



Green Power

Engineering & Construction



CONSULENZA
E PROGETTI

GRE CODE

GRE.EEC.R.25.IT.W.15012.00.130.00

PAGE

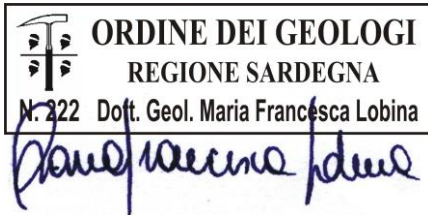
1 di/of 20

TITLE:
IT

AVAILABLE LANGUAGE:

IMPIANTO EOLICO "CARBONIA"

Approfondimenti degli aspetti geologici, idrogeologici e idrografici



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.15012.00.130.00_Approfondimenti degli aspetti geologici idrogeologici e idrografici.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	25/01/24	Nota MASE U.0000241 del 09/01/2024	MFL Name (Contactor)	GF Name (Contactor)	GF Name (Contactor)

GRE VALIDATION

Name (GRE) COLLABORATORS	Name (GRE) VERIFIED BY	A. Puosi (GRE) VALIDATED BY
-----------------------------	---------------------------	--------------------------------

PROJECT / PLANT *****	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISIO							
	GR	EEC	R	2	5	I	T	W	1	5	0	1	2	0	0	1	3	0	0

CLASSIFICATION

UTILIZATION
SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDEX

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	4
3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E TERRITORIALE	5
4. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DEL SOTTOSUOLO IN RELAZIONE ALL'ATTIVITÀ MINERARIA PREGRESSA	7
5. ASSETTO IDROGEOLOGICO	12
6. ASSETTO IDROGRAFICO	17
7. MISURE DI MITIGAZIONE A TUTELA DEI SUOLI E DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE ...	17
7.1. Protezione dall'inquinamento e salvaguardia dei suoli	17
7.2. Gestione delle potenziali interferenze degli scavi di fondazione con le acque di falda	20

1. PREMESSA

La Enel Green Power Italia S.r.l. ha in programma la realizzazione di un parco eolico denominato "Carbonia" e opere connesse, da realizzarsi nei territori di Carbonia e Gonnese (SU), costituito da n. 7 aerogeneratori della potenza unitaria di 6 MW per una potenza complessiva di 42 MW.

La STMG (codice pratica 202001527) prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 220 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 220 kV "Sulcis - Oristano".

Nel presente documento e nei richiamati documenti allegati si intende dare un riscontro puntuale alle richieste di integrazioni conoscitive formulate nell'ambito del procedimento di VIA dalla Commissione Tecnica PNRR-PNIEC, con nota prot. U.0000241 del 09/01/2024, in merito agli aspetti "GEOLOGIA E ACQUE" (punto 3).

In tale ambito, lo scrivente geologo *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽¹⁾ su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l., incaricata dalla Enel Green Power Italia S.r.l. per la predisposizione degli elaborati tecnici necessari al conseguimento dei titoli abilitativi alla costruzione ed esercizio, illustra i risultati di un approfondimento cognitivo sulle seguenti richieste:

- 3.1 *Approfondire lo studio e la ricerca su eventuali presenze di sistemi di gallerie, pozzi vuoti sotterranei legati al complesso sistema minerario che potrebbero interferire sull'instabilità statica delle aree interessate dall'intervento.*
- 3.2 *Produrre relazione dettagliata, con relativo elaborato grafico, dell'assetto idrogeologico ed idrografico sia dell'area vasta dell'impianto che dell'area di ubicazione degli aerogeneratori e delle opere connesse. In particolare, si richiede di riportare, oltre che i bacini idrografici e la relativa rete dei corsi idrici, l'eventuale presenza di pozzi e sorgenti fornendo maggiori informazioni circa le portate e le caratteristiche, oltre che informazioni circa la profondità della falda e la circolazione idrica sotterranea.*

Resta valida la base informativa precedentemente elaborata da altro autore (elaborato progettuale GRE.EEC.R.25.IT.W.15012.00.057.00 e relativi allegati), in questa sede necessariamente richiamata in talune parti.

⁽¹⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 - Sezione A.

2. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Le opere afferenti al parco eolico si riferiscono a:

- installazione di 7 nuovi aerogeneratori per una potenza installata pari a 42 MW;
- realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori;
- realizzazione di piazzole di montaggio degli aerogeneratori, di nuovi tratti di viabilità e l'adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l'accesso per il trasporto degli aerogeneratori;
- realizzazione del cavidotto a 33kV e della sottostazione di utenza da collegare in antenna a 220 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 220 kV "Sulcis - Oristano".

Costituiscono parte integrante del progetto sottoposto a procedura di VIA le opere RTN necessarie per la connessione elettrica dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale comprendenti:

- a. una nuova Stazione Elettrica RTN 220 kV denominata "Gonnesa" nel Comune di Gonnesa, Provincia del Sud Sardegna (SU) - (OPERA 1);
- b. un nuovo raccordo in entra - esci a 220 kV all'attuale elettrodotto 220 kV della RTN denominato "Sulcis - Oristano" - (OPERA 2).

3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E TERRITORIALE

L'areale designato per la costruzione del parco eolico in progetto ricade nel Comune di Carbonia (Provincia del Sud Sardegna), all'interno della regione geografica del Sulcis. Più precisamente dista circa 1,1 km dall'abitato di Cortoghiana, 0,5 km da Bacu Abis e 4 km da quello di Carbonia.

La morfologia dell'area vasta è collinare con versanti di bassa-moderata pendenza.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 555 dell'I.G.M.I. "Iglesias" [scala 1:50.000]
- Sezione 555-III "Portoscuso" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 555-140 "Cortoghiana" della C.T.R. [scala 1:10.000]

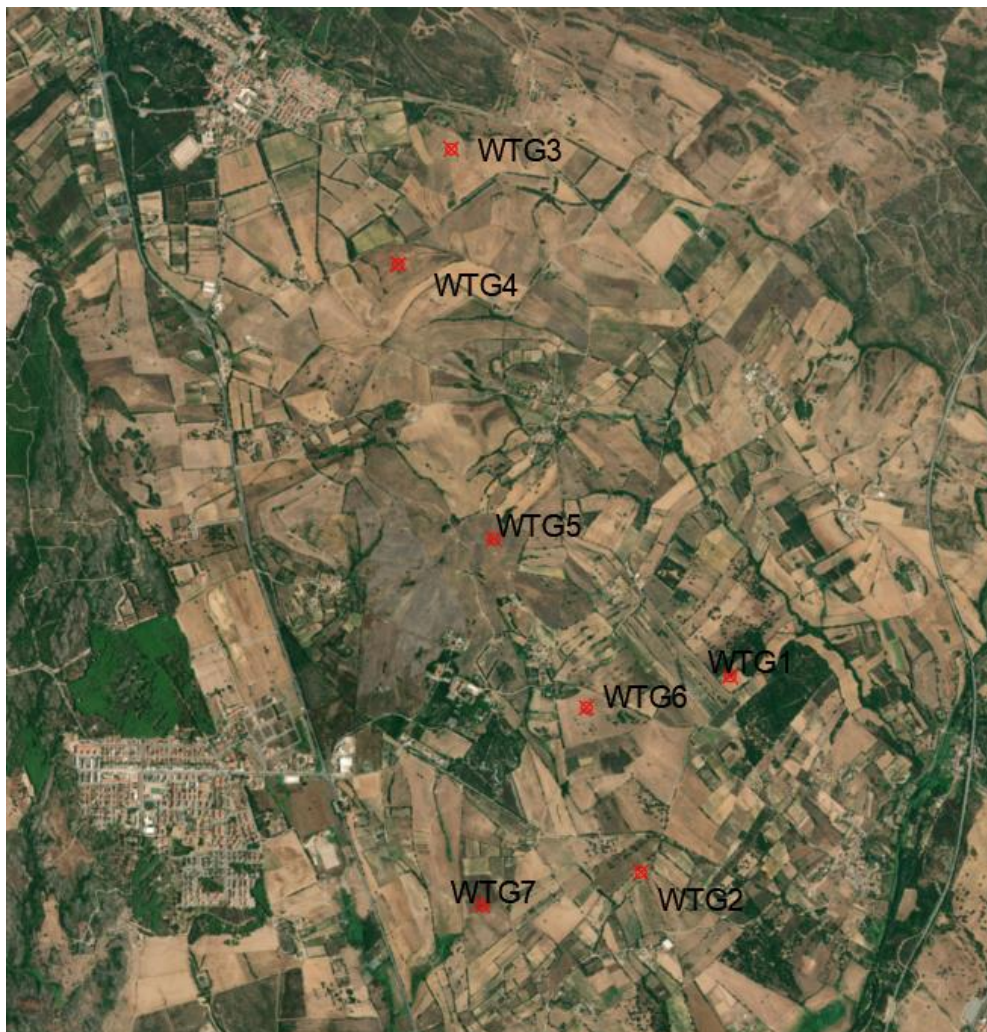


FIGURA 3.1 - Inquadramento degli aerogeneratori WTG su base ortofotogrammetrica, fuori scala.

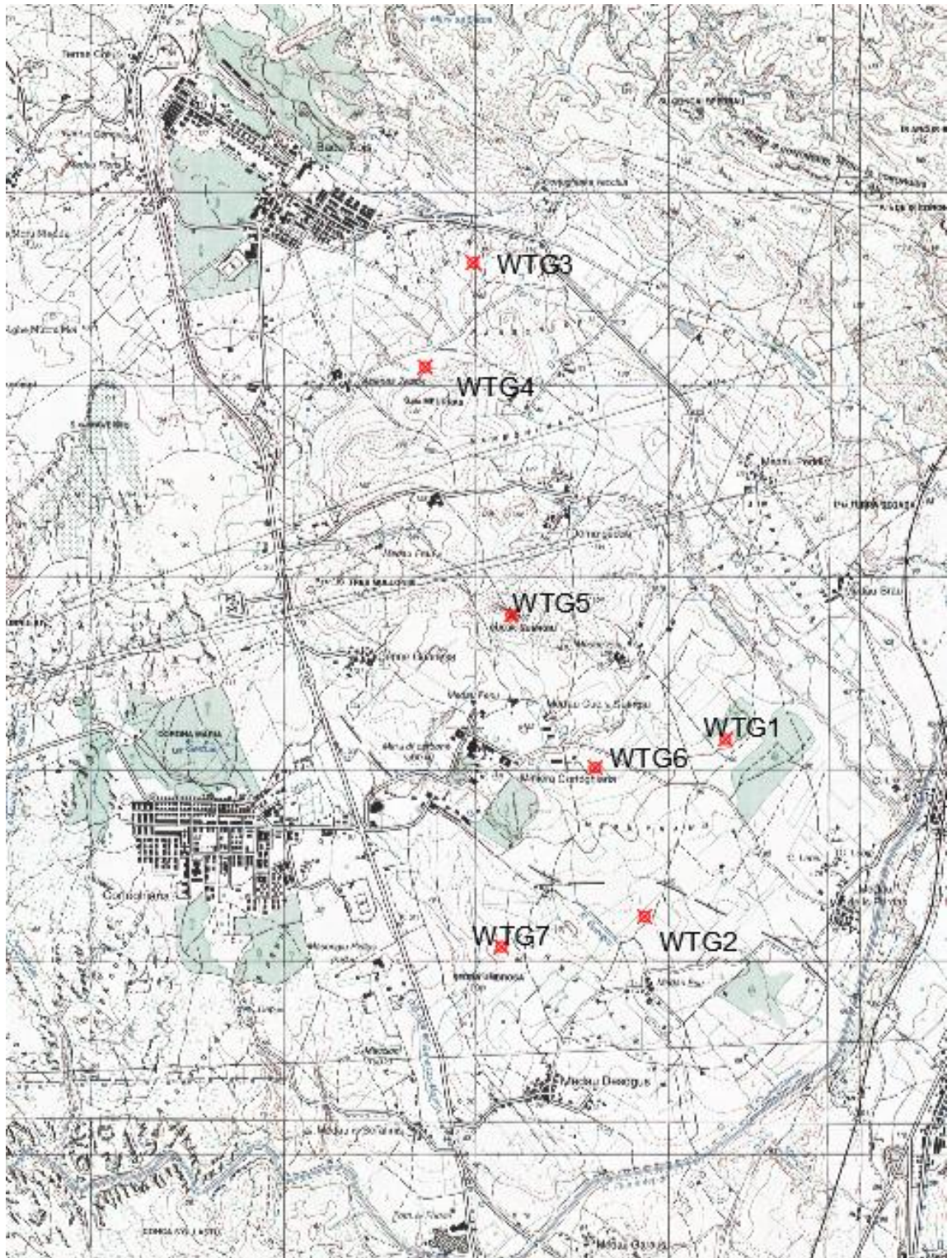


FIGURA 3.2 – Inquadramento degli aerogeneratori WTG su stralcio cartografia I.G.M.I., fuori scala.

4. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DEL SOTTOSUOLO IN RELAZIONE ALL'ATTIVITÀ MINERARIA PREGRESSA

L'area che ospiterà le opere in progetto ricade nel settore centrale del Bacino Eocenico Sulcitano – noto per la presenza di un importante giacimento carbonifero – che si caratterizza per il diffuso affioramento di litologie vulcaniche ignimbritiche di età oligo-miocenica, in discordanza stratigrafica sui depositi continentali oligocenici e sui calcari cambri. In questa regione della Sardegna, la successione litostratigrafica abbraccia quasi l'intera scala cronologica e le formazioni geologiche sono ascrivibili ad un intervallo compreso tra il Paleozoico ed il Quaternario.

Per gli obiettivi prefissati nella presente trattazione quale approfondimento della «relazione geologica sismica»⁽²⁾, la formazione litologica significativa è il "Lignifero" o "Produttivo" Auct. dell'Eocene inferiore-medio che si compone di calcari, marne ed argilliti con intercalati banchi di carbone che in genere hanno spessori non superiore ai 2 m.

La prima segnalazione documentata dell'esistenza del carbone risale al 1834 nel libro "Voyage en Sardaigne" di Alberto Lamarmora sebbene la scoperta del giacimento vero e proprio avviene nel 1851. La prima concessione per l'estrazione del carbone risale al 1854 dalla miniera di Bacu Abis che rimase inattiva sino al 1860 circa.

A seguire aprirono le miniere di Funtanamare (lignite) e di Caput Acquis (lignite). Negli anni '50 si contavano circa 15 centri estrattivi, tra i quali si annoverano Cortoghiana, Nuraxi Figus, Sirai, Serbariu, Terras Collu, etc.

Nelle prime fasi di produzione l'estrazione dei carboni fossili avvenne a cielo aperto sfruttando i livelli produttivi basali al contatto con il basamento paleozoico. Solo a partire dal 1906 la coltivazione procedette dall'interno e quella a cielo aperto fu definitivamente abbandonata nel 1915.

Nel 1956 venne aperta la miniera di Cortoghiana Nuova e quella di Seruci la cui chiusura nel 1972 sancì la cessazione di tutte le attività estrattive nel bacino sulcitano.

⁽²⁾ Dott. Geol. Agostino Scalerio, dicembre 2021.

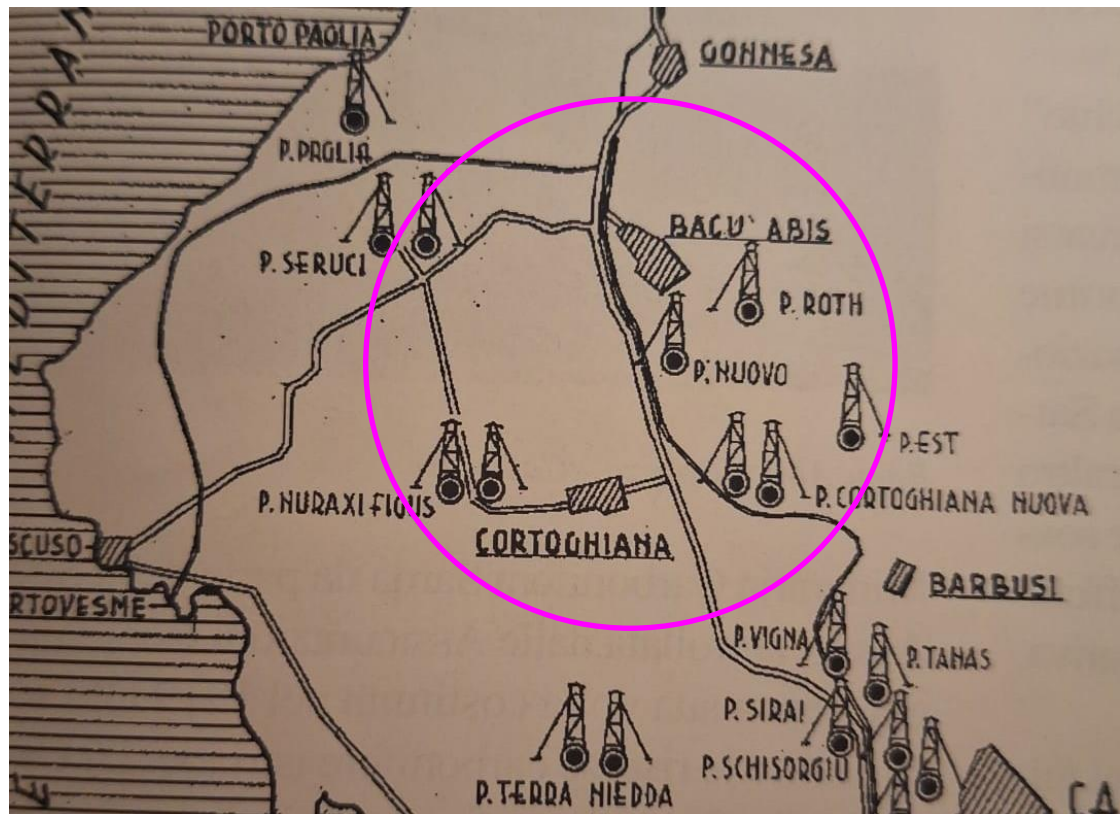
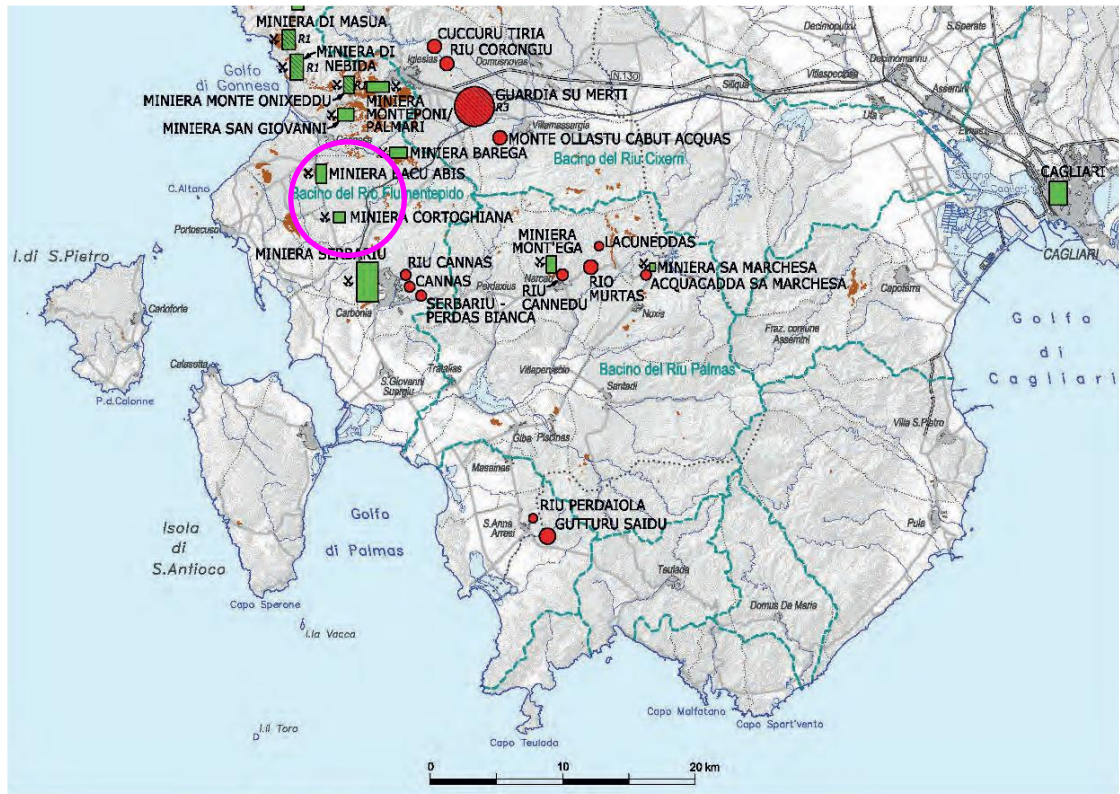


FIGURA 4.1 – Situazione delle miniere di carbone negli anni '50 (immagine estratta dal volume "Il Bacino Carbonifero del Sulcis" a cura della Carbosulcis, 1994.

Sulla base di tutte le informazioni estrapolabili dalla letteratura scientifica, relative a lavori minerari, sondaggi e prospezioni sismiche, il giacimento produttivo è conosciuto su una superficie di oltre 100 km², a quote assolute comprese tra +100 m in corrispondenza degli affioramenti al lembo più orientale del bacino, -730 m in prossimità del litorale di Portoscuso e -803 m a Monte Ulmus. Il deposito mostra in generale geometria tabulare con debolissima immersione e potenza media di 70 m.

Durante i lavori minerari in sotterraneo si sono gradualmente originati fenomeni di subsidenza dei terreni sovrastanti che hanno coinvolto anche le aree circostanti. Detti sprofondamenti si sono manifestati anche in tempi più lunghi (ultimi 20 anni) a causa del progressivo deterioramento dei pilastri, e quindi della staticità dei vuoti minerari, con conseguente crollo dei solai e dei dissesti correlati in superficie. Di questi fenomeni, denominati "Anthropogenic Sinkholes", si hanno testimonianze negli stessi abitati di Cortoghiana e Bacu Abis⁽³⁾ come rappresentato nella carta in **FIGURA 4.2.**

⁽³⁾ «I sinkholes nella Regione Sardegna (Italia): Miniere e Cavità Carsiche», Corda A.S., Mureddu A. e Renis M., 2013.



LEGENDA

ANTHROPOGENIC SINKHOLES (EMPTY MINES)

AREA A RISCHIO CLASSIFICATA DAL P.A.I.*

SINKHOLES (KARST CAVITIES)

AREA A RISCHIO CLASSIFICATA DAL P.A.I.*

AREE MINERARIE

LIMITE BACINI IDROGRAFICI PRINCIPALI

IDROGRAFIA PRINCIPALE



Bacino del Rio Mannu

FIGURA 4.2 – Ubicazione dei fenomeni di sprofondamento al 2011 (stralcio dell'immagine estratta dalla pubblicazione «*I sinkholes nella Regione Sardegna (Italia): Miniere e Cavità Carsiche*», Corda A.S., Mureddu A. e Renis M. (2013) con indicazione dell'area di intervento.

Dalla carta in

FIGURA 4.3

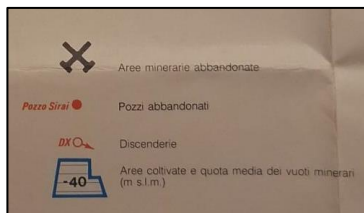
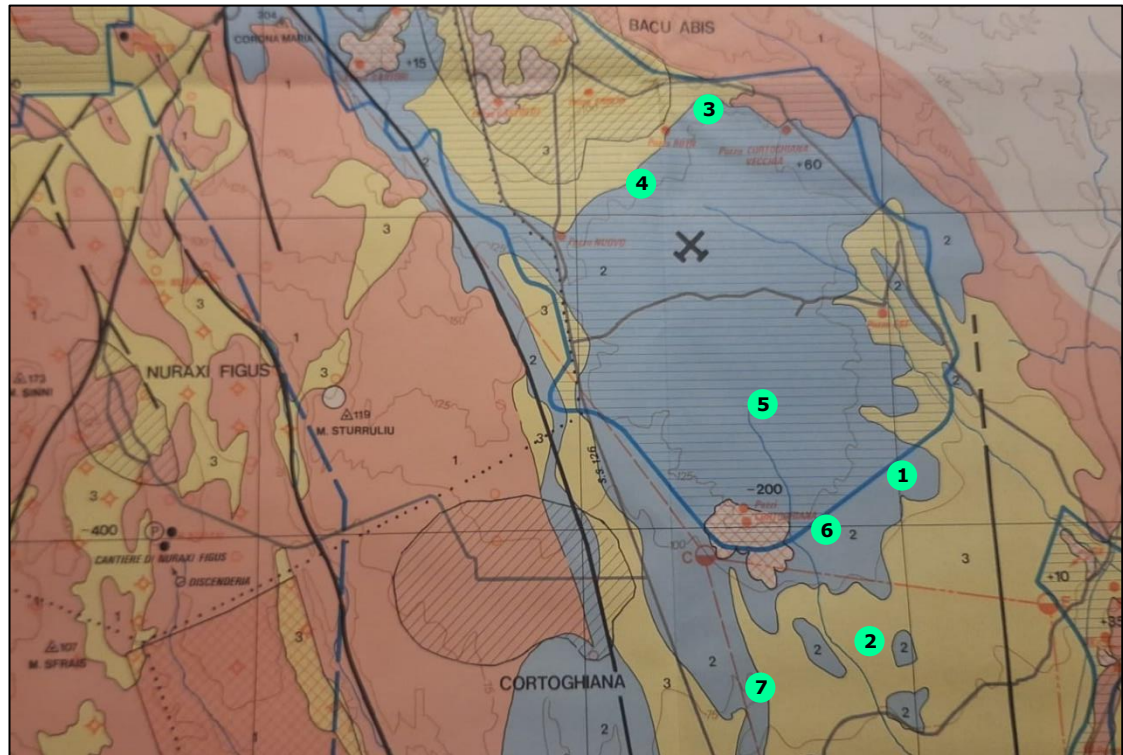
FIGURA 4.3, estratta dal volume "Il Bacino Carbonifero del Sulcis" a cura della Carbosulcis, 1994, si evince che i siti designati per gli aerogeneratori WTG3, WTG4 e WTG5 ricadono entro il perimetro della coltivazione mineraria dismessa (**contorno in azzurro**) e WTG1 e WTG6 in stretta adiacenza. In detta area, proprio a testimonianza di oltre un secolo di attività estrattiva durante la quale sono stati estratti circa 30 milioni di tonnellate di carbone oltre notevoli quantitativi di sterili, permane una fitta rete di gallerie, talora sovrapposte tra loro, con sviluppi lineari considerevoli.

Benché la quota media s.l.m. dei vuoti garantisca un franco minimo di quasi 50 m rispetto alla quota delle previste postazioni eoliche, lo stato di abbandono in cui versano i vuoti estrattivi, non sempre stabilizzati con efficacia dalle ripiene minerarie ed in buona parte invasi dalle acque di falda, con le relative fluttuazioni stagionali, porta a non escludere la suscettibilità dei succitati siti a fenomeni di "Anthropogenic Sinkholes".

Si deve peraltro tenere conto che i succitati serbatoi d'acqua, in precario stato di equilibrio, sono soggetti ad emungimento per approvvigionamento idrico che possono indurre fenomeni di subsidenza anche nelle aree contermini quelle di coltivazione.

Poiché da un'accurata disanima della bibliografia non sono emersi dati relativi ad indagini dirette e puntuali nell'area di intervento ed in considerazione delle caratteristiche dei luoghi sopra descritte, i siti di imposta degli aerogeneratori ed un congruo intorno dovranno essere adeguatamente investigati mediante sondaggi a carotaggio continuo spinti almeno fino a 30 m e prospezioni sismiche, atte ad escludere la presenza strutture e cavità che in qualche modo possano compromettere la stabilità dei manufatti molto oltre le profondità investite dal bulbo delle tensioni indotte dalle fondazioni degli aerogeneratori.

Ove le suddette indagini da condurre nell'ambito della progettazione esecutiva dovessero evidenziare potenziali anomalie riferibili a vuoti estrattivi potrà prevedersi, a giudizio del team di progettazione incaricato, un sistema di controllo e monitoraggio della superficie mediante opportune strumentazioni e rilevazioni topografiche.



UNITÀ LITOLOGICHE

- 1** – Vulcaniti, calcari e scisti
- 2** – Conglomerati ed arenaria del Cixerri
- 3** – Suoli, alluvioni e dune fossili
- 4** – Limi e sabbie

FIGURA 4.3 – Stralcio della «Carta mineraria e litologico-tecnica del Bacino Carbonifero del Sulcis» 1997, modificata ed integrata, con indicazione dei siti che ospiteranno i generatori eolici.

5. ASSETTO IDROGEOLOGICO

Nell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'impianto eolico, il bacino idrogeologico è smembrato da numerose faglie che hanno dislocato tutta la serie litostratigrafica e di conseguenza gli stessi acquiferi profondi in tanti blocchi isolati ("sersem") più o meno indipendenti tra loro. I taluni casi il rigetto delle faglie ha generato soglie di permeabilità che isolano diverse sezioni del bacino.

Fatta astrazione delle piccole falde della copertura detritica quaternaria (eolica e alluvionale), il primo acquifero di una certa potenzialità che si riscontra è quello vulcanico che ospita una rete di flussi complessa per le ripetute alternanze di livelli tufacei impermeabili e di lave ed ignimbritici acquiferi. Questa configurazione genera un'estrema ramificazione dei deflussi sotterranei, i quali finiscono per alimentare numerose piccole "risorgenze" diffuse lungo i bordi degli affioramenti vulcanici.

Al letto del complesso del cosiddetto "Produttivo" immediatamente sotto le vulcaniti, si trova la parte più antica del complesso carbonifero e quindi l'acquifero carbonatico.

In definitiva i livelli acquiferi del bacino carbonifero del Sulcis sono riconducibili ai seguenti complessi idrogeologici:

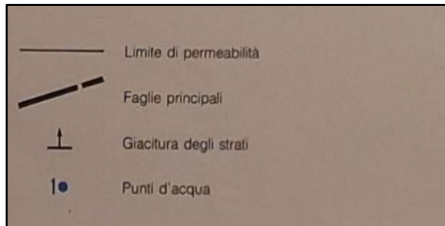
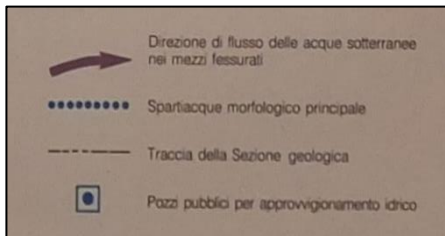
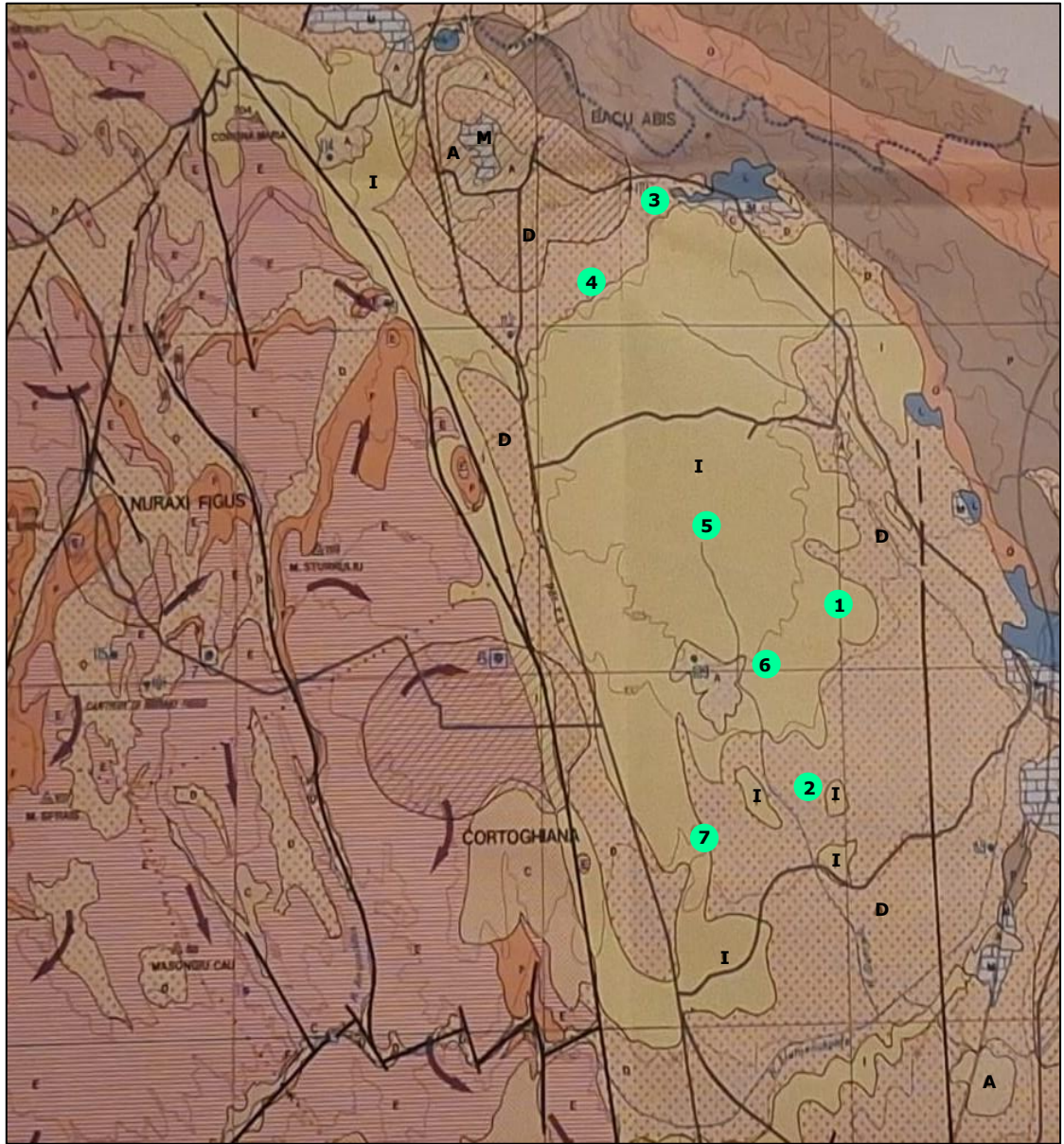
- **quaternario** costituito da sabbie quaternarie variamente cementate e detriti di falda in corrispondenza del quale i pozzi, essenzialmente ai fini agricoli e subordinatamente industriali, hanno modesta produttività;
- **vulcanico**, distinto in uno superiore al contatto tra banchi ignimbritici e sottostanti tufi ed uno inferiore, poco lontano o al contatto con la Formazione del Cixerri di elevata potenzialità dell'ordine dei 20 l/sec⁽⁴⁾;
- **Formazione del Cixerri** pressoché impermeabile;
- **Formazione del Produttivo** con caratteristiche di permeabilità, alimentato attraverso infiltrazioni da pozzi e lavori minerari abbandonati e subordinatamente apporti dal Migliolitico sottostante;
- **Formazione del Miliolitico** che è sede di una falda carsica che, inizialmente in pressione, è stata oggetto di depressione forzata per consentire la coltivazione mineraria;
- **Formazione carbonatiche cambriche** che sono sede di una ricca falda acquifera carsica con portate dell'ordine dei 20 l/sec⁽⁵⁾.

Le acque ospitate nelle diverse unità idrogeologiche differiscono significativamente dal punto di vista del chimismo e della temperatura, pur non escludendo che nel tempo si siano instaurati reciproci interscambi attraverso i pozzi, le discenderie ed i lavori minerari.

A parte quanto sopra esposto, allo stato attuale delle conoscenze supportate dalle informazioni bibliografiche acquisite, non è possibile una ricostruzione dell'andamento dei flussi idrici sotterranei in ragione dell'estrema complessità del bacino idrogeologico e dei ripetuti cicli di eduazione e spegnimento delle pompe. Certo è che i vuoti sotterranei compresi i pozzi, fungano da drenaggio richiamando le acque dai livelli acquiferi soprastanti (vedi frecce in

⁽⁴⁾ Dato estrapolato dal volume «*Il Bacino Carbonifero del Sulcis*» a cura della Carbosulcis, 1994.

⁽⁵⁾ Ibidem.



UNITÀ IDROGEOLOGICHE

A	Discariche minerarie
B	Discariche metallurgiche
C	Sabbie eoliche
D	Detriti di falda
E	Ignimbriti e lave trachitiche
F	Tufi liparitici
G	Depositi continentali conglomeratici
H	Lave e brecce andesitiche
I	Formazione del Cixerri
L	Formazione del Produttivo Auct.
M	Formazione del Miliolitico

FIGURA 5.1).

In detto contesto idrogeologico, da quanto emerge dalla «relazione geologica sismica»⁽⁶⁾, le postazioni WTG1 e WTG2 ricadono nel dominio delle dune eoliche e le restanti nelle litofacies

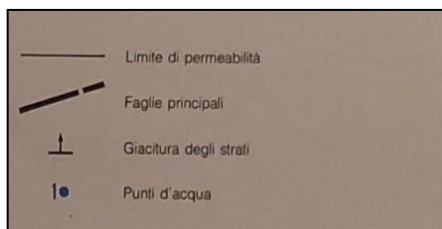
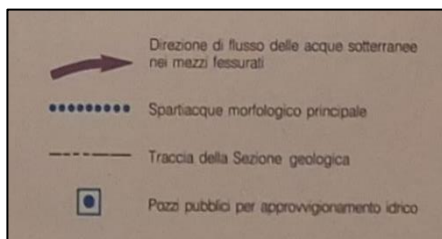
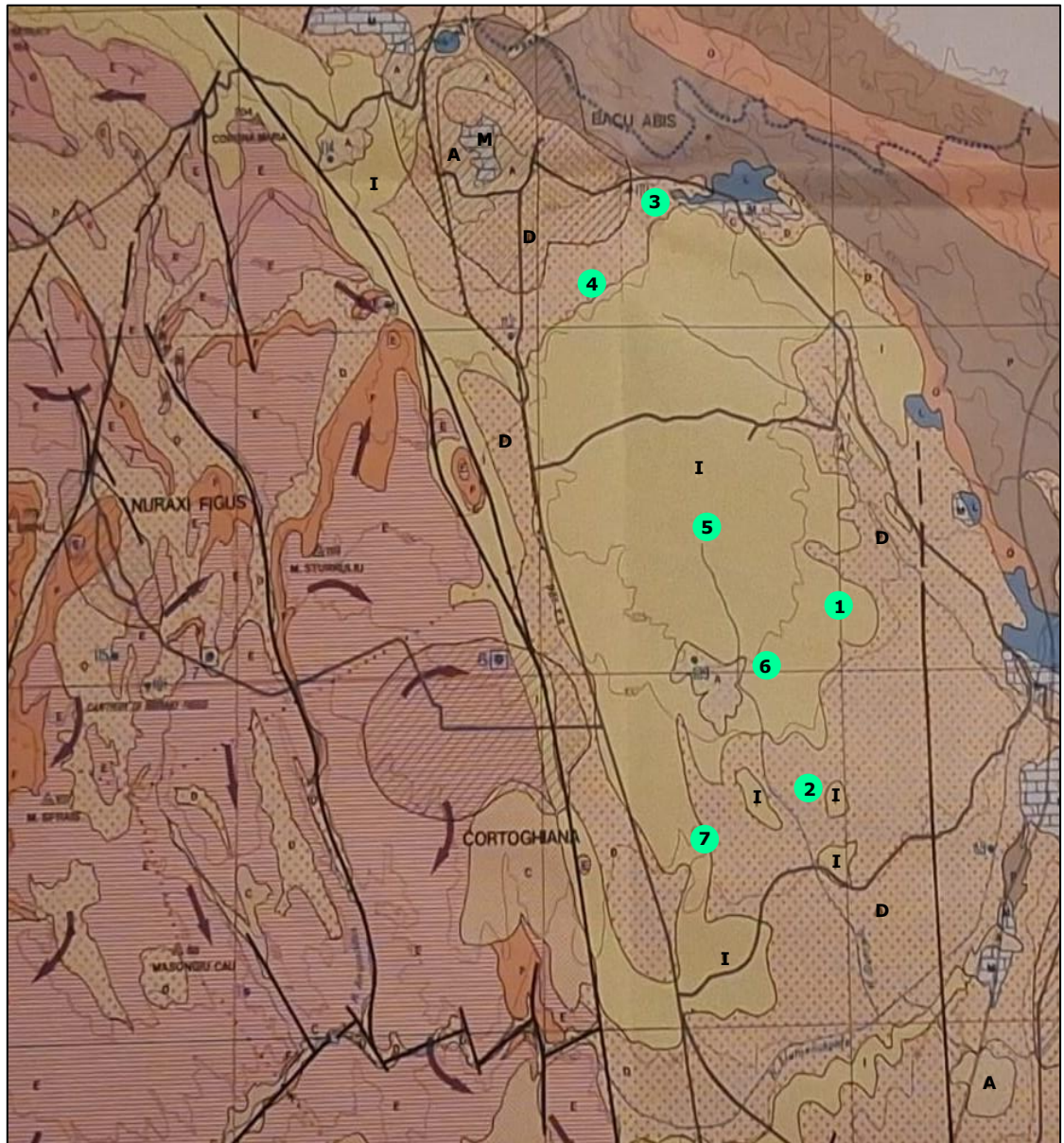
⁽⁶⁾ Dott. Geol. Agostino Scalercio, dicembre 2021.

della Formazione del Cixerri.

Poiché i depositi eolici possono rappresentare un acquifero capace di ospitare falde tamponate inferiormente da livelli lapidei, nella maggior parte dei casi con comportamento tipicamente freatico e soggette quindi a variazioni piezometriche stagionali, allo stato attuale delle conoscenze non si può escludere un'interazione con le fondazioni.

Di contro, la scarsa recettività idrogeologica della formazione eocenica ove ricadono gli aerogeneratori WTG3, WTG4, WTG5, WTG6 e WTG7 non fa prevedere la presenza di flussi idrici significativi alle quote di progetto. Per la scarsa capacità di drenaggio, in concomitanza con eventi pluviometrici perdurevoli, potrebbero manifestarsi condizioni di saturazione superficiali, e quindi ristagni, opportunamente controllabili attraverso l'ottimale regolazione degli apporti idrici diffusi in sede di progettazione esecutiva.

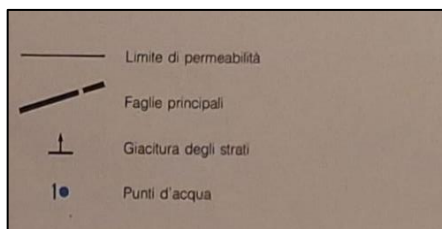
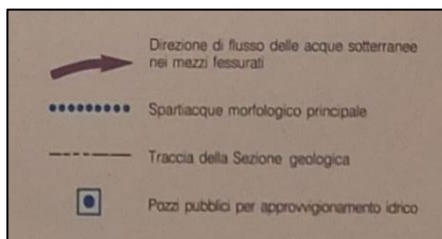
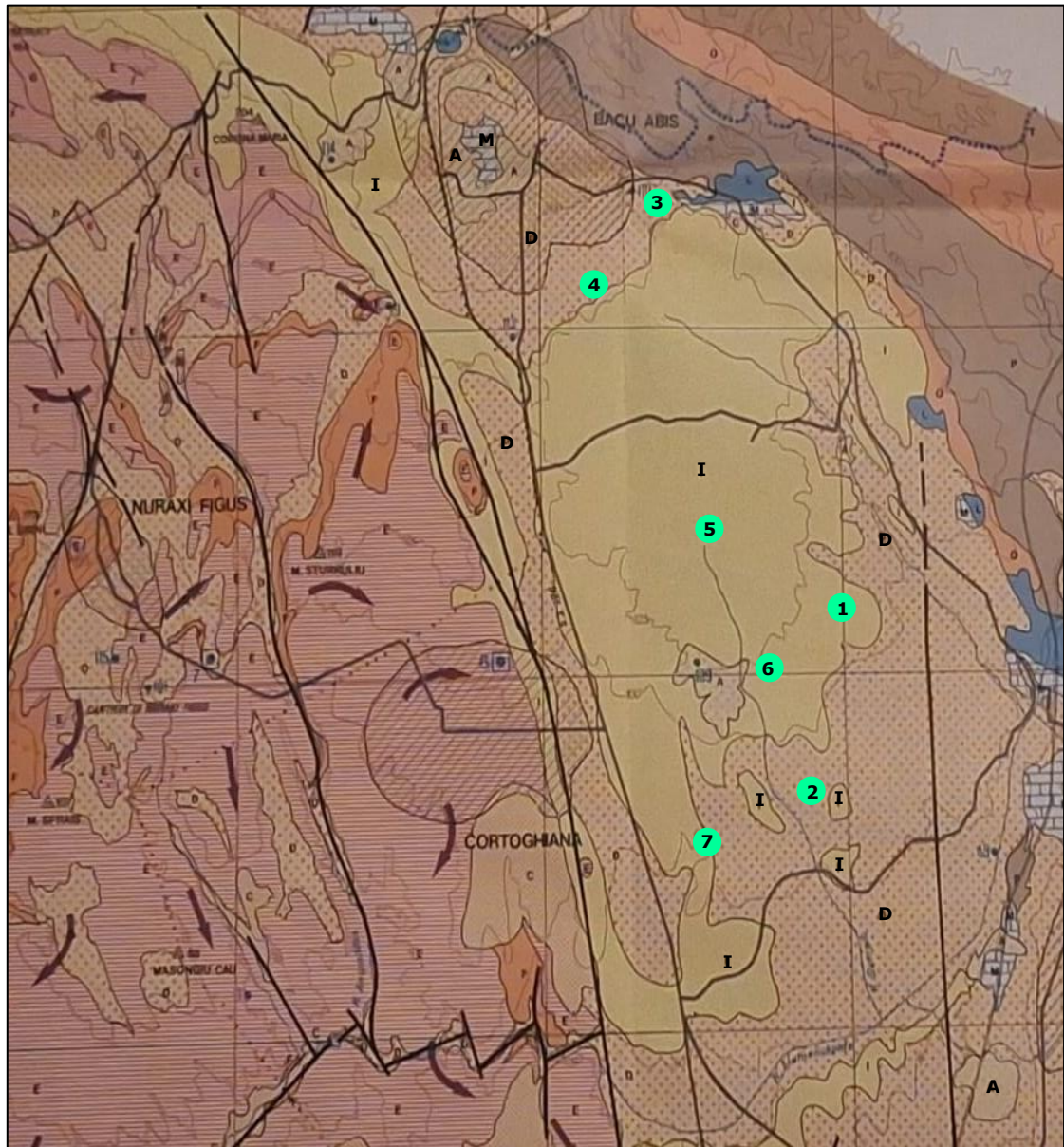
In



UNITÀ IDROGEOLOGICHE

- A** Discariche minerarie
- B** Discariche metallurgiche
- C** Sabbie eoliche
- D** Detriti di falda
- E** Ignimbriti e lave trachitiche
- F** Tufi liparitici
- G** Depositi continentali conglomeratici
- H** Lave e brecce andesitiche
- I** Formazione del Cixerri
- L** Formazione del Produttivo Auct.
- M** Formazione del Miliolitico

FIGURA 5.1 si riporta uno stralcio della carta idrogeologica estratta dal volume "Il Bacino Carbonifero del Sulcis" a cura della Carbosulcis, 1994.



UNITÀ IDROGEOLOGICHE

- A** Discariche mineralie
- B** Discariche metallurgiche
- C** Sabbie eoliche
- D** Detriti di falda
- E** Ignimbriti e lave trachitiche
- F** Tufi liparitici
- G** Depositi continentali conglomeratici
- H** Lave e brecce andesitiche
- I** Formazione del Cixerri
- L** Formazione del Produttivo Auct.
- M** Formazione del Miliolitico

FIGURA 5.1 – Stralcio della «Carta idrogeologica del Bacino Carbonifero del Sulcis» 1997, modificata ed integrata con indicazione dei siti che ospiteranno i generatori eolici.

6. ASSETTO IDROGRAFICO

L'idrografia superficiale del territorio in esame, di evidente impostazione tettonica, vede la presenza di brevi rii e torrenti il cui deflusso è strettamente legato al tipo ed all'intensità delle precipitazioni. Queste, a carattere stagionale, provocano nei torrenti delle piene in occasione delle prime piogge autunnali e dei massimi di portata nei mesi di febbraio-marzo.

Durante la stagione secca (maggio-settembre) i corsi d'acqua risultano in parte o del tutto privi di deflusso superficiale pur mantenendo, nei tratti a valle, un certo deflusso in sub-alveo.

Il principale elemento fluviale dei luoghi è il *Flumentepido* che scorre a sud dell'area che ospiterà il parco eolico ed in subordine il *Riu Arca Bascu*, il *Riu Sturruliu*, il *Riu Perdaias* ed il *Riu Pirastu*.

Nella tavola grafica fuori fascicolo (GRE.EEC.D.25.IT.W.15012.00.136.00 - Carta dell'idrografia superficiale e delle sorgenti) si restituisce una rappresentazione grafica del reticolo idrografico in un adeguato intorno rispetto alle aree di intervento, dei bacini idrografici, dei pozzi e delle sorgenti.

Considerando un buffer di 500 m dal baricentro di ciascun aerogeneratore, si riscontra una sorgente circa 350 m a SW di WTG7 e nella totalità la presenza di linee di deflusso incanalato seppur a carattere episodico. Nel caso di WTG5 e WTG6 le limitate interferenze con la piazzola, in quanto riferibili al tratto di origine, potranno essere agevolmente gestite attraverso opere di regimazione in sede di progettazione esecutiva.

Di contro, per quanto concerne il cavidotto, le intersezioni sono molteplici anche nei riguardi di corsi d'acqua di un certo rilievo.

Al fine di limitare le interferenze delle opere lineari con i corsi d'acqua e/o elementi idrici significativi, nel rispetto delle norme PAI e delle disposizioni vigenti a tutela delle acque pubbliche (R.D. 523/1904), saranno progettualmente adottati i seguenti accorgimenti tecnici:

- Superamento delle interferenze con la nuova viabilità di progetto per mezzo di manufatti idraulici di attraversamento dimensionati sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna;
- La posa del cavidotto 33kV interrato, in parallelismo alla nuova viabilità di progetto, verrà realizzata previo scavo della trincea con mezzo meccanico, attestando il cavo ad una profondità di un metro dai nuovi manufatti idraulici;
- nei parallelismi del cavidotto con la viabilità esistente, in corrispondenza degli attraversamenti trasversali di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale, il cavidotto sarà messo in opera mediante l'impiego della tecnologia T.O.C. attestando la canalizzazione in cavo ad una profondità minima di un metro dal fondo dell'alveo e/o dal manufatto idraulico esistente.

7. MISURE DI MITIGAZIONE A TUTELA DEI SUOLI E DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

7.1. PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO E SALVAGUARDIA DEI SUOLI

La fase di costruzione di un parco eolico, così come quella di dismissione, non origina rischi specifici a carico della qualità delle matrici ambientali suolo e acque superficiali/sotterranee, differenti rispetto a quelli di un ordinario cantiere funzionale alla costruzione di opere infrastrutturali quali strade, linee elettriche o, più in generale, sottoservizi.

Le azioni orientate alla prevenzione degli eventi incidentali suscettibili di incidere sulla qualità dei terreni e delle acque durante la fase di costruzione e dismissione dell'opera possono ricondursi alle seguenti buone pratiche, di norma adottate nei cantieri edili anche in osservanza di specifici adempimenti normativi.

Nell'ambito delle attività gestionali del parco eolico - comprendenti le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria- gli accorgimenti orientati alla prevenzione degli sversamenti accidentali di contaminanti sul suolo saranno sostanzialmente analoghi a quelli previsti nella fase di costruzione, con riferimento in particolare ai seguenti aspetti:

- Depositi e gestione dei materiali
- Gestione dei rifiuti di cantiere
- Gestione delle eventuali acque di lavorazione.

Modalità operative generali

I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici dovranno essere effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa. Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili dovrà essere garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. Dovrà essere controllata la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. Si procederà a controllare sistematicamente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.

Le perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità di eventuali falde idriche sotterranee dovranno avvenire a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi.

Ove siano impiegati oli disarmanti nella costruzione, la scelta sarà orientata su prodotti biodegradabili e atossici.

Gestione acque meteoriche dilavanti

La gestione delle acque dilavanti dovrà avvenire in accordo con le seguenti procedure:

- nelle porzioni di cantiere eventualmente pavimentate, predisporre sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate, per evitare il ristagno delle stesse, ed acquisire specifica autorizzazione per lo scarico delle acque meteoriche dilavanti rilasciata dall'ente competente;
- realizzare un sistema di regimazione perimetrale dell'area di cantiere che limiti l'ingresso delle acque dalle aree esterne al cantiere stesso, durante l'avanzamento dei lavori, compatibilmente con lo stato dei luoghi;
- limitare le operazioni di rimozione della copertura vegetale e del suolo allo stretto necessario, avendo cura di contenerne la durata per il minor tempo possibile in relazione alle necessità di svolgimento dei lavori;
- in caso di versamenti accidentali, circoscrivere e raccogliere il materiale ed effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006;

Gestione acque di lavorazione

Per le acque di lavorazione (p.e. quelle derivanti dal lavaggio betoniere, dai lavar ruote, dal lavaggio delle macchine e delle attrezzature) le stesse dovranno essere gestite nei seguenti due modi:

- come acque reflue industriali, ai sensi della Parte Terza del D.Lgs. n. 152/2006, qualora si preveda il loro scarico in acque superficiali o fognatura, per il quale ottenere la preventiva autorizzazione dall'ente competente. In tal caso dovrà essere previsto un collegamento stabile e continuo fra i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli eventuali impianti di trattamento ed il recapito finale che deve essere preceduto da pozzetto di ispezione;
- come rifiuti, ai sensi della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006, qualora sia ritenuto opportuno smaltirli o inviarli a recupero come tali.

Terre e rocce da scavo

Nella gestione delle terre e rocce da scavo in attesa di riutilizzo saranno adottate le seguenti modalità gestionali:

- effettuare lo stoccaggio in cumuli presso aree di deposito appositamente dedicate;
- identificare i cumuli con adeguata segnaletica, che ne indichi la tipologia, la quantità, la provenienza e l'eventuale destinazione di utilizzo;
- gestire i cumuli di terre e rocce da scavo in modo da evitare il dilavamento degli stessi, il trascinarsi di materiale solido da parte delle acque meteoriche e la dispersione in aria delle polveri, ad esempio con copertura o inerbimento e regimazione delle aree di deposito;
- isolare dal suolo il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo eventualmente frammiste a materiali contaminanti e gestirle in regime di rifiuto;
- assicurarsi che la gestione dei depositi delle terre e rocce da scavo non arrechi impatti nei terreni non oggetto di costruzione;

- stoccare il terreno vegetale di scotico in cumuli non superiori ai 2 m di altezza, per conservarne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche in modo da poterlo poi riutilizzare nelle opere di recupero ambientale dell'area dopo lo smantellamento del cantiere; per stoccaggi di durata superiore ai 2 anni si raccomanda l'inerbimento del cumulo.

Depositi e gestione dei materiali

Per le materie prime, le varie sostanze utilizzate, i rifiuti ed i materiali di recupero saranno attuate modalità di stoccaggio e di gestione che garantiscano la separazione netta fra i vari cumuli o depositi. Ciò al fine di evitare sprechi, spandimenti e perdite incontrollate dei suddetti materiali in un'ottica di adeguata conservazione delle risorse e di rispetto per l'ambiente.

In particolare, si procederà a:

- depositare sabbie, ghiaie, cemento e altri inerti da costruzione in modo da evitare spandimenti nei terreni non oggetto di costruzione e nel reticolo di allontanamento delle acque meteoriche;
- stoccare prodotti chimici, colle, vernici, pitture di vario tipo, oli disarmanti ecc. in condizioni di sicurezza, evitando un loro deposito sui piazzali a cielo aperto;
- assicurare che in cantiere siano presenti le schede di sicurezza di tali materiali;
- separare nettamente i materiali e le strutture recuperate, destinati alla riutilizzazione all'interno dello stesso cantiere, dai rifiuti da allontanare.

Gestione dei rifiuti di cantiere

La gestione dei rifiuti di cantiere avverrà in accordo con le seguenti modalità:

- le varie tipologie di rifiuto da allontanare dal cantiere saranno raggruppate in aree di deposito temporaneo, appositamente allestite;
- all'interno di dette aree i rifiuti saranno depositati in maniera separata per codice CER e stoccati secondo normativa o norme di buona tecnica atte ad evitare impatti sulle matrici ambientali (in aree di stoccaggio o depositi preferibilmente al coperto con idonee volumetrie e avvio periodico a smaltimento/recupero).
- saranno predisposti contenitori idonei, per funzionalità e capacità, destinati alla raccolta differenziata dei rifiuti assimilabili agli urbani mettendo in atto accorgimenti atti ad evitarne la dispersione eolica. I diversi materiali dovranno essere identificati da opportuna cartellonistica ed etichettati come da normativa in caso di rifiuti contenenti sostanze pericolose.
- saranno gestiti in regime di rifiuto tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote, e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione: come tali saranno trattati ai fini della raccolta, deposito o stoccaggio recupero/riutilizzo o smaltimento ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006, lasciando possibilmente come residuale questa ultima operazione.
- al fine della corretta gestione dei rifiuti le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno del cantiere saranno messe a conoscenza, formalmente, delle suddette modalità di gestione.

Ripristino delle aree di cantiere

Il ripristino delle aree di cantiere dovrà assicurare:

- la verifica preliminare dello stato di eventuale contaminazione del suolo e successivo risanamento dei luoghi;
- il ricollocamento del terreno vegetale accantonato in precedenza;
- il ripristino della preesistente rete di deflusso superficiale allo scopo di favorire lo scorrimento e l'allontanamento delle acque meteoriche;
- il ripristino della preesistente copertura vegetale.

Durante la dismissione delle aree di cantiere (compresi gli interventi temporanei sulla viabilità esistente e la dismissione di piste provvisorie di servizio) ai fini del ripristino ambientale, dovrà essere rimossa completamente qualsiasi opera, terreno o pavimentazione impermeabile (unitamente al suo sottofondo) utilizzata per l'installazione. La gestione di tali materiali dovrà avvenire secondo normativa vigente di gestione dei rifiuti.

7.2. GESTIONE DELLE POTENZIALI INTERFERENZE DEGLI SCAVI DI FONDAZIONE CON LE ACQUE DI Falda

La realizzazione dei plinti di fondazione delle torri di sostegno delle turbine eoliche comporterà la realizzazione di uno scavo delle dimensioni in pianta di circa 25 m × 25 m e della profondità di circa 3 m.

Nell'area di progetto le informazioni geologiche e idrogeologiche al momento disponibili evidenziano prevalentemente una bassa probabilità di riscontrare significative venute idriche alle profondità interessate dalle opere. Peraltro, come evidenziato al cap. 5, in corrispondenza dei depositi eolici (WTG 1 e 2) potrebbe riscontrarsi, anche a debole profondità, la presenza di falde freatiche tamponate inferiormente da livelli lapidei, soggette a variazioni piezometriche stagionali.

Alla luce di quanto precede, potendosi assumere, in via generale, una bassa probabilità di riscontrare falde idriche superficiali con portate significative nelle aree interessate dai lavori e fatti salvi diversi riscontri che dovessero pervenire dalle successive indagini di dettaglio, il progetto esecutivo prevedrà comunque gli accorgimenti di seguito descritti al fine di minimizzare le interazioni con le acque sotterranee durante le lavorazioni.

Eventuali soluzioni alternative dovranno, comunque, presentare un grado di sicurezza ambientale equivalente.

Qualora si riscontrassero venute d'acqua durante l'esecuzione dei lavori, si procederà all'aggettamento degli scavi di fondazione, alla raccolta dell'acqua in contenitori provvisori (vasche) di polietilene, alla caratterizzazione ed al reimpiego, se compatibile, per bagnatura degli scavi o, in subordine, allo scarico sul suolo. Ciò nell'ipotesi che tale acqua non risulti contaminata con riferimento ai valori di riferimento di cui al Titolo V, Parte quarta del D.Lgs. 152/06. Qualora, viceversa, gli accertamenti chimico-analitici dovessero evidenziare la contaminazione dell'acqua sotterranea, si renderebbe necessario provvedere allo stoccaggio delle acque reflue in regime di deposito temporaneo nonché assicurarne il successivo conferimento ad idoneo impianto di trattamento a mezzo autocisterna. In tal caso, infatti, venendo meno la condizione di immissione diretta in un corpo ricettore, le acque emunte verrebbero trattate come rifiuti liquidi.

Nell'eventualità remota, infine, che nell'ambito dello sviluppo del progetto esecutivo e delle relative indagini geologico-geotecniche si riscontrino l'interferenza delle opere di fondazione con vere e proprie falde caratterizzate da portate idriche significative e livelli piezometrici estremamente prossimi al piano campagna, dovranno necessariamente prevedersi opportuni accorgimenti progettuali per minimizzare gli oneri di gestione ed i potenziali effetti ambientali associati all'esecuzione di lavorazioni in presenza d'acqua.

Qualora le acque di falda risultassero non contaminate, sarà preferita l'adozione di sistemi che deprimano la falda sotto il piano di posa della fondazione, come *well point* o pozzi profondi con pompe sommerse, e scarico delle relative acque emunte in un corpo recettore, in accordo con i disposti della normativa vigente.

Nell'ipotesi, ritenuta improbabile, di dover gestire acque di falda contaminate le soluzioni tecniche che, alla luce delle informazioni al momento disponibili, si ritengono preferibili possono ricondursi ad interventi di isolamento dello scavo, da realizzarsi a mezzo di paratie a palancole metalliche che assolvano la duplice funzione di sostegno delle pareti dello scavo ed impermeabilizzazione delle medesime.

Le palancole, per scongiurare rischi di sifonamento, ossia di venute d'acqua dal fondo dello scavo, dovrebbero immorsarsi in uno strato naturale impermeabile (ad esempio argilla) continuo per tutta la sezione dello scavo. Qualora tale strato non risultasse presente, a fronte delle informazioni acquisite nell'ambito dell'esecuzione delle previste indagini geognostiche, potrebbe rendersi necessario realizzare un tampone impermeabile profondo alla stessa quota della base del palancolato attraverso iniezioni di miscele cementizie ad alta pressione per un adeguato spessore e per tutta la sezione orizzontale di scavo (ad esempio con sistemi di *jet-grouting*).