

REGIONE SICILIA
Provincia di Palermo
COMUNE DI CAMPOREALE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE



PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Energy



PROGETTISTA:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
	Luglio 2022		1 di 47	A4	CAM	EXE	REL	0002	00

NOME FILE: CAM-EXE-REL-0002_00.doc

ERG Wind Energy S.r.l. si riserva 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		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Luglio 2022	Prima emissione	MG	GL	DG

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	3

1.	PREMESSA	4
2.	IL SITO	5
2.1.	RIFERIMENTI CARTOGRAFICI E COORDINATE ASSOLUTE DEGLI AEROGENERATORI... 5	
3.	SINTESI DEL PROGETTO	7
4.	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'AEROGENERATORE SCELTO	10
5.	ACCESSO AL PARCO	13
6.	PROGETTO DELLA VIABILITA' E DELLE PIAZZOLE DI MONTAGGIO	15
7.	RILEVATI E SOVRASTRUTTURE STRADALI	18
7.1.	GENERALITA'.....	18
7.2.	RILEVATI.....	18
7.3.	PIANI DI POSA E BONIFICHE.....	19
7.4.	PAVIMENTAZIONE CON MATERIALE ARIDO.....	22
8.	DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	24
8.1.	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI.....	24
8.2.	TRAFFICO DI PROGETTO.....	24
8.3.	VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA (METODO AASHTO).....	28
8.4.	CARATTERISTICHE DEL SOTTOFONDO.....	31
8.5.	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE.....	32
9.	PIANO DI GESTIONE DELLE TERS	33
10.	OPERE IDRAULICHE	35
11.	FONDAZIONI AEROGENERATORI	36
12.	CAVIDOTTI	38
12.1.	GENERALITÀ.....	38
12.2.	SISTEMA DI POSA CAVI.....	42
12.3.	FIBRA OTTICA DI COLLEGAMENTO.....	45
12.4.	SISTEMA DI TERRA.....	47

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	4
CAM	EXE	REL	0002	00		

1. PREMESSA

La società Erg Wind Energy a r.l., avente sede legale presso Torre WTC, Via De Marini 1, 16149 Genova è stata autorizzata ai sensi dell'art.12, comma3 del D.lgs. 29/12/2003 n.387 e s.m.e.i , allo smantellamento dei 24 aerogeneratori esistenti e alla realizzazione e all'esercizio di un nuovo impianto eolico di potenza complessiva pari a 50,4 MW, da realizzarsi nel Comune di Camporeale (PA, costituito da dodici aerogeneratori aventi potenza ciascuno di 4,20 MW (contradistinti dalle sigle R-CR01, R-CR02, R-CR03, R-CR04, R-CR05, R-CR07, R-CR08, R-CR09, R-CR10, R-CR11, R-CR12 e R-CR13) e dalle opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto stesso tra cui anche le opere per la connessione alla rete elettrica.

Il presente documento si propone di fornire una descrizione tecnica esaustiva del Progetto esecutivo.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	5
CAM	EXE	REL	0002	00		

2. IL SITO

2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI E COORDINATE ASSOLUTE DEGLI AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori (in numero di dodici) del nuovo impianto sono denominati con le sigle R CR01,R CR02.....RCR013 e saranno collocati in agro del Comune di Camporeale in provincia di Palermo all'interno delle seguenti cartografie e fogli di mappa catastali:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche: 249-III-SO-Balestrate, 258-IV-NO-Alcamo, 258-IV-SO-Monte Pietroso, 258-IV-SE-Camporeale.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 594130, 607010, 607050, 607060.
- Fogli di mappa nn. 3, 4, 5, 8, 10 del Comune di Camporeale.
- Fogli di mappa nn. 98, 106, 114, 115, 116, 119, 121, 124 del Comune di Partinico.
- Fogli di mappa nn. 103, 104, 111 del Comune di Monreale.

La linea ideale che congiunge gli assi degli aerogeneratori si sviluppa in direzione Ovest-Est (c/da Giardinello, Monte Pietroso e Monte Spezza Pignatte). Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dei nuovi aerogeneratori:

WTG	E	N
R-CR01	327.032,56	4.196.935,01
R-CR02	327.371,13	4.196.849,54
R-CR03	327.712,84	4.196.938,75
R-CR04	328.064,88	4.196.954,28
R-CR05	328.417,93	4.196.951,14
R-CR07	329.377,02	4.197.039,24
R-CR08	329.727,39	4.196.981,92
R-CR09	330.079,62	4.196.925,53
R-CR10	330.424,06	*4.196.865,61
R-CR11	330.780,89	4.196.807,12
R-CR12	331.162,98	4.196.635,73
R-CR13	331.598,84	4.196.835,82

Tab. 1 Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 33 WGS84

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	6

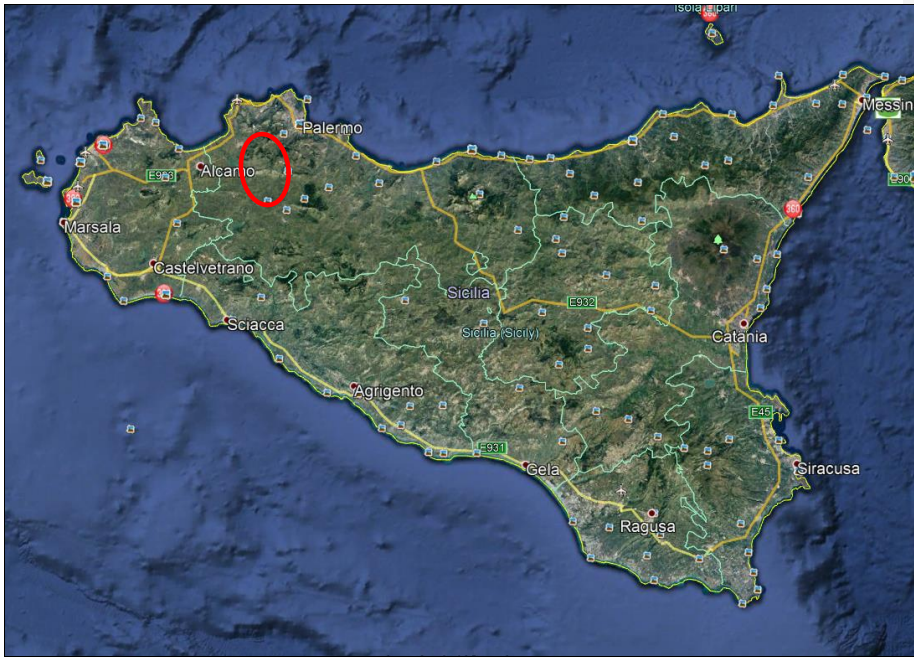


Fig.1 - Ubicazione area di impianto da satellite

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	7

3. SINTESI DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di tutte le opere civili funzionali all'installazione e al corretto esercizio del parco e in particolare:

- dismissione delle 24 torri eoliche esistenti (ERG Wind Sicilia 4);
- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente.

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici.

La linea ideale che congiunge gli assi degli aerogeneratori si sviluppa in direzione Ovest-Est (c/da Giardinello, Monte Pietroso e Monte Spezza Pignatte).

