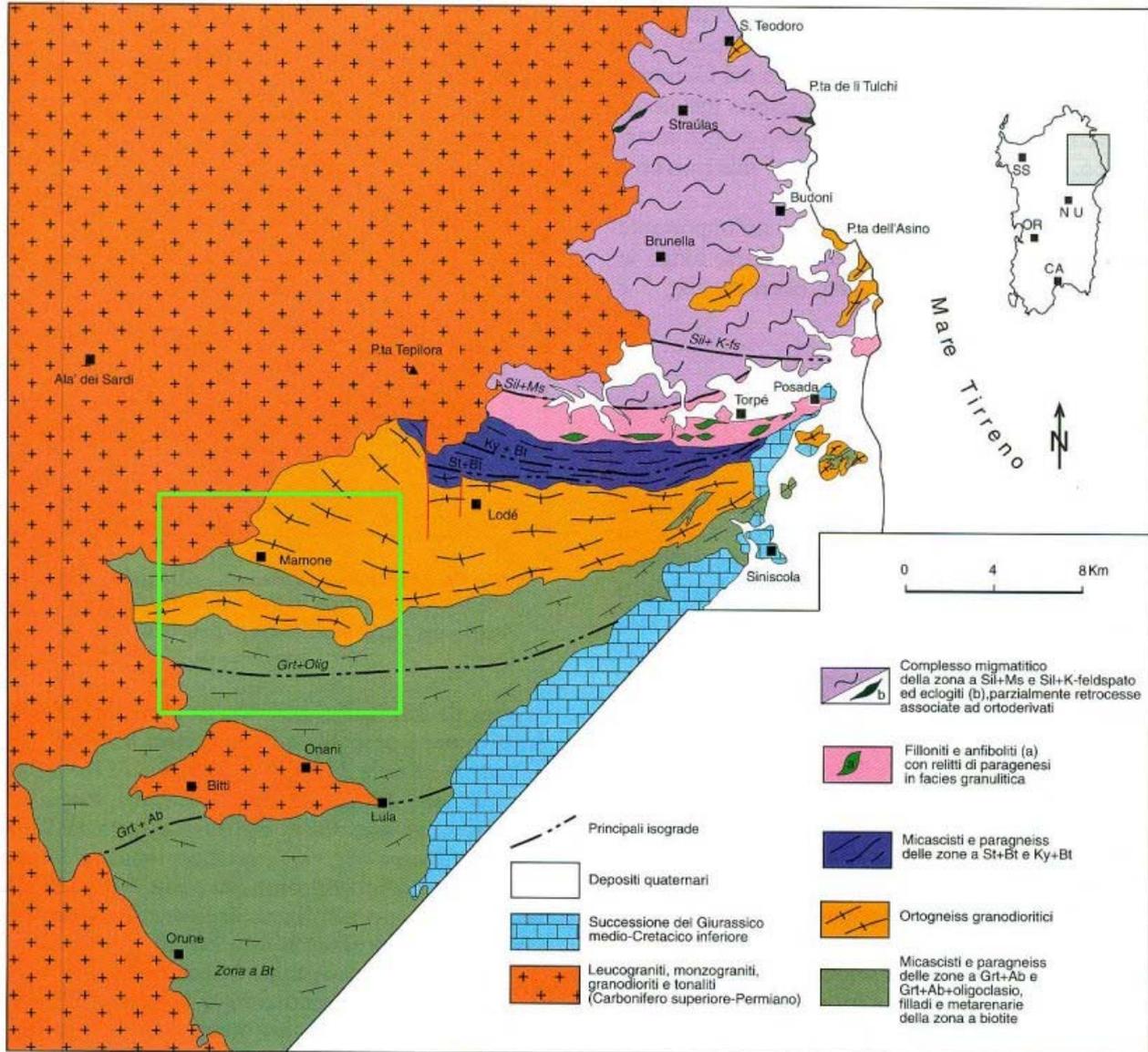
Successivamente, nel Permiano più tardo e poi nel Triassico inferiore un nuovo ciclo magmatico ad affinità alcalina post-orogena (BONIN, 1980), ancora associato a sedimentazione continentale, caratterizza il blocco sardo-corso.



**La geologia sovrapposta al modello del suolo per evidenziare correlazione tra forme e litologia**



Questo magmatismo in Sardegna è rappresentato da manifestazioni sub-vulcaniche ed effusive (BALZELLI et alii, 1987; CORTESOGNO & GAGGERO, 1999). Esso non può essere riferito al collasso della Catena Ercinica ma piuttosto alla riorganizzazione delle placche legata alla fase di rifting che, manifestatasi con trasgressioni marine fin dal Triassico superiore, porterà all'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese (CORTESOGNO et alii, 1998).



#### Schema strutturale dell'area da Carmignani ed alii (Mem. Des. Della Carta Geol. D'Italia)

Dopo l'Orogenesi ercinica altri settori di crosta strutturata in questo evento sono incorporati nella catena pirenaica, nelle Alpi e nell'Appennino, mentre il settore di crosta che attualmente costituisce il Blocco Sardo-Corso non è coinvolto in importanti eventi orogenici; mancano quindi le successioni alloctone di dominio oceanico che costituiscono l'edificio a falde della Corsica Alpina.

In Sardegna affiorano esclusivamente successioni mesozoiche comuni ai domini europei più esterni, caratterizzate da piattaforme carbonatiche di mare poco profondo; esse sono coinvolte



insieme a successioni sedimentarie e vulcaniche cenozoiche pre-burdigaliane in un'importante tettonica a carattere trascorrente che si manifesta tra l'Oligocene e l'Aquitano. Tale tettonica, con le sue manifestazioni transpressive e transtensive, viene messa in relazione alla collisione, cui è legato l'Appennino settentrionale, tra il blocco Sardo-Corso e l'Adria (CARMIGNANI et alii, 1994b; OGGIANO et alii, 1995; CARMIGNANI et alii 1995).

## 6.2 COMPLESSI METAMORFICI CONNESSI CON LA COLLISIONE ERCINICA

Come anzidetto, l'evoluzione stratigrafica preercinica (?Precambriano-Carbonifero inferiore) è delineabile con sufficiente chiarezza solo nella Sardegna centro-meridionale, prevalentemente nella Zona esterna e nelle Falde esterne. Andando verso NE, metamorfismo e deformazione aumentano e diventa sempre più difficile l'attribuzione stratigrafica delle metamorfiti. Nelle Baronie, dove le metamorfiti di medio grado presentano la maggiore continuità di affioramento, il grado metamorfico aumenta rapidamente verso NE; in una fascia larga circa cinquanta chilometri si passa infatti dalla facies a scisti verdi a quella anfibolitica e alle migmatiti. Da SW verso NE sono state distinte le zone a clorite, a biotite, a granato, a staurolite + biotite, cianite + biotite, sillimanite + muscovite e sillimanite + K-feldspato. Questa zoneografia è caratteristica di un metamorfismo di tipo barroviano.

Nel complesso migmatitico, come lungo la Linea Posada-Asinara, relitti di paragenesi di alta pressione sono conservati nelle anfiboliti (41) e testimoniano un'evoluzione polimetamorfica per almeno una parte di questo basamento. Nella zona più settentrionale (Gallura) gli affioramenti di metamorfiti sono isolati entro la massa dei granitoidi che diventano il litotipo dominante.

In questo paragrafo descriveremo: il Complesso intrusivo del Carbonifero superiore-Permiano e le metamorfiti di medio e alto grado della Zona interna della catena.

Secondo la ricostruzione geodinamica di CARMIGNANI et alii (1994b), il Complesso migmatitico deriva dalla crosta continentale armoricana, sovrascorsa sul margine Gondwaniano subdotto nel quale sono stati riconosciuti:

- il cuneo di accrezione (Complesso metamorfico ercinico prevalentemente in facies anfibolitica);
- le coperture del margine paleozoico del Gondwana precedentemente descritte (Complesso metamorfico ercinico in facies degli scisti verdi e anchimetamorfico, suddiviso in Falde interne, Falde esterne e Zona esterna).

I due margini sono separati da un'importante zona milonitica: la Linea Posada-Asinara, lungo la quale affiorano relitti di crosta oceanica.

### 6.2.1 COMPLESSO METAMORFICO ERCINICO PREVALENTEMENTE IN FACIES ANFIBOLITICA

Tutta la zona interna della Catena ercinica sud europea è caratterizzata dal sovrascorrimento di basamenti precambriani di alto grado, con metamorfismo plurifaciale e relitti di paragenesi eclogitiche e granulitiche (innermost cristalline nappes: MATTE, 1983), su unità di grado metamorfico più basso (BURG & MATTE, 1978). Il sovrascorrimento si realizza in regime duttile anche con inversione delle isograde del metamorfismo barroviano nelle unità sottoscorrenti (BURG et alii, 1984). Nel contatto tettonico sono spesso implicati relitti di crosta oceanica (RMEIRO et alii, 1964; BAYER & MATTE, 1979). In Sardegna il Complesso migmatitico ercinico ed il Complesso metamorfico ercinico prevalentemente in facies anfibolitica sono separati dalla Linea Posada-Asinara: una fascia milonitica, costituita da micascisti, paragneiss in facies anfibolitica e quarziti, che attraversa tutta la Sardegna settentrionale dalla foce del fiume Posada fino all'Isola dell'Asinara.



Come le suture oceaniche altrove descritte nella zona assiale della Catena ercinica europea, anche la Linea Posada-Asinara è caratterizzata per tutta la sua lunghezza da corpi di anfiboliti derivate da basalti di crosta oceanica, con relitti di metamorfismo di alta pressione. I corpi principali affiorano nella valle del Posada, nella bassa Gallura e all'Isola dell' Asinara.

Queste anfiboliti contengono relitti di ambientazione granulitica (GHEZZO et alii, 1979; GHEZZO & ORSINI, 1982) e, nella bassa Gallura, di ambientazione eclogitica (OGGIANO & DI PISA, 1992). In termini di elementi maggiori tutte le anfiboliti mostrano composizioni simili a quelle riportate per le tholeiiti oceaniche e le concentrazioni degli elementi con alta forza di campo (HFSE) indicano che i prato liti delle anfiboliti derivano da basalti ad affinità MORB.

Anche i pattern delle terre rare indicano una fusione parziale di una sorgente di tipo MORB impoverita, seguita da frazionamento. Un'isocrona Sm/Nd ha fornito per i protoliti un'età di circa 950 Ma e un rapporto iniziale  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  di 0,51167 (CAPPELLI et alii, 1992). La forte anomalia magnetica (CASSANO et alii, 1979) che marca tutta la Linea Posada-Asinara (fig. 50) potrebbe indicare importanti corpi mafici in profondità e suggerisce che tale lineamento rappresenti una struttura di importanza crostale (CARMIGNANI et alii, 1994b).

La Linea Posada-Asinara ha costituito una "zona di debolezza" persistente fino al Terziario. E' caratterizzata da un'importante metamorfismo retrogrado in facies a scisti verdi coevo con movimenti trascorrenti destri tardo-ercinici che interessano entrambi i complessi che essa mette a contatto (ELTER et alii, 1990; OGGIANO & DI PISA, 1992).

Inoltre, nella valle del Posada lo stesso lineamento è riattivato come faglia trascorrente destra anche nel Terziario (PASCI, 1997). Gli originari rapporti tra i due complessi metamorfici conseguenti alla collisione ercinica sono stati quindi modificati a più riprese.

### **6.2.2 Micascisti e paragneiss**

Sono attribuiti a questo complesso metamorfiti della zona a Grt + Ab e Grt + oligoclasio, derivate da originarie successioni silicoclastiche.

Si tratta di una importante, monotona successione di quarziti, metarenarie e micascisti. I termini più frequenti sono quelli a dominante fillosilicatica (micascisti a muscovite e biotite) con quantità subordinate di feldspati e quarzo. Seguono, in ordine di abbondanza, i termini metarenacei quarzoso feldspatici con componente fillosilicatica variabile (paragneiss) ed infine i termini quarzitici, talvolta pressoché puri.

### **6.2.3 Ortogneiss granodioritici e granitici**

Gli onogneiss granodioritici ("Ortogneiss di Lodè" Auct.) sono costituiti da orto derivati ben foliati e lineati, con inclusi melanocratici, di composizione gabbrodioritica, isorientati con la foliazione principale. La struttura blastica è costituita da un'associazione di quarzo, plagioclasio di composizione albitico-oligoclasica e subordinato microclino; le miche, rappresentate prevalentemente da biotite, sono organizzate in sottili livelli lepidoblastici anastomizzati intorno a domini a tessitura granoblastica, evidenziando la foliazione gneissica. Sono evidenti strutture indicative di un'importante deformazione milonitica, come livelli di quarzo ricristallizzato dinamicamente, strutture "S-C", porfiroclasti asimmetrici, ecc .. FERRARA et alii (1978) datano queste rocce a  $453 \pm 10$  Ma.

Le facies leucocratiche ("Gneiss occhiadini" Auct.) hanno un'età radio metrica di  $441 \pm 33$  Ma (FERRARA et alii, 1978) e una struttura occhiadina con porfiroclasti di quarzo, K-feldspato e plagioclasio in matrice essenzialmente muscovitico-cloritico-biotitica.

Queste metamorfiti sono state oggetto di numerosi studi a carattere geochimico, petrografico e radiometrico (RICCI, 1972; DI SIMPLICIO et alii, 1974a; DI SIMPLICIO et alii, 1974b; FERRARA et alii, 1978; MEMMI et alii, 1982; ELTER et alii, 1990). La formazione deriva da una originaria intrusione



composita. La facies dominante è di tipo granodioritico; le facies leucogranitiche ("Gneiss occhiadini" Auct.) sono sviluppate nelle zone periferiche del complesso plutonico.

#### **6.2.4 Paragneiss e micascisti in facies anfibolitica (39) e con sovraimpronta di alta temperatura**

Sono micascisti a  $Qtz+Pl+Bt+Ms\pm St\pm Ky\pm Grt$ , alternati a para gneiss derivati da originari litotipi arenacei e pelitico-arenacei, affioranti in corpi isolati di spessore variabile e quarziti. I minerali indice, la staurolite e specialmente la cianite, sono spesso destabilizzati da processi retro-metamorfici.

In Anglona e nell'Isola dell' Asinara i litotipi sopra descritti hanno una differente evoluzione termobarica. Le paragenesi mineralogiche dominanti sono di alto grado e sono caratterizzate dalla presenza di  $Al_2SiO_5$  quasi sempre accompagnato da cordierite. Questa impronta metamorfica di alto gradiente termico è posteriore all'evoluzione metamorfica di tipo barroviano testimoniata dai frequenti relitti mineralogici di staurolite, granato e plagioclasio. Le associazioni di alto gradiente termico documentano una rapida evoluzione decompressiva di alcune aree del basamento ercinico.

#### **6.2.5 Anfiboliti con relitti di paragenesi eclogitica**

All'interno dei micascisti precedenti affiorano corpi di anfiboliti derivate dal metamorfismo di basalti ad affinità oceanica (CAPPELLI et alii, 1992).

Sono corpi lenticolari ettometrici, talvolta con scistosità pervasiva parallela a quella dell'incassante, che affiorano nella valle del Posada, presso il Lago del Coghinas, nella bassa Gallura e nell'Isola dell' Asinara (fig. 53 e fig. 55). Queste anfiboliti mostrano caratteri mineralogici complessi che ne rivelano un' evoluzione metamorfica composita.

L'associazione mineralogica dominante comprende anfibolo, plagioclasio e granato. Frequenti strutture simplettitiche ad albite e clinopirosseno saliti co sono riconoscibili e sono probabili testimoni della destabilizzazione di pirosseno onfacitico di cui alcuni granuli sono conservati all'interno del granato (OGGIANO & DI PISA, 1992). Altre evidenze, quali strutture coronitiche di titanite intorno a rutilo ed ilmenite e plagioclasio attorno a granato (comunemente ritenute tipiche di retrometamorfismo da condizioni di alta pressione in rocce basiche), permettono di interpretare queste anfiboliti come eclogiti retrocesse, la cui evoluzione sembra differente da quella delle retro-eclogiti segnalate da MILLER et alii (1976) e FRANCESCHELLI et alii (1998).

### **6.3 COMPLESSO MIGMATITICO ERCINICO**

#### **6.3.1 Migmatiti**

Il Complesso migmatitico affiora a N della Linea Posada-Asinara entro i granitoidi. I protoliti sono con ogni probabilità precambriani. Secondo CARMIGNANI et alii (1994b) il Complesso migmatitico costituisce una falda cristallina sovrascorsa, durante la collisione ercinica, sulle metamorfite di medio grado che affiorano lungo la Linea Posada-Asinara.

La litologia dominante è costituita da migmatiti che mostrano una certa eterogeneità di tipologie tessiturali e composizionali (metatessiti, diatessiti, ecc.). Le metatessiti comprendono rocce che mostrano una più o meno pronunciata differenziazione selettiva in domini composizionali. Questa si manifesta con la formazione di leucosomi disposti in alternanza discontinua (da millimetrica a decimetrica) con melanosomi e paleosomi (La terminologia qui adottata per illustrare i caratteri tessiturali delle migmatiti è quella proposta da JOHANNES, 1988). I leucosomi hanno composizione trondhjemitoidale (contengono per lo più quarzo e plagioclasio, raro è il feldspato



alcalino) ed hanno struttura granoblastica, spesso orientata. I melanosomi sono composti da biotite, quarzo, plagioclasio, sillimanite, granato, muscovite. Queste strutture di tipo stromatico sono da attribuire a processi di smistamento in solidus, cioè non dovuti a fusione parziale in clima anatettico, e sono piuttosto frequenti (FERRARA et alii, 1978; OGGIANO & DI PISA, 1988; PALMERI, 1992).

I processi responsabili di una tale strutturazione vengono ricondotti ad una molteplicità di fattori, tra i quali quelli legati a meccanismi di pressure solution sembrano i più efficaci (SA WYER & BARNES, 1988).

Le diatessiti sono rappresentate da rocce in cui è evidente una mobilizzazione anatettica. Tra esse si osservano strutture agmatitiche, nebulitiche, a schlieren, che indicano un grado pronunciato di mobilizzazione, come pure strutture di tipo stromatico discontinuo, testimoni di processi di fusione parziale essenzialmente in situ.

Abbondante è lo sviluppo di feldspato alcalino che, assieme a plagioclasio e quarzo, costituisce la paragenesi fondamentale dei leucosomi. La composizione modale e le strutture di cristallizzazione rinvenibili al loro interno porta a considerarli corrispondenti a termini di minimum melt crostale a spese di protoliti ricchi in componente arenacea, come potrebbe essere suggerito dalla composizione isotopica iniziale dello stronzio calcolata a 300 Ma (età minima presunta per il processo anatettico) di alcuni di essi ( $86\text{Sr}/87\text{Sr} \sim 0,7105; 0,7108$ ; DEL MORO et alii, 1996). Il carattere tessiturale di maggior rilievo all'interno delle diatessiti è la compresenza di leucosomi a composizione trondhjemitoida, del tutto simili a quelli rinvenuti all'interno delle metatessiti, e di leucosomi a composizione granitica di natura anatettica. I rapporti di antecedenza osservabili sul terreno indicano chiaramente che i leucosomi trondhjemitoidi sono precedenti a quelli anafittici a composizione granitica (OGGIANO & DI PISA, 1988).

### 6.3.2 Ortogneiss e anfiboliti

All'interno del Complesso migmatitico sono stati distinti ortogneiss e corpi mafici e ultramafici.

Gli orto gneiss hanno caratteri composizionali e tessiturali molto vari; si va da gneiss monzogranitici, con relitti di grossi individui di K-feldspato in cui ancora si osservano relitti di tessiture occhiate (Porto Ottiolu, Golfo Aranci: Gallura, P.ta Scorno: Isola dell'Asinara, fig. 59), a gneiss granodioritici (diga del Liscia, Gallura, Tanaunella: Baronie, ecc.). L'ortogneiss di Tanaunella, in virtù di un'età Rb/Sr di  $458 \pm 31$  Ma, è stato assimilato agli ortogneiss ordoviciani conosciuti sia nella zona esterna che nel complesso in facies anfibolitica (DI SIMPLICIO et alii, 1974a).

Le mafiti ed ultramafiti (38) costituiscono corpi ettometrici all'interno delle migmatiti e mostrano un'evoluzione plurifaciale con uno stadio precoce di alta temperatura e pressione intermedio-alta (granulitico- eclogitico). I corpi mafici con relitti di metamorfismo granulitico, come quelli di Montigu Nieddu in Gallura (GHEZZO et alii, 1979) e di P.ta Scorno all'Isola dell'Asinara (CASTORINA et alii, 1996), sono interpretati come corpi basici stratificati intrusi in crosta inferiore. Altre anfiboliti con relitti eclogitici (p.ta de li Tulchi: Gallura, MILLER et alii, 1976) potrebbero derivare da tholeiiti continentali e testimoniare una fase di rifting del Paleozoico inferiore (RICCI & SABATINI, 1978).

## 6.4 IL COMPLESSO INTRUSIVO ERCINICO

Annullando i movimenti della deriva miocenica della Sardegna, le strutture fondamentali del basamento paleozoico sardo trovano la loro prosecuzione nei Mauri (WESTPHAL et alii, 1976), nella Montagna Nera e nel Massiccio Centrale Francese (ARTHAUD & MATTE, 1977).

