

REGIONE SICILIA

Provincia di Siracusa

COMUNE DI CARLENTINI

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind 2000

Una società del Gruppo  ERG

ERG Wind Sicilia 3

Una società del Gruppo  ERG

SOCIETA' DI PROGETTAZIONE:

 **UTIP**
s.r.l.

Viale Garrone, 37 - Loc. Città Giardino - 96010 Melilli (SR)
Tel.: 0931 744764/744003 - Fax: 0931 744722
info@utipsrl.it - www.utipsrl.it

CONSULENZA SPECIALISTICA:

 **Antex**
group

Sede Legale: Via Sabotino, 8 - 96013 Carlentini (SR)
Tel.: 0931.340985 - 335.8259689
info@antexgroup.it - www.antexgroup.it

TECNICO PROFESSIONISTA RESP. DEL SERVIZIO:


Dott. Ing. Maurizio Plescia
n.1129 Ordine Ingegneri Siracusa

OGGETTO DELL'ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA E
IDROLOGICA**


Dott. Geol.
NASTASI
MILKO
n. 3139
Sez. 1

NOME FILE	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
CAR-ENG-REL-028_00.docx	Marzo 2019	/	1/46	A4	CAR	ENG	REL	028	00

ERG Wind 2000 S.r.l. e ERG Wind Sicilia 3 S.r.l. si riservano tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	2
CAR	ENG	REL	028	00		

Storia delle revisioni del progetto:

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	marzo 2019	Emissione per Enti Esterni	M.Nastasi	A.Nastasi	G.Di Modica

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	3
CAR	ENG	REL	028	00		

1. PREMESSA.....	4
2. FASI DI LAVORO.....	6
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE.....	9
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO	10
5.1 Morfologia	10
5.2 idrogeologia	10
5.3 Caratteristiche degli acquiferi	12
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	13
7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018)	17
7.1 Pericolosità sismica	18
8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE.....	22
8.1 Qualità dell'ammasso roccioso	22
9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA.....	31
10. INDAGINI ESEGUITE PER L'IMPIANTO ORIGINARIO DI CARLENTINI 1 E 2	33
10.1 Sondaggi geognostici.....	33
10.2 Sondaggi geofisici.....	37
10.3 Indagini di laboratorio.....	38
11. CONSIDERAZIONE SULLA VIABILITA' E LE PIAZZOLE IN PROGETTO	38
11.1 Piazzole e rilevati	38
11.2 Viabilità esterna	41
12 OPERE IDRAULICHE	42
13. SOTTOSTAZIONI.....	43
CONCLUSIONI	44

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	4
CAR	ENG	REL	028	00		

1. PREMESSA

Su incarico di ERG Power, la società UTIP srl ha redatto il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico di Carlentini, nella provincia di Siracusa.

L'attuale impianto è composto da n. 57 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza complessiva di 48,45 MW, interamente ubicato in agro del comune di Carlentini.

L'impianto esistente è attualmente in esercizio, giusta Concessione edilizia n.5 del 31/01/2003, rilasciata dal Comune di Carlentini (SR).

Il progetto definitivo, relativo al potenziamento dell'impianto in oggetto, consiste nella dismissione di n.38 aerogeneratori dei 57 in essere, rimanendone così installati n.19. Gli aerogeneratori dismessi verranno sostituiti con n. 18 nuovi aerogeneratori della potenza massima fino a 5,5 MW per una potenza complessiva di nuova installazione pari a 99 MW e di 115,15 MW dell'intero impianto.

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la riduzione del numero di torri eoliche, dalle 57 esistenti alle future 37 consistenti in 18 proposte e 19 aerogeneratori già installati, riducendo in maniera sensibile l'effetto selva.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine previste rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media.

In relazione ai due Proponenti, ERG Wind 2000 Srl ed ERG Wind Sicilia 3 Srl, della presente istanza, si precisa che:

- ✓ il parco tutt'ora in essere è stato autorizzato sulla base della normativa a quel tempo vigente, mediante la concessione edilizia n.5 del 31/01/2003 del Comune di Carlentini, rilasciata all'allora Società IVPC 2000 Srl, IVPC Sicilia Srl, IVPC Sicilia 3 Srl e IVPC Sicilia 4 Srl e interessava inizialmente i comuni di Carlentini e Sortino;
- ✓ In seguito all'abbandono dell'iniziativa nel comune di Sortino, le società IVPC Sicilia Srl e IVPC Sicilia 4 Srl rinunciano all'iniziativa venendo realizzato il parco dalle società IVPC 2000 Srl e IVPC Sicilia 3 Srl solo nel comune di Carlentini, società successivamente denominate "IP Maestrale 2000 Srl e IP Maestrale Sicilia 3 Srl" e oggi "ERG Wind 2000 Srl e ERG Wind Sicilia 3 Srl";

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	5
CAR	ENG	REL	028	00		

- ✓ il progetto esistente ha altresì ottenuto giudizio positivo di compatibilità ambientale, ai sensi dell'allora D.P.R. 12/04/1996, mediante Decreto dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana n. 2 del 07/01/2003, anch'esso rilasciato alle Società IVPC 2000 Srl, IVPC Sicilia Srl, IVPC Sicilia 3 Srl e IVPC Sicilia 4 Srl;

Le due menzionate società, IP Maestrale 2000 Srl e IP Maestrale Sicilia 3 Srl, sono entrate a far parte del gruppo ERG, assumendo l'attuale denominazione di ERG Wind 2000 Srl ed ERG Wind Sicilia 3 Srl, nell'ambito di una più complessa operazione societaria che ha interessato anche le loro società controllante. Sulla base di quanto sopra descritto e trattandosi di un progetto unitario la cui valutazione ambientale non può che essere svolta in maniera univoca e integrata, le Società ERG Wind 2000 Srl ed ERG Wind Sicilia 3 Srl sono le due Proponenti del progetto di integrale ricostruzione del parco esistente ed hanno pertanto presentato istanza a firma congiunta.

Le attività di progettazione definitiva sono state sviluppate dalla società di ingegneria UTIP Srl, con la consulenza specialistica della Società ANTEX Group Srl.

Il gruppo UTIP-ANTEX pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18001 nelle loro ultime edizioni.

Le aziende del Gruppo, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti, posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente. Il rispetto per il controllo dei servizi richiesti, comporta un ovvio impiego di personale qualificato, mezzi adatti, strumenti efficienti e tarati, nonché qualsiasi altro onere per la fornitura dei servizi richiesti, in Qualità, in Sicurezza e nel rispetto dell'Ambiente.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	6

2. FASI DI LAVORO

Per adempiere le considerazioni fatte nella premessa, sono stati eseguiti vari sopralluoghi per accertare le condizioni geologiche della zona, ricerche bibliografiche, consultata la cartografia P.A.I., le varie carte tematiche della zona e la documentazione geologica e geotecnica relativa all'impianto esistente. A corredo dello studio effettuato sono stati prodotti i seguenti allegati:

Foglio 47/66 - Corografia, scala 1:25.000;

Foglio 48/66 - Carta Geologica area 1, scala 1:5.000;

Foglio 49/66 - Carta Geologica area 2, scala 1:5.000;

Foglio 50/66 - Carta Geologica area 3, scala 1:5.000;

Foglio 51/66 - Carta idrogeologica area 1, scala 1:5000;

Foglio 52/66 - Carta idrogeologica area 2, scala 1:5000;

Foglio 53/66 - Carta idrogeologica area 3, scala 1:5000;

Foglio 54/66 - Carta geomorfologica area 1, scala 1:5000;

Foglio 55/66 - Carta geomorfologica area 2, scala 1:5000;

Foglio 56/66 - Carta geomorfologica area 3, scala 1:5000;

Foglio 57/66 - Carta litotecnica area 1, scala 1:5000;

Foglio 58/66 - Carta litotecnica area 2, scala 1:5000;

Foglio 59/66 - Carta litotecnica area 3, scala 1:5000;

Foglio 60/66 - Carta con ubicazione sondaggi e indagini area 1, scala 1:5000;

Foglio 61/66 - Carta con ubicazione sondaggi e indagini area 2, scala 1:5000;

Foglio 62/66 - Carta con ubicazione sondaggi e indagini area 3, scala 1:5000;

Foglio 63/66 - Carta della pericolosità geologica, 1:10000;

Foglio 64/66 - Carta dei dissesti del bacino tra S.Leonardo e Anapo, scala 1:10000.

Foglio 65/66 - Carta della peric. Geomorf. del bacino tra S.Leonardo e Anapo, scala 1:10000;

Foglio 66/66 - Carta della peric. idraulica del bacino del S.Leonardo, scala 1:10000;

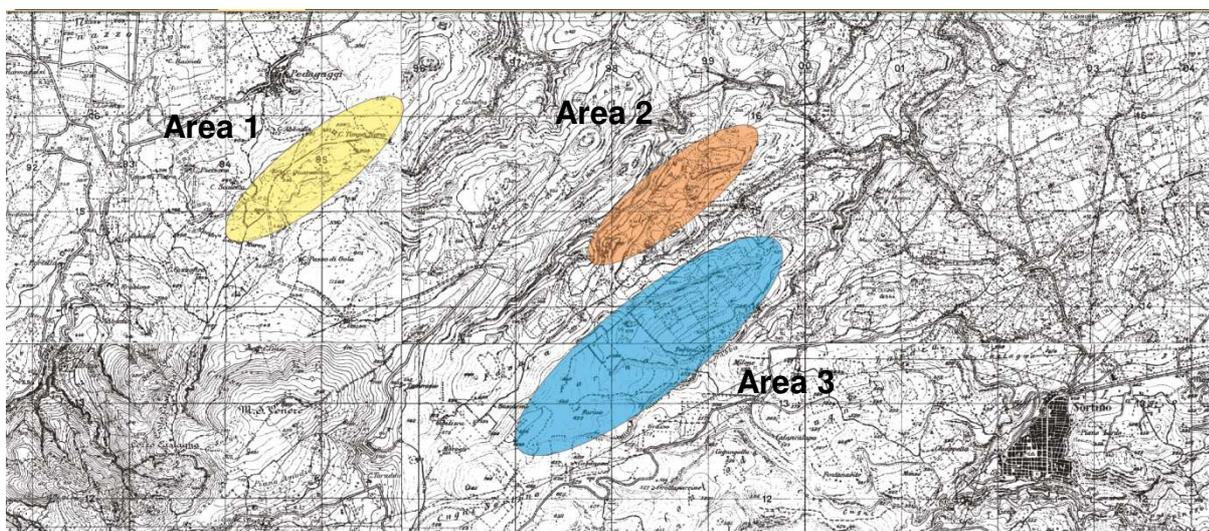
Indagini e prove di laboratorio del precedente studio geologico;

Prove geofisiche del precedente studio geologico.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	7

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Al fine di verificare la fattibilità del progetto in esame e definire al meglio il modello geologico in fase di esecuzione, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame, spinte fino ad un intorno utile a definire le caratteristiche sopra menzionate.