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole collegate da una viabilità d'impianto. I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle Navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina.

Di seguito il layout dell'impianto sovrapposto alla carta regionale tecnica.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	8
CAM	EXE	REL	0002	00		



Fig.2- Inquadramento impianto su ctr 1:10.000

Per quanto attiene le dimensioni delle strade e delle piazzole, ci si è attenuti alle specifiche di fornitori di aerogeneratori tipo.

Si fa presente che questa parte è totalmente allineata con quanto riportato nel progetto autorizzato e nel conseguente progetto esecutivo di ottemperanza, si riportano solo per completezza le informazioni seguenti, ma si ribadisce che non ci saranno variazioni in merito.

In particolare, gli assi della viabilità avranno larghezza netta pari a 4,00 m, utile al trasporto dei main components, ovvero delle componenti l'aerogeneratore. La viabilità, in funzione dell'orografia del territorio, sarà realizzata secondo le tre classiche tipologie delle costruzioni stradali, ovvero in scavo, in rilevato e a mezza costa. Opportuni fossi di guardia saranno realizzati ai bordi delle strade. Tali opere di salvaguardia saranno realizzate anche nel caso in cui le opere di fondazione dell'aerogeneratore sono risultate in scavo rispetto alla viabilità e adiacenti alla stessa. In tal caso, il fosso eviterà che le acque che ruscellano sulle scarpate adiacenti l'aerogeneratore possano raggiungere la base dell'aerogeneratore stesso e ristagnare

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	9
CAM	EXE	REL	0002	00		

sull'opera di fondazione. La sede stradale sarà, usualmente, dotata di doppia falda con pendenza trasversale non superiore al 2%, dall'asse della stessa verso l'esterno, allo scopo di allontanare rapidamente le acque meteoriche verso i fossi di guardia (strade in scavo) o verso la sommità della scarpata (strade in rilevato). La pendenza longitudinale è di norma sempre inferiore al 13%, ad eccezioni di alcuni tratti stradali dove si raggiunge una pendenza massima del 18%.

Per quel che concerne le opere idrauliche, va preliminarmente ricordato che esse vanno realizzate a protezione della viabilità di progetto, in quanto quest'ultima viene ad interferire inevitabilmente con il reticolo idrografico naturale. Per consentire, quindi, il libero deflusso delle acque e di conseguenza per garantire la massima durabilità dell'infrastruttura stradale, è stato effettuato un attento studio idrologico al solo scopo di individuare le portate interferenti con la viabilità. Quindi, si è proceduto con il dimensionamento delle opere necessarie all'allontanamento delle acque, senza pregiudizio per la viabilità. Accanto a tali opere, che vanno sotto il nome di attraversamenti profondi, si annoverano i fossi di guardia, già ricordati, atti alla captazione delle acque ruscellanti lungo la viabilità, le scarpate e i drenaggi, aventi il ruolo di convogliare le acque intercettate presso il punto di scarico su versante (avendo cura di proteggere il punto di scarico per evitare pericolose erosioni del versante). Con riferimento alle opere necessarie per la posa dei cavi di potenza in MT, esse riguardano la realizzazione di apposite trincee per la collocazione delle linee elettriche. Nel caso in esame si poseranno da una a due terne di cavi unipolari, insieme al sistema di telecontrollo (una F.O.) e alla corda di rame, necessaria per conferire il potenziale terrestre a tutti gli aerogeneratori.

La struttura di fondazione dell'aerogeneratore è di tipo composto da:

- pali di fondazione di diametro pari a 1,00 m, di profondità variabile.
- Plinto di fondazione di collegamento tra pali e sostegno dell'aerogeneratore. Il Plinto, interamente interrato, avrà forma troncoconica di diametro massimo 16,00 m e con altezza variabile da 1,60 m a 2,40 m. All'interno del plinto è annegato un elemento in acciaio denominato anchor cage, cui collegare la prima sezione del sostegno di cui al punto successivo. Le dimensioni sopra riportate sono da interpretarsi come orientative.
- Sostegno dell'aerogeneratore costituito da una struttura in acciaio di forma troncoconica, di altezza pari a 91,50 m.

I cavi di potenza saranno interrati lungo strade sterrate del parco esistente, lungo le strade comunali e provinciali.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	10
CAM	EXE	REL	0002	00		

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'AEROGENERATORE SCELTO

L'aerogeneratore scelto per il parco eolico in esame è il Vestas V117 con altezza al mozzo pari a H=91,5 m., diametro rotore pari a 117 m per un'altezza complessiva di 150,0 m e avente una potenza massima pari a 4,2 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 117 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- **navicella in carpenteria metallica** con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- **sostegno tubolare troncoconico in acciaio**, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 91,50 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estensamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza (così come si dimostrerà in vari altri documenti: piano di produzione, studio di gittata etc.);

La turbina è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione notturna consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Le turbine di inizio e fine tratto avranno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò, il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene "catturato" per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore,

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	11
CAM	EXE	REL	0002	00		

disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare il stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°. Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

I sistemi frenanti sono progettati per una funzione "fail-safe"; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	12
CAM	EXE	REL	0002	00		

provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi aerogeneratori.

La fase di decommissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione.

Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.

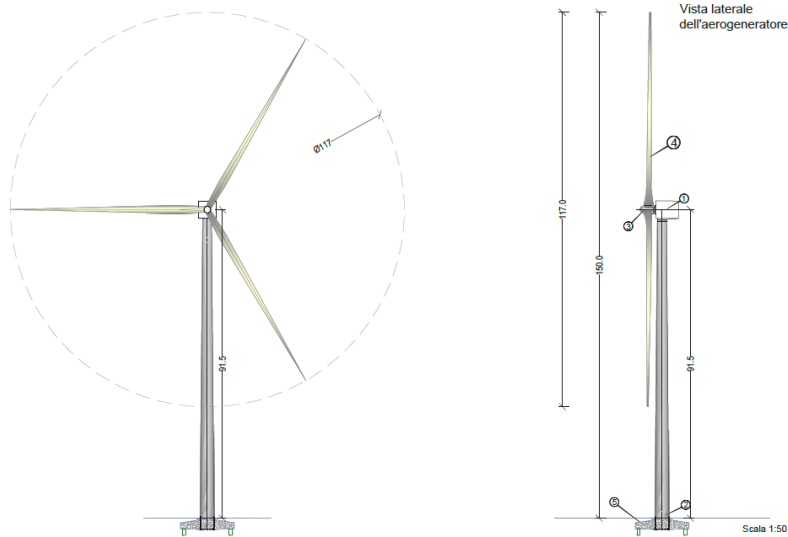


Fig.3 Schema tipo aerogeneratore

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	13

5. ACCESSO AL PARCO

Il presente paragrafo descrive il percorso per l'accesso al parco eolico di Camporeale(PA), dei mezzi eccezionali per il trasporto dei componenti delle torri eoliche.

I main components degli aerogeneratori arriveranno in Sicilia via nave e sarà utilizzato per l'arrivo il porto di Trapani.