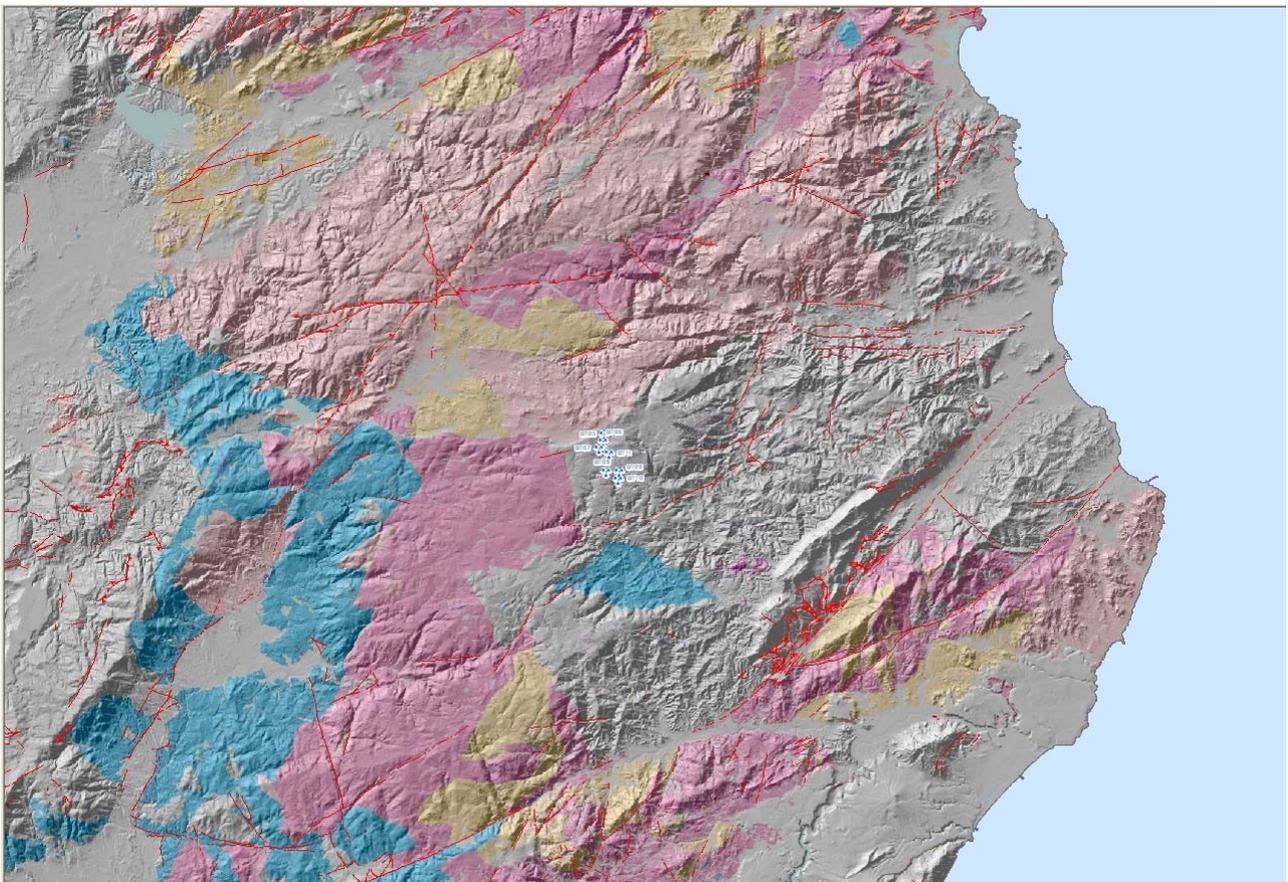
Il basamento metamorfico è costituito sia da Falde Esterne che da Falde Interne, le seconde sono presenti nella parte settentrionale dell'Isola.



I granitoidi tardo-ercinici costituiscono circa un quarto della Sardegna ed insieme con le intrusioni granitoidi della Corsica, formano il Batolite Sardo-Corso. Questo è il Batolite più importante della Catena Ercinica Europea, esteso per una lunghezza di 400 Km ed una larghezza di oltre 50, che si è messo in posto in un intervallo di tempo di circa 60 Ma, nel Visseano – Namuriano per i granitoidi della Corsica settentrionale (Rossi et alii, 1988), e nel Permiano Inf. per i massicci leucomonzogranitici come quelli di Buddusò (CASTORINA & PETRINI, 1989) e Tempo Pausania (DEL MORO et alii, 1996). Il lungo intervallo di tempo della messa in posto del batolite ha determinato cambiamenti nel quadro geodinamico che hanno determinato una elevata variabilità delle caratteristiche geotermiche e strutturali del complesso.

Nel Batolite Sardo-Corso, infatti vengono distinte due associazioni principali: una magnesio-potassica di età visseana-namuriana, presente nella Corsica settentrionale, e una calcicalina, riferibile al Carbonifero superiore-Permiano inferiore, che praticamente costituisce la quasi totalità dei granitoidi della Corsica meridionale e della Sardegna (ORSINI, 1980; COCHERIE, 1985; ROSSI & COCHERIE, 1991). A queste si aggiunge un'attività magmatica post-orogena a carattere alcalino anorogenco del Permiano medio-Triassico inferiore ben documentata solo in Corsica e che a rigore dovrebbe essere considerata post-batolite.

Secondo Rossi & Cocherie (1991) le tre associazioni presenti nel Batolite Sardo-Corso sono caratterizzate da età e profondità di messa in posto decrescenti, procedendo dall'associazione calcicalina magnesio-potassica a quella alcalina post-orogena.



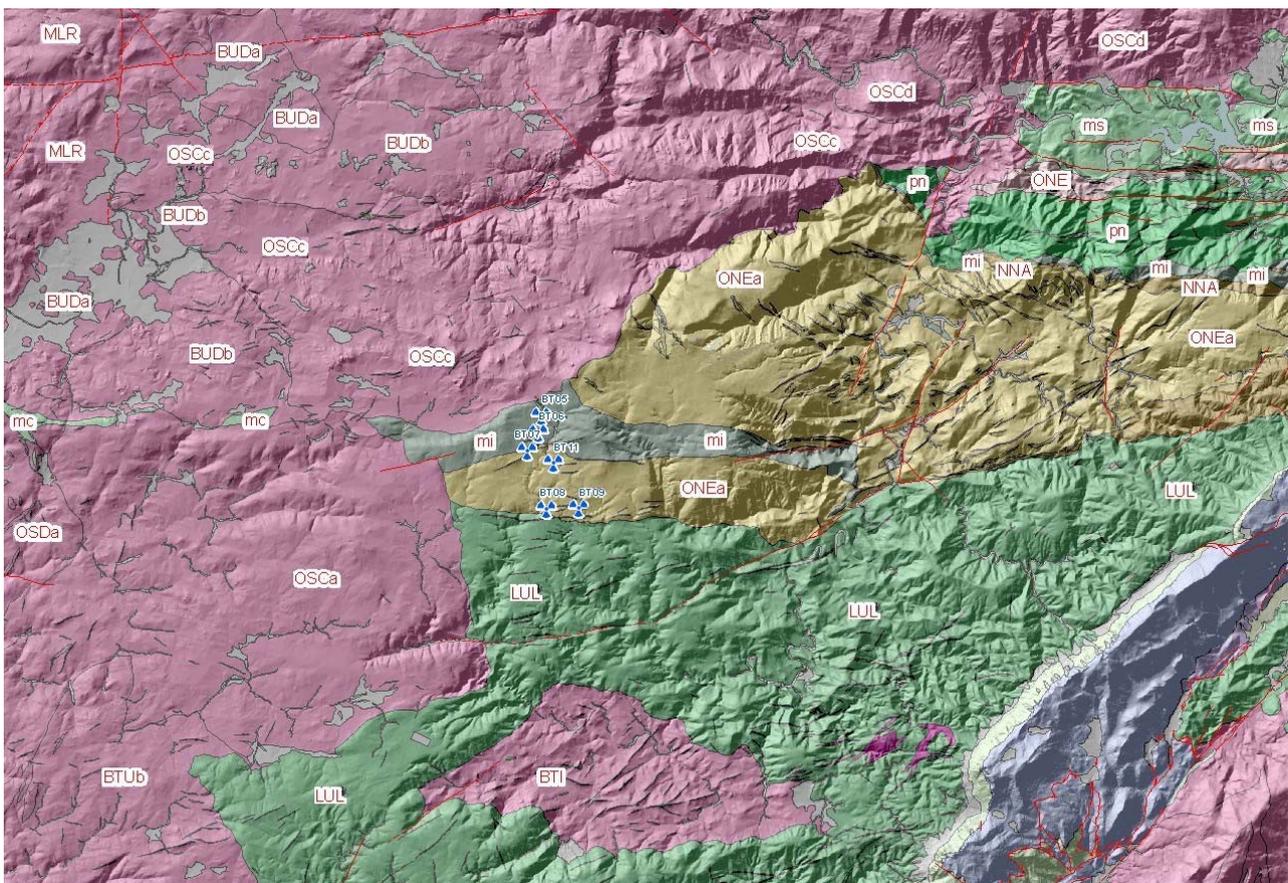
**Mappa – Le intrusioni maggiormente basiche (tonaliti e gabbri in azzurro) sono le più antiche come messa in posto, seguite dalle facies granodioritiche (in rosa intenso), monzogranitiche (in giallo-arancio) fino ai leucograniti (in rosa chiaro)**



Per la prima associazione di età namuriana (335-340 Ma), sono state stimate profondità corrispondenti 5-6 Kb; per la seconda, con età di messa in posto collocate tra 313 e 280 Ma (COCHERIE, 1985), sono stimate profondità di messa in posto a livelli anchi-epizonali, come nella Sardegna meridionale, oppure in crosta di origini più profonde ma già esumata e parzialmente erosa (CORTESOGNO et alii, 1998); come nella Bassa Gallura (Sardegna settentrionale), dove i monzograniti del massiccio di Tempio Pausania intrudono anche sedimenti e vulcano-sedimenti di età permo-carbonifera (DEL MORO et alii, 1996).

Per quanto concerne i rapporti tra la messa in posto dei vari plutoni e la tettonica ercinica, Grezzo & Orsini (1982) hanno distinto tra plutonici sin-,tardo- e post-tettonici, in riferimento all'ultima fase deformativi ercinica, ritenuta da questi autori ancora compressiva e, quindi, collocata all'interno della dinamica collisionale della catena. Solo le età radiometriche e le strutture esibite dai granitoidi appartenenti all'associazione magnesio-potassica della Corsica settentrionale sono compatibili con una messa in posto durante un regime collisionale ercinico ancora attivo.

In Sardegna, dove è presente solo l'associazione calcicalina, le età radiometriche, i rapporti tra filiazioni interne alle intrusioni e la strutturazione generale della catena, suggeriscono che l'assetto deformativi rilevato all'interno delle intrusioni, talvolta acquisito in condizioni di solid state flow da parte delle intrusioni, sia da mettere in relazione a zone di taglio transtensive successive all'impilamento delle falde, come nel Monte Serpeddi e Settefratelli (CARMIGNANI et alii, 1985), o comunque a zone di taglio connesse con una tettonica decompressiva, come nella Bassa Gallura (OGGIANO & DI PISA, 1988; MACERA et alii, 1989).



**Mappa - La geologia dell'area con le quattro formazioni principali che interessano il sedime di progetto dei 6 aerogeneratori**



In definitiva la messa in posto del batolite sardo è da ricondurre alla tettonica estensionale legata al collasso gravitativo della catena ercinica. Tale tettonica in Sardegna è sicuramente attiva a partire da almeno 307 Ma, cioè dalle più antiche età di chiusura isotopica Rb-Sr delle muscoviti dei graniti analettici della Bassa Gallura (la cui genesi è legata al regime esumativi della catena; MACERA et alii, 1989), e prosegue fino almeno all'Autuniano. Ad essa è ricondotto il metamorfismo regionale di alta T/P che si manifesta in alcuni settori della catena nel Nord-Sardegna (DI PISA & OGGIANO, 1987b; DEL MORO et alii, 1991; DI PISA et alii, 1993), lo sviluppo di bacini stefano-autuniani ed il vulcanismo calcalcalino del Permiano. Gran parte del platonismo calcalcalino del batolite sardo deve perciò ritenersi coevo alle vulcaniti ed ai sedimenti (almeno della loro parte basale) presenti nei bacini stefano-autuniani. In definitiva tali vulcaniti possono presentare la manifestazione effusiva del magmatismo essenzialmente intrusivo del batolite (ROSSI et alii, 1993; DEL MORO et alii, 1996).



**Foto – Le granodioriti etero granulari (OSCa) a grandi fenocristalli di KFd**

E' evidente che la connotazione sin-tettonica (sensu GREZZO & ORSINI, 1982) delle intrusioni vada più semplicemente ricondotta al quadro cinematica (comunque estensionale) esistente durante la loro messa in posto. Tale quadro, oltre che nel tempo, può variare anche nello spazio, per cui intrusioni coeve possono mostrare tessiture fortemente foliate oppure isotrope a seconda dei loro rapporti spaziali con zone di taglio. Per questo motivo nella distinzione delle diverse unità intrusive si è preferito non assegnare al "fabric" interno delle plutonici particolari significati in relazione alla storia tettonica ercinica, distinguendo solo i granitoidi foliati che esibiscono filiazioni acquisite in condizioni reologiche che variano dal submagmatic flow al solid state flow. Quasi tutte le altre intrusioni mostrano una più o meno marcata orientazione acquisita in condizioni di magmatic flow (CERCHI & MUSUMECI, 1992).

Per ciò che concerne i caratteri composizionali, il carattere calcalcalino dell'associazione granitoidale sarda è stato messo in evidenza da tempo ((DI SIMPLICIO et alii, 1974; ORSINI, 1980; BRALIA et alii, 1981; GREZZO & ORSINI, 1982; POLI et alii, 1989). Il complesso delle intrusioni mostra una grande eterogeneità petrografica che varia da quarzodioriti fino a leucomonzograniti a due miche, definendo trends da calcalcalino-trondhjemitici a calcalcalino-monzogranitici, in accordo con quelli definiti da



Lameyre & Bowden (1982). La serialità calcalcalina è indicata anche da alcuni caratteri minero-petrografici come la biotite ferrifera con tendenza evolutiva verso altri tenori in Fe + Mn, l'anfibolo di tipo ferro-orneblenda a tendenza tchermakitica, il plagioclasio zonato con zonature tipo patchy-zoning (Orsini, 1980). Le proporzioni dei vari termini dell'associazione calcalcalina, secondo la valutazione di Orsini (1980) sono così schematizzabili:

- granitoidi di composizione intermedia con SiO<sub>2</sub> 60-65% (tonaliti e granodioriti), 7% del totale d'affioramento;
- granitoidi di composizione acida con SiO<sub>2</sub> 60-75% (granodioriti e monzograniti), occupanti una superficie pari al 60% del totale dell'affioramento;
- granitoidi super-acidi con SiO<sub>2</sub> 75-78% (monzograniti e alaskiti, leucograniti s.l.), occupanti circa il 33% dell'affioramento;
- masse basiche occupanti una superficie totale < di 1%.

Il secondo gruppo di granitoidi, con carattere metalluminoso, è quello che presenta maggiore disomogeneità; più omogenei sono i leucomonzograniti, tra i quali non sono rare le intrusioni peralluminose.

Nel settore del Parco Eolico i granitoidi affiorano estesamente in tutto il territorio ed in particolare in modo continuo nel settore orientale.

I rapporti di campagna suggeriscono la precoce messa in posto, a livelli altocroscali, come piccoli filoni-strato suborizzontali e/o piccoli laccoliti, di una sequenza tonalitico-granodioritica che mostra strette affinità con la sequenza precoce riconosciuta nell'Arburese e nel Sàrrabus (zona Burcei - M. Narba).

Essa si trova a diretto contatto con il basamento metamorfico e risulta smembrata da una sequenza prevalentemente granodioritica, articolata in più corpi plutonici che di norma mostrano una marcata struttura orientata per flusso magmatico.

I leucograniti sono successivi a tutto il complesso plutonico e producono localmente effetti termometamorfici sulle granodioriti incassanti.

Lo schema di messa in posto di tipo basico==>acido, insieme alla presenza di una precoce sequenza tonalitico-granodioritica a diretto contatto con il basamento paleozoico, suggeriscono l'ipotesi di una periodica risalita di liquidi contenenti un'abbondante frazione fenocristallina attraverso fratture transtensive, con movimento rotazionale dei prismi e spostamento laterale delle masse già parzialmente consolidate.

Questo schema è molto simile a quello evidenziato nei complessi plutonici presenti nella parte frontale dell'edificio a falde (Arburese e Sàrrabus; BROZZU & MORBIDELLI, 1974; SECCHI, 1987; BROZZU *et alii*, 1994).

#### **6.4.1 Il corteo filoniano**

Tutto il batolite è intersecato da un corteo filoniano acido e basico caratterizzato da un ampio spettro composizionale e da complessi rapporti con le rocce incassanti. Le orientazioni prevalenti dei filoni variano progressivamente da direzioni mediamente NE-SW nella Sardegna settentrionale, a direzioni N-S fino a NNW-SSE in quella meridionale.

GHEZZO & ORSINI (1982) descrivono sinteticamente il complesso filoniano del basamento sardo. I principali tipi petrografici riconosciuti sono: filoni basici ad affinità calcalcalina e shoshonitica (BECCALUVA *et alii*, 1981), filoni lamprofirici, filoni camptonitici (BALDELLI *et alii*, 1987), e filoni a composizione da intermedia ad acida, per lo più associati alle plutoniti del batolite e probabilmente ad esse geneticamente collegati.

ATZORI & TRAVERSA (1986) distinguono i seguenti gruppi di filoni: (a) filoni calcalcalini (a composizione da andesite basaltica a riolite); (b) basalti ad affinità tholeitica e transizionale; (c) rioliti a carattere peralluminoso; (d) basalti alcalini, hawaii e mugeariti.



## 6.5 COPERTURE TARDO-PALEOZOICHE E MESO-CENOZOICHE

### 6.5.1 SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA TARDO-PALEOZOICA

Successioni vulcano-sedimentarie tardo-paleozoiche giacciono in netta discordanza angolare sul basamento metamorfico in molte parti dell'Isola, in bacini di età stefaniano-permiani sviluppatasi durante la fase distensiva post-collisionale, contemporaneamente all'esumazione delle metamorfite ed alla messa in posto del batolite e del suo corteo filoniano (CARMIGNANI *et alii*, 1992).

Il ciclo inizia localmente (Iglesiente, Sardegna SW) con sedimenti stefaniani (COCOZZA, 1967; DEL RIO & PITTAU, 1998) e forse del Westfaliano D (FONDI, 1979), ma nei bacini della Sardegna centro-orientale i termini più antichi sono generalmente ritenuti autuniani (CASSINIS *et alii*, 1999, e bibliografia). In Nurra, GASPERI & GELMINI (1980) hanno distinto i depositi autuniani (Formazione di Punta Lu Caparoni) dal resto della sovrastante successione detritica permo-triassica; questi autori correlano i primi, dal punto di vista lito e crono-stratigrafico, con tutti i depositi riferibili al Permiano inferiore della Sardegna centrale e sud-orientale. Dal punto di vista biostratigrafico le flore fossili autuniane presenti nella Formazione di Punta Lu Caparoni (PECORINI, 1962; GASPERI & GELMINI, 1980) sono confrontabili con quelle rinvenute durante il rilevamento a Perdasefogu e in affioramenti limitrofi (RONCHI & SARRIA, 1996; RONCHI *et alii*, 1998).

In alcune aree della Sardegna orientale, in particolare in Ogliastra, sono presenti tre bacini: Perdasefogu, Escalaplano e M. Ferru. Quest'ultimo rappresenta essenzialmente un bacino magmatico, mentre i primi sono costituiti da depositi continentali fluvio-lacustri con associate vulcaniti prevalentemente acide, depositi in limitate depressioni tettoniche del basamento.

Analoghe successioni si ritrovano, sullo zoccolo ercinico di buona parte dell'Europa meridionale (CASSINIS *et alii*, 1995, 1999; SCHOLLE *et alii*, 1995a; e bibliografie).

La composizione delle vulcaniti è variabile da riolitica ad andesitica. Queste rocce si sono messe in posto sia come lave che come piroclastiti e brecce vulcaniche; sono inoltre presenti corpi subvulcanici di composizione prevalentemente riolitica (Porfidi quarziferi *Auct.*). Questa attività vulcanica è generalmente collegata al grande complesso calcocalino prevalentemente intrusivo che chiude il ciclo orogenico ercinico; le età radiometriche mostrano peraltro che diversi granitoidi e filoni di porfidi granitici sono coevi alla sedimentazione ed all'attività vulcanica dei bacini stefano-permiani.

Movimenti tettonici, alla fine del Permiano, hanno più o meno fortemente dislocato i depositi tardo-ercinici, con basculamenti di blocchi che hanno portato la superficie di trasgressione e gli strati sovrastanti ad inclinazioni fino a 70° (BOI *et alii*, 1989).