L'area ricade all'interno del Comune di Carlentini (SR).

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, è stata appurata tramite la consultazione delle prove di laboratorio eseguite nell'anno 2003, nell'ambito del progetto originario di realizzazione dell'esistente parco eolico.

Per una facile distinzione è stata divisa l'area in tre aree, (vedi immagine sopra), sono stati consultati 3 sondaggi ricadenti nell'area 1, mentre per quanto riguarda le aree 2 e 3 ci siamo basati sui dati di letteratura riguardanti i litotipi presenti.

La categoria sismica locale del sottosuolo, in questa fase progettuale, è stata ottenuta mediante i dati dello studio di microzonazione eseguito nel 2003, appositamente per l'area in esame.

Sono stati presi in considerazione i risultati di 5 traverse sismiche a rifrazione, dislocate tre sull'area 1 e due sull'area 2, nessuna indagine sull'area 3.

Con i dati in possesso è stata redatta la presente relazione geologica, secondo quanto previsto da:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	8

➤ le norme vigenti in tema di LL.PP. e in particolare dal D.M. del 17.01.2018 (NTC) e ss.mm.ii. e relativa circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

➤ le linee guida edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Le aree oggetto di studio sono situate all'interno del territorio comunale di Carlentini (SR), precisamente l'impianto definito Carlentini 1 si trova a circa 800 m a SE dell'abitato di Pedagoggi, e l'impianto Carlentini 2 a circa 4.5 km a NO del centro abitato di Sortino.

Le quote massime nell'immediato intorno del sito raggiungono le altezze di 570 m s.l.m circa, per quanto riguarda il crinale oggetto di studio per l'area 1.

Per quanto riguarda le aree 2 e 3, i crinali interessati sono due, uno con altezze massime intorno ai 650 m s.l.m ed uno intorno ai 540 m s.l.m.

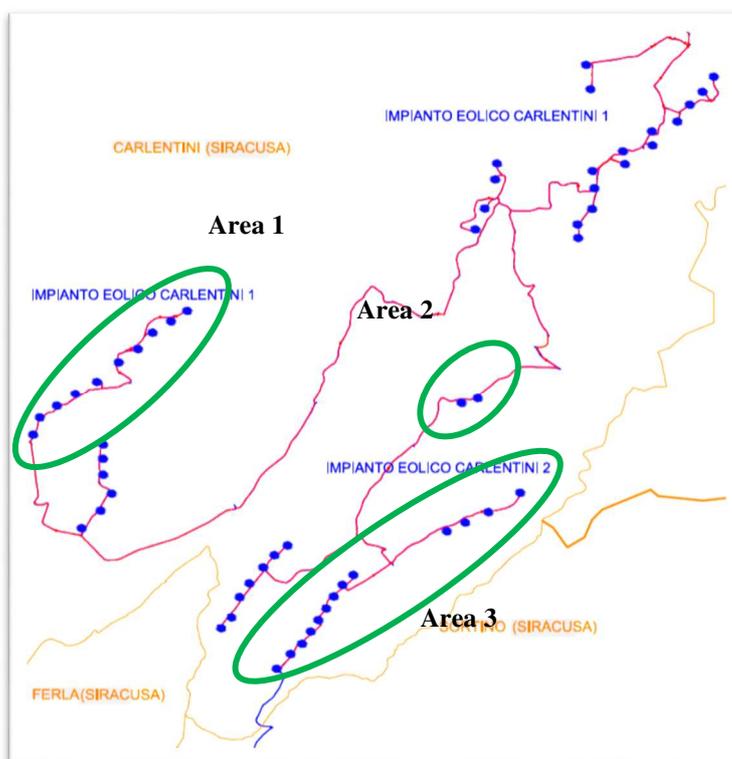


Fig. 1 - Mappa dei vari siti degli impianti presenti

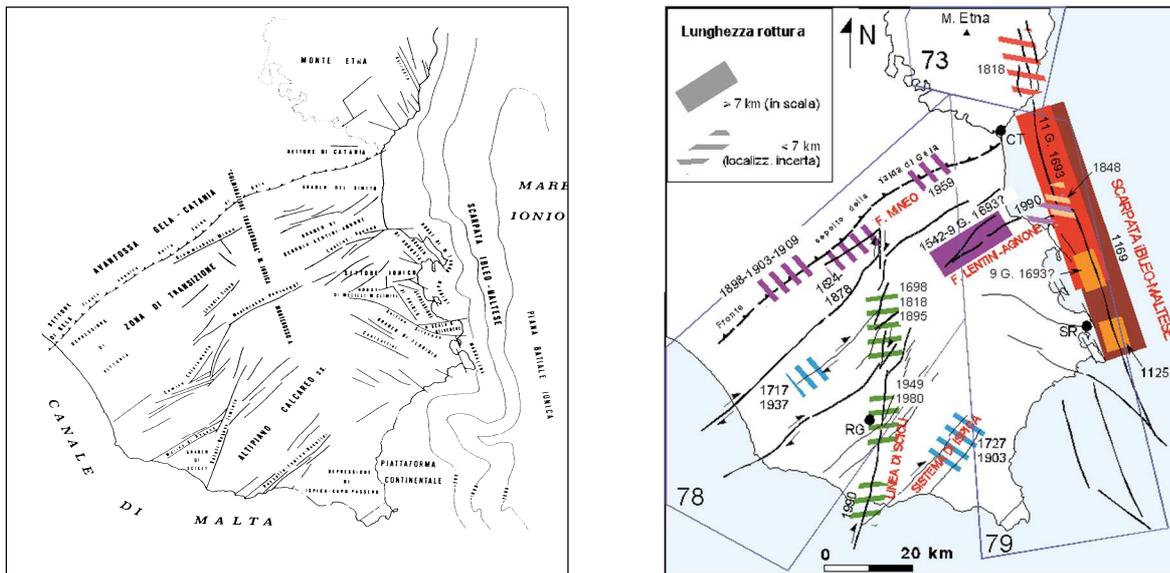
CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	9

4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE

Il settore nord ibleo dal punto di vista strutturale è interessato da dislocazioni consistenti in fitti sistemi di faglie prevalentemente normali e in parte a componente trascorrente che, nell'insieme, definiscono un quadro tettonico delineatesi per il settore occidentale già nel Miocene superiore ed in epoca posteriore fino all'Olocene per quello orientale.

In particolare, il margine settentrionale del Plateau, in seno al quale ricade il sito in esame, è solcato da sistemi di faglie dirette a orientazione **NE-SW**, le quali, a *Gradinata*, delimitano una serie di fosse tettoniche o *Graben*, che costituiscono le strutture bordiere del Plateau prima della sua definitiva inflessione e sottoscorrimento al di sotto della *Falda di Gela*.

Nell'area in studio si rinvencono, altresì, strutture di dislocazione positiva mediante "blocchi fagliati", *Horst e/o Gradinata*, pilastri tettonici, aventi orientazione **NE-SW**.



Schema strutturale dell'Avampese Ibleo a sinistra e Modello sismogenetico schematico della Sicilia sudorientale a destra.

- 1) localizzazione e lunghezza calcolata (in scala) delle rotture degli eventi con $M > 5.2$;
- 2) rotture con lunghezze inferiori a 7 km. I punti interrogativi indicano correlazioni dubbie.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	10
CAR	ENG	REL	028	00		

Di fatto il sito esaminato viene a collocarsi sull'alto strutturale definito in letteratura come *Horst "Buccheri-Pedagaggi"*.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

5.1 Morfologia

Quest'area si pone a margine dell'altipiano, compreso tra Sortino-Ferla- Palazzolo A.-Canicattini B., propaggine orientale del più ampio altipiano dei Colli Iblei.

Questo comprensorio è definito da estesi tavolati separati o da dossi collinari di entità variabile o da incisioni fluviali, che rappresentano forre strette e profonde con pareti anche sub-verticali.

Tale configurazione è riconducibile a una morfogenesi legata sia all'assetto strutturale che agli agenti esogeni di erosione superficiale.

In questo contesto territoriale gli impianti eolici esistenti oggetto di repowering si trovano sulla cresta di colline con altezze che variano dai 500 ai 650 metri s.l.m e con inclinazione dei pendii che solo in alcuni casi superano i 15°.

Queste sono caratterizzate da rilievi arrotondati e incisioni a V che rappresentano aste di I ordine nell'ambito della porzione mediana del bacino del Fiume San Leonardo e che si sviluppano prevalentemente in direzione NNE-SSW.

I deflussi lungo tali incisioni sono comunque assenti per gran parte dell'anno, anche perchè strettamente connessi all'intensità e persistenza delle precipitazioni meteoriche e fortemente condizionati dall'elevata permeabilità dei termini litologici affioranti.

I fattori di erosione attuale sono riconducibili, essenzialmente, all'azione degli agenti esogeni, per opera dei quali i rilievi risultano modellati e, tra questi, l'azione meccanica e chimica delle acque di dilavamento e dei rivoli d'acqua, prevalentemente lungo i versanti più acclivi.

5.2 idrogeologia

L'area in esame è caratterizzata da terreni che presentano condizioni di permeabilità molto diverse, riguardo agli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono la successione stratigrafica.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	11
CAR	ENG	REL	028	00		

I caratteri di permeabilità sono stati definiti in conformità alle indicazioni fornite dalla cartografia CARG (foglio 641 Augusta) dove sono presenti le stessa litologie del sito in esame.

Terreni a permeabilità medio-bassa (Ms, Mv, Mvc)

Sono costituiti da vulcanoclastiti a variabile granulometria frammiste a frazione carbonatica con livelli lavici di modesto spessore e intercalazioni di sedimenti marnoso-calcarei delle formazioni, Monte Carrubba e Carlentini.

Presentano una permeabilità per porosità da media a bassa ($10^{-5} < k < 10^{-7}$ m/s), acquifero privo di interesse idrogeologico.

Terreni a permeabilità media (alluvioni)

Le alluvioni, recenti e terrazzati, depositi palustri o spiaggia presentano permeabilità media (10^{-2} - 10^{-4} m/s) in relazione alla granulometria e alla classazione, sono costituite da materiale sabbioso-limoso, da medio a fine, con variazione verticali ed orizzontali della granulometria.

Terreni a permeabilità elevata (Mms, Mc)

Calcareniti e calcirutidi bianco grigiastre ad alghe e briozoi variamente cementate e irregolarmente stratificate, con locale presenza di forme carsiche diversamente sviluppate; lo spessore varia da poche decine di metri (calcarei di Siracusa della formazione Monti Climiti) ad alcune centinaia di metri.

Permeabilità prevalente per fessurazione ma anche per porosità e localmente per carsismo molto elevata (10^{-1} - 10^{-2} m/s).

Terreni a permeabilità alta (Pv)

Le vulcaniti sono costituite dai prodotti dell'attività vulcanica, subaerei e subaquei (colate laviche, piroclastiti, breccie e tufi) verificatesi nel pliocene e nel pleistocene inf..

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	12
CAR	ENG	REL	028	00		

Le vulcaniti, specie quelle più antiche, presentano fenomeni di alterazione con accenni di argillificazione che si fanno più consistenti e marcati sottostanti vulcaniti mioceniche che, localmente, costituiscono il substrato semipermeabile alla falda.

Sono discretamente trasmissive, ma localmente anche primarie, mediamente si può indicare una permeabilità compresa tra ($10^{-2} < k < 10^{-4}$ m/s).

5.3 Caratteristiche degli acquiferi

In base alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi presenti e dei loro rapporti stratigrafici e strutturali, nonché morfologici, nell'ambito del territorio indagato, si possono individuare tre acquiferi principali con differenti caratteristiche idrodinamiche e potenzialità idriche.

Il primo, nell'ambito delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche:

Presentano caratteristiche idrogeologiche abbastanza diversificate; infatti, possono essere distinti due litotipi prevalenti con differenti caratteristiche di permeabilità che si traducono pertanto in una maggiore o minore capacità di lasciarsi attraversare dalle acque di circolazione sotterranea, ovvero in una differente possibilità di consentirne l'accumulo in sottosuolo.

In particolare, fra i prodotti lavici e vulcanoclastici, le lave presentano una circolazione idrica migliore e quindi una permeabilità più alta rispetto agli altri litotipi; esse infatti, sono generalmente fessurate e fratturate, e tutto ciò determina quindi una permeabilità secondaria (per fessurazione) medio-alta, ovvero estremamente elevata laddove aumenta la frequenza delle fratture o la beanza delle stesse.

Viceversa le vulcanoclastiti, nelle varie "facies" rilevabili, presentano generalmente permeabilità sia primaria (per porosità) che secondaria (per fessurazione) medio-bassa, specie quando si presentano argillificate per processi di alterazione, ostacolando in tal caso il naturale deflusso delle acque di infiltrazione superficiale verso il basso e consentendo pertanto accumuli idrici con potenzialità commisurate alla quota di rinvenimento.

Pertanto la circolazione idrica globale, riferita a tutto il complesso lavico-vulcanoclastico è di conseguenza variabile, in funzione del prevalere dello specifico litotipo.

Un secondo acquifero si registra nell'ambito del Complesso lavico/vulcanoclastico supramiocenico - F.ne Carlentini:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	13
CAR	ENG	REL	028	00		

Anche in questo caso i termini afferenti a questo complesso presentano una permeabilità differenziata ed estremamente discontinua, in quanto la variabilità litologica, sempre presente, comporta considerevoli differenze nelle proprietà idrogeologiche.

La circolazione idrica è variabile e comunque pur sempre di modesta entità e di tipo discontinuo, dunque con potenzialità idriche imprevedibili ovvero diversificate, in funzione del prevalere dello specifico litotipo, stante che le breccie vulcanoclastiche e/o le vulcanoclastiti tufitiche, che risultano essere i litotipi prevalenti, ancor più se con incipiente argillificazione dei granuli, presentano permeabilità scarsa o nulla.

Infine l'altro acquifero, che per comodità d'individuazione è definito "profondo", è rappresentato dai termini carbonatici della *F.ne Palazzolo e della F.ne Monti Climiti*.

Questo è, in effetti, l'acquifero di maggiore interesse per questa porzione di territorio, sia per l'ampia superficie di alimentazione, ove l'infiltrazione diretta si somma a quella dei corsi d'acqua che attraversano la zona, che per la notevole permeabilità per fratturazione cui, come anzi detto, si associano fenomeni carsici di una certa rilevanza.

In funzione dell'elevata permeabilità dei litotipi che costituiscono l'acquifero, nonché del notevole spessore, anche la trasmissività risulta elevata.

C'è da dire anche che la falda acquifera, nelle zone di cresta si attesta dai 70 a 100 m circa di profondità, ad eccezione di qualche modesta falda superficiale che, nelle zone a valle, alimentano alcune sorgive.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le caratteristiche geologiche di questa porzione di territorio sono quelle tipiche del settore nord-orientale ibleo, caratterizzato da fenomeni ripetutisi nei tempi geologici di vulcanismo sia sottomarino che sub-aereo, spesso contemporanei alla sedimentazione calcarea.

Nel caso specifico il termine più antico è caratterizzato dal basamento carbonatico miocenico, cui seguono verso l'alto in normale successione stratigrafica, non interessata da fenomeni tettonici di tipo compressivo, i termini via via più recenti, fino ai depositi continentali olocenici e attuali.

L'area presa in considerazione è quella interessata dall'impianto, estendendo a non più di 1 km di distanza lo studio geologico.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	14
CAR	ENG	REL	028	00		

Pertanto, la successione litostratigrafica, dall'alto verso il basso può così riassumersi:

Terreno agrario

Rappresenta l'orizzonte superficiale dall'originario piano campagna, non sempre presente e con spessori estremamente diversificati derivante dall'alterazione in posto degli orizzonti superficiali delle formazioni affioranti (specie nell'ambito delle formazioni vulcanico/vulcanoclastiche) o come sacche di accumulo di depositi colluviali.

Presenta tessitura limo-argillosa prevalente, con una forte componente organica che gli consente di essere totalmente humificato e gli conferisce una colorazione bruno intensa.

Lo spessore investigato è mediamente non superiore a 70 cm.

Terrazzi fluviali di vario ordine

Sono caratterizzati da un'associazione di limi, sabbie, ghiaie ed anche ciottoli, distribuiti a varie quote; rappresentano relitti di antichi depositi fluviali oramai smembrati variamente dai fenomeni erosivi e mantenuti in locali sacche o avvallamenti sottoforma di depositi lentiformi.

Lo spessore può essere stimato in non più di 4-5 m.

Vulcaniti plio-pleistoceniche

Affiorano con notevole potenza ed estensione areale su gran parte del territorio investito dall'originario progetto, dunque con continuità nella porzione occidentale, non investigata dal presente studio, da Piana Buccheri fino a Monte Santa Venera.

Nella fattispecie del territorio indagato si rilevano solamente nella porzione Sud dell'impianto Carlentini 1.

Si tratta di una potente successione di prodotti vulcanici, sia sottomarini che sub-aerei; i prodotti sottomarini sono dati da breccie a pillows immerse in una matrice jaloclastica ocracea per alterazione, mentre quelli subaerei sono costituiti prevalentemente da colate basaltiche a fessurazione colonnare e spesso con vistose desquamazioni cipollari, di colore nero-antracite (alcalibasalti) o grigiastro (tholeiti).

Lo spessore affiorante va da qualche metro fino a oltre 200 m.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	15
CAR	ENG	REL	028	00		

L'età attribuita dalla Letteratura competente è (pliocene medio superiore).

Formazione Palazzolo

Successione prevalentemente calcarenitica all'interno della quale sono state distinte due litofacies: una costituita da un'alternanza di calcari grigi a grana fine e di calcari marnosi teneri in strati di 20-40 cm (Mms) e l'altra caratterizzata da calcareniti bianco-giallastre più o meno tenere.

Formazione monte carrubba

Alternanza di strati e banchi calcarenitici, calciruditici e marnosi che vanno da 10-50 cm fino ad 1-2 m, talvolta piuttosto irregolare, rilevabile sottoforma di limitati affioramenti nello specifico del territorio indagato.

La porzione calcarenitica, solitamente basale, è data da un litotipo friabile di colore bianco-crema che passa a toni più chiari in presenza di livelli calciruditici; verso l'alto, si passa a calcari marnosi alternati a marne giallastre fittamente diaclasati e sottilmente stratificati.

Ricchissimo è il contenuto faunistico dato da modelli interni di bivalvi con associazioni oligotipiche, a costituire una "lumachella" calcarea.

Lo spessore in letteratura viene stimato non superiore a 50 m e la troviamo solo nei rilievi superiori dell'impianto Carlentini 1.

L'età attribuita dalla Letteratura competente è Tortoniano sup.-Messiniano (Miocene sup.).

Formazione carlentini

Si trovano spesso in affioramento nel territorio in esame, caratterizzati da una discreta estensione areale e potenza.

I litotipi che afferiscono a tale termine presentano una notevole diversificazione litologica che scaturisce verosimilmente da una situazione paleoambientale caratterizzata da una attività effusiva in ambiente da submarino (poco profondo) a subaereo per parziale e temporanea emersione dell'apparato vulcanico.

Sostanzialmente sono distinguibili:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	16
CAR	ENG	REL	028	00		

1. “*Brecciole vulcaniche*” a granulometria variabile (da sabbia fine a ciottoli centimetrici) e colorazione giallastra, date da prodotti vulcanoclastici a grana minuta associati nella parte superiore a sporadici livelli di pillows-lave; si presentano spesso gradati in strati di 10-20 cm di spessore; il grado di cementazione è estremamente variabile, passando da litotipi sciolti o debolmente cementati a litotipi a consistenza litoide, questi ultimi prevalenti, laddove elevato è il grado di cementazione.

2. “*Lave a pillows*” e subordinati livelli di “lave bollose”, con sottili intercalazioni carbonatiche nelle porzioni medio alte, riconducibili a livelli biohermali accresciutisi in occasione di periodi di stasi dell’attività vulcanica;

3. “*Jaloclastiti a granulometria medio-fine*” date da livelli prevalentemente cineritici, in parte localmente argillificati, a colorazione variabile da grigio-verdastra a toni rossastri, spesso organizzati in lamine di spessore centimetrico ed interpretati come jaloclastiti distali.

Pur avendo individuato dei litotipi prevalenti, è chiaro che esistono tutta una serie di tipi intermedi estremamente diversificati in funzione delle condizioni ambientali relative alla loro messa in posto, ovvero al diverso grado di alterazione.

Questa formazione in zona si suppone essere abbastanza potente, intorno a 100 m complessivi, per poi passare ai sottostanti depositi carbonatici della Formazione Monti Climiti; l’età a cui è riferita nella letteratura corrente è Miocene superiore (Tortoniano).

Formazione monti climiti

La formazione è costituita dal *Membro di Melilli* in basso e *Membro dei Calcari di Siracusa*. Il primo è formato

da *calcareniti* bianco-giallastre friabili, massive o in strati di spessore da pochi decimetri ad oltre 10 metri e *calcari marnosi*; il secondo, che si trova lateralmente e superiormente rispetto al primo, è costituito da *calcareniti e calciruditi* algali a rodoliti e coralli di colore bianco grigiastro irregolarmente stratificate e spesso notevolmente carsificate.

Lo spessore è di circa 200 m, valutabile in affioramento in corrispondenza dei costoni più elevati dei Monti Climiti.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	17
CAR	ENG	REL	028	00		

7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018)

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

Vista la costruzione in oggetto, l'opera è soggetta alle considerazioni della seguente tabella, seguendo le indicazioni scritte nelle N.T.C. 2008.

S.L.U. stati limite ultimi (2.1 NTC)	Capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
VITA NOMINALE (2.4.1 NTC)	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale ≥ 50 (punto 2 della tab. 2.4.I NTC)
CLASSI D'USO (2.4.2 NTC)	Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.
COEFFICIENTE C_U (2.4.3 NTC)	2 (Tab. 2.4.II)
Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): (3.2.1 NTC)	A seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (3.2.2 NTC)	T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ (Tabella 3.2.IV NTC)

Inoltre c'è da dire che la **verifica della sicurezza** nei confronti degli **stati limite ultimi (SLU)** di resistenza si ottiene con il “*Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali*” di sicurezza tramite l'equazione

$$E_d \leq R_d$$

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	18
CAR	ENG	REL	028	00		

con:

Ed = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico.

Rd = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale N_v per il coefficiente d'uso C_U :

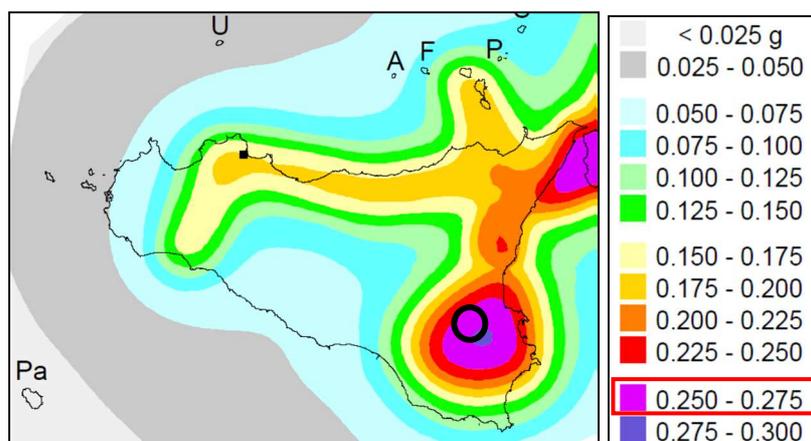
$$V_R = V_N \times C_U$$

7.1 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo tale da renderla compatibile con le NTC 2018, dotandola di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte in quanto i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di **valori di accelerazione orizzontale massima a_g** e dei **parametri (F_0 , T_c^* etc.)** che **permettono di definire gli spettri di risposta**, ai sensi delle NTC 08, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale (categ. A), in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (la rete nazionale è definita da nodi che non distano più di 10 km);
- per **diverse probabilità di superamento** in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	19

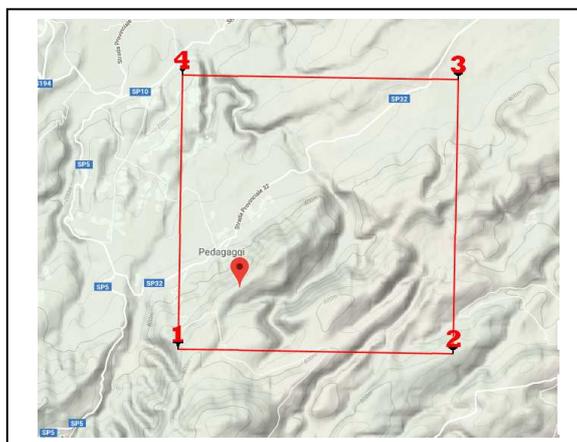


Mappa della pericolosità sismica (INGV)

Inserendo i dati descritti in precedenza, le coordinate geografiche del sito e la cat. del suolo (B), all'interno di un applicativo dell'ingegneriasoft (spettri Win), si ottengono gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

Lat. 37.185318

Long. 14.941739



Dalla mappa a seguire, relativa alla pericolosità sismica del territorio nazionale, si può notare come il sito in questione sia compreso tra 4 punti di cui è nota con precisione la storia sismica.

Da tali punti, sono stati ricavati i parametri attesi al nostro sito mediante valutazioni statistiche.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	20
CAR	ENG	REL	028	00		

I parametri sismici del sito in esame:

Pericolosità sismica

Tipo costruzione (Art. 2.4.1) Tipo 2 (Vn >=50 anni) Classe d'uso (Art. 2.4.2) Classe IV

Vita Nominale di progetto Vn (anni): 50.00

Periodo di riferimento per l'azione sismica: $Vn \cdot Cu = 50.00 \cdot 2.00 = 100.00$ anni

SLD	81.00
SLD	63.00
SLV	10.00
SLC	5.00

SLD	30.00
SLD	35.20
SLV	332.19
SLC	682.35

Posizione del sito
Comune: Carlentini - (SR)

Longitudine: 14.94223
 Latitudine: 37.18850
 Isola: Sardegna

Cerca con Google Map

ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)
49196	14.9300	37.2250	4.2046
49418	14.9290	37.1750	1.9063
49419	14.9910	37.1750	4.5783
49197	14.9920	37.2250	5.9973

	ag (g/10)	F0 (adim)	TC*(sec)
SLD	0.49649974	2.44455226	0.25000000
SLD	0.54914049	2.46681517	0.25609379
SLV	2.29116111	2.28000000	0.38490555
SLC	3.33473201	2.29819420	0.45738706

Ricalcola > Ok e avanti > Annulla e avanti > ?

N.B. Dal valore tabellato, per ottenere ag in (g), dividerlo per 10; per ottenerlo in m/sec², moltiplicarlo per 0.9806

Parametri sismici

Categoria di sottosuolo (Art. 3.2.2) B Categoria topografica (Art. 3.2.2) T2

Rapporto h/H altezza pendio: 1.00 Coeff. amplif. topografica St: 1.20

Coeff. smorzamento (%) ξ : 5.00 => $\eta = 1.000$

	S	TB	TC	TD	Fv	Cc	Ss
SLD	1.440	0.121	0.363	1.799	0.735	1.451	1.200
SLD	1.440	0.123	0.370	1.820	0.780	1.444	1.200
SLV	1.429	0.171	0.512	2.516	1.473	1.331	1.191
SLC	1.312	0.196	0.588	2.934	1.792	1.286	1.093

Ss	TB	TC	TD
1.000	0.050	0.150	1.000

Ricalcola =>

Tipo comportamento: Non dissipativo Dissipativo

Classe di duttilità: Alta (CD'A') Media (CD'B')

	SLD	SLD	SLV	SLC
Direz. X1	1.000	1.500	4.500	2.500
Direz. Y1	1.000	1.500	4.500	2.500
Direz. Z	1.500	1.500	1.500	1.500

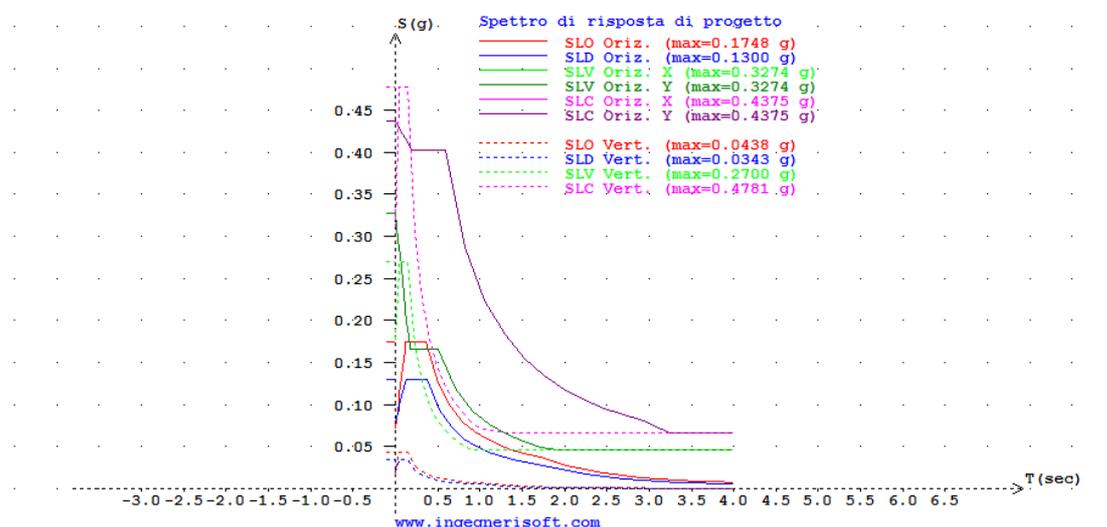
Regolarità edificio: In pianta In altezza

Calcola q per SLV Calcola q per SLV

< Indietro

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	21

Gli spettri di risposta elastici della componente orizzontale e verticale:



Dalle indagini geofisiche fatte nel 2003, per il progetto dell'impianto esistente, la velocità delle onde S (V_s) è risultata essere compresa, a seconda dei vari siti e litologie, tra i 639,61 m/s e 1121 m/s.

Essendo una misura ricavata empiricamente e non misurata direttamente, non possiamo stabilire con certezza a quale categoria di sottosuolo appartengono i vari litotipi.

Quindi, mettendoci nelle condizioni peggiori, e analizzando i dati di letteratura e i dati rilevati in altri studi sulle stesse formazioni, dovremmo avere suoli di **categoria B**:

”Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)”.

I risultati saranno meglio descritti nella relazione sismica.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	22
CAR	ENG	REL	028	00		

8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Nella zona oggetto di studio, dai rilevamenti eseguiti, si è potuto constatare la natura dei vari litotipi è prettamente lapidea, per cui è stato eseguito lo studio dell'ammasso roccioso descritto di seguito, prendendo in considerazione anche lo studio geologico dell'impianto esistente.

8.1 Qualità dell'ammasso roccioso

Nel campo della progettazione d'infrastrutture d'ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un'opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione.

Per far fronte a ciò, è stato utilizzato uno schema che possa soddisfare e risolvere, secondo un metodo empirico, i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.

Il metodo utilizzato è la classificazione di Beniawsky, basato sul rilievo geostrutturale in campagna, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;

A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);

A3 = spaziatura delle discontinuità;

A4 = condizioni delle discontinuità;

A5 = condizioni idrauliche;

A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky) che, nella pratica, viene differenziato come:

$$\mathbf{RMR\ di\ base = RMRb = A1 + A2 + A3 + A4 + A5}$$

$$\mathbf{RMR\ corretto = RMRc = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6}$$

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	23
CAR	ENG	REL	028	00		

Tabella riepilogativa del rilievo strutturale, eseguito con applicativo Geostru sulle **vulcaniti plio-pleistoceniche**:

Resistenza a compressione uniassiale (Su) dallo STANDARD ISRM						
La roccia si frattura con un colpo di martello					Su (MPa)	25-50
					A1	4
RQD ottenuto dalla percentuale di recupero di una carota estratta da un sondaggio						
Numero medio di giunti per metro n					26	
					Rock Quality Designation RQD (%)	
					A2	6
Spaziatura delle discontinuità						
Spaziatura delle discontinuità s (m)					30	
Valore derivato dalla spaziatura delle discontinuità					A3	9
Condizioni delle discontinuità						
Persistenza (continuità) del giunto				V1	m	<1
				Apertura giunto		
Rugosità del giunto				V3	rugosa	
Alterazione delle pareti				V4	non alterate	
Riempimento delle discontinuità				V5	assente	
V1	V2	V3	V4	V5		
6	4	5	6	6	A4	27
Condizioni idrauliche						
Condizioni idrauliche su un fronte di 10 metri					umida	
					A5	10
Orientamento delle discontinuità						
Applicazione					Fondazioni	
					Orientamento delle discontinuità	
					A6	-2

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	24
CAR	ENG	REL	028	00		

I risultati mediante uso del software sono i seguenti:

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	56.02
RMR corretto	54.02
Coesione c (KPa)	280.11
Angolo di attrito fi	33.01
Mod. di deformaz. E (GPa)	12.05
Classe	Terza
Descrizione	Mediocre

Per una maggiore sicurezza ed in base ai dati di laboratorio ottenuti per il progetto precedente potranno essere utilizzati i seguenti dati geotecnici:

VULCANITI PLIO-PLEISTOCENICHE			
$\gamma =$	2.20	T/m³	Peso di volume
$\phi' =$	33	°	(angolo di attrito)
$C' =$	0	Kg/cm²	(coesione)
$E =$	20000	Kg/cm²	(modulo di deformazione)

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	25
CAR	ENG	REL	028	00		

Tabella riepilogativa del rilievo strutturale, eseguito con applicativo Geostru sulle **Formazione monte carrubba:**

Resistenza a compressione uniassiale (Su) dallo STANDARD ISRM						
La punta lascia deboli buchi, lastre sottili si rompono con forti pressioni delle mani					Su (MPa)	5-25
					A1	2
RQD ottenuto dalla percentuale di recupero di una carota estratta da un sondaggio						
Numero medio di giunti per metro n					33	
Rock Quality Designation RQD (%)					15	
					A2	4
Spaziatura delle discontinuità						
Spaziatura delle discontinuità s (m)					40	
Valore derivato dalla spaziatura delle discontinuità					A3	10
Condizioni delle discontinuità						
Persistenza (continuità) del giunto			V1	m	<1	
Apertura giunto			V2	mm	0.1-1 mm	
Rugosità del giunto			V3	Leggermente rugosa		
Alterazione delle pareti			V4	Mediamente alterate		
Riempimento delle discontinuità			V5	assente		
V1	V2	V3	V4	V5		
6	4	3	3	6	A4	22
Condizioni idrauliche						
Condizioni idrauliche su un fronte di 10 metri					asciutta	
					A5	15
Orientamento delle discontinuità						
Applicazione					Fondazioni	
Orientamento delle discontinuità					Molto Favorevole	
					A6	0

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	26
CAR	ENG	REL	028	00		

I risultati mediante uso del software sono i seguenti:

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	53.79
RMR corretto	53.79
Coesione c (KPa)	268.94
Angolo di attrito fi	31.89
Mod. di deformaz. E (GPa)	7.58
Classe	Terza
Descrizione	Mediocre

Per una maggiore sicurezza ed in base ai dati di laboratorio ottenuti per il progetto precedente potranno essere utilizzati i seguenti dati geotecnici:

FORMAZIONE MONTE CARRUBBA			
$\gamma =$	2.28	T/m³	Peso di volume
$\phi' =$	32	°	(angolo di attrito)
$C' =$	0	Kg/cm²	(coesione)
$E =$	186.3	Kg/cm²	(modulo di deformazione)

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	27
CAR	ENG	REL	028	00		

Tabella riepilogativa del rilievo strutturale, eseguito con applicativo Geostru sulle **Calcaree a clypeaster della formazione carlentini**:

Resistenza a compressione uniassiale (Su) dallo STANDARD ISRM						
La punta lascia deboli buchi, lastre sottili si rompono con forti pressioni delle mani					Su (MPa)	5-25
					A1	2
RQD ottenuto dalla percentuale di recupero di una carota estratta da un sondaggio						
Numero medio di giunti per metro n					17	
Rock Quality Designation RQD (%)					49	
					A2	10
Spaziatura delle discontinuità						
Spaziatura delle discontinuità s (m)					40	
Valore derivato dalla spaziatura delle discontinuità					A3	10
Condizioni delle discontinuità						
Persistenza (continuità) del giunto			V1	m	<1	
Apertura giunto			V2	mm	0.1-1 mm	
Rugosità del giunto			V3	Leggermente rugosa		
Alterazione delle pareti			V4	Mediamente alterate		
Riempimento delle discontinuità			V5	assente		
V1	V2	V3	V4	V5		
6	4	3	3	6	A4	22
Condizioni idrauliche						
Condizioni idrauliche su un fronte di 10 metri					asciutta	
					A5	15
Orientamento delle discontinuità						
Applicazione					Fondazioni	
Orientamento delle discontinuità					Molto Favorevole	
					A6	0

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	28
CAR	ENG	REL	028	00		

I risultati mediante uso del software sono i seguenti:

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	68.30
RMR corretto	68.30
Coesione c (KPa)	341.52
Angolo di attrito fi	39.15
Mod. di deformaz. E (GPa)	36.61
Classe	Seconda
Descrizione	Buono

Per una maggiore sicurezza ed in base ai dati di laboratorio ottenuti per il progetto precedente potranno essere utilizzati i seguenti dati geotecnici:

CALCARI A CLYPEASTER (FORMAZIONE CARLENTINI)			
$\gamma =$	2.20	T/m³	Peso di volume
$\phi' =$	35	°	(angolo di attrito)
$C' =$	0	Kg/cm²	(coesione)
$E =$	5000	Kg/cm²	(modulo di deformazione)

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	29
CAR	ENG	REL	028	00		

Tabella riepilogativa del rilievo strutturale, eseguito con applicativo Geostru sulle **Formazione monte climiti**:

Resistenza a compressione uniassiale (Su) dallo STANDARD ISRM						
La punta lascia deboli buchi, lastre sottili si rompono con forti pressioni delle mani					Su (MPa)	5-25
					A1	2
RQD ottenuto dalla percentuale di recupero di una carota estratta da un sondaggio						
Numero medio di giunti per metro n					20	
Rock Quality Designation RQD (%)					40	
					A2	8
Spaziatura delle discontinuità						
Spaziatura delle discontinuità s (m)					30	
Valore derivato dalla spaziatura delle discontinuità					A3	10
Condizioni delle discontinuità						
Persistenza (continuità) del giunto			V1	m	<1	
Apertura giunto			V2	mm	< 0.1 mm	
Rugosità del giunto			V3	Leggermente rugosa		
Alterazione delle pareti			V4	Mediamente alterate		
Riempimento delle discontinuità			V5	assente		
V1	V2	V3	V4	V5		
6	5	3	5	6	A4	25
Condizioni idrauliche						
Condizioni idrauliche su un fronte di 10 metri					asciutta	
					A5	15
Orientamento delle discontinuità						
Applicazione					Fondazioni	
Orientamento delle discontinuità					Molto Favorevole	
					A6	0

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	30
CAR	ENG	REL	028	00		

I risultati mediante uso del software sono i seguenti:

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	59.30
RMR corretto	59.30
Coesione c (KPa)	296.49
Angolo di attrito fi	34.65
Mod. di deformaz. E (GPa)	18.60
Classe	Terza
Descrizione	Mediocre

Per una maggiore sicurezza ed in base ai dati di laboratorio ottenuti per il progetto precedente potranno essere utilizzati i seguenti dati geotecnici:

FORMAZIONE MONTE CLIMITI			
$\gamma =$	2.20	T/m³	Peso di volume
$\phi' =$	34	°	(angolo di attrito)
$C' =$	0	Kg/cm²	(coesione)
$E =$	4000	Kg/cm²	(modulo di deformazione)

VULCANOCLASTITI FORMAZIONE CARLENTINI			
$\gamma =$	1.90	T/m³	Peso di volume
$\phi' =$	33	°	(angolo di attrito)
$C' =$	0	Kg/cm²	(coesione)
$E =$	1000	Kg/cm²	(modulo di deformazione)

Per il calcolo strutturale sono stati presi in considerazione i dati geotecnici riferiti alla formazione Monte Carrubba.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	31
CAR	ENG	REL	028	00		

9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA

Per pericolosità geologica s'intende il complesso di fenomeni geologici, (morfologici, tettonici, idrogeologici, sismici, ecc.) la cui evoluzione induce un rischio o un danno per l'ambiente antropico.

Ne deriva che, a parità di fenomeno che induce il rischio, la pericolosità è anche funzione dell'ambiente in cui essa si sviluppa: in aree molto antropizzate (alta densità abitativa), il rischio assume valori massimi, mentre in aree non antropizzate (scarsa densità abitativa), lo stesso fenomeno acquista pericolosità bassa o, addirittura, nulla.

La pericolosità geologica può incidere sul territorio con rischi diretti, come ad esempio, nel caso di fenomeni franosi in aree antropizzate, o con rischi indiretti, quali quelli provocati dall'inquinamento delle falde idriche, che costituiscono un pericolo per la salute pubblica.

La carta redatta è per lo più bianca poiché non esistono fenomeni tali da mettere a rischio le strutture antropiche e le persone che ci vivono:

Anche l'area a rischio di piccoli crolli nelle vicinanze di una piazzola non compromette e non mette a rischio strutture e persone.

Carte rischi e pericolosità PAI

La zona interessata dal repowering è scevra da qualsiasi forma di dissesto che possa mettere a rischio le strutture o addirittura le persone, questo perché ci troviamo in presenza di terreni molto permeabili che non generano frane rotazionali o di scivolamento.

Unici dissesti presenti, rappresentati nella cartografia PAI, sono le aree in azzurro ed in grigio, presenti nell'immagine sottostante:

Questi si trovano fuori dall'area di studio per cui non arrecano preoccupazione al progetto in esame. Nella carta della pericolosità geologica, tuttavia, sono state evidenziate due zone, colorate di giallo, che dal rilievo effettuato possa esserci la probabilità di piccoli crolli gravitazionali lungo il versante ma che non mettono a rischio le strutture antropiche presenti.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	32



Stralcio della carta della pericolosità geologica allegata

Geomorfologicamente l'area risulta stabile, tranne in due modeste zone lontane dall'intervento in oggetto, così anche per la pericolosità idraulica non risultano particolari problemi tranne i due siti di attenzione nell'abitato di Pedagoggi.

Aree a rischio di vulnerabilità delle falde idriche:

Nel territorio indagato non esistono falde idriche superficiali di rilievo, se non livelli idrici sospesi in seno ad orizzonti permeabili.

Sono presenti delle sorgive tra l'impianto dell'area 1 e dell'area 2-3 che non verrebbero comunque danneggiate dal progetto in essere.

Vie preferenziali di drenaggio:

Le incisioni secondarie permettono un ottimo deflusso delle acque, generando fenomeni di erosione incanalata e soprattutto quando si verificano piogge di una certa intensità.

In fase esecutiva sarà vagliata la possibilità di eseguire dei sondaggi dove ricadono le strutture in essere, al fine di accertare la non presenza di cavità importanti al di sotto delle fondazioni.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	33
CAR	ENG	REL	028	00		

10. INDAGINI ESEGUITE PER L'IMPIANTO ORIGINARIO DI CARLENTINI 1 E 2

Su richiesta del committente, lo studio geologico di repowering si è basato sui dati geotecnici, sismici e sondaggi geognostici, messi a disposizione e allegati alla seguente relazione.

10.1 Sondaggi geognostici

I sondaggi presi in considerazione sono soltanto tre, tutti nell'area 1

<i>Sondaggio</i>	<i>Formazione</i>	<i>Campione</i>	<i>Profond. (m)</i>	<i>Peso di volume γ (t/m³)</i>	<i>Res. a compress. σ_n (Kg/cm²)</i>
SCA42	Palazzolo	C1	6.85-7.00	2.32	196.4
SCA 46	F.ne Carlentini	C1	4.10-4.25	1.89	TD
SCA49	M. Carrubba	C1	0.85-1.00	2.28	186.3
		C2	4.00-4.20	2.38	306.1

Dai quali è stato possibile ricavare dati geotecnici e realizzare il profilo litologico dell'area.

Nell'area 2 e 3, si è proceduto tramite dati di letteratura e rilievi geologici per avere un quadro generale della situazione.

Di seguito le stratigrafie dei sondaggi descritti:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	34
CAR	ENG	REL	028	00		

Progetto: Impianto Eolico Committente: Dott. Geol. Carmelino Carnazzo Ubicazione: SE di Pedagaggi					Carotaggio Meccanico CA42	
Profondità Strati (mt.)	Stratigrafia	NOTE			R.Q. D.	DESCRIZIONE
		a	b	c		
0.00 0.40	p.c.					Suolo vegetale di colore bruno.
1						Breccia calcarea poco cementata di colore bianco-giallastra contenenti numerosi frammenti fossili.
2						
3						
4						
5.00	5				↓ 22%	Calcarenite di colore bianco crema da mediamente ad intensamente fratturata.
7.00	6	C1	6.85 - 7.00			
	7					
	8					
	9					
	10					
Note: a) Numero campione b) Profondità di prelievo; - RQD (valore medio per tutta la lunghezza del litotipo calcarenitico attraversato);						
Piazzamenti e cassette →						

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	35
CAR	ENG	REL	028	00		

Progetto: Impianto Eolico Committente: Dott. Geol. Carmelino Carnazzo Ubicazione: SE di Pedagoggi						Carotaggio Meccanico CA46	
Profondità Strati (mt.)	Stratigrafia	NOTE			R.Q. D.	DESCRIZIONE	
		a	b	c			
0.00 0.30	p.c.					Suolo vegetale di colore scuro.	
1						Vulcanoclastiti dati da clasti eterometrici di natura vulcanica immersi in una matrice cineritica e mescolate ad una frazione di natura carbonatica.	
2							
3							
4		C1	4.10 - 4.25				
5							
6							
7.00	7						
8							
9							
10							
Note: a) Numero campione b) Profondità di prelievo; - RQD (valore medio per tutta la lunghezza del litotipo calcarenitico attraversato);							
Piazzamenti e cassette →							

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	36
CAR	ENG	REL	028	00		

Progetto: Impianto Eolico Committente: Dott. Geol. Carmelino Carnazzo Ubicazione: SE di Pedagaggi					Carotaggio Meccanico CA49	
Profondità Strati (mt.)	Stratigrafia	NOTE			R.Q. D.	DESCRIZIONE
		a	b	c		
0.00 0.30	p.c.					Riporto frammisto a suolo vegetale di colore scuro.
1		C1	0.85 - 1.00		15%	Calcareniti di colore bianco-crema con diverso grado di cementazione e fratturazione; le fratture sono diversamente orientate rispetto all'asse del perforo. All'interno sono presenti modelli interni di bivalvi e segni di carificazione.
2						
3						
4						
5						
6						
7.00	7					
	8					
	9					
	10					
Note: a) Numero campione b) Profondità di prelievo; - RQD (valore medio per tutta la lunghezza del litotipo calcarenitico attraversato);						
Piazzamenti e cassette →				 Cassetta 1		

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	37

10.2 Sondaggi geofisici

L'indagine geofisica utilizzata nel passato è stata la sismica a rifrazione, dalla quale si ottengono le velocità delle onde P (onde prime) ed empiricamente le velocità delle onde S (onde secondarie).

Con le norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2018) si sono inserite le categorie di sottosuolo A,B,C,D,E, ricavate dalla risposta sismica che ha il terreno nei primi 30 m di profondità.

E' chiaro che la velocità ottenuta con lo studio sismico precedente non è abbastanza per definire la categoria di sottosuolo locale, ma ci dà delle indicazioni su quale potrebbe essere la risposta sismica dei litotipi attraversati.

Il discorso sarà meglio approfondito nella relazione geofisica.

Sono state complessivamente eseguite n° 13 traverse sismiche a rifrazione della lunghezza di 70 m cadauna, nei luoghi in cui le caratteristiche strutturali e morfologiche le richiedevano.

Di queste, cinque si trovano nelle aree di nostro interesse, e nelle seguenti tabelle si riportano i valori calcolati dei principali parametri elastici relativi agli intervalli di misura:

Trav. sismica	Mezzo	Vp m/sec	Vs m/sec	γ gr/cm³	E kg/cm²	K kg/cm²	G kg/cm²	v
CA06	Sup.	600	346.4	2.30	7041	4694	2816	0.25
	Inf.	1107	639.1	2.30	23967	15978	9587	0.25
CA10	Sup.	716	413.4	2.30	10026	6684	4011	0.25
	Inf.	1835	1059.4	2.30	65856	43904	26342	0.25
CA42	Sup.	1120	646.6	2.30	24533	16356	9813	0.25
	Inf.	1943	1121.8	2.30	73836	49224	29534	0.25
CA46	Sup.	580	334.9	1.90	6522	4348	2609	0.25
	Inf.	1078	622.4	2.00	22530	15020	9012	0.25
CA50	Sup.	643	371.2	2.40	8438	5625	3375	0.25
	Inf.	1033	596.4	2.40	21777	14518	8711	0.25

dove:

Vp= Velocità onde *primae*;

Vs= Velocità onde *secundae*;

γ = Densità in situ;

E = Modulo di young;

K = Modulo di incompressibilità;

G = Modulo di rigidità;

v = Coefficiente di Poisson.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	38
CAR	ENG	REL	028	00		

10.3 Indagini di laboratorio

Per quanto riguarda i dati geotecnici, ottenuti dai campioni indisturbati portati in laboratorio, sono stati misurati attraverso varie prove:

Caratteristiche fisiche;

prova taglio diretto tramite scatola di Casagrande;

prova di compressione monoassiale.

I risultati saranno meglio descritti nella relazione geotecnica, in cui saranno riportate le metodologie di calcolo eseguite in laboratorio.

11. CONSIDERAZIONE SULLA VIABILITA' E LE PIAZZOLE IN PROGETTO

11.1 Piazzole e rilevati

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare “gradonatura” dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle soprastrutture, specie nelle piazzole.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale.

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade e, o delle piazzole dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	39
CAR	ENG	REL	028	00		

Tabella 1.1 Classificazione delle terre secondo la norma UNI-CNR 10006.

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri A8
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo Staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10 max	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (P_{L10})	> 10 (P_{L10})	
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		

Un parametro per caratterizzare la portanza del sottofondo è il “modulo resiliente” MR di progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali; la scelta di tale parametro è dettata, come riportato dal Bollettino CNR n. 178, dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione. Tale valore può ricavarsi da prove sperimentali o da correlazioni teorico-sperimentali tra l'indice di portanza CBR ed il modulo di reazione k. Il metodo di dimensionamento, ed in questo caso di verifica delle pavimentazioni stradali utilizzato, prevede tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente MR riportati nella tabella seguente:

modulo resiliente del sottofondo	Indice CBR	Modulo di reazione
$M_R = 150 \text{ N/mm}^2$	CBR = 15%	k = 100 [kPa/mm]
$M_R = 90 \text{ N/mm}^2$	CBR = 9%	k = 60 [kPa/mm]
$M_R = 30 \text{ N/mm}^2$	CBR = 3%	k = 20 [kPa/mm]

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	40
CAR	ENG	REL	028	00		

Per soddisfare queste caratteristiche, potrebbe essere usato come sottofondo il materiale di risulta ottenuto dallo scavo delle fondazioni delle turbine.

Essendo prettamente di natura calcarea si presterebbe bene, dopo eventuali lavorazioni per renderlo granulometricamente utile, per l'utilizzo sopra indicato.

Per quanto riguarda invece la parte della sovrastruttura è consigliabile usare un materiale con delle caratteristiche mirate, tipo il "tout venant" di cava, descritto qui di seguito.

Il “**materiale di bonifico**” dovrà essere a granulometria adeguata (Classe **A-1a UNI CNR 10006:2002**), e dovrà essere posto in opera in strati di 0.25 mt di spessore, secondo quanto stabilito nei disegni di progetto, compattati, fino al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata, incluse tutte le operazioni necessarie per portare il materiale all'umidità ottima, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e rifilato secondo progetto.

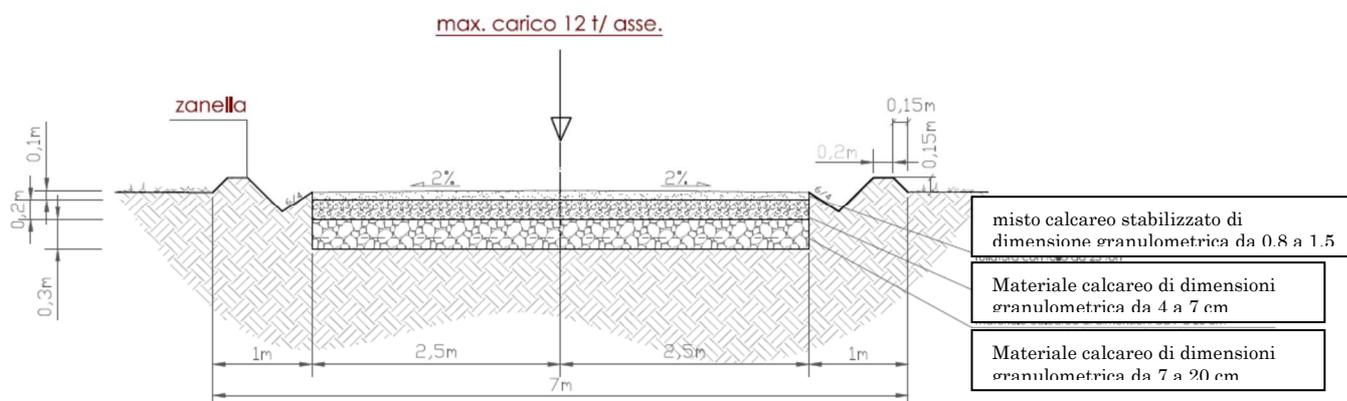
Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo di umidità, ed un modulo di deformazione $M_d \geq 540 \text{ Kg/cm}^2$.

I parametri geotecnici che potranno essere assegnati al bonifico in funzione del grado di densità raggiunto sono:

<i>Peso di volume</i>	$\gamma_s = 1.90 \text{ t/m}^3$
<i>Modulo di compressibilità edometrica</i>	$E_{ed} = 540.0 \text{ kg/cm}^2$
<i>Angolo di attrito</i>	$\phi' = 34^\circ$
<i>Coesione</i>	$C' = 0.0 \text{ t/m}^2$
<i>Densità relativa</i>	$D_r = 55\% \div 60\%$

La profondità del piano di posa è di 60 cm sopra il quale verranno posizionati 3 strati di materiale descritti nella sezione seguente in progetto

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	41
CAR	ENG	REL	028	00		



11.2 Viabilità esterna

Tra le specifiche dettate dal Committente dell'opera riveste un ruolo importante la volontà di preservare l'“*habitus naturale*” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale.

Tali interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;
- ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;
- regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;
- ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento in taluni casi con materiali inerti come pietrame.

Nell'area di intervento non sono previste opere di bioingegneria per la stabilità di versanti, in quanto essendo terreni rocciosi non sono previsti possibili dissesti.

Per quanto riguarda la viabilità esterna, è possibile ritrovarsi versanti che hanno bisogno di interventi per migliorarne la sicurezza.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	42

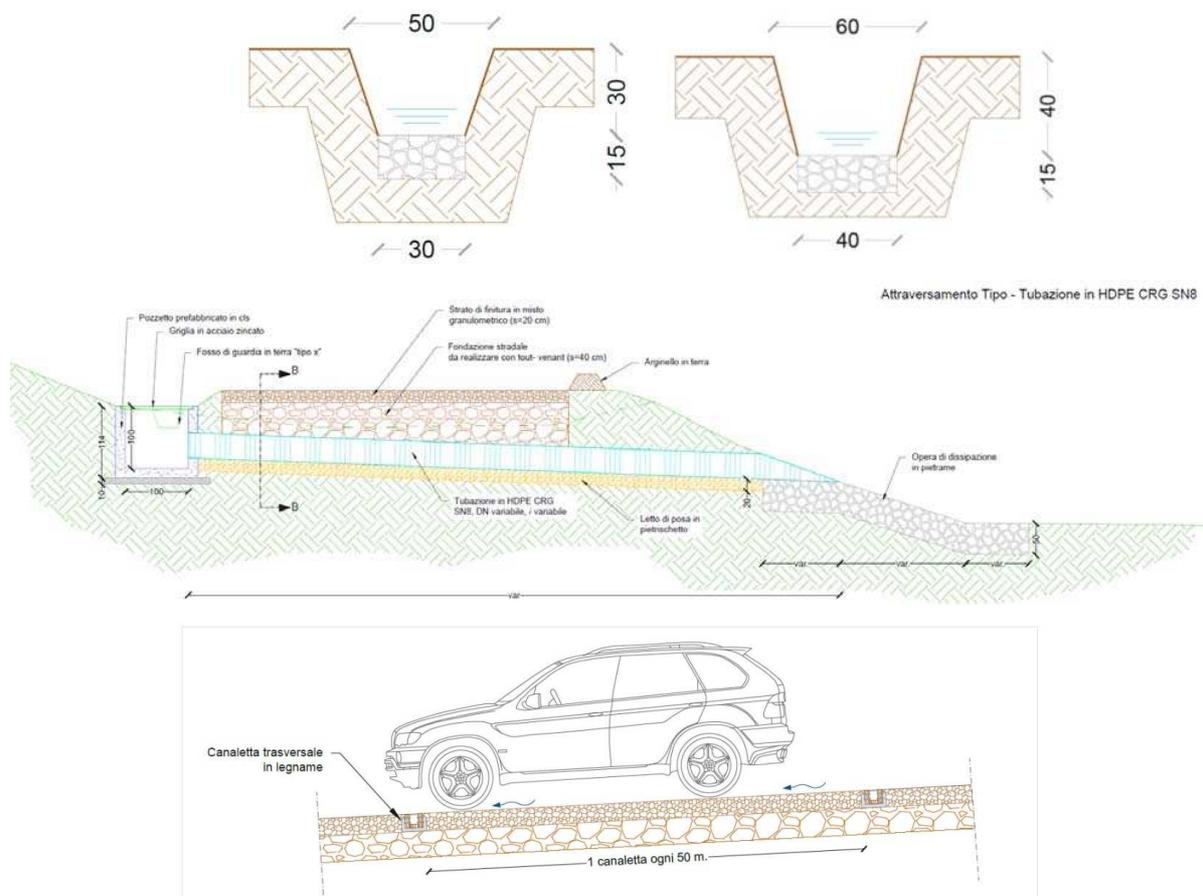
In fase esecutiva verrà analizzato lo stato di fatto dei punti ritenuti critici e sarà individuata la soluzione migliore da attuare, caso per caso.

12 OPERE IDRAULICHE

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche, come ad esempio:



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	43
CAR	ENG	REL	028	00		

13. SOTTOSTAZIONI

L'energia prodotta dalle turbine confluirà in due sottostazioni.

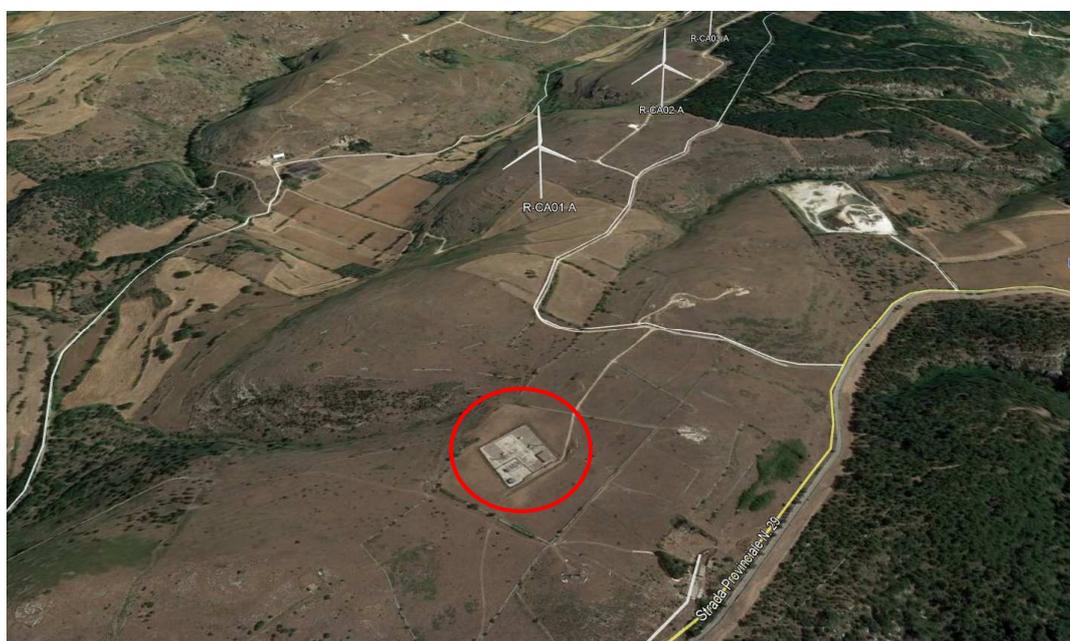
L'energia prodotta dall'area 1 verrà convogliata, attraverso cavidotti appositi nella sottostazione sita nel territorio di Carlentini, a NE dell'impianto.

Quest'area si presenta per lo più pianeggiante e si trova sulla formazione dei basalti sottomarini e subaerei.

L'area dunque si presenta stabile sia dal punto di vista geologico che dal punto di vista idraulico e morfologico.

L'area 2 e 3 invece confluirà l'energia prodotta nella sottostazione sita nel territorio di Sortino e si trova sulla formazione Carlentini, più precisamente nei calcari a clypeaster.

Questa sottostazione si trova in prossimità della turbina R-CA01, in zona collinare ma stabile sotto tutti i punti di vista, il modesto ampliamento previsto può dunque essere fatto senza problema alcuno.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAR	ENG	REL	028	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	44

CONCLUSIONI

Al fine di dare un giudizio sulla fattibilità del progetto in oggetto e definire le condizioni per realizzare al meglio il modello geologico in fase di esecuzione, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame.

Dopo aver eseguito rilievi geologici in loco, aver visionato i dati geognostici del precedente studio e aver preso visione della letteratura geologica della zona, si è potuto stabilire che:

Geomorfologicamente il sito non presenta criticità, presenta rilievi con creste arrotondate, già erose nel corso della loro età geologica e qualche orlo di scarpata dal quale potrebbero staccarsi piccoli blocchi che, però, non recherebbero nessun danno a persone o cose.

Dal punto di vista **idrogeologico** il sito non presenta criticità in quanto la falda si attesta oltre i 100 m nelle creste collinari interessate.

La permeabilità dei litotipi è molto alta per cui non sono presenti fenomeni di liquefazione (impossibili da trovare in terreni rocciosi) e non sussistono eventuali dissesti dovute a frane di qualsiasi genere.

Idraulicamente la zona è caratterizzata da incisioni primarie che sfociano a nord nel Fiume San Leonardo e ad est alimentano il torrente "fiumara grande", che sfocia nelle coste del Comune di Augusta.

Incisioni secondarie dalle creste portano le acque di ruscellamento a valle trasportando detriti accumulati nei periodi di magra, senza recare disagi.

Geologicamente l'area è caratterizzata da litotipi calcarei tipici dei monti Iblei e da vulcaniti e vulcanoclastiti che stanno stratigraficamente al di sopra dei terreni calcarei.

Per cui, data la natura dei terreni non sussistono elementi che definiscono l'area geologicamente pericolosa.

Sismicamente ci troviamo in zone altamente sismica come tutto il plateau ibleo, l'accelerazione sismica (ag) di riferimento si attesta intorno ai 0.275 - 0.300 m/s.

Dalle indagini geofisiche fatte e da dati di letteratura ci dovremmo trovare di fronte a suoli di categoria tra A e B.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	45
CAR	ENG	REL	028	00		

Per adeguare lo studio passato alle NTC 2018 saranno necessarie ulteriori indagini nella successiva fase, in modo da stabilire, tramite MASW, il valore esatto del Vs30 per determinare con certezza la categoria di sottosuolo dei luoghi interessati.

Il numero di suddette indagini saranno definito in fase di esecuzione, in modo da avere un quadro sicuro e completo.

Geotecnicamente parlando, i dati raccolti nel precedente studio ci permettono di caratterizzare al meglio il sito, ma non sono numericamente necessari a definire al meglio le caratteristiche geotecniche in sito.

Viste le caratteristiche meccaniche dei terreni si può procedere alla progettazione tramite fondazioni di tipo diretto, descritte e caratterizzate meglio in fase esecutiva.

Quindi alla luce di quanto detto nei paragrafi precedenti l'opera in oggetto non presenta nessuna limitazione, in quanto le aree in cui andranno ad essere ubicati i manufatti risultano essere morfologicamente stabili.

Il loro assetto non potrà essere modificato dalla realizzazione degli stessi, così come la realizzazione di tutto il repowering, non verrà a turbare l'equilibrio di questa porzione di territorio, almeno sotto il profilo geologico-geomorfologico e idrogeologico.

Dal punto di vista idraulico, ove necessario, saranno progettate in fase di esecuzione le opere necessarie a mitigare e regolarizzare il ruscellamento delle acque meteoriche.

Per la viabilità interna e per le piazzole è previsto, da progetto, l'analisi del fondo esistente migliorando dove necessita con bonifico di sottofondo di tipo tout venant, posizionandolo in strati da 25 cm, compattati e addensati seguendo le direttive **UNI CNR 10006:2002** e AASHO modificata.

Per quanto riguarda invece la viabilità esterna, dove necessitano interventi per il passaggio dei mezzi si procederà, dove necessario ad opere di bioingegneria per mitigare il rischio di dissesto idrogeologico che potrebbe verificarsi.

Per un'ulteriore sicurezza e per dare dati certi per il calcolo e la verifica delle fondazioni ipotizzate, si consiglia una campagna geognostica per capire meglio le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi interessati e scongiurare la presenza di cavità al di sotto delle fondazioni in progetto.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CARLENTINI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA	46
CAR	ENG	REL	028	00		

Anche se alcuni sondaggi precedenti ricadono in area di studio, vista la grandezza delle fondazioni e la mole delle turbine, è consigliato eseguire almeno un sondaggio per ogni piazzola, spinto almeno fino a 10 m di profondità, dal quale potremmo ricavare direttamente la stratigrafia, l'RQD, e campioni da portare in laboratorio per le analisi necessarie.

FIRMA