Fig.4 Percorso dei trasporti dal porto di trapani al sito

La percorribilità è stata prevista attraverso le strade pubbliche di seguito elencate per circa 70 Km:

- Trapani porto- Via Isola Zavorra -Via I° Dorsale ZIR
- Raccordo A29DIR A29
- A29dir,
- A29 PA-MAZARA (exit Gallitello),
- SS 119,
- SP 46,
- SP64

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	14

- Strada Comunale Monreale Regia Trazzera Palermo Alcamo Camporeale
- Strada Comunale Camporeale Regia Trazzera Palermo Alcamo Camporeale
- Site access

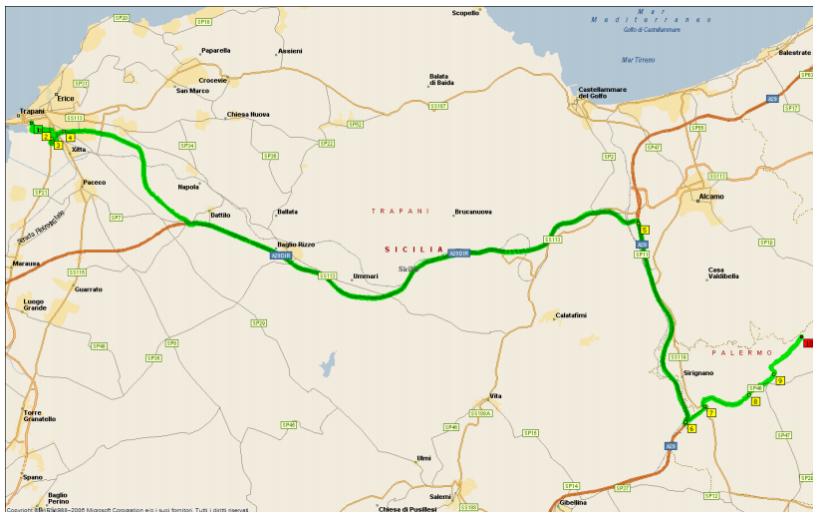


Fig.5

Sulla SP46 e 64 saranno necessari alcuni interventi di allargamento provvisori per consentire il passaggio dei mezzi.

Infine la Regia Trazzera Palermo Alcamo Camporeale andrà adeguata per il transito dei mezzi.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	15

6. PROGETTO DELLA VIABILITA' E DELLE PIAZZOLE DI MONTAGGIO

Nella definizione del layout dell'impianto è stata sfruttata per quanto possibile la viabilità di servizio delle turbine esistenti onde contenere gli interventi. A tal fine è stata predisposta la progettazione, sulla scorta dei rilievi topografici effettuati, dell'intera viabilità interna al parco eolico interessando quasi esclusivamente strade e piste esistenti. È previsto un sistema di drenaggio delle acque meteoriche secondo il principio dell'invarianza idraulica. Per i dettagli della progettazione idraulica si vedano gli elaborati CAM-EXE-TAV-0101_00, CAM-EXE-TAV-0102_00, CAM-EXE-TAV-0103_00.

La progettazione della viabilità è stata condotta secondo le specifiche tecniche del fornitore Vestas mentre laddove non è stato possibile rispettare dette specifiche sono state concordate con il fornitore misure adeguate per rendere possibile ed in sicurezza i trasporti.

In particolare, le specifiche principali di carattere generale sono di seguito riportate:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	16
CAM	EXE	REL	0002	00		

Viabilità	
Larghezza carreggiata per R>Rmin	4,00 m
Pendenza trasversale	2% a schiena d'asino
Raggio planimetrico minimo (Rmin)	100 m
Allargamenti per R<Rmin	Caso per caso con simulazione mezzo
Pendenza max livelletta (rettifilo) con pavimentazione in idro drain o similari	18,00%
Pendenza max livelletta (rettifilo) con viabilità realizzata con misto granulometrico	14,00%
Pendenza max livelletta (curva con R<120m) con pavimentazione in idro drain o similari e cmq avente attrito non inferiore all'asfalto	18%
Pendenza max livelletta (curva con R<120m)	14 %
Raccordo verticale minimo convesso	250 m
Raccordo verticale minimo concavo	250 m
Pendenza max livelletta per stazionamento camion	2 %
Piazzole	
Dimensioni standard per piazzola ad esclusione della strada	31,00(m) x 36,00(m) e 21,50(m) x 21,50(m) ; area piana per stoccaggio pale 50,0 x 15,0
Dimensioni per piazzola con montaggio just in time	57,50 m x 21,50 m
Piazzola ausiliari per il montaggio del braccio gru tralicciata	Montaggio con gru telescopica
Pendenze max longitudinali e trasversali	1 % longitudinali e 0 % trasversali

Tab.2-Specifiche principali di viabilità e piazzole

La sezione stradale, con larghezza di 4,00 m oltre fosso di guardia in scavo e arginello in rilevato (in genere di ingombro massimo pari a 50 cm), sarà realizzata in massicciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, mentre superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm.

La transitabilità delle piste sterrate è sufficientemente agevole nel periodo asciutto; durante le piogge i tratti stradali di maggiore pendenza, tendono però ad erodersi per effetto dell'acqua scolante e la percorribilità diventa poco agevole se non a seguito di frequenti interventi di manutenzione.

Per risolvere questa problematica si è previsto una pavimentazione drenante ed ecologica da ottenersi con prodotti di mercato quali IDRO DRAIN o similari. Detta pavimentazione viene impiegata in aree S.I.C., Z.P.S., Z.S.C. con possibilità di colorazione più vicino

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	17

possibile ai colori della zona, con ciò mitigando gli impatti visivi.

È stata, quindi, prevista una sistemazione del pacchetto stradale così composta:

- uno strato di fondazione in misto calcareo di 30 cm;
- strato di base in misto drenante confezionato su specifica della D.L. da impianto locale s=20 cm da confezionarsi con un dosaggio di 300 Kg di cemento portland 325 ogni metro cubo di inerte;
- strato di finitura in “Idrodrain” pigmentato s= 10 cm. a base di leganti idraulici cementizi, graniglie selezionate e di additivi sintetici, avente caratteristiche drenanti e traspiranti, con alta percentuale di vuoti, compreso la miscelazione come da scheda tecnica prodotto, e da impastare con sola acqua.

Per gli approfondimenti si rimanda all’elaborato grafico “CAM-EXE-TAV-0022_00”.

A montaggio ultimato, l'area attorno alle macchine (piazzola aerogeneratore) sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione delle macchine.

Le altre aree eccedenti la piazzola definitiva e quelle utilizzate temporaneamente per le attività di cantiere saranno ripristinate come ante operam, prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	18
CAM	EXE	REL	0002	00		

7. RILEVATI E SOVRASTRUTTURE STRADALI

7.1. GENERALITA'

Nell'ambito della progettazione, rivestono una fondamentale importanza la scelta dei materiali da impiegare per la costruzione di strade e piazzole e la modalità di esecuzione delle stesse; per tale motivo viene dedicato un apposito capitolo a questi argomenti. Stralcio di documentazione già consegnato nel progetto di ottemperanza.