### 6.5.2 SUCCESSIONI SEDIMENTARIE MESO-CENOZOICHE

Nel Mesozoico l'Isola non è interessata da importanti fasi deformative. Fino al Giurassico inferiore la Sardegna costituiva un alto strutturale in parte a lungo emerso, probabilmente una propaggine del Dominio Brianzonese delle Alpi occidentali (BARBERI & CHERCHI, 1980, 1980, e bibliografia). Su questo alto strutturale la trasgressione è avvenuta in maniera completa solo nel Dogger, quando si è stabilita una vasta piattaforma carbonatica, i cui resti sono presenti anche nell'area, ove ricoprono in discordanza sia il basamento paleozoico sia le successioni stefano-permiana e triassica.

Dove la successione mesozoica è più completa (Nurra, Sulcis) è documentata una lacuna, talvolta associata a discordanza angolare, che comprende il Cretacico medio (Fase Austriaca). Alla fine del Cretacico si ha nuovamente un'emersione che sembra interessare tutta l'Isola; la lacuna comprende quasi tutto il Paleocene (Fase Laramica).

Depositi trasgressivi



dell'Eocene inferiore sono ben rappresentati nella Sardegna meridionale ed anche nell'area. Con l'Eocene medio-superiore in tutta l'Isola tornano a ristabilirsi condizioni di continentalità (Fase Pirenaica) che perdurano per l'intero Oligocene.

Al passaggio Oligocene-Miocene il blocco sardo-corso ha funzionato da retropaese della catena nord-appenninica ((ALVAREZ & COCOZZA, 1974; CARMIGNANI *et alii*, 1994, 1995). Sia la "Corsica ercinica" che la Sardegna settentrionale sono interessate da una importante tettonica trascorrente che, attenuata, arriva ad interessare anche la zona.

In Sardegna di solito le trascorrenti seguono discontinuità del basamento ereditate dalla tettonica ercinica (PAsCI, 1995, e bibliografia), con interferenze che determinano un loro andamento non rettilineo. Questa geometria di faglie non rettilinee provoca zone di transpressione in cui le successioni mesozoiche possono essere piegate e raddoppiate, o il basamento può essere carreggiato sulle coperture, e zone di transtensione con sviluppo di bacini *pull-apart* colmati da depositi prevalentemente continentali dell'Oligocene superiore-Aquitano, con innesco dell'attività piroclastica del ciclo calcareo (OGGIANO *et alii*, 1995; ASSORGIA *et alii*, 1995).

Durante il Miocene inferiore e medio, contemporaneamente alla rotazione del blocco sardo-corso (Burdigaliano; ALVAREZ & COCOZZA, 1974) ed all'apertura del Bacino Balearico e del Tirreno settentrionale, si sviluppa tra il Golfo di Cagliari e quello dell'Asinara un sistema di fosse con sedimentazione prevalentemente marina, a cui sono intercalati notevoli spessori di vulcaniti a chimismo variabile da basaltico a riolitico e con chiara affinità calcareo. L'età radiometrica dei prodotti magmatici, compresa tra 30 e 14 Ma, con un netto massimo di frequenza intorno a 19 Ma (BECCALUVA *et alii*, 1985, 1989), è in buon accordo con i dati stratigrafici.

La successione è suddivisa in numerose formazioni pre-, sin- e post-rift (CHERCHI & MONTADERT, 1982a,b; CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984; CHERCHI, 1985) di ambiente da continentale a lacustre, a marino, sempre con forti apporti terrigeni.

Nella parte orientale dell'Isola sono attribuiti all'Oligocene superiore – Miocene inferiore dei depositi fluviali che, con spessori molto modesti, affiorano anche nel settore.

A partire dal Miocene superiore e nel Plio-Quaternario tutta l'Isola è interessata da un'importante tettonica distensiva (MARINI & MURRU, 1983) a cui sono legate estese manifestazioni vulcaniche prevalentemente basiche e ad affinità alcalina, transizionale e tholeitica, messe in relazione con l'apertura del Tirreno centro-meridionale.

Questa tettonica è ben documentata anche nell'area di studio da sistemi di faglie normali orientate da N-S a NW-SE (nella zona settentrionale), responsabili anche del modellamento del margine continentale centro-orientale dell'Isola.

## 6.6 ASPETTI STRUTTURALI DELL'AMBITO LOCALE

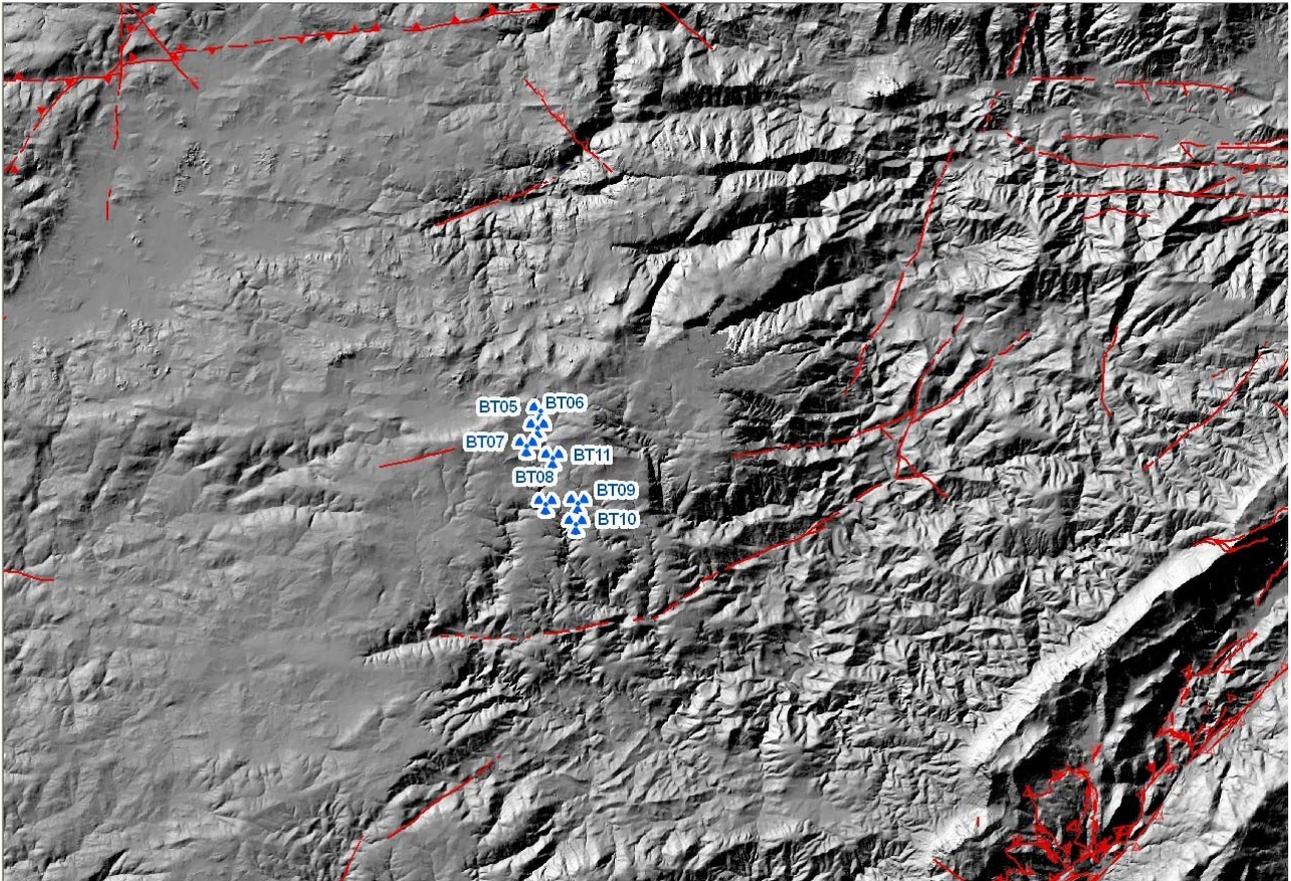
Le grandi lineazioni strutturali, ed in gran parte i sistemi di faglie minori che caratterizzano l'area, mostrano un trend comune a tutta l'area che si mostra come il complesso cicatriziale del sistema delle falde, delle intrusioni granitiche e della tettonica disgiuntiva successiva.

Ciò che affiora nel settore, ben riconoscibile è in sistema delle falde metamorfosate e caratterizzato da una marcata zoneografia metamorfica. Il settore si trova immediatamente a Sud della Linea Posada-Asinara, lungo la quale affiorano frammenti di crosta oceanica con paragenesi relitte di ambientazione eclogitica (CAPPELLI *et alii*, 1992). Il metamorfismo di alto grado caratterizza il sistema dei lembi di falda di copertura delle unità antiche. Immediatamente a sud del Parco eolico, ritroviamo l'unità delle filladi di Lula che, meno interessata dal metamorfismo, ha caratteristiche meccaniche molto inferiori. Il sistema di faglie locali è parallelo, in gran parte alle lineazioni principali, rendendo il paesaggio geologico "isorientato" secondo NE-SO.

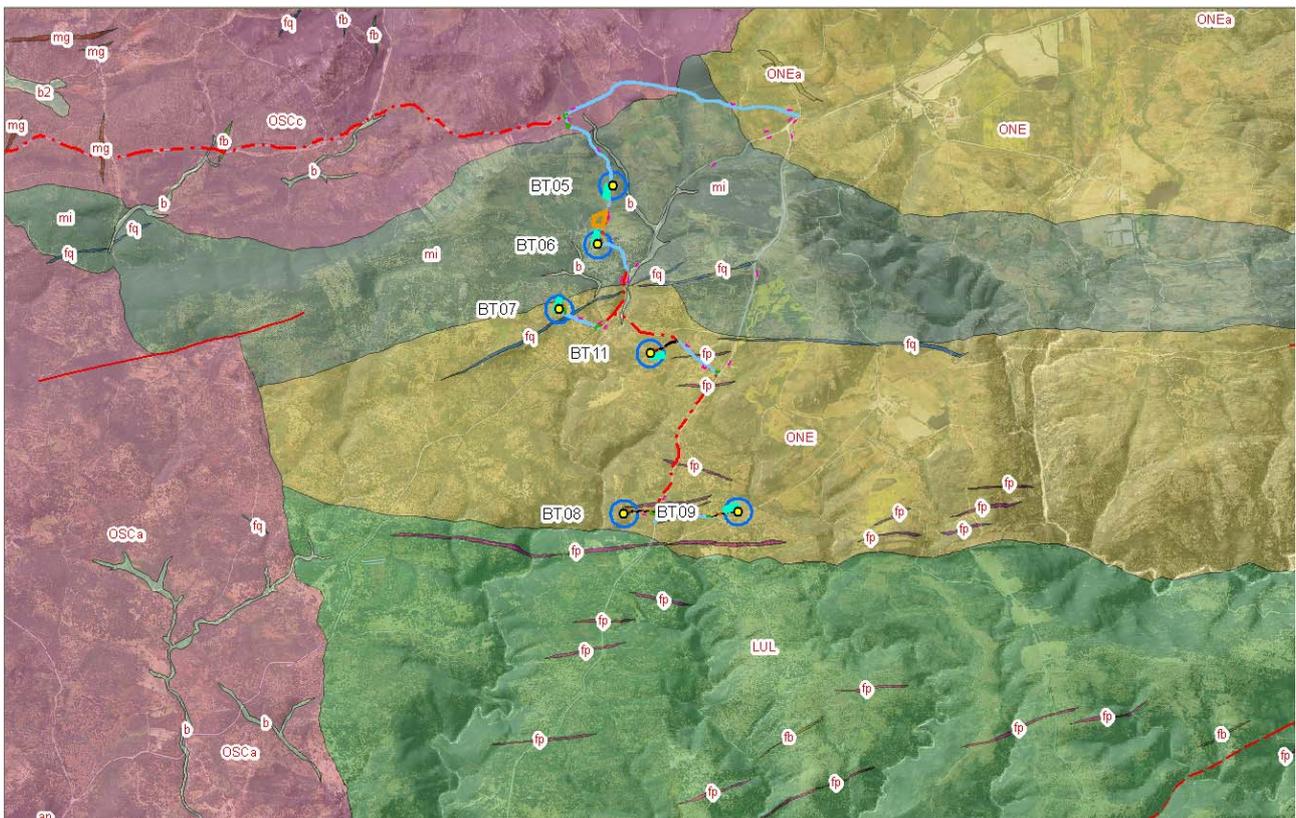
Tale trama strutturale è poi la guida principale al reticolo idrografico ed al suo approfondimento/ringiovanimento PlioQuaternario. In particolare, l'area ed il settore del pianoro in



generale, costituiscono un alto strutturale omogeneo, tettonicamente stabile e scarsamente suscettibile di ringiovanimenti tettonici.

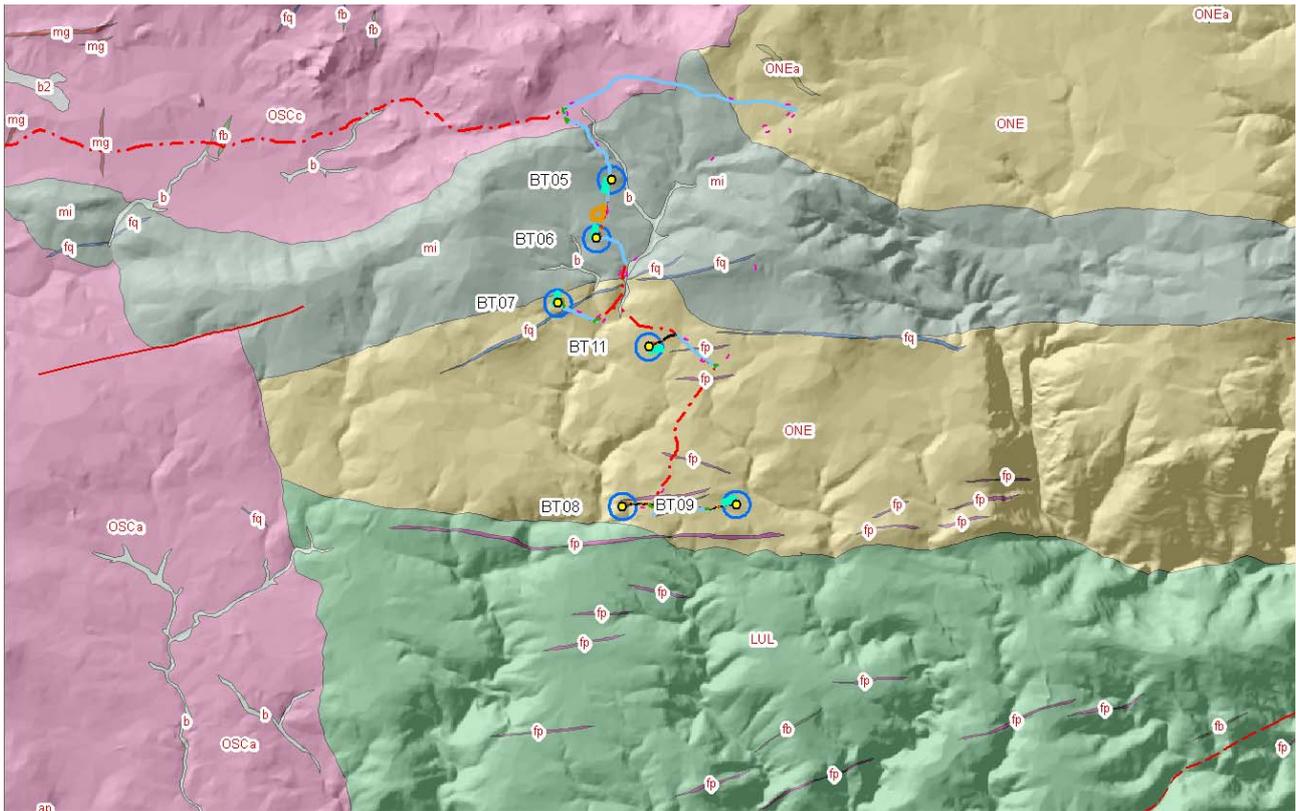


**Lineazioni strutturali dell'area vasta del Parco eolico**



**Lineazioni strutturali dell'area ristretta del Parco eolico su ortofoto 2016 e DTM hill shaded**

Fausto Alessandro Pani e Roberta Maria Sanna - Geologi



*Lineazioni strutturali dell'area ristretta del Parco eolico su DTM hill shaded*



## 6.7 CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA

L'origine dell'attuale assetto geologico, che rappresenta la base per la successiva morfologia quaternaria, è da attribuire, come indicato nel paragrafo "Inquadramento geologico generale", principalmente, a cause tettoniche.

Il settore in oggetto è parte dell'Horst tettonico che fa da contraltare alla fossa Sarda, ed è il risultato è il risultato dell'abbassamento del settore della Fossa, che lo ha lasciato isolato a dominare gran parte della dorsale orientale della Sardegna.

Alla fine del paleozoico, l'ingressione marina che preludeva al mare mesozoico, ha spianato interamente l'area.

Nell'area attorno al settore di progetto non sono presenti formazioni successive alla peneplanazione ercinica, fatti salvi suoli, colluvi e depositi alluvionali nei fondivalle.

Solo a sud-est, il Monte Albo costituisce un riferimento geologico successivo a tale vasto processo di modellazione geomorfologica.

Di contro, tutta l'area interessata dal Parco è costituita dalle metamorfite e altresì, è ricompreso nel Bacino idrografico del Posada.

Il sito di indagine risulta attualmente morfologicamente e tettonicamente stabile (o quiescente se si preferisce).

Le basi topografiche, morfodigitali e iconografiche, utilizzate in sede di analisi foto interpretativa multi temporale, per consentire un confronto diacronico sono state:

### ○ FONTI CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE

- Carta 1:50.000 La Marmora 1834-1839 (raster) (informatizzazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 IGM 1890-1930, IGM 1950-1968, IGM 1987-1994 (inf. Geostudi)
- Carta 1:10.000 ETFAS 1952 - 1955 (raster) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 1968-1970 (raster) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 1996 - 2000 (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2008 GEODB\_MP 10k(vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carte 1:2.000 vettoriale di ampie aree (Compucart)
- Carta 1:10.000 DBGT10k(vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 DBGT2k (vettoriale) (fonte R.A.S.)

### ○ FONTI MORFODIGITALI

- DTM a passo 10 m (fonte R.A.S. CNR)
- DTM e DSN a passo 1 m (fonte R.A.S. CNR PSFF)

### ○ BASI ICONOGRAFICHE

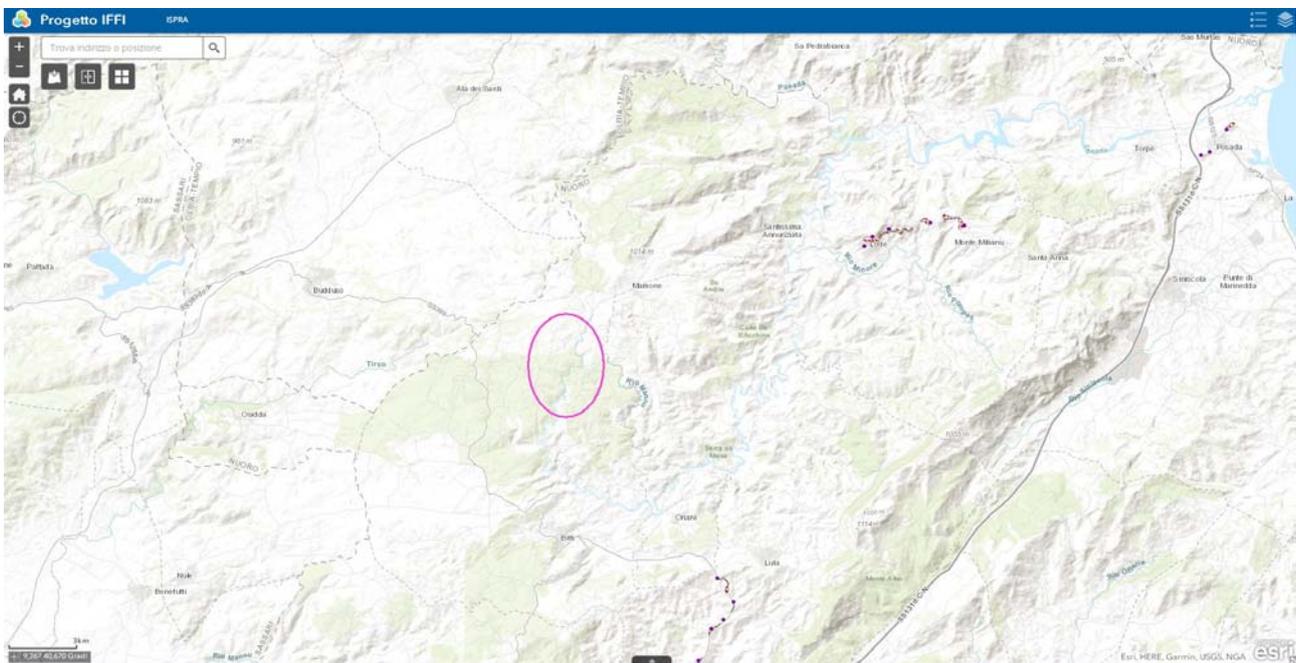
- Immagini satellitari Landsat, SPOT, Quickbird ed Ikonos a varie date dal 1974 al 2017 (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1943 RAF (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1954 IGM (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 1968 CTR (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 1977 ERSAT (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1998 AIMA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2000 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2003 AGEA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2004 Nistri (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,7 m) 2005 IKONOS (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2006 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2008 Ferretti (fonte R.A.S.) solo area costiera
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2010 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2012 (fonte BING)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2013 (fonte Google Earth)



- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2013 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2013 aree urbane Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2016 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2019 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Aerofoto Voli vari raddrizzate b/n a 50 cm, 1m o 2 m rettificata (1943, 1954, 1960, 1965, 1968, 1973, 1987 e 1992, 1995, 1996 e 1998) (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Immagini Geoeye, Quickbird e Ikonos da Google (dal 2002 al 2019)

Sono state consultate numerose fonti bibliografico-cartografiche, prima analizzate e poi sintetizzate, che vengono elencate di seguito, utilizzate per le valutazioni sulla instabilità. In particolare, sono state consultate :

- **Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI) - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCICNR)**, si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet [www.gndci.cnr.it](http://www.gndci.cnr.it);
- **Progetto SCAI - Studio sui Centri Abitati Instabili – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR G.N.D.C.I.**
- **Le frane della Sardegna – Sebastiano Crinò – da “L’ingegnere” – Roma, 1930;**
- **Censimenti e catalogazioni o raccolta di notizie effettuati presso Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;**
- **Progetto VAPI – Valutazione delle Piene in Sardegna – Pubblicazione CNR 1418;**
- **Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica;**
- **Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA (agg. 2021/10/15);**
- **Servizio Geologico Nazionale (SGN) in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome**
- **Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, messo a disposizione nel sito dell’ISPRA o IFFI;**



**Ortofoto – L’area di progetto e i fenomeni censiti dal progetto IFFI dal sito ufficiale**

Il materiale informativo raccolto ha costituito la base di partenza per la conoscenza della vulnerabilità del territorio e della sua sensibilità nei confronti dei fenomeni di dissesto idrogeologico ed ha rappresentato un ulteriore supporto alla definizione delle aree di pericolosità.



Foto – Il peneplano ercinico tra Bitti e Mamone

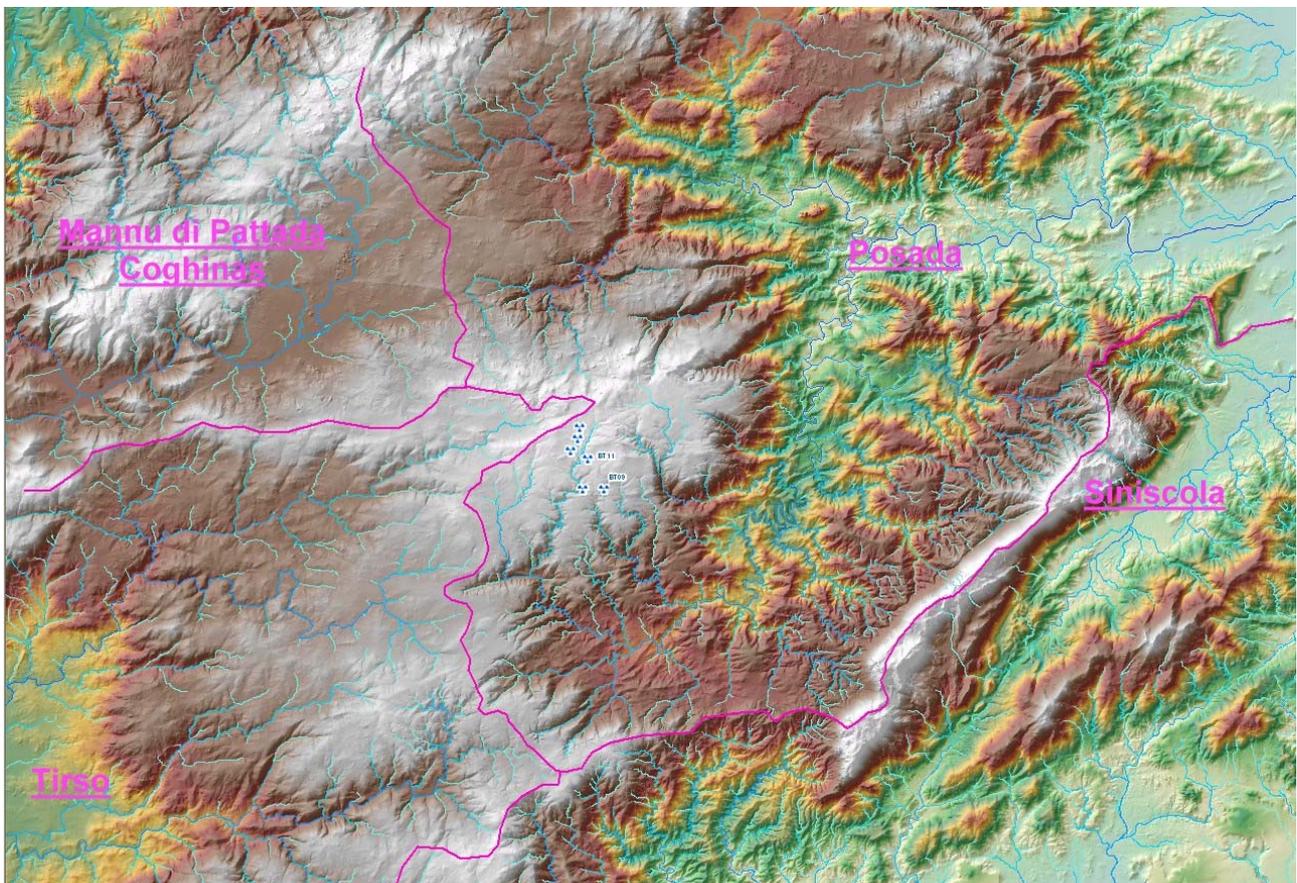
### 6.7.1 LE FORME ED I PROCESSI NEL TERRITORIO DI INDAGINE

Il settore del Parco Eolico è posto sulla peneplanazione ercinica del massiccio cristallino, interamente a quote superiori ai 750 m s.l.m.m..

La sua posizione, sul pianoro, lo configura interamente all'interno del sub – Bacino del Posada – Cedrino n° 5, ed esattamente nel bacino idrografico del Posada, ad est dello spartiacque che lo separa dal Tirso e a sud del Mannu di Pattada.

Il settore di studio si estende interamente sulle formazioni cristalline del paleozoico.

Tenuto conto della energia del rilievo, nel settore orientale, i processi morfogenetici attivi più significativi sono quelli fluviali, di dilavamento diffuso e concentrato e quelli relativi all'attività antropica, mentre nel settore montano, i processi dominanti sono quelli fluviali e di versante.





*Mappa – Il Parco eolico in progetto e la sua posizione nel bacino del Posada, a est dello spartiacque che lo separa dal Tirso e a sud del Mannu di Pattada*

Di seguito vengono elencati i principali elementi morfologici riscontrati.

**Forme strutturali**

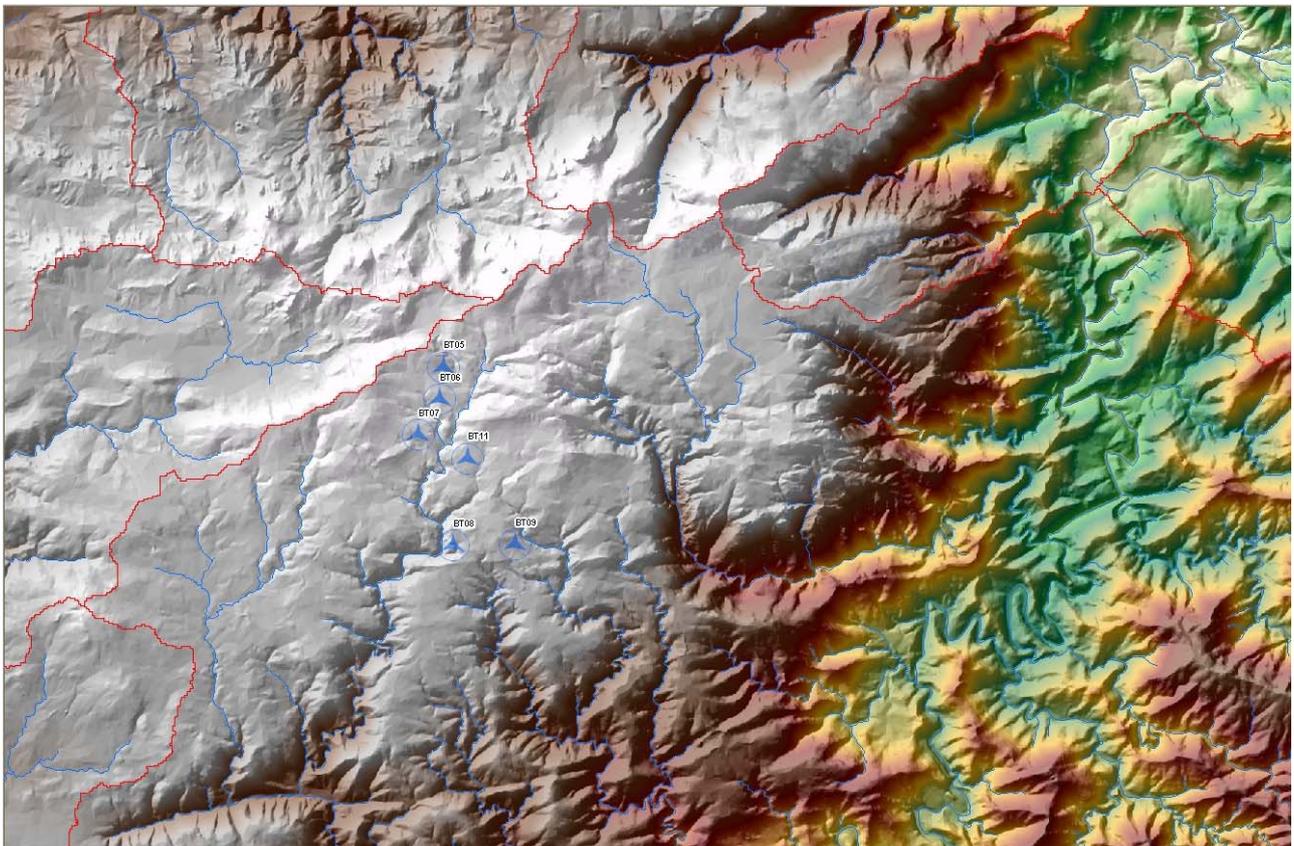
- Superfici di spianamento
- Orli di scarpata di depositi coerenti a giacitura sub orizzontale

**Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento**

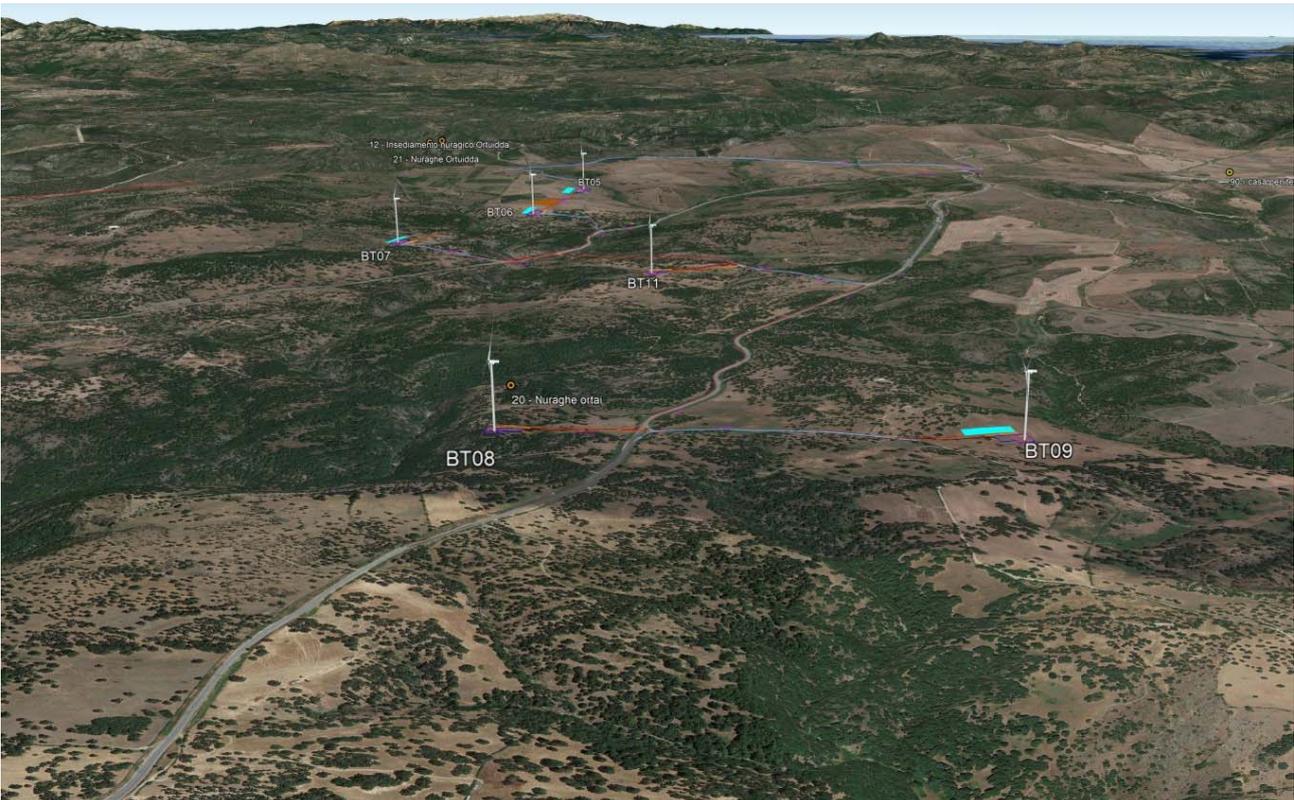
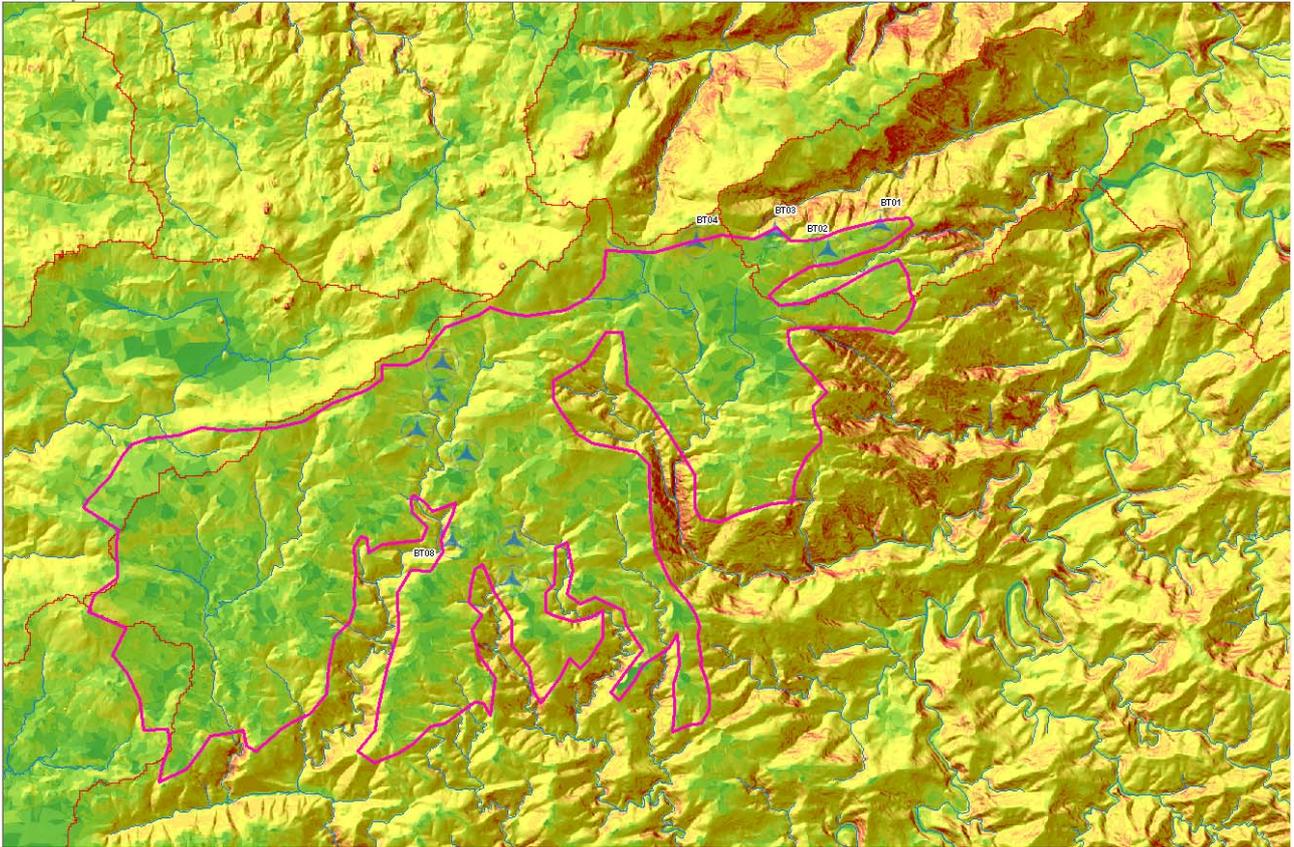
- Superfici di terrazzo
- Orlo di terrazzo
- Solchi da ruscellamento concentrato
- Superfici con dilavamento concentrato
- Forme di dilavamento diffuso
- Aree depresse a drenaggio limitato

**Forme e processi antropici**

- Scarpata antropica h<5

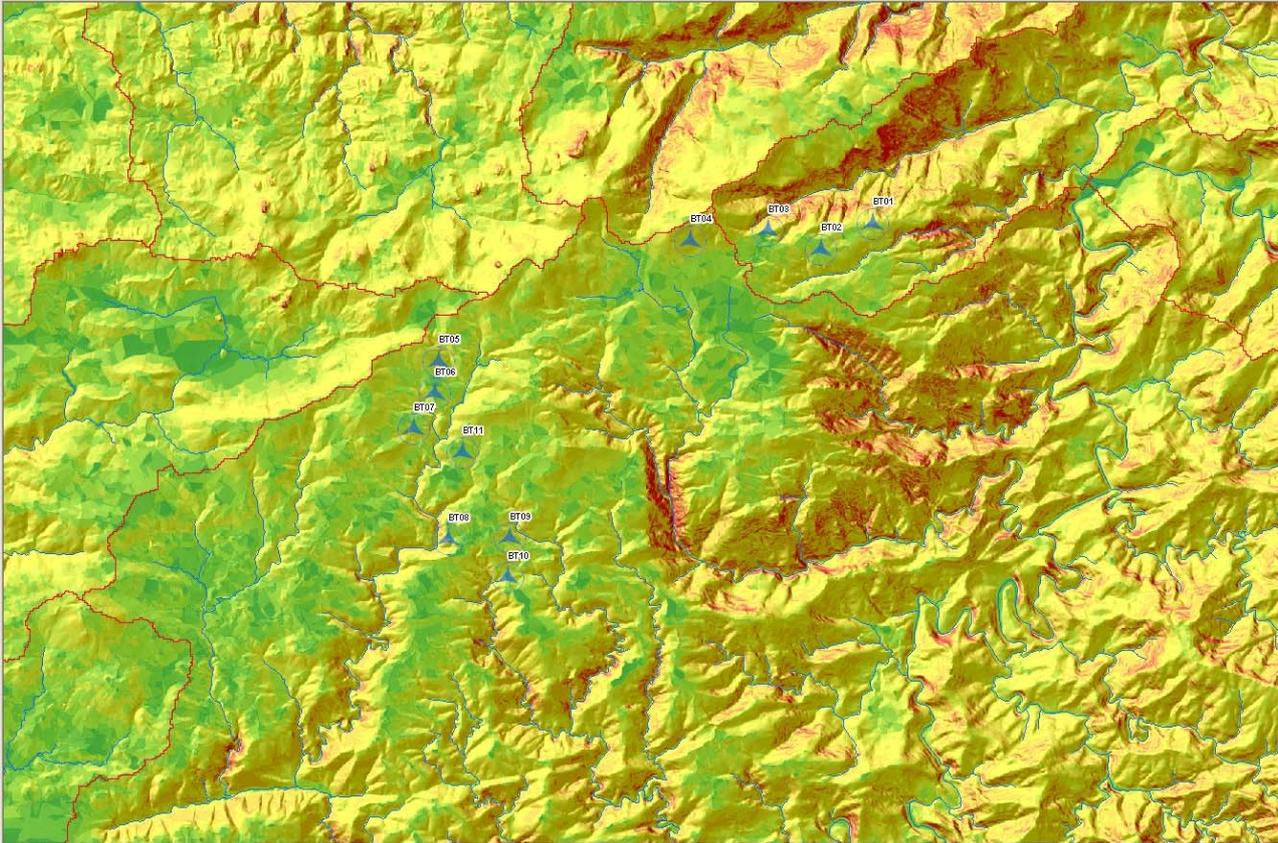


*Mappa – Altimetria dell'area di progetto (sopra) e acclività (sotto) con la perimetrazione dei lembi del pianoro (penepiano ercinico)*



**Da Earth Google – Il settore del pianoro attorno a Mamone ed il Parco in progetto**

In particolare Il Parco Eolico poggia sul risultato della progressiva ingressione marina pre-mesozoica che ha spianato le terre emerse, poi re-inciso successivamente nel terziario e nel quaternario, fino allo stato attuale.



**Mappa – L'acclività del sedime dei generatori e del loro intorno è generalmente inferiore al 5%**

## **6.7.2 CARATTERI MORFOLOGICI**

Come già enunciato nella premessa il territorio in esame denota una limitata articolazione delle forme e una notevole modellazione. Pur in presenza di una spiccata uniformità morfologica si possono distinguere i terreni, in 2 differenti unità, di cui la prima, non è coinvolta direttamente.

### **6.7.2.1 Paesaggio del pianoro e delle sue articolazioni**

Il settore in oggetto è costituito dalle sole metamorfite paleozoiche.

L'area, prossima allo spartiacque è posta a quote superiori ai 750 metri s.l.m.m..

Il settore interessato dai generatori si estende interamente in comune di Bitti mentre la Sottostazione è posta in prossimità della stazione Terna di Buddusò.

Il rilievo mostra superfici fortemente modellate sulle metamorfite e parti aspre e profondamente incise, sulle formazioni paleozoiche (prevalentemente gneiss e migmatiti).

Una gran parte del pianoro è drenato dal Posada.

I processi morfologici attivi presenti in tale area sono costituiti da limitati crolli e rotolamenti a carico dei versanti in sedime metamorfico a reggipoggio, e limitati scivolamenti nei settori delle metamorfite a franappoggio.

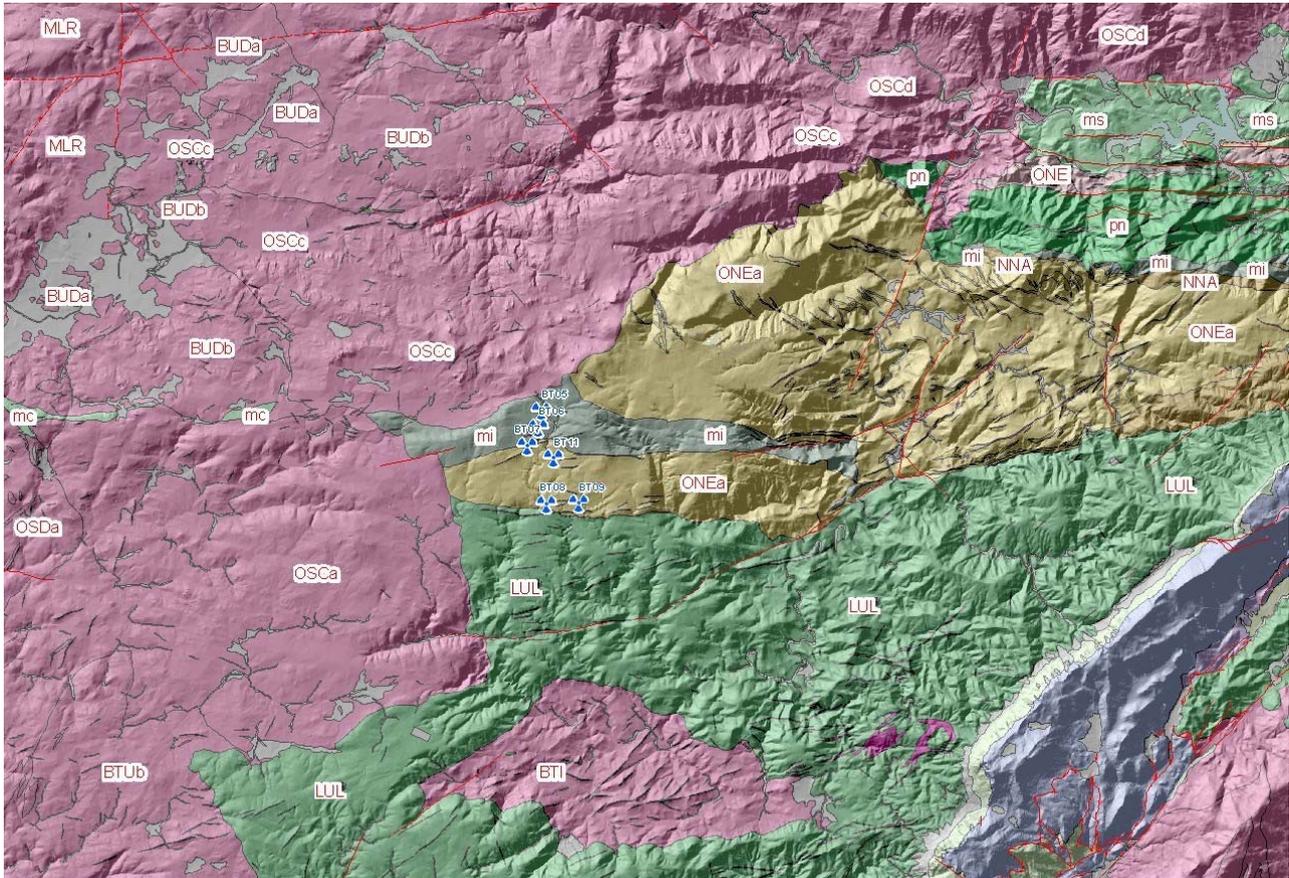
Le pur limitate coperture detritiche, poste fuori dal pianoro, sui versanti delle valli che ne incidono la superficie o che lo orlano, sono anch'esse sensibili e mobilizzabili a causa della elevata impermeabilità del substrato cristallino metamorfico.

Sono localmente presenti limitate colate di detrito, quasi esclusivamente naturali, maggiormente importanti nei versanti acclivi sulle formazioni metamorfiche sia a franappoggio che a reggipoggio.



## 6.8 CARATTERI GEOLITOLOGICI COMPLESSIVI DELL'AREA DEL PROGETTO

Il sistema delle formazioni intrusive pur prossimo al settore di progetto, non compare al suo interno, mentre il Paleozoico è rappresentato dalle sole formazioni metamorfiche e filoniane. I versanti impostati su litologie anchimetamorfiche mostrano il prevalere delle forme maggiormente modellate nel caso degli scisti, più rigide nei micascisti e negli gneiss e certamente più aspre nelle formazioni intrusive paleozoiche poste però solo lungo il tracciato della dorsale per Buddusò.



— Faglia Certa; Faglia Diretta Certa

- - - Faglia Presunta

### TIPO, SIGLA, UNITA

AA2_001_b	Depositi alluvionali. OLOCENE
AA2_005_bn	Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
H00_002_fb	Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-olfica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
H00_007_mg	Filoni e ammassi di micrograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
H00_009_ap	Filoni e ammassi aplitici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
H00_012_fp	Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da africana a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
H00_013_fq	Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, talora anche con solfuri metallici (Pb, Zn, Cu, Fe, etc). CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
IA3_015_OSCc	Facies Loelle (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Leucograniti a granato, a grana fine, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
IA3_017_OSCa	Facies Punta Gomoretta (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Graniti a cordierite, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 3-4 cm, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
KB1_002_mi	Micascisti prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
KB1_006_LUL	FILLADI DI LULA. Filladi, filladi carboniose, quarziti con subordinate metarenarie quarzoso-micacee. ?CAMBRIANO-?CARBONIFERO
KB2_004_ONE	ORTOGNEISS DI LODE-MAMONE. Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media, tessitura granoblastica gneissica fortemente foliata e lineata, frequenti inclusi melanocrati gabbro-dioritici isorientati con la foliazione principale.
KB2_005_ONEa	Litofacies negli ORTOGNEISS DI LODE-MAMONE. Differenziati leucocratici. Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche, a tessitura gneissica fortemente foliata, in bande (originari filoni e ammassi) negli ortogneiss granodioritici. ORDOVICIANO MEDIO

**Mapa – La distribuzione delle Litologie per macrounità litologiche**

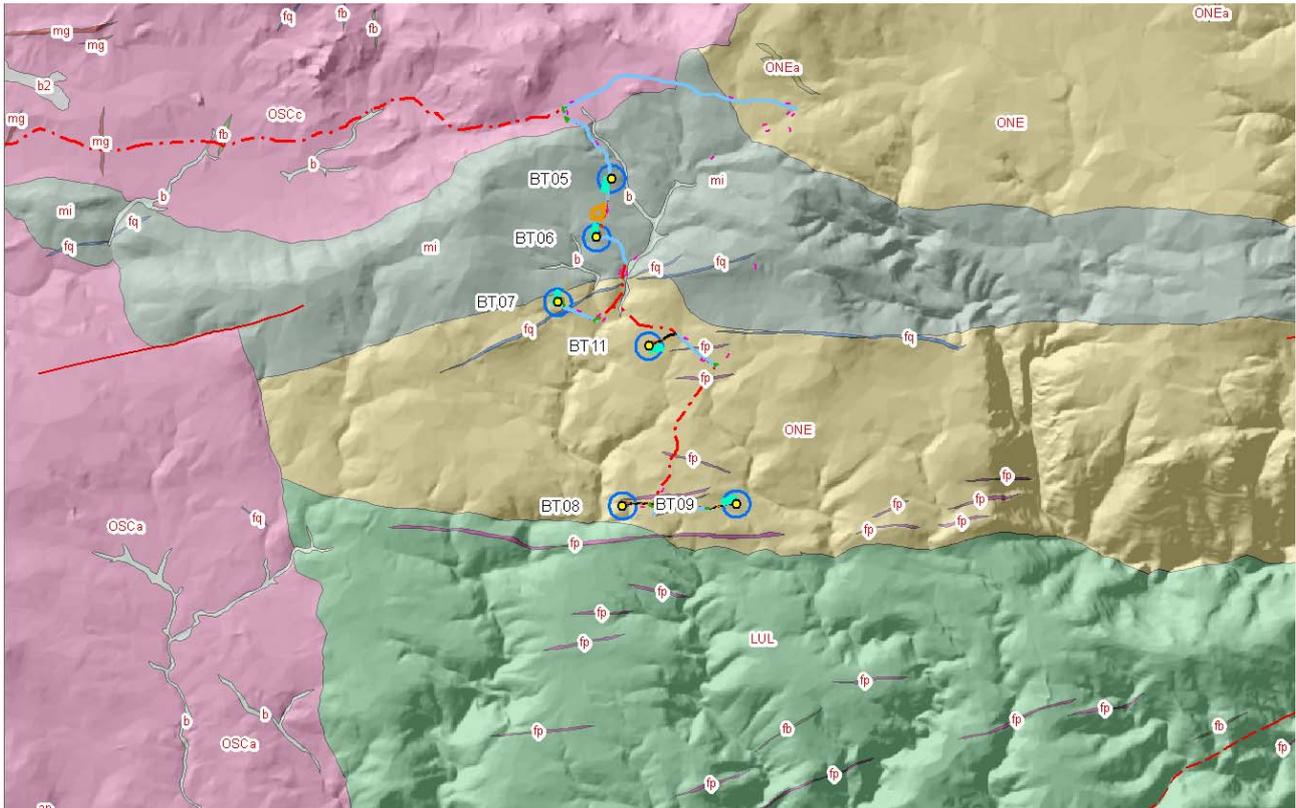
Il settore di progetto insiste prevalentemente sugli Ortogneiss di Lodè – Mamone e secondariamente sulla fascia a micascisti prevalenti inclusi tra gli affioramenti degli Ortogneiss.

I versanti delle valli che incidono il peneplano mostrano, spesso, forme molto aspre.

Deboli coltri di depositi di versante coprono le localmente le pendici delle valli e i fondovalle ospitano a loro volta depositi quaternari alluvionali di limitato spessore.



## 6.9 UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE



*Vista da Google Earth con la geologia drappeggiata al rilievo dell'area di progetto*

- b 2, Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
- AA2\_001, b, Depositi alluvionali. OLOCENE
- AA2\_005, bn, Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
- H00\_002, fb, Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-ofitica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- H00\_007, mg, Filoni e ammassi di micrograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- H00\_009, ap, Filoni e ammassi aptitici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- H00\_012, fp, Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da afirica a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- H00\_013, fq, Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, talora anche con solfuri metallici (Pb, Zn, Cu, Fe, etc). CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- IA3\_015, OSCc, Facies Loelle (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Leucograniti a granato, a grana fine, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- IA3\_017, OSCa, Facies Punta Gomoretta (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Graniti a cordierite, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 3-4 cm, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- KB1\_002, mi, Micascisti prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
- KB1\_006, LUL, FILLADI DI LULA. Filladi, filladi carboniose, quarziti con subordinate metarenarie quarzoso-micacee. ?CAMBRIANO-?CARBONIFERO



- KB2\_004, ONE, ORTOGNEISS DI LODE'-MAMONE. Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media, tessitura granoblastica gneissica fortemente foliata e lineata; frequenti inclusi melanocrati gabbro-dioritici isorientati con la foliazione principale.
- KB2\_005, ONEa, Litofacies negli ORTOGNEISS DI LODE'-MAMONE. Differenziati leucocratici. Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche, a tessitura gneissica fortemente foliata, in bande (originari filoni e ammassi) negli ortogneiss granodioritici. ORDOVICIANO MEDIO.

## 6.10 CONTESTO GEOLITOLOGICO E CARATTERISTICHE DEI SEDIMI DEL PARCO EOLICO (rev 2021)

L'area studiata con la presente indagine rientra, geologicamente parlando, nell'ambito dei terreni paleozoici che costituiscono il basamento antico di questo lembo della Sardegna nordorientale denominato Monte Acuto.

Si tratta di una regione montuoso-collinare costituita da una moltitudine di morfologie tabulari relitte che rappresentano ciò che resta di un originario altopiano unitario di età premesozoica (penepiano) che nel corso dei tempi è stato smembrato in più unità tabulari, ora divise da profondi e ripidi solchi di erosione.

Le formazioni direttamente coinvolte dal sedime degli elementi di progetto sono:

- KB1\_002, mi, **Micascisti prevalenti**. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
- KB2\_005, ONEa, **Litofacies negli ORTOGNEISS DI LODE'-MAMONE**. Differenziati leucocratici. Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche, a tessitura gneissica fortemente foliata, in bande (originari filoni e ammassi) negli ortogneiss granodioritici. ORDOVICIANO MEDIO.

La roccia non è quasi mai realmente sana entro la profondità di 1, 1.5 metri.

Il suo stato deriva da fenomeni di weathering e azioni idrotermali che la hanno alterata, in modo disomogeneo, talvolta arrivando a generare ammassi terrosi a struttura granulare composti in gran parte dagli stessi elementi che formano la compagine mineralogica originaria sia degli ortogneiss che dei micascisti (quarzo e feldspati, essenzialmente), di cui però i processi di alterazione hanno modificato sia la composizione chimica che la forza di legame intergranulare (che non raggiunge mai, in posto, valore nullo), mentre sollecitazioni tettoniche, ripetute nel tempo, hanno lasciato la loro impronta in forma di un reticolo di giunti di discontinuità, in genere molto inclinati e variamente intersecantisi fra loro.

La roccia derivata dall'insieme dei processi sopra accennati non ha però più i caratteri di una roccia lapidea né, d'altra parte, quelli di una terra tipica.

Ai fini geotecnici si può considerare una terra granulare dotata di attrito notevole e coesione non trascurabile nella quale, però, la presenza di giunti ereditati (in genere piani di taglio con coesione residua localmente debole) condiziona la stabilità di un ammasso roccioso secondo meccanismi diversi da quelli che competono a una terra.

Nonostante l'alterazione, il grado di addensamento è sempre molto elevato e il terreno si deve considerare sempre molto sovraconsolidato.



## 6.11 CARATTERISTICHE DEL SEDIME DEGLI ELEMENTI DI PROGETTO

Il complesso di indagini utilizzato si articola temporalmente tra marzo ed aprile del 2002.

Nel 2002 sono state svolte indagini dirette, funzionali a verificare l'andamento in profondità della sequenza stratigrafica e la variabilità delle caratteristiche meccaniche della stessa, mentre successivamente sono state svolte indagini di superficie al fine di verificare la presenza della litologia affiorante e le caratteristiche meccaniche in affioramento.

Ai fini del raggiungimento di un opportuno livello di informazione propedeutico alla progettazione del Parco eolico da realizzarsi nelle alture comprese nel territorio di Bitti, sono stati utilizzati dati geotecnici disponibili, costituiti da indagini e prove di campagna e di laboratorio effettuate in luoghi in immediata prossimità degli elementi di progetto del Parco Eolico.

I dati consentono una buona valutazione delle condizioni geologiche al contorno, alla caratterizzazione dei terreni di sedime delle opere in progetto e alla valutazione della stabilità delle stesse.

Trattandosi di terreni rocciosi, l'indagine è costituita da un rilevamento geologico strutturale diretto dell'area e del suo intorno geologico.

Lo studio geologico è poi correlato a verifiche dirette a mezzo sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove di carico su piastra e prove penetrometriche dinamiche.

Le indagini, complessivamente distribuite nel territorio in esame, sono state le seguenti:

- 21 sondaggi a carotaggio continuo, a recupero di nucleo
- 8 prove di taglio diretto sulle terre (Casagrande)
- 8 determinazioni densità naturale
- 8 prove edometriche
- 20 prove di rottura per compressione su lapidei

In presenza di terreni non lapidei, considerata la natura prevalentemente granulare degli stessi, la determinazione del grado di addensamento e la conseguente caratterizzazione geotecnica è stata ottenuta essenzialmente per mezzo di prove penetrometriche dinamiche secondo lo standard S.P.T. (Standard Penetration Test) che consiste nella determinazione del numero di colpi necessari per ottenere la penetrazione di circa 30 cm. Dall'indice S.P.T., attraverso le correlazioni fornite dalla letteratura specializzata, si è risaliti alla resistenza al taglio e alla comprimibilità degli stessi materiali.

Altresì, l'attività recente mirava alla valutazione delle caratteristiche come da Linee Guida PAI 2000 e NTA PAI 2020, ai fini della compatibilità geologico-geomorfologica della proposta progettuale.

### 6.11.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE SVOLTE

La verifica geotecnica dell'area eseguita a più riprese è consistita in:

- Sondaggi a carotaggio continuo, diam. 101 mm, a carotiere semplice;
- Prove penetrometriche dinamiche standard (S.P.T.) ove possibile;

#### 6.11.1.1 PROVE S.P.T.

Prove geotecniche in sito Standard Penetration Test [S.P.T.] La prova S.P.T (Standard Penetration Test) consiste nella misura del n° di colpi (N) necessari all'affondamento per 3 tratti di 15 cm di una punta conica  $\varnothing$  50 mm spinta dalla caduta, su una testa cilindrica interposta nelle aste di accompagnamento, di una massa battente pesante 63 Kg (140 lb) con una volata di 75 cm. In tal modo si può misurare la penetrazione della punta (Rp). Il valore N/S.P.T. si determina sommando



il numero dei colpi dei due tratti finali e, si considera rifiuto un numero di colpi superiore a 40 per un tratto di 15 centimetri.

I valori di  $N_{S.P.T.}$ , concernenti le prove penetrometriche dinamiche eseguite, sono descritti nelle stratigrafie dei sondaggi.

Su tutte le verticali, in generale superati i primi 5-10cm di suolo vegetato, si incontra uno strato di roccia alterata dello spessore che varia da 40 cm a 100 cm per poi passare alla roccia sana. Durante i sondaggi, ove possibile, sono state effettuate delle prove penetrometriche standard (SPT) per definire i parametri geotecnici dello strato alterato della roccia. In questa campagna non sono stati effettuati sondaggi sulle litologie intrusive. Pertanto per questi si farà riferimento a dati di campagna e di letteratura. Di seguito si riportano le immagini delle cassette catalogatrici relative ai quattro sondaggi.



## 6.11.2 STRATIGRAFIE DELLE TRIVELLAZIONI A CAROTAGGIO

### 6.11.2.1 SONDAGGIO S37

Committente:		Cantiere:	
Località: Bitti		Profondità : 5,00 m.	
Prof. strati	Spess. strati	<b>Sondaggio n° 37</b>	
0.00	0.00	Descrizione terreno	
0.50	0.50		Terreno vegetale sabbioso e ciottoloso
5.00	4.50		Porfido granitico molto fratturato e limonitizzato con fratture inclinate di 70° e subvericali, RQD 20 - 30 %. A tratti la roccia è ridotta in ciottoli centimetrici. (Campione - 3,40 - 3,80 m)

Fine foro





### 6.11.2.2 SONDAGGIO S38

Committente:		Cantiere:	
Località: Bitti		Profondità : 5,00 m.	
Prof. strati	Spess. strati	<b>Sondaggio n° 38</b>	
0.00	0.00	Descrizione terreno	
0.40	0.40	Terreno vegetale sabbioso e ciottoloso	
5.00	4.60	Ortogneiss molto micaceo e scistoso. Fratture con inclinazione 45 -50° ed RQD 50 - 60 % che diviene nell'ultimo metro del 70 %. Entro le fratture sono presenti ossidazioni varie. (Campione litoide - 4,20 - 4,40 m)	

Fine foro





### 6.11.2.3 SONDAGGIO S45

Committente :		Cantiere :	
Località: Bitti		Profondità : 4,00 m.	
Prof. strati	Spess. strati	<b>Sondaggio n° 45</b>	
0.00	0.00	Descrizione terreno	
0.40	0.40		Terreno vegetale sabbioso e ciottoloso con matrice argillosa
1.50	1.10		Sabbie e ciottoli con poca matrice siltosa. Tra - 0,80 e 1,30 metri la matrice è più presente e più argillosa
4.00	2.50		Ortogneiss "occhiadini" molto fratturati ed inquarzati con fratture inclinate di 30°. RQD 5 - 10 %. (Campione litoide - 3,70 - 3,90 m)

Fine foro





### 6.11.2.4 SONDAGGIO S46

Committente:		Cantiere :	
Località: Bitti		Profondità : 5,00 m.	
Prof. strati	Spess. strati	<b>Sondaggio n° 46</b>	
0.00	0.00	Descrizione terreno	
0.50	0.50	Terreno vegetale ciottoloso	
0.70	0.20	Sabbie e ciottoli di ortogneiss	
5.00	4.30	Ortogneiss fratturato con alterazioni limonitiche nelle fratture che hanno inclinazione 30 - 40°. RQD 30 - 40 %. A fondo foro ci sono 40 centimetri di quarzo di ricircolazione. (Campione - 3,00 - 3,30)	

Fine foro





### 6.11.2.5 SONDAGGIO S51

Committente:		Cantiere:	
Località: Bitti		Profondità : 6,00 m.	
Prof. strati	Spess. strati	<b>Sondaggio n° 51</b>	
0.00	0.00	Descrizione terreno	
0.50	0.50	Terreno vegetale scuro molto argilloso	
2.60	2.10	Sabbie e ciottoli di laterazione degli ortogneiss, vi sono parti poco alterate ben riconoscibili. La matrice è composta da cristalli di muscovite della taglia granulometrica dell'argilla e del silt. Vi sono ciottoli millimetrici e centimetrici di quarzo. (Campione - 1,00 - 1,50 m)	
6.00	3.40	Ortogneiss molto fratturati ridotti in ciottoletti. Le fratture hanno inclinazione 50 - 60°, RQD 15 - 25 %. (Campione litoide - 5,40 - 5,60 m)	

Fine foro





## 6.12 MODELLO GEOLOGICO DI SITO

Sulla base dei dati raccolti è stato definito il modello geologico del sito tipico di un **WTG** che viene di seguito riassunto.

Pur gravando, i generatori, su sedimenti differenti, LUL, mi e ONE, il modello è uniforme, ed è caratterizzato dalla costante presenza del litotipo A (metamorfiti) al quale si appoggia uno strato di spessore variabile di roccia alterata (regolite) che sfuma nel suolo soprastante.

### 6.12.1 MODELLO GEOLOGICO DI SITO 1

- 0,15m – 0,50m di spessore LITOTIPO A – suolo più o meno evoluto, con frammenti vegetali, di colore bruno
- 0,30m – 1.30m di spessore LITOTIPO B – alterazione della roccia sottostante metamorfica, in genere sciolta, asciutta, di colore beige costituita da clasti a spigoli vivi in matrice limoso sabbiosa.
- da profondità variabile da 0,45m a 1,70m da p.c. – LITOTIPO C – roccia metamorfica in posto, da mediamente a molto fratturata con fratture da aperte libere a serrate e riempite di materiale argilloso-limoso.

I **litotipo C** è costituito localmente, da:

- *KB1\_002 , mi ,Micascisti prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO*
- *KB2\_004 , ONE ,ORTOGNEISS DI LODE'-MAMONE. Ortogneiss granodioritici grigi, a grana media, tessitura granoblastica gneissica fortemente foliata e lineata; frequenti inclusi melanocrati gabbro-dioritici isorientati con la foliazione principale.*
- *KB2\_005 , ONEa ,Litofacies negli ORTOGNEISS DI LODE'-MAMONE. Differenziati leucocratici. Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche, a tessitura gneissica fortemente foliata, in bande (originari filoni e ammassi) negli ortogneiss granodioritici. ORDOVICIANO MEDIO*



## 7 RELAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SEDIME

Sulla base delle analisi di laboratorio e delle caratteristiche dei versanti naturali presenti, nonché delle prove penetrometriche e delle PP effettuate, sono sotto riorganizzate le informazioni disponibili al fine di valutarne l'attendibilità con riferimento a profondità e posizione topografica.

L'indagine è basata sul rilevamento geolitologico e strutturale diretto dell'area e del suo intorno geologico.

Trattandosi di terreni rocciosi, in un contesto sufficientemente conosciuto sotto l'aspetto geologico e vastamente esposto in affioramento, nonché investigato pur nei singoli siti, ma in punti molto prossimi e rappresentativi, non è stato ritenuto necessario procedere a indagini geognostiche in profondità.

Sond	p.i.	p.f.	prof.	Dens. Nat	Dens. Sec.	E	Res. Comp.	Coes.	Ang. At t	Litologia
				t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	°	
S1	2.00	2.40	2.20	1.73	1.68			0.07	27.5	Granito
S2	3.50	4.00	3.75	1.54	1.49			0.06	35.9	Granito
S2	9.00	9.50	9.25	2.26	1.86	141.70		0.39	24.5	Granito
S3	2.40	2.70	2.55	1.94	1.70	99.90		0.56	20.6	Granito
S3	4.60	5.00	4.80				846.11			Granito
S4	7.50	7.70	7.60				561.44			Granito
S5	2.70	3.00	2.85				846.19			Granito
S41	2.30	2.70	2.50	1.76	1.47	64.20		0.34	21.3	Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S42	1.10	1.70	1.40	1.89	1.42	77.50		0.15	18.8	Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S42	3.60	3.90	3.75				*			Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S43			0.00							Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S44	2.20	2.60	2.40	2.13	1.84	156.80		0.32	28.4	Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S45	3.70	3.90	3.80				193.7			Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S46	3.00	3.30	3.15				249.76			Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S47			0.00							Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S48	4.00	4.30	4.15				519.91			Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE
S50	4.50	4.60	4.55				132.52			Micascisti - mi
S51	5.40	5.60	5.50				377.18			Micascisti - mi
S52	0.50	1.00	0.75	1.46	1.40			0.07	31.2	Micascisti - mi
S52	4.00	4.30	4.15				132.52			Micascisti - mi
S53	3.80	4.00	3.90				183.5			Micascisti - mi
S54	8.00	8.40	8.20	1.68	1.31	129.60		0.67	29.7	Micascisti - mi
S54	5.50	5.70	5.60				112.14			Micascisti - mi

Tabella 1

#### 7.1.1 CONTESTO GEOLITOLOGICO E CARATTERISTICHE DEI TERRENI DEI SEDIMI DELLA SOTTOSTAZIONE DI CONNESSIONE

L'area oggetto della presente indagine rientra, geologicamente parlando, nell'ambito dei terreni paleozoici che costituiscono il basamento antico di questo lembo di Sardegna, Si tratta di un settore sommitale del basamento cristallino.

Le formazioni presenti, appartengono al complesso ultrametamorfico mentre le rocce del sedime della sottostazione sono parte dei granitoidi dell'unità intrusiva di Buddusò.

Per quanto sopra detto, poiché le caratteristiche del terreno possono passare dalla consistenza sublapidea a quella terrosa, si possono indicare cautelativamente i parametri minimi, relativi a un materiale alterato posto entro i 3 m dal p.c.:



Litologia	E	Res. Comp.	Coes.	Ang. Att	
	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	°	
Granito	120.80	751.25	0.27	27.13	medie
	120.00	550.00	0.20	30.00	valori rappresentativi
Ortogneissdi Lodè-Mamone ONE	99.50	321.12	0.27	22.83	medie
	100.00	250.00	0.25	22.00	valori rappresentativi
Micascisti - mi	129.60	187.57	0.37	30.45	medie
	120.00	150.00	0.20	30.00	valori rappresentativi

Tabella 2 - Valori medi e valori rappresentativi

Valori ancora superiori si ottengono da prove di carico eseguite in sito in aree geologicamente comparabili. Tali prove hanno inoltre evidenziato che per pressioni di contatto fino a 5 Kg/cm<sup>2</sup> e oltre, i pur minimi cedimenti registrati sono temporanei, denunciando quindi un comportamento elastico del terreno.

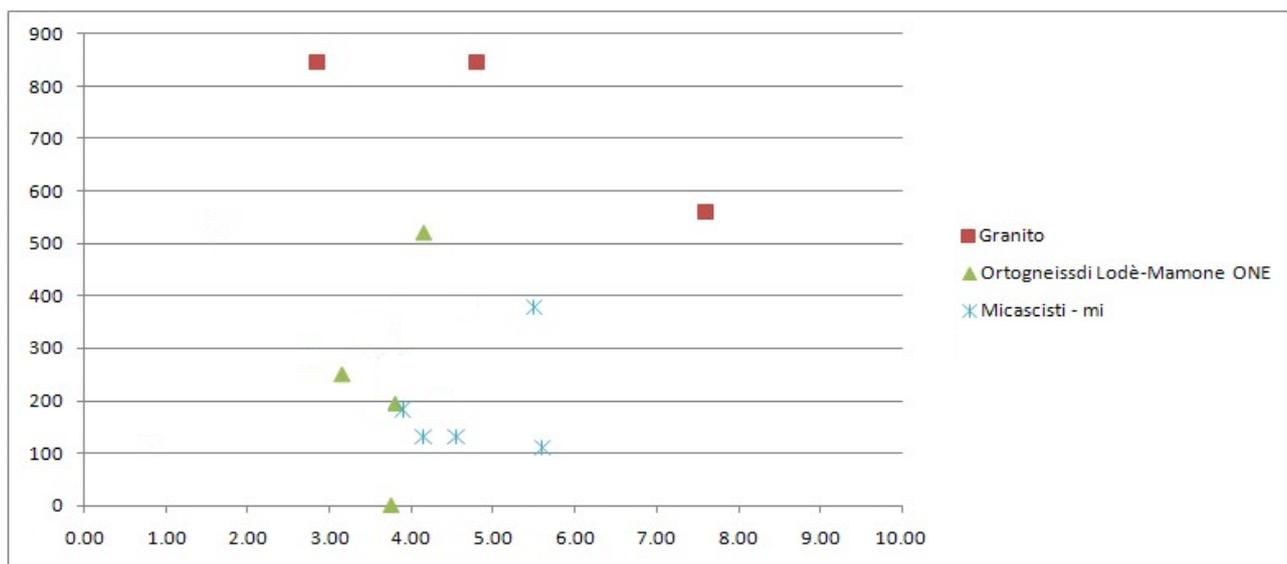


Grafico dei valori rilevati di resistenza a compressione (vedi tabella 1)

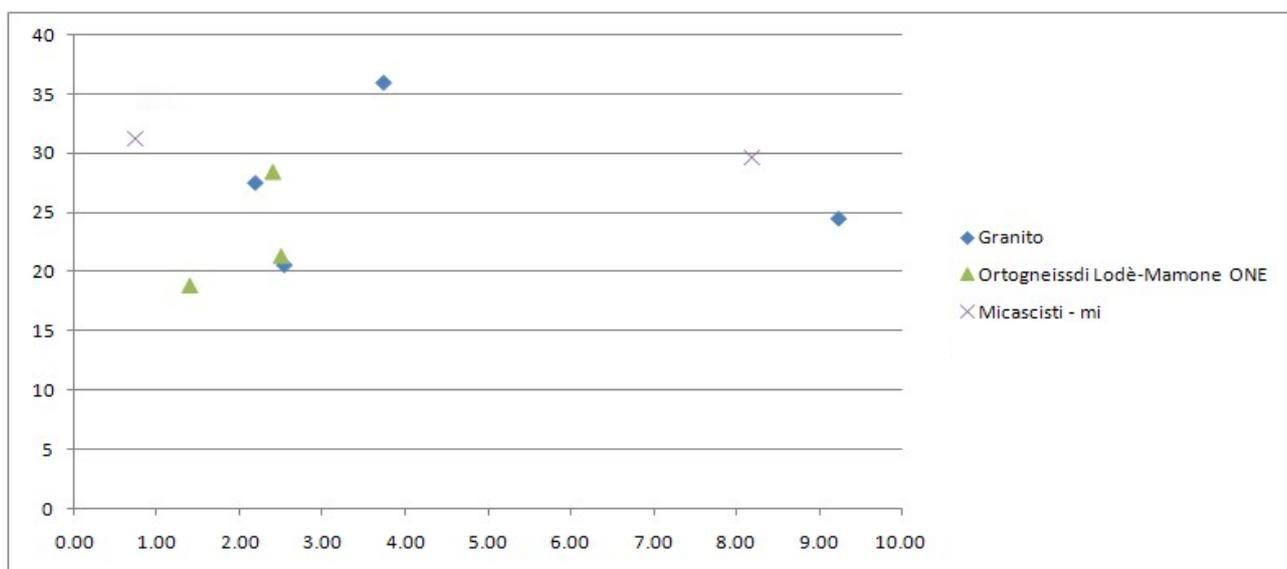


Grafico dei valori rilevati di angolo di attrito (vedi tabella 1)



## 7.2 MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

Il modello geologico individuato, attraverso l'attribuzione dei parametri geomeccanici e di comportamento reciproco delle unità stratigrafiche, porta alla definizione del modello di comportamento meccanico del sito o modello geotecnico.

Di seguito i parametri di riferimento per la progettazione geotecnica per i singoli litotipi.

### 7.2.1 MODELLO GEOTECNICO DI SITO (area generatori)

- 0,15m – 0,50m di spessore LITOTIPO A – suolo più o meno evoluto, con frammenti vegetali, di colore bruno
- 0,30m – 1.30m di spessore LITOTIPO B – alterazione della roccia sottostante metamorfica, in genere sciolta, asciutta, di colore beige costituita da clasti a spigoli vivi in matrice limoso sabbiosa.
- da profondità variabile da 0,45m a 1,70m da p.c. – LITOTIPO C – roccia metamorfica in posto, da mediamente a molto fratturata con fratture da aperte libere a serrate e riempite di materiale argilloso-limoso.

Il litotipo C è costituito localmente, da:

- KB1\_002 ,mi ,Micascisti prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
- KB2\_005 ,ONEa ,Litofacies negli ORTOGNEISS DI LODE'-MAMONE. Differenziati leucocratici. Meta-aplopegmatiti quarzoso-feldspatiche, a tessitura gneissica fortemente foliata, in bande (originari filoni e ammassi) negli ortogneiss granodioritici. ORDOVICIANO MEDIO

Parametri di riferimento

LITOTIPO C	E	Res. Comp.	Coes.	Ang. Att	
	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	°	
Ortogneiss di Lodè-Mamone ONE	99.50	321.12	0.27	22.83	medie
	100.00	250.00	0.25	22.00	valori rappresentativi
Micascisti - mi	129.60	187.57	0.37	30.45	medie
	120.00	150.00	0.20	30.00	valori rappresentativi

### 7.2.2 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

L'esistenza a piccola profondità di terreni lapidei o comunque di terreni granulari dotati di elevata resistenza al taglio e l'assenza di terreni comprimibili sono tali da consentire l'adozione di fondazioni dirette anche isolate. Poiché si è in presenza di roccia sub-affiorante, il piano di posa delle fondazioni potrà essere sub-superficiale.

Tale condizione (fondazione su roccia) dovrà essere mantenuta anche nel caso che la sistemazione planoaltimetrica dell'area avvenga con formazione di rilevati.

La struttura macroporfirica della roccia fa sì che il contatto tra fondazione e base rocciosa possa essere considerato come ruvido.

Poiché la pressione di rottura della roccia integra, valutata in condizioni non confinate, si può assumere superiore a 100 Kg/cm<sup>2</sup>, la stabilità delle opere si può ritenere ampiamente verificata, rispetto ai carichi previsti in progetto.

Per tener conto del grado di fratturazione della roccia, la pressione di rottura del terreno si può ottenere applicando un coefficiente di riduzione pari al valore percentuale R.Q.D. medio, nell'intervallo di profondità rappresentativo.



### 7.2.3 CEDIMENTI

Ai fini della determinazione del cedimento, i terreni, nell'ambito di profondità influenzato dai carichi della fondazione possono considerarsi praticamente incompressibili.

Per l'ordine di grandezza delle sollecitazioni prevedibili in progetto, non sono attendibili movimenti verticali apprezzabili. Questi ultimi peraltro avranno carattere di immediatezza e saranno esauriti in corso d'opera.

### 7.2.4 STABILITA' DEL PENDIO

La morfologia dei luoghi ha assunto un profilo di equilibrio che si può considerare geologicamente stabile e non si conoscono fenomeni di instabilità dovuti a scarsa portanza del terreno o dissesti gravitativi per instabilità dei pendii.

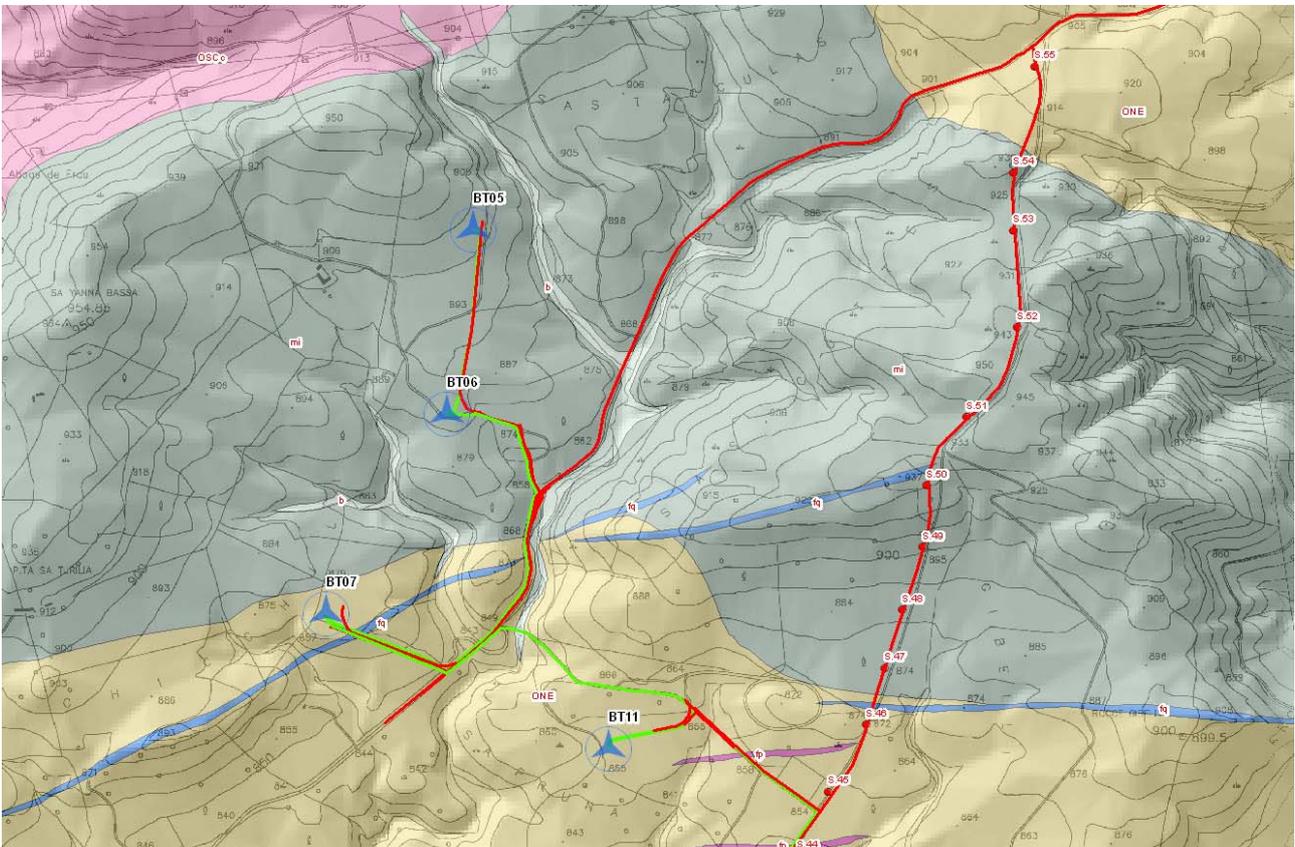
Considerata la debole acclività del pendio a valle del sito (alcuni °) la presenza di fratture comunque orientata non pregiudica la stabilità delle opere.

Nei profili di scavo, in genere, sono possibili dissesti per ribaltamento di piani di trazione molto inclinati; in profili di scavo inclinati oltre 45°, sono invece possibili dissesti per scorrimento lungo giunti orientati a franapoggio.

Le scarpate risultanti dopo gli scavi dovranno essere adeguatamente contenute in funzione dell'altezza e dell'inclinazione delle stesse nonché in relazione alla eventuale presenza di carichi influenti a monte.

## 7.3 IL SITO DEI SINGOLI AEROGENERATORI

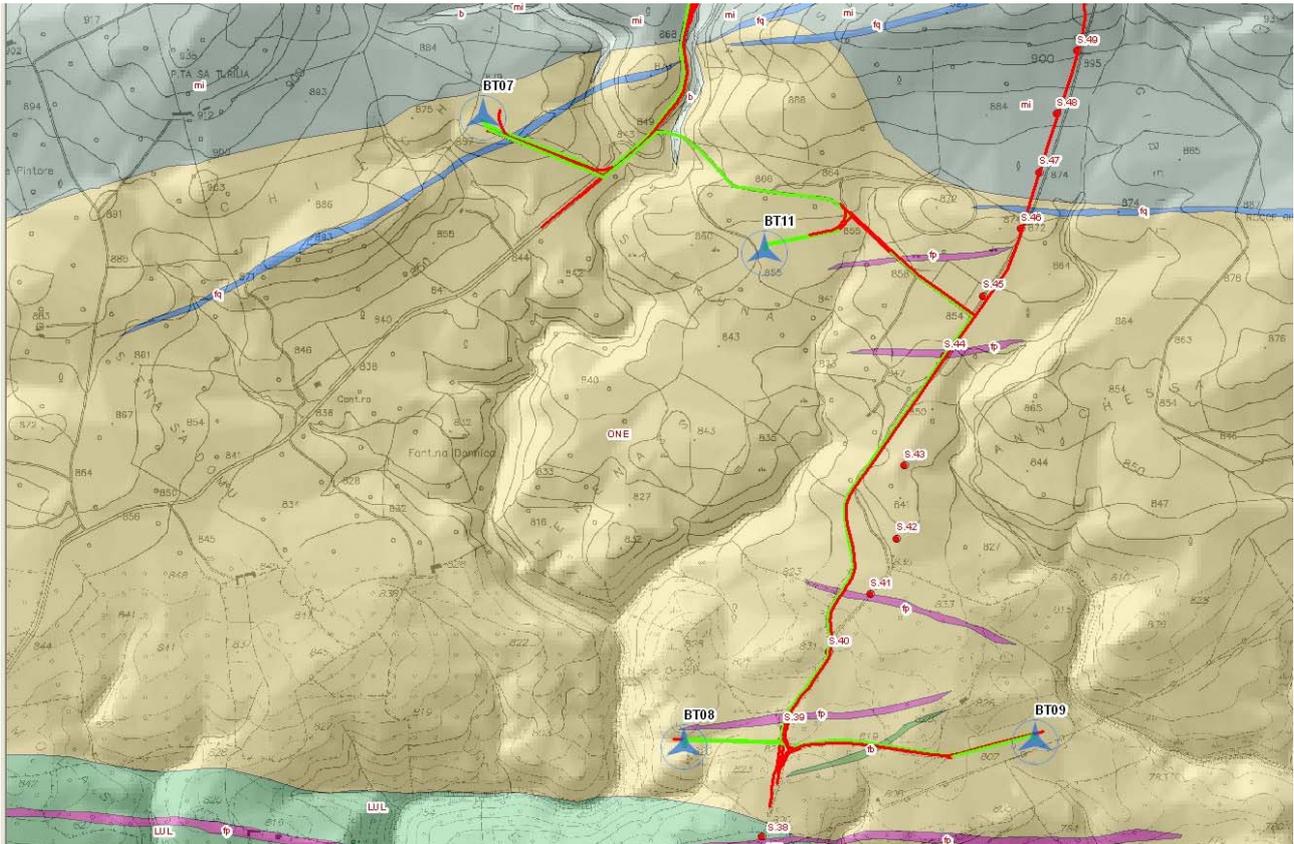
I generatori eolici sono previsti in posizione quanto più esposta possibile, su superfici quasi piane, talvolta al margine del penepiano ercinico, al raccordo con i versanti delle valli che ne incidono la superficie. Le indagini a disposizione ci consentono per gruppi di WTG di effettuare le dovute valutazioni.



**Mapa – Geolitologia, WTG e sondaggi di riferimento per i micascisti (mi)**



Le valutazioni per la WTG BT05 e 06 saranno fatte con i sondaggi dal 47 fino al 54.

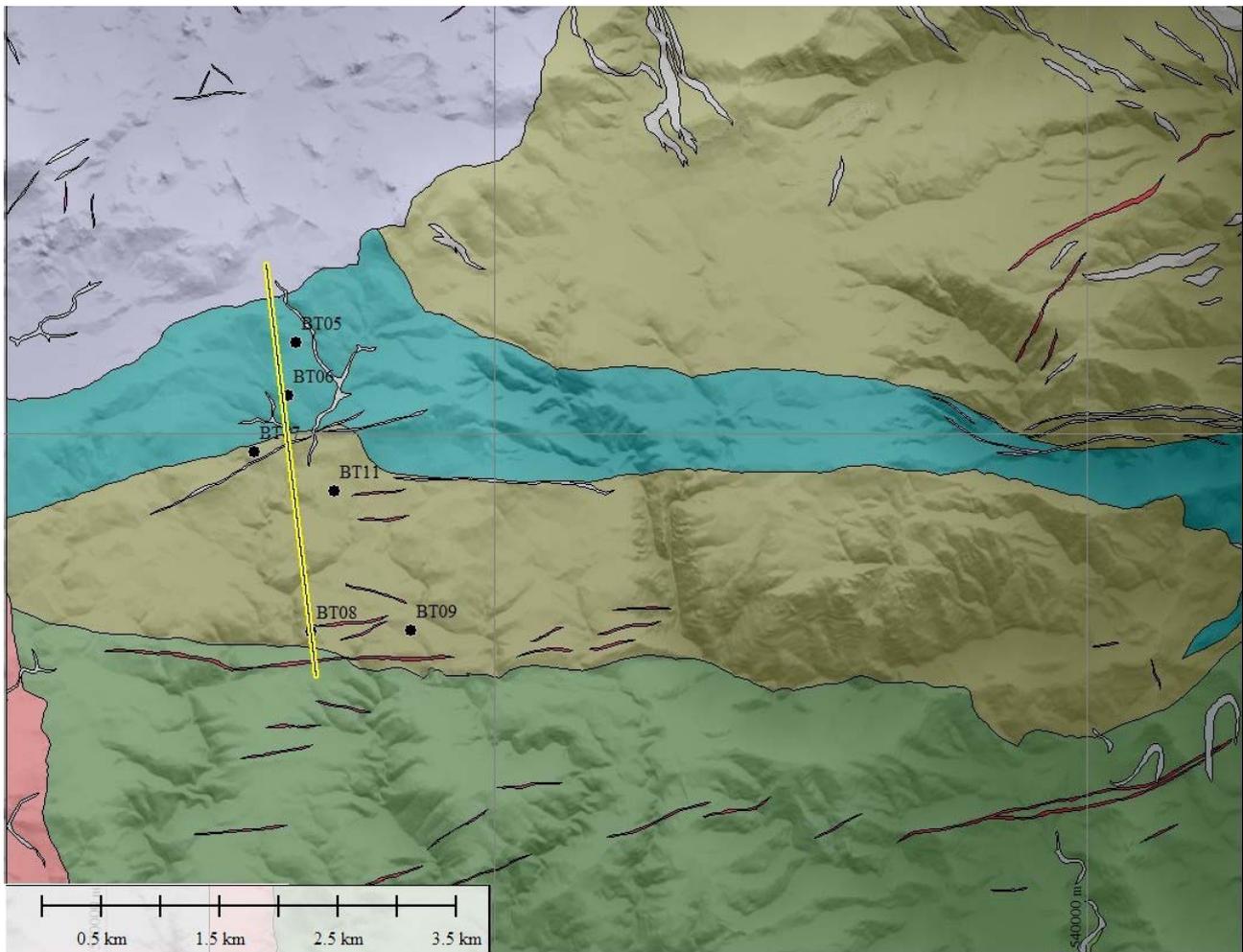


**Mappa – Geolitologia, WTG e sondaggi di riferimento sugli Ortogneiss di Mamone (ONE)**

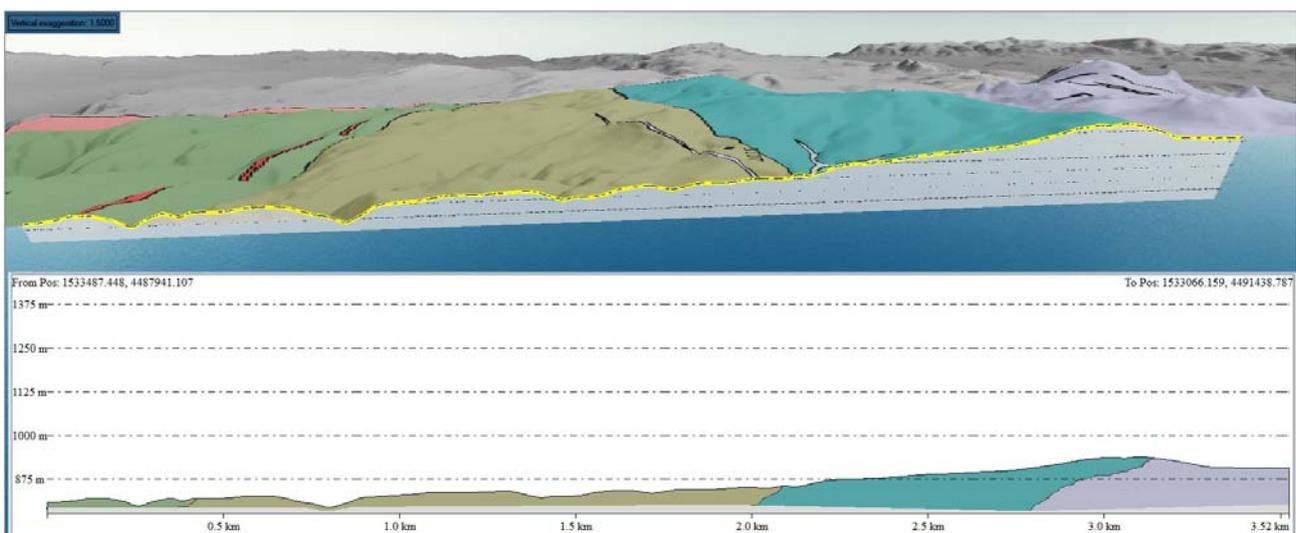
Le valutazioni per la WTG BT07, 08, 09 e 11 saranno fatte con i sondaggi dal 39 fino al 46.



## 7.4 SEZIONE ESPLICATIVA



**Traccia sulla carta geolitologica della sezione interpolante le posizioni delle WTG da BT05 a BT09 e BT11 e sua rappresentazione sul rilievo 3d**





#### **7.4.1 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE**

L'esistenza a piccola profondità di terreni lapidei o comunque di terreni granulari dotati di elevata resistenza al taglio e l'assenza di terreni comprimibili sono tali da consentire l'adozione di fondazioni dirette anche isolate. Poiché si è in presenza di roccia sub-affiorante, il piano di posa delle fondazioni potrà essere sub-superficiale .

Tale condizione (fondazione su roccia) dovrà essere mantenuta anche nel caso che la sistemazione planoaltimetrica dell'area avvenga con formazione di rilevati.

La struttura macroporfirica della roccia fa sì che il contatto tra fondazione e base rocciosa possa essere considerato come ruvido.

Poiché la pressione di rottura della roccia integra, valutata in condizioni non confinate, si può assumere superiore a 100 Kg/cm<sup>2</sup>, la stabilità delle opere si può ritenere ampiamente verificata, rispetto ai carichi previsti in progetto.

Per tener conto del grado di fratturazione della roccia, la pressione di rottura del terreno si può ottenere applicando un coefficiente di riduzione pari al valore percentuale R.Q.D. medio, nell'intervallo di profondità rappresentativo.

#### **7.4.2 CEDIMENTI**

Ai fini della determinazione del cedimento, i terreni, nell'ambito di profondità influenzato dai carichi della fondazione possono considerarsi praticamente incompressibili.

Per l'ordine di grandezza delle sollecitazioni prevedibili in progetto, non sono attendibili movimenti verticali apprezzabili. Questi ultimi peraltro avranno carattere di immediatezza e saranno esauriti in corso d'opera.

#### **7.4.3 STABILITÀ DEL PENDIO**

La morfologia dei luoghi ha assunto un profilo di equilibrio che si può considerare geologicamente stabile e non si conoscono fenomeni di instabilità dovuti a scarsa portanza del terreno o dissesti gravitativi per instabilità dei pendii.

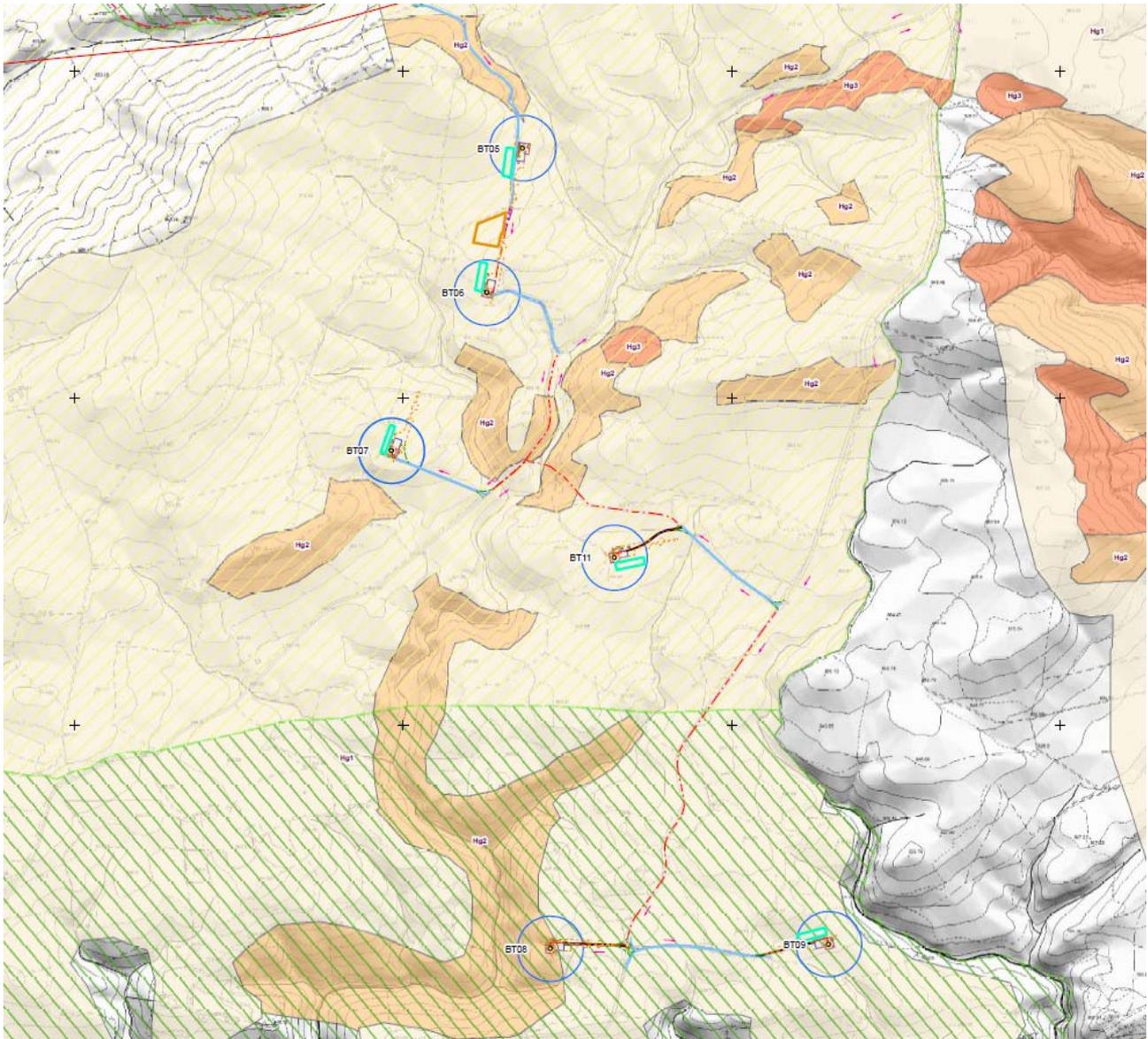
Considerata la debole acclività del pendio a valle del sito (alcuni °) la presenza di fratture comunque orientata non pregiudica la stabilità delle opere.

Nei profili di scavo, in genere, sono possibili dissesti per ribaltamento di piani di trazione molto inclinati; in profili di scavo inclinati oltre 45°, sono invece possibili dissesti per scorrimento lungo giunti orientati a franapoggio .

Le scarpate risultanti dopo gli scavi dovranno essere adeguatamente contenute in funzione dell'altezza e dell'inclinazione delle stesse nonché in relazione alla eventuale presenza di carichi influenti a monte.



## 8 LA PERICOLOSITÀ DI FRANA VIGENTE



*Mapa – L'area di progetto con la configurazione definitiva (2021) con la pericolosità PAI Hg vigente (2021)*

Il settore di intervento ricade in area extraurbana in aree con pericolosità compresa in Hg2 e Hg1. In particolare, **il sedime dell'aerogeneratore BT08 ed alcuni limitati tratti di cavidotto, ricadono in Hg2.**

## 9 INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO

Nell'ambito del lavoro è stata attivata un'analisi conoscitiva dei fenomeni di dissesto e delle condizioni di pericolosità e rischio sul territorio studiato.

L'indagine svolta è consistita nell'esame della bibliografia presente che ha consentito l'identificazione delle aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico.

Sono state consultate numerose fonti, analizzate e sintetizzate, che vengono elencate di seguito, utilizzate per le valutazioni sulla instabilità.

In particolare, sono state consultate :



- Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI) - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCICNR), si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet [www.gndci.cnr.it](http://www.gndci.cnr.it);
- Progetto SCAI - Studio sui Centri Abitati Instabili – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR G.N.D.C.I.
- Progetto Naz. M.P.I. – C.N.R. “Dinamica, dissesti e tutela delle spiagge”
- Servizio Geologico Nazionale (SGN) in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome, Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Fransi in Italia, messo a disposizione nel sito dell’APAT;
- Le frane della Sardegna – Sebastiano Crinò – da “L’ingegnere” – Roma, 1930;
- Censimenti e catalogazioni o raccolta di notizie effettuati presso Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;
- Progetto VAPI – Valutazione delle Piene in Sardegna – Pubblicazione CNR 1418;
- Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica;
- PAI – Variante generale CINSA (sub-bacini 5 e 6) D. C.I. 25/02/2010;
- PAI – Variante CMT (sub-bacino 3);
- Eventuali studi ex art. 8 c.2 o 37 c3 l b approvati definitivamente dall’ADIS.

Le informazioni raccolte e successivamente mappate sono state verificate a campione per la verifica dello stato attuale dei luoghi che sono stati interessati da fenomeni di dissesto, l’eventuale persistere di situazioni di pericolo e la valutazione dello stato e dell’efficacia delle opere di messa in sicurezza adottate.

Il materiale informativo raccolto ha costituito la base di partenza per la conoscenza della vulnerabilità del settore e della sua sensibilità nei confronti dei fenomeni di dissesto idrogeologico ed ha rappresentato un ulteriore supporto alla definizione delle aree di pericolosità.

**Nell’area di progetto, non sono riscontrate sia storicamente, sia in loco elementi di franosità progressiva (PAI, AVI, IFFI, PGRA etc.).**



## 10 LA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI FRANA

Nel quadro delle attività di adeguamento delle definizioni e delle metodologie di valutazione della potenziale instabilità dei versanti, lo scrivente, in ossequio ai dettami del PAI, in osservanza delle Linee Guida per l'Adeguamento dei Piani Urbanistici al PPR ed al PAI e sulla scorta di analisi operate su numerosi altri Piani di Assetto Idrogeologico coerentemente con alcune pubblicazioni che hanno reso conto di ricerche ed approfondimenti sulle metodologie in oggetto, anche in considerazione del fatto che le Linee Guida propongono solamente esempi di approccio e non sono in alcun modo prescrittive, si è ritenuto procedere ad una integrazione in dettaglio della metodologia proposta.

Al fine di poter operare in modo analitico e comunque migliorare il dettaglio, sono stati meglio definiti pesi delle componenti cartografiche tematiche utilizzate, attraverso l'overlaymapping, per la definizione della Instabilità Potenziale dei Versanti dalla quale scaturire la Carta della Pericolosità degli stessi.

### 10.1 CARTA DELLA INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI

Rispondendo al Decreto Legge 11 giugno 1998 n. 180, convertito il 3 agosto 1998 nella Legge n.267, la Regione Sardegna ha incaricato un Gruppo di Coordinamento e alcuni gruppi di singoli professionisti, perché svolgessero quanto indicato nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento di cui al DPCM del 29 settembre 1998: ossia elaborassero il Piano di Assetto Idrogeologico [PAI., 2003] per il territorio regionale.

Tra i risultati prodotti è stata definita in maniera distinta la perimetrazione delle aree a rischio di piena e/o frana e di quelle potenzialmente pericolose. L'elaborato del PAI è nato in seguito al Decreto Legge 11 giugno 1998 n. 180, convertito il 3 agosto 1998 nella Legge n.267, per il quale la Regione Sardegna ha incaricato un Gruppo di Coordinamento e alcuni gruppi di singoli professionisti, perché svolgessero quanto indicato nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento di cui al DPCM del 29 settembre 1998 ed elaborassero quindi il Piano di Assetto Idrogeologico [PAI., 2003].

Il PAI, pur essendo uno studio a scala regionale, è l'unico documento tecnico ufficiale recepito dalla Regione Sardegna, ma che data la scala di redazione produce la necessità di avere a disposizione una valutazione a scala di maggior dettaglio.

Ulteriori problematiche sono introdotte dalle modalità di uso del territorio, ad esempio l'uso di tecniche agronomiche inadeguate, le urbanizzazioni, l'abbandono o l'inadeguata realizzazione di sistemazioni idraulico-forestali, gli incendi boschivi, etc..

Tali fattori, in situazioni già predisposte al rischio da fattori geomorfologici, tendono ad accentuare la suscettibilità ai fenomeni di dissesto.

Al fine di operare una analitica ed estensiva valutazione della potenziale instabilità dei versanti dei rilievi costituenti il territorio investigato, si è ritenuto opportuno, adottare una procedura sistematica di valutazione che contemperasse quelle messe a punto o testate in varie pubblicazioni.

In particolare è stata **considerata come esempio di riferimento la procedura testata da Ghiglieri et alii nel fascicolo 3-4 2006 della rivista Geologia tecnica & ambientale, trimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi.**

Il lavoro in oggetto ha testato la procedura nel settore dei bacini idrografici del Rio Badde Manna e del Rio di Banari, compresi nel sub-bacino n. 3 Coghinas-Mannu-Temo secondo la suddivisione in 7 sub-bacini prevista dal PAI, sono state periodicamente interessate da fenomeni di instabilità, che hanno generato danni al territorio ed alle infrastrutture.

Altresì sono considerate da conto le **Linee Guida per la redazione della Variante PAI su sub-bacino 3 "Temo-Mannu-Coghinas"**.

### 10.2 VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA

L'elaborazione della carta della instabilità potenziale da frana è **costruita sulla base delle Linee Guida Pai**, considerando altresì le procedure proposte, dalla **"Guida alla realizzazione di una carta della stabilità dei versanti" pubblicata dalla Regione Emilia Romagna [RER, 1977]**, e da quanto indicato dal Servizio Geologico d'Italia nelle **"Linee guida per lo realizzazione della**



**cartografia dello pericolosità geologica connesso ai fenomeni d'instabilità dei versanti" [CARG, 1992].** La metodica utilizzata in nel lavoro prescelto è altresì verificata per confronto attraverso altre numerose ricerche [ARDAU et 01., 2002, 2003; BARBIERI & GHIGLIERI, 2003; GHIGLIERI et 01., 2004] per essere resa maggiormente coerente con le peculiarità ambientali e territoriali della Sardegna.

La metodica considera i principali fattori, ad influenza diretta e indiretta, che influenzano l'instabilità dei versanti. I fattori sono stati classificati in due categorie: invarianti, ovvero fissi nel tempo (litologia, morfologia e pedologia) e varianti, ovvero a rapido mutamento e modificabili dall'uomo (uso reale del suolo).

Questi sono resi omogenei e classificati attraverso l'attribuzione di "pesi" numerici, in relazione alla maggiore o minore propensione a favorire o ad ostacolare il dissesto. Nel primo caso il peso assegnato corrisponde ad un valore più basso; nel secondo caso si attribuisce un valore più alto. **Le Linee Guida Pai sono insufficienti nella fattorizzazione della estesa serie di unità geolitologiche e dell'uso del suolo o della vegetazione.**

**L'attribuzione dei pesi, per le litologie ed usi non considerati dalle Linee Guida PAI, è stata una delle operazioni più delicate per la applicazione della metodica.** Infatti, il modello di valutazione è corretto se i parametri considerati vengono sperimentalmente misurati e se vengono riconosciute le loro possibili interazioni.

**Pur se valutata opportuna una maggiore discriminazione nelle classi di acclività,** in quando maggior generatore di instabilità a pari caratteristiche geologiche e di uso del suolo, **sono state utilizzate le classi di acclività suggerite dalle Linee Guida PAI.**

I pesi attribuiti ad ogni fattore sono quindi sommati algebricamente per successivi incroci o sovrapposizioni (overlay) dei diversi strati informativi (pendenza, esposizione, etc.) al fine di ottenere gli elaborati finali restituiti attraverso la "Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti" e la successiva "Carta della Pericolosità di Frana".



### 10.3 I TEMI E LE CARTOGRAFIE

Il rilievo effettuato ha consentito di accertare in dettaglio le caratteristiche dei luoghi. La cartografia geologica redatta identifica una coltre di suolo superficiale ridotta e poggiate direttamente sul deposito di versante e su sottostante granito arenizzato.

#### 10.3.1 Acclività

Sulla base del DTM della RAS (CNR) utilizzato nella sua stesura originaria, in 3d, è stata redatta la Carta dell'acclività.

L'acclività naturale del sito in oggetto è molto variabile ma è raramente superiore al 5% e talvolta raggiunge il 10% e segue al suo variare, l'approssimarsi del versante del rio sottostante.

Nel settore sommitale del sito del BT08 il deposito di versante è assente ed affiorano le metamorfite e nelle facies affioranti si presentano limitatamente alterate.

Il versante sovrastante il settore di progetto ha una pendenza di circa superiore al 50%.

#### 10.3.2 Geologia

Il settore di progetto rappresenta un alto strutturale derivante dalla evoluzione tettonica dell'area.

In particolare, in loco, la unità litologica presente è quella denominata granodioriti monzogranitiche equigranulari, ricche in biotite e per questo sovente alterate in profondità.

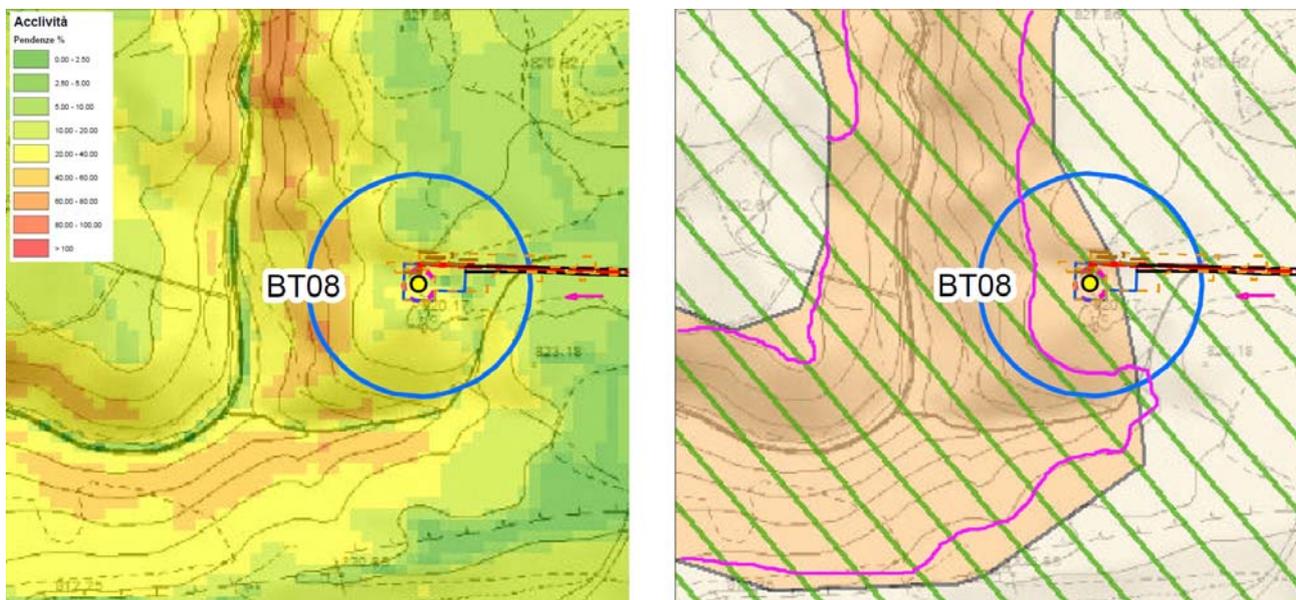
Si tratta di un litotipo che ha subito una tettonizzazione marcata e presenta un livello di integrità meccanica e chimica molto variabile e comunque generalmente elevato.

La gran parte dell'area del sedime mostra l'affiorare di una facies granodioritica franca e mai comunque perfettamente sana e lapidea.

Il settore antistante, verso la parte alta del versante, oltre la provinciale, di contro, mostra la presenza di una facies maggiormente lapidea e caratterizzata da forme più aspre e da una maggior continuità nell'affiorare della roccia.

Il valore del fattore attribuito alla litologia è 5.

La seconda unità è costituita da i depositi eluvio colluviali, disposti con un angolo compatibile con le loro caratteristiche geotecniche.



**Mappa – L'acclività dell'area dell'aerogeneratore BT08 e la sua attuale pericolosità PAI (Hg2) con proposta la reale delimitazione della pericolosità Hg2**

#### 10.3.3 ATTRIBUZIONE DEI PESI

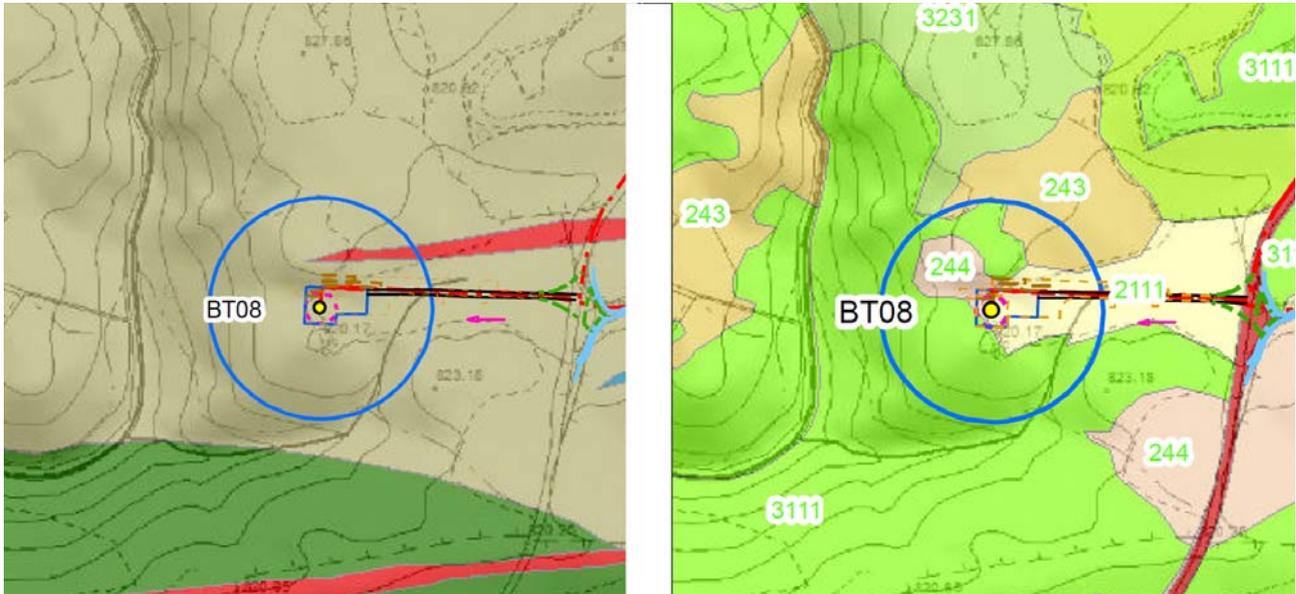
La fase più delicate, nell'elaborazione delle carte di sintesi, costituita dall'attribuzione dei pesi ai fattori considerati in funzione dell'influenza che i fattori stessi si pensa esercitino sull'accadimento dei fenomeni di dissesto, è stata assolta con il riutilizzo delle tabelle pubblicate in tale studio,



integrate in funzione delle litologie, dell'uso del suolo e dei suoli non tabellati in tale lavoro perché non presenti nell'area dello studio.

L'analisi delle cause predisponenti i dissesti ha preso in considerazione tutti i molteplici fattori dell'instabilità quantificandoli in classi in funzione della loro importanza relativa attraverso l'attribuzione di "pesi" numerici, proporzionati al grado di pericolosità relativa, e visualizzandoli in una serie di elaborati di base.

I pesi attribuiti sono stati definiti sulla base delle tabelle del PAI, integrandole per le voci mancanti o in caso di incongruenza.



**Mappa geolitoologica a sinistra e uso del suolo a destra**

**I pesi fattoriali sono stati conservati identicamente alle Linee Guida salvo che per le litologie non ricomprese nelle tabelle delle stesse.**

**Il valore del fattore attribuito alla litologia ONE è 7 mentre l'uso del suolo 2111 ha fattore -1. L'acclività inferiore al 10% ha attribuito un fattore 2.**

#### **10.3.4 LA SOMMA DEI FATTORI E L'ATTRIBUZIONE DELLA PERICOLOSITÀ POTENZIALE**

L'instabilità è quindi mappata attraverso una mappa che per overlay fisico e algebrico produca una carta derivata con mappata la sintesi della oscillazione dei valori derivanti da tale sovrapposizione. I pesi risultanti, maggiori per la maggior stabilità e minori per la minore stabilità, producono la scala della instabilità potenziale, che opportunamente verificata attraverso situazioni campione in campagna, viene convertita attraverso la riclassificazione secondo la scala PAI e la interpretazione in Carta della Pericolosità.

Classe di instabilità	Descrizione	Pesi	
		da	a
1	Situazione potenzialmente stabile	10	12
2	Instabilità potenziale limitata	7	9
3	Instabilità potenziale media	4	6
4	Instabilità potenziale forte	1	3
5	Instabilità potenziale massima	-3	0

**La pericolosità potenziale risultante per l'area è Hg1**



### 10.3.5 VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE POTENZIALE E REALE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO

Lo studio e l'analisi dei fattori morfologia, litologia e pedologia, rilevati, col dettaglio della scala 1:2.000, ha portato alla compilazione di quattro tematismi primari. I dati sono stati mantenuti in formato vettoriale e sovrapposte mediante la procedura di overlay mapping (in ambiente ArcGIS), si è effettuata la sovrapposizione degli elaborati.

La somma aritmetica dei diversi pesi ha consentito di ottenere una carta intermedia di zonazione, costituita da un insieme di poligoni corrispondenti a delle areole a pesi differenziati che definiamo Carta della Instabilità Potenziale dei versanti rappresentante i diversi gradi di propensione.

La interpretazione e la ripermetrazione a seguito del controllo diretto della carta forniscono la nuova Carta della Pericolosità di Frana.

I risultati ottenuti confermano la buona attendibilità della carta finale prodotta, specie se confrontati con le informazioni relative alle aree storicamente interessate da fenomeni di dissesto.

È interessante infine sottolineare come la metodologia utilizzata si differenzi, rispetto ad altre proposte della letteratura scientifica, per il contributo apportato al modello dall'osservazione diretta dell'area in studio.

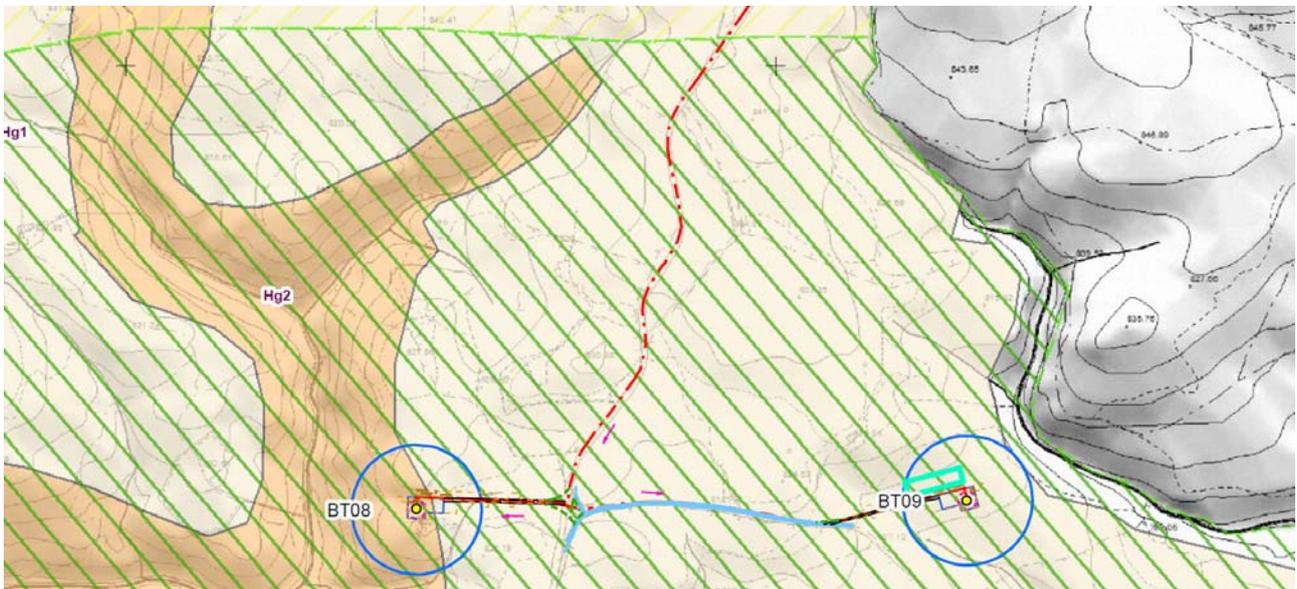
In situazioni diverse, in particolare per quanto concerne l'"utilizzo del suolo": l'analisi congiunta delle classi di uso e copertura del suolo e delle "tecniche colturali" consente di evidenziare a livello di dettaglio la vulnerabilità dei sistemi agroforestali, come riscontrato per gli ambienti boscati e semi-naturali.

In codesti contesti, l'indagine in loco ha consentito di verificare la funzionalità dei sistemi forestali (o pre-forestali) e quindi di pesare diversamente categorie appartenenti alla medesima classe di copertura del suolo.

### 10.3.6 IL VINCOLO IDROGEOLOGICO AI SENSI DEL R.D.L. N. 3267/1923

Alcune delle opere interessano aree su cui insiste vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. n. 3267/1923.

Si tratta in particolare di aree alcuni tratti di cavidotto e delle aree di cantiere e di definitive degli aerogeneratori BT08 e BT09.



**Mapa – Le aree di progetto ricadenti in area di Vincolo idrogeologico ex art7 del RDL 3267/1923**

La realizzazione del progetto comporta opere di trasformazione di terreno saldo in area di sedime, ai sensi del l'art7 del RDL 3267/1923 e suo regolamento RDL n. 1126/1926, e art. 19 - 21 della L.r. 8/2016, interessa aree subpianeggianti, con versanti fortemente modellati.



La trasformazione proposta riguarda superfici molto limitate e che comunque, nei loro confronti, non si va a "perdere la stabilità o turbare il regime delle acque" (ex art7 del RDL 3267/1923). Un'altra parte delle opere, gravita su aree vincolate di cui redazione art. 18 Legge 991/1952, Similmente per quanto riguarda le aree vincolate come art. 1 della 3267, anche per queste, la trasformazione proposta riguarda superfici molto limitate e che comunque, nei loro confronti, non si va a "perdere la stabilità o turbare il regime delle acque".

Ai fini autorizzativi, su tali attività, andrà conseguita autorizzazione da parte del Servizio ispettorato ripartimentale di Nuoro del CFVA.

**11**



## 11 COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

L'intervento costituito dal progetto di costruzione di un aerogeneratore, fondato su un plinto poggiante a circa 3 m di profondità, insiste su un'area Hg 2 perimetrata ad una scala non coerente con quella di progetto.

Il sito è meritevole di una variazione della pericolosità, riportandola a quella reale, quale è per un luogo in roccia massiva, con una superficie con pendenza inferiore al 10%, da operarsi con una variante generale alla pericolosità di frana del territorio comunale.

Non è presente coltre detritica significativa e lo spessore dell'arenizzato atteso è di circa 1.0-2.0 m dal pc.

Altresì, il progetto non interferisce o altera condizioni preesistenti al contorno deteriorandone l'equilibrio.



## 12 CONCLUSIONI

L'ipotesi definita geologicamente e geotecnicamente, adeguatamente supportata dalla progettazione, non introduce o amplifica criticità relative al sistema geologico ed idrogeologico e conseguentemente si ritiene compatibile con il contesto nel quale viene ad inserirsi ed è compatibile con le caratteristiche geotecniche del sedime.

L'opera in progetto, aerogeneratore BT08, non è aggravio od anche di solo pregiudizio ad alcuna situazione di instabilità del suolo.

La stessa non è di pregiudizio alcuno ad interventi attuati dallo Stato o da altri Enti Pubblici per contenere fenomeni di instabilità del suolo.

Ai fini della compatibilità con il PAI in particolare, l'intervento è ammissibile considerando come riferimento le attività compatibili con la pericolosità di frana di livello Hg2, nonché gli aspetti geologici, geomorfologici topografici.

ORDINE DEI GEOLOGI  
REGIONE SARDEGNA  
N. 88 Dott. Geol. FAUSTO ALESSANDRO PANI

The image shows a rectangular professional stamp of the Ordine dei Geologi Regione Sardegna, number 88, for Fausto Alessandro Pani. A blue ink signature is written over the stamp.