7.2. RILEVATI

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle sovrastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le piazzole a servizio degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto, nonché alle disposizioni impartite in loco dalla Direzione dei Lavori, D.L.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare grado natura dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle sovrastrutture, 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, ed ovunque lo richieda la D.L., si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso, mediante sostituzione di materiale, come previsto al successivo punto "Bonifica dei piani di posa".

Nello specifico, per la formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione, appartenenti alla classe A1, A2, della classifica CNR-UNI 10006/1963. Pertanto, il rilevato, sottostante la fondazione stradale, sarà costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, se reperibili nel materiale proveniente dagli scavi, altrimenti si dovrà procedere con l'esecuzione dei rilevati con materie dei predetti gruppi da prelevarsi in cava di prestito.

L'esecuzione della sovrastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante, da determinarsi mediante prove di carico su piastra (il modulo di compressibilità, M_d , dovrà risultare $M_d \geq 300$ N/mm² per piani di sbancamento o bonifica, e $M_d \geq 80$ N/mm² per piani ottenuti con rilevato).

Nello specifico, la D.L. dovrà controllare la portanza del piano di posa e delle eventuali bonifiche mediante la valutazione del modulo di compressibilità M_d , secondo le norme CNR-UNI 10006, tramite prove di carico su piastra a doppio ciclo (che consentono la determinazione di due valori del modulo di compressibilità, M_d con il primo ciclo ed M_d' con il secondo ciclo):

- per terreni in sito scoticati, il campo delle pressioni, Δp , si farà variare da 0,5 a 1,5 daN/cm²;
- per rilevati fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 1,5 a 2,5 daN/cm²;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	19
CAM	EXE	REL	0002	00		

In ogni caso, in corrispondenza del piano di posa dovrà risultare $Md \geq 30 \text{ N/mm}^2$.

In aggiunta si dovrà accertare che il rapporto Md/Md' sia prossimo all'unità, al fine di garantire un ottimo grado di costipamento.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle sovrastrutture il materiale dovrà essere steso a strati di 20-25 cm di spessore (secondo quanto stabilito nei disegni di progetto) compattati, fino al raggiungimento del 95% della densità AASHIO modificata, inclusi tutti i magisteri 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. Tale materiale dovrà quindi essere 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.

Il corpo di materiale può dirsi costipato al raggiungimento del 95% della densità AASHIO modificata quando, ai vari livelli, viene raggiunto il valore di Md pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra.

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, in contraddittorio, mediante una prova di carico su piastra ogni 500 m² di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si procede con lo stendimento e la compattazione dello strato successivo.

7.3. PIANI DI POSA E BONIFICHE

Il piano di posa è costituito dall'intera area di collocazione dell'opera in terra ed è rappresentato da un piano ideale al di sotto del piano di campagna – ad una quota non inferiore a 30 cm – che viene raggiunto mediante un opportuno scavo di sbancamento che allontani tutto il terreno vegetale superficiale; lo spessore dello sbancamento dipenderà dalla natura e consistenza dell'ammasso che dovrà rappresentare il sito d'impianto dell'opera.

Qualora al disotto della coltre vegetale si rinvenga un ammasso costituito da terreni A1, A2, A3 (secondo la classificazione C.N.R.) è sufficiente eseguire la semplice compattazione del piano di posa, cosicché il peso del secco in sito (massa volumica apparente secca nelle unità S.I.) risulti pari al 90% del valore massimo, ottenuto in laboratorio nella prova AASHIO modificata su un campione del terreno.

Per raggiungere tale grado di addensamento si potrà intervenire, prima dell'operazione di compattazione, modificando l'umidità in sito, in modo che questa risulti prossima al valore ottimo rilevabile dalla prova AASHIO modificata.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	20
CAM	EXE	REL	0002	00		

Se, invece, tolto il terreno superficiale (30/40 cm di spessore minimo), l'ammasso risulta costituito da terreni dei gruppi A4, A5, A6, A7, sarà opportuno svolgere un'attenta indagine che consenta alla D.L. di proporre la soluzione più idonea, alla luce delle risultanze dei rilevamenti geognostici che occorrerà estendere in profondità.

I provvedimenti da prendere possono risultare i seguenti:

- approfondimento dello scavo di sbancamento, fino a profondità non superiori a 1,50 - 2,00 m dal piano di campagna, e sostituzione del terreno in sito con materiale granulare A1 (Ala o Alb), A3 o A2, sistemato a strati e compattato, così che il peso secco di volume risulti non inferiore al 90% del valore massimo della prova AASHTO modificata di laboratorio; si renderà necessario compattare anche il fondo dello scavo mediante rulli a piedi di montone;
- approfondimento dello scavo, come sopra indicato, completato, dove sono da temere risalite di acque di falda per capillarità, da drenaggi longitudinali con canalette di scolo o tubi drenanti che allontanino le acque raccolte dalla sede stradale;
- sistemazione di fossi di guardia (soprattutto per raccogliere le acque superficiali lato monte) di tombini (o altre opere funzionali allo scopo) in modo che la costruzione della sede stradale non modifichi il regime idrogeologico della zona.

Qualora si rinvenissero strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 m) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati.

Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento (con pali di sabbia o mediante precompressione statica per mezzo di un sovraccarico) ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso, secondo quanto disporrà la D.L.

Nei terreni acclivi si prescrive di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale, se si accerta che il livello della falda è superficiale.

Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento (si consulti, in proposito, l'elenco appresso riportato):

- umidità propria del terreno;
- granulometria;
- limiti ed indici di Atterberg;
- prova di costipamento AASHTO modificata.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	21
CAM	EXE	REL	0002	00		

Nei terreni che si giudicano molto compressibili si procederà ad ulteriori accertamenti mediante prove edometriche (su campioni indisturbati) o prove penetrometriche in sito.

Per i terreni granulari di apporto (tipo A1, A3, A2) saranno sufficienti le analisi di caratterizzazione e la prova di costipamento.

I controlli della massa volumica in sito, negli strati ricostituiti con materiale granulare idoneo, dovranno essere eseguiti ai vari livelli (ciascuno strato non dovrà avere spessore superiore a 30 cm a costipamento avvenuto) ed estesi a tutta la larghezza della fascia interessata.

Ad operazioni di sistemazione ultimate, la D.L. dovrà ulteriormente controllare la portanza del piano di posa e delle eventuali bonifiche mediante la valutazione del modulo di compressibilità, secondo le norme CNR-UNI 10006, tramite prove di carico su piastra a doppio ciclo (per i dettagli si rinvia al precedente paragrafo 6.2).

Durante le operazioni di costipamento dovrà essere accertata l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla collocazione del materiale e, pertanto, dovrà attendersi la naturale deumidificazione, se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento, previo innaffiamento, se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (prova AASHTO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

Prima dell'esecuzione dell'opera, la D.L. predisporrà un tratto sperimentale così da accertare, con il materiale che si intende utilizzare e con le macchine disponibili in cantiere, i risultati che si raggiungono in relazione all'umidità, allo spessore ed al numero dei passaggi dei costipatori.

Durante la costruzione ci si dovrà attenere alle esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, e ciascuno strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita. Le scarpate saranno perfettamente profilate e, ove richiesto, saranno rivestite con uno spessore (circa 20 cm) di terra vegetale per favorire il naturale inerbimento.

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali, ottenuti per sbancamento e atti a ricevere la sovrastruttura - allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di M_d pari a 300 Kg/cm² - o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo dalla D.L. a seguito di una prova di carico su piastra, dovranno essere oggetti di trattamento di "bonifica" mediante sostituzione di uno strato di terreno (dello spessore indicato in progetto o in loco dalla D.L.) con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

Detto materiale deve avere granulometria "B" (pezzatura max 30 mm) come risulta dalla norma CNR-UNI 10006, deve essere collocato a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente punto paragrafo 6.2.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	22
CAM	EXE	REL	0002	00		

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando, a costipamento avvenuto, viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Md di almeno 300 kg/cm², da determinarsi mediante prove di carico su piastra - con le modalità già definite in precedenza - con la frequenza di una prova ogni 500 m² di area bonificata, o frazione di essa.

Nel caso di plinti di fondazione, per l'accettazione della bonifica devono essere raggiunti i valori di capacità portante corrispondenti ad un Md di almeno 30 N/mm².

7.4. PAVIMENTAZIONE CON MATERIALE ARIDO

La fondazione stradale avrà uno spessore complessivo di cm 50,00; i primi 40,00 cm - a contatto con il terreno naturale - saranno realizzati con materiale idoneo, proveniente da cava, di media pezzatura (4-10 cm) e classificato come A1 secondo la UNI CNR 10006:2002.

Lo strato superficiale avrà uno spessore di 10 cm e sarà realizzato con misto granulometrico di cava, tipo A1 avente dimensioni massima degli inerti pari a 20 mm, rullato fino all'ottenimento di un Md >= 800 kg/cm². La composizione degli inerti utilizzati per realizzare la pavimentazione dovrà essere preventivamente approvata dalla D.L.

Al contatto con il terreno naturale sarà posato un geotessuto accompagnato da una geogriglia avente funzioni di separazione.

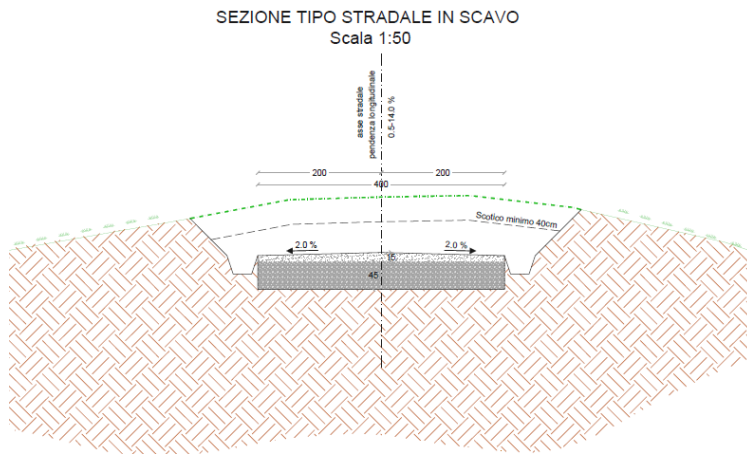


Fig.6

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	23
CAM	EXE	REL	0002	00		

SEZIONE TIPO STRADALE A MEZZA COSTA
Scala 1:50

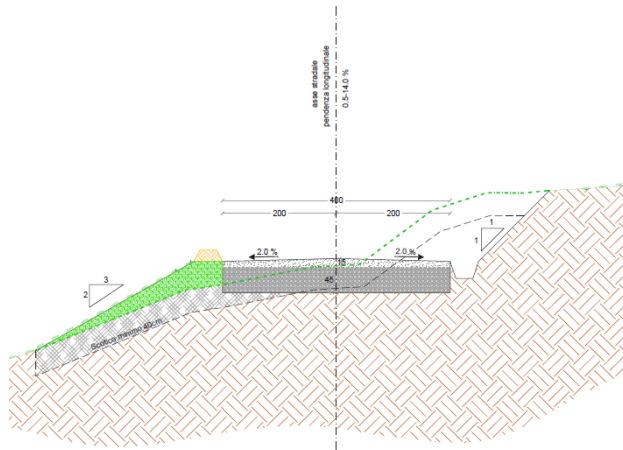


Fig. 7

SEZIONE TIPO STRADALE IN RILEVATO
Scala 1:50

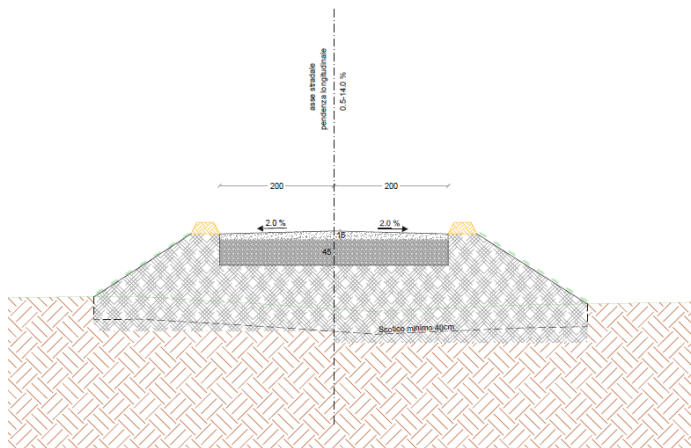


Fig. 8

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	24
CAM	EXE	REL	0002	00		

8. DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Il presente capitolo descrive il dimensionamento e la verifica del pacchetto della sovrastruttura stradale prevista

8.1. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

Nell'ambito della progettazione, sono stati utilizzati i seguenti riferimenti:

- o Norma AASHTO T274-82;
- o Catalogo delle Pavimentazioni stradali del CNR.

8.2. TRAFFICO DI PROGETTO

Ai fini della progettazione della sovrastruttura stradale si prendono in considerazione i soli veicoli commerciali, intendendosi generalmente in Italia per veicolo commerciale un automezzo avente una massa lorda (massa veicolo + massa trasportata) superiore a 3.000 kg; si considera, inoltre, il traffico composto da un numero finito di tipologie di veicoli.

La componente di traffico che incide sul calcolo è infatti soltanto quella "pesante", costituita dai veicoli (autocarri, autotreni, autoarticolati, autobus e veicoli speciali) che, per le notevoli pressioni trasmesse al suolo, rappresenta la causa prima dell'ammaloramento e degrado della sovrastruttura stradale, ritenendo trascurabili gli effetti relativi agli altri veicoli (autoveicoli e motoveicoli).

Il numero totale di passaggi di ciascuna tipologia di veicolo durante la vita utile, V_k – quindi il numero di ripetizioni del regime di sollecitazione che essa produce nella sovrastruttura – viene valutato in base al volume ed alla composizione del traffico transitante nonché alla sua distribuzione nei sensi di marcia e nelle corsie presenti:

$$V_k = \left(\sum_{j=1}^N (1 + G)^{j-1} \right) \cdot \frac{pk}{100} \cdot V_g \cdot D \cdot C \cdot 365$$

Dove:

- o V_k è il numero totale di passaggi di veicoli della classe k-esima durante la vita utile;
- o N è la vita utile espressa in anni (nel caso di studio, pari a 20 anni);
- o G è il prevedibile tasso di incremento annuo del traffico (posto pari a 0, nell'ipotesi in cui, trattandosi di una viabilità di parco, si suppone che il traffico maggiore avvenga durante la fase di realizzazione dell'impianto per poi diminuire drasticamente al termine della stessa);
- o pk è la percentuale di veicoli k-esimi rispetto al volume di traffico commerciale;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	25
CAM	EXE	REL	0002	00		

- o V_g è il volume giornaliero del traffico commerciale;
- o D è il fattore di distribuzione direzionale del traffico;
- o C è il fattore di distribuzione per corsia del traffico commerciale (percentuale di veicoli presenti sulla corsia di marcia lenta);
- o 365 è il numero di giorni in un anno;

Commentato [H1]: Inserisci i valori che abbiamo considerato

Cat.	Tipo di Veicolo	Assi	Distribuzione dei carichi per asse [kN]			
1	Autocarri leggeri	2	10		20	
2	"	2	15		30	
3	"	2	40		80	
4	Autocarri medi e pesanti	2	50		110	
5	"	3	40		80+80	
6	"	3	60		100+100	
7	Autotreni ed Autoarticolati	4	40		90	80
8	"	4	60		100	100
9	"	5	40	80+80		80+80
10	"	5	60	90+90		100+100
11	"	5	40	100		80+80+80
12	"	5	60	110		90+90+90
13	Mezzi d'opera	5	50	120		130+130+130
14	Autobus	2	40		80	
15	"	2	60		100	
16	"	2	50		80	

Tab.3 distribuzione dei carichi per asse dei veicoli commerciali

La tabella precedente riporta la distribuzione dei carichi per asse dei veicoli commerciali (CNR 178/95).

Nelle pavimentazioni flessibili, poiché è verosimile supporre che il regime di sollecitazione prodotto nella sovrastruttura da un asse di un veicolo non risenta delle azioni esercitate dagli altri assi dello stesso veicolo che si trovano ad una distanza maggiore di circa 2 m, ci si riconduce nel calcolo delle sollecitazioni a considerare direttamente un numero limitato di classi di assi caratterizzate attraverso la tipologia degli assi stessi (assi singoli, tandem o tridem) e il carico che trasmettono alle sovrastrutture. Si raggruppano, quindi, gli assi dello stesso tipo e dello stesso peso presenti su tipologie differenti di veicoli. In tal caso si considera il numero di passaggi di ciascuna delle classi di assi individuata (n_i) che viene valutato attraverso la seguente relazione:

$$n_i = \sum_k V_k \cdot m_{ik}$$

Dove:

- o k sono le tipologie di veicoli di cui è composto il traffico transitante;
- o n_i è il numero totale di passaggi di assi della classe i -esima durante la vita utile;
- o m_{ik} è il numero di assi della i -esima classe presenti nel veicolo della k -esima tipologia.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	26
CAM	EXE	REL	0002	00		

Per poter eseguire la verifica è necessario, infine, omogeneizzare il dato relativo al traffico pesante "reale" in termini di assi "standard" da 80 kN calcolando il corrispondente coefficiente di equivalenza e_i

tra le classi di assi presenti nelle varie tipologie di veicoli e l'asse standard.

È evidente, infatti, che i veicoli pesanti presi in esame - autocarro, autotreno, autoarticolato, autobus o veicolo speciale - hanno un diverso impatto al suolo in termini di numero e tipologia di assi (singolo, tandem, tridem) e di carico trasmesso. Utilizzando la Tabella delle distribuzioni dei carichi per asse proposta nel Bollettino Ufficiale CNR 178/95 è possibile stabilire la conformazione media di qualunque veicolo pesante (VP).

Il numero totale di passaggi di assi standard equivalenti durante la vita utile n_s si calcola attraverso la seguente relazione:

$$n_s = \sum_i n_i \cdot e_i$$

dove:

- i sono le classi di assi (diverse sia per peso che per tipologia) presenti nelle k tipologie di veicoli;
- e_i è il coefficiente di equivalenza, ai fini del danno provocato, tra assi standard e assi della i -esima classe.

I coefficienti di equivalenza sono ricavati valutando il numero di passaggi dell'asse standard che produce lo stesso danno provocato dal passaggio di un asse dell' i -esima tipologia. I coefficienti di equivalenza, relativamente ai diversi tipi di assi, adottati nel presente studio sono quelli forniti dal metodo empirico AAHSTO (al variare del carico unitario trasmesso al suolo e dell'indice di spessore) e riportati di seguito.

Il traffico di progetto, nell'ambito di una pavimentazione stradale di parco, segue delle logiche differenti.

Il traffico di progetto, infatti, a differenza di una qualunque viabilità provinciale o statale, in cui si individua un incremento del traffico veicolare nel tempo, presenta un picco di percorrenza nella fase di esecuzione dell'impianto eolico, dunque nei primi 2/3 anni di vita utile.

Questo significa che in questo primo intervallo di tempo, la pavimentazione subirà il maggiore carico di tutta la sua stessa vita utile.

Solamente una conclusiva fase di smontaggio potrà indurre sulla pavimentazione una nuova fase di carico paragonabile a quella sopra descritta.

A vantaggio di sicurezza, pertanto, il traffico "sollecitante" è stato suddiviso in 2 parti:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	27
CAM	EXE	REL	0002	00		

- Primi due anni di montaggio e ultimi 2 anni per un eventuale smontaggio dell'impianto eolico in oggetto – caratterizzati dal traffico di progetto “A”;
- Restanti 16 anni di vita utile della pavimentazione, soggetta ad un carico veicolare decisamente inferiore – traffico di progetto “B”.

		n. assi	Vk	mik	passaggi ki	pk	ni	ns
2 - Autocarri leggero	Camion	2	292,0	2	40	13%	584	19
4 - Autocarri medi e pesanti	Camion pieno	2	292,0	2	40	13%	584	2448
10 - Autoarticolati e autotreni	Autoarticolato	10	43,8	3	6	2%	131	814
5 - Autocarri pesanti	Betoniera	3	1460,0	2	200	64%	2920	4227
12 - Autoarticolati	Gru 70t	4	73,0	3	10	3%	219	1551
13 - mezzi d'opera	Gru 140t	5	29,2	3	4	1%	88	1766
8 - Autotreni e autoarticolati		4	29,2	2	4	1%	58	173
	Gru montaggio	12	58,4	1	8	3%	58	3282
			2219,2		312		4584,40	14281

Tab.4 Traffico di progetto “A” – 4 anni di vita utile

		n. assi	Vk	mik	passaggi ki	pk	ni	ns
2 - Autocarri leggero	Camion	2	0,0	2	0	0%	0	0
4 - Autocarri medi e pesanti	Camion pieno	2	350,4	2	12	100%	701	2937
10 - Autoarticolati e autotreni	Autoarticolato	10	0,0	3	0	0%	0	0
5 - Autocarri pesanti	Betoniera	3	0,0	2	0	0%	0	0
12 - Autoarticolati	Gru 70t	4	0,0	3	0	0%	0	0
13 - mezzi d'opera	Gru 140t	5	0,0	3	0	0%	0	0
8 - Autotreni e autoarticolati		4	0,0	2	0	0%	0	0
	Gru montaggio	12	0,0	1	0	0%	0	0
			350,4		12		700,80	2937

Tab. 5 Traffico di progetto “B” – 16 anni di vita utile

Carico	kN	SN [pollici]					
		1"	2"	3"	4"	5"	6"
2.25	10	0.00072	0.00085	0.00076	0.00055	0.00042	0.00042
4.49	20	0.00498	0.00721	0.00721	0.00547	0.00398	0.00373
6.74	30	0.01879	0.02813	0.02961	0.02339	0.01890	0.01716
8.99	40	0.05475	0.07420	0.08414	0.07117	0.06071	0.05523
11.24	50	0.13364	0.16135	0.18662	0.17062	0.15044	0.13935
13.48	60	0.28670	0.31670	0.35512	0.34282	0.31586	0.29915
17.98	80	0.99555	0.99579	0.99615	0.99614	0.99590	0.99572
20.22	90	1.70812	1.66135	1.56669	1.53992	1.58556	1.63458
22.47	100	2.76607	2.64243	2.38751	2.27914	2.38096	2.52933
24.72	110	4.28050	4.03010	3.52928	3.25727	3.41167	3.70568
26.97	120	6.37481	5.95258	5.07910	4.53882	4.71882	5.20556

Tab. 6 fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse singolo)

Carico	kN	SN [pollici]					
		1"	2"	3"	4"	5"	6"
35.96	160	1.37305	1.37348	1.37413	1.37413	1.37370	1.37348
40.45	180	2.33406	2.27503	2.15699	2.12022	2.17699	2.24601
44.94	200	3.77409	3.60572	3.26898	3.12588	3.26006	3.45789

Tab.7 fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse tandem)

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	28
CAM	EXE	REL	0002	00		

Carico		SN [pollici]					
kips	kN	1"	2"	3"	4"	5"	6"
53.93	240	1.65153	1.65185	1.65283	1.65283	1.65250	1.65185
60.67	270	2.81210	2.73533	2.59503	2.54827	2.62503	2.70518
87.64	390	15.11526	14.05085	11.70424	10.23983	10.45763	11.72203

Tab.8 fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse triplo)

Pertanto, il numero di passaggi di assi standard $N_{8,2\text{prog}}$ utilizzato per il progetto della sovrastruttura stradale è pari a 17218.

8.3. VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA (METODO AASHTO)

Il metodo utilizzato per il dimensionamento della sovrastruttura è quello empirico previsto nella "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" e proposto dalla AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*),

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero $N_{8,2}$ di passaggi di assi "standard" del peso di 8,2 ton che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione alla "Affidabilità" richiesta.

Il numero ricavato è stato poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard alla fine della "vita utile" calcolati a partire dall'analisi del traffico di progetto.

Dati iniziali

Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

1. La **vita utile**, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite. per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni.
2. Lo **stato limite**, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire. Secondo il metodo AASHTO, il parametro di riferimento è il PSI "*Present Serviceability Index*", che rappresenta numericamente il grado di ammaloramento della strada, potendo variare da 0 (pessimo) a 5 (ottimo). Tuttavia, livelli inferiori a 1-1.5 non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada.

Il valore iniziale di PSI si assume pari a 4,2, mentre quello finale varia a seconda dei casi: in questa sede, essendo la strada in oggetto una strada di parco con traffico fortemente variabile in funzione

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	29
CAM	EXE	REL	0002	00		

dei periodi della sua vita utile, il valore finale del PSI si può assumere pari a 2.5 ($\Delta PSI=1,7$).

3. L'**affidabilità R (Reliability)**, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile; per il progetto in esame il valore di affidabilità è stato posto pari al 80%. Nello specifico, l'affidabilità R esprime la probabilità che il numero di applicazioni di carico N_t che la struttura può sopportare prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale (PSI_{fin}) sia maggiore o uguale al numero di applicazioni di carico NT che realmente sono applicati alla sovrastruttura nel periodo di progettazione T considerato (vita utile).

$$R(\%) = 100 \cdot Prob(N_t \geq N_T)$$

In sintesi, R esprime la probabilità di sopravvivenza della strada in relazione al periodo di vita utile prefissato e le grandezze Z_R e S_o sono strettamente collegate a tale affidabilità. Z_R rappresenta il valore della variabile standardizzata δ_o al quale corrisponde la probabilità R che si abbiano valori ad esso superiori. Considerando l'espressione di δ_o , l'affidabilità può essere riscritta come

$$R(\%) = 100 \cdot Prob(\delta_o \geq 0)$$

con δ_o variabile aleatoria caratterizzata da una legge di probabilità normale e deviazione standard S_o . Per quest'ultimo parametro, nel caso di pavimentazioni flessibili solitamente si assume un valore compreso tra 0.40 e 0.50 tenendo conto dell'errore che si commette sul traffico e sulle prestazioni previste per la sovrastruttura. In questa sede il parametro utilizzato è $S_o = 0,45$.

Caratteristiche degli strati (calcolo dello *Structural number* SN)

Lo "*Structural Number*" SN è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati s_i che compongono la pavimentazione, della "resistenza" dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i "coefficienti strutturali di strato" a_i , e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i "coefficienti di drenaggio" m_i . L'espressione analitica dello *structural number* è la seguente:

$$SN = \sum_{i=1}^n a_i \cdot m_i \cdot s_i$$

Ove:

- o I è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- o s_i è lo spessore dello strato i – esimo;
- o m_i è un coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione. Per tenere conto

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	30
CAM	EXE	REL	0002	00		

delle effettive possibilità che il materiale granulare misto e fondazione, perdano nel tempo le loro caratteristiche di permeabilità, m_i , è stato posto pari a 0,8;

- o a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e delle proprietà del materiale. Tali coefficienti, relativi allo strato di fondazione a_2 in misto granulare ed allo strato di finitura a_1 (anch'esso in materiale lapideo), sono tabellati.

Pavement Layer	Layer Strength Coefficient a_i				Cenek and Patrick (1994)
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Peterson (1987)	CRRI (1993b)	
Surface Courses					
Surface Treatment (ST)			0.20 - 0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100			0.180 0.250	
Premix Carpet (PMC)					
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm			0.200		0.200
Asphalt Mixture (cold/hot premix of low stability)					
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180			0.300	
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm					
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 68F. E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 68F. E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 68F. E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 68F. E = 400,000 psi		0.425			
Base Courses					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam (WBM)				0.140	0.140
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100		
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
Bituminous Base Material			0.320		
Dense Bituminous Macadam/ Built-Up Spray Grout (BUSG)				0.200 0.160 0.140	
Thin Bituminous Layer, BT					
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120			
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
Sub-base Courses					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.060		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett (1994)

Tab. 9

In particolare, nel presente progetto sono utilizzati i seguenti valori per il calcolo del parametro SN.

Strato	Spessori (cm)	a_i	m_i	SN_i (cm)
Fondazione	45	0,13	0,8	3,64
Base	15	0,13	0,8	1,56
SN (cm)			5,2	

Tab. 10

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	31
CAM	EXE	REL	0002	00		

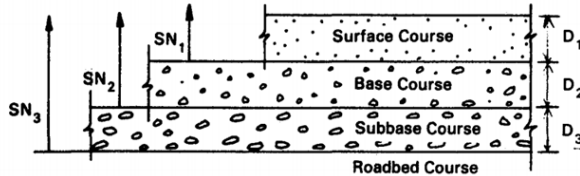


Fig. 9

8.4. CARATTERISTICHE DEL SOTTOFONDO

La “portanza” di un terreno è la sua capacità di sopportare i carichi senza che si verifichino eccessive deformazioni, che risultano essere di tipo elasto-plastico - viscoso. Infatti, la necessità di avere contenute deformazioni nel sottofondo, al fine di garantire le regolarità del piano viabile e consentire un'accettabile vita utile della sovrastruttura, condiziona decisamente lo spessore complessivo della pavimentazione. La portanza dipende da una serie di fattori: (i) natura, porosità e contenuto d'acqua del terreno; (ii) entità, area di impronta e velocità di applicazione del carico e numero di applicazioni del carico. La capacità portante può essere rappresentata con più parametri; nella formula di dimensionamento proposta dall'AASHTO le caratteristiche del sottofondo vengono considerate attraverso il modulo resiliente M_r .

A vantaggio di sicurezza, nel presente dimensionamento, avendo preso in considerazione tutti i parametri provenienti dalle indagini geognostiche effettuate in prossimità delle piazzole degli aerogeneratori, si è assunto un valore del modulo resiliente pari a 30 Mpa.

Calcolo del numero di passaggi di assi equivalenti N_{8.2}

La formula di calcolo proposta dalla AASHTO Guide lega il numero dei passaggi di assi singoli equivalenti, $N_{8.2}$ da 8,2 tonnellate con la Reliability R, il modulo resiliente effettivo M_r del sottofondo, lo *Structural Number*, SN, e la differenza tra l'indice di servizio iniziale e quello finale, indicato come ΔPSI . La relazione è la seguente:

$$\log N_{8.2} = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \cdot \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log(M_r) - 8,07$$

Commentato [H2]: La formula è probabilmente diversa da quella utilizzata da noi, perché in questa (non ne ho trovate altre) SN è espresso in pollici e M_r in psi

I valori utilizzati nella relazione sopra esposta sono riportati in tabella seguente:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	32
CAM	EXE	REL	0002	00		

Descrizione parametro	Valore parametro
Mr	30 Mpa
SN (cm)	5,2
R	80%
Z _R	-0,841
S ₀	0,45
PSI _{iniz.}	4,2
PSI _{fin.}	2,5
ΔPSI	1,7

Tab 11

Sostituendo la parte numerica si ricava il numero di passaggi di assi da 8,2 tonnellate che la corsia di marcia riesce a sopportare prima di raggiungere il prefissato PSI_{fin.}, cioè sia giunta al termine della vita utile.

Risulta, quindi, che il numero di passaggi di assi standard **N_{8,2}** sopportabili dalla pavimentazione è pari a **18558**.

8.5. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

Il metodo empirico si conclude verificando che il numero di passaggi di assi standard N_{8,2prog} (prodotto dai veicoli commerciali durante l'intero arco temporale di vita utile della pavimentazione) risulti inferiore al numero massimo di passaggi di assi standard sopportabili dalla pavimentazione.

Nel caso specifico 17212 < 18558. La sovrastruttura risulta verificata positivamente.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	33
CAM	EXE	REL	0002	00		

9. PIANO DI GESTIONE DELLE TERS

I materiali provenienti dagli scavi (Terre e rocce da scavo TERS), una volta caratterizzati secondo l'apposito piano, saranno utilizzati sia nell'ambito del cantiere come di seguito meglio specificato che trasportati nei diversi siti di destinazione per ottenere livellamenti e miglioramenti fondiari dei terreni; solamente i terreni non idonei e non riutilizzabili saranno classificati come rifiuto e come tali conferiti a discarica.

La possibilità del riutilizzo, in linea con il piano preliminare di utilizzo allegato al progetto approvato dal Ministero dell'ambiente, scaturisce da una analisi eseguita sulle colonne stratigrafiche eseguite lungo i crinali in esame in occasione delle indagini geologiche.

Le caratteristiche granulometriche del materiale nei primi metri di scavo sono sempre riconducibili a sabbie limose, ciotoli, ghiaie, dunque buoni materiali impiegabili nelle costruzioni di strade e piazzole.

La provenienza delle TERS è la seguente:

- terreno agricolo scoticato, in genere i primi 40 cm, per la successiva realizzazione della viabilità, delle piazzole e delle fondazioni;
- materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione delle piazzole di montaggio, delle relative viabilità di accesso e delle opere accessorie;
- materiale proveniente dalle trivellazioni dei pali di fondazioni degli aerogeneratori;
- materiale proveniente dagli scavi delle fondazioni degli aerogeneratori;
- materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione dei cavidotti interni al parco;
- materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione dei cavidotti esterni al parco;
- materiali provenienti dagli scavi per l'ampliamento della Stazione produttore;

I suddetti materiali saranno così impiegati:

- i terreni provenienti dallo scotico superficiale saranno da riutilizzare tal quali per ripristino delle aree dismesse a fine lavori, per la rinaturalizzazione delle scarpate e per il ripristino in genere delle aree interessate dai lavori; detti materiali saranno identificati e posizionati nelle aree di deposito provvisorio ubicate lungo tutte le aree limitrofe alle viabilità ed alle piazzole in attesa del loro riutilizzo;
- i materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione delle piazzole di montaggio, delle relative viabilità di accesso e delle opere accessorie, una volta accertate le buone caratteristiche geomeccaniche attraverso prove ex UNI CNR 10006, saranno utilizzati per la realizzazione dei rilevati stradali, drenaggi e fondazioni stradali; detti materiali saranno identificati e posizionati nelle aree di deposito provvisorio ubicate anche lungo

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	34
CAM	EXE	REL	0002	00		

tutte le aree limitrofe alle viabilità ed alle piazzole in attesa del loro riutilizzo;

- i materiali provenienti dalle trivellazioni dei pali di fondazioni degli aerogeneratori saranno stoccati temporaneamente nei pressi delle piazzole ed una volta che saranno caratterizzati potranno essere riutilizzati se di buone caratteristiche geomeccaniche o portati presso il sito di destinazione;
- i materiali provenienti dagli scavi dei cavidotti interni al parco saranno riutilizzati all'interno del parco o trasportati presso il sito di destinazione
- i materiali provenienti dagli scavi dei cavidotti esterni al parco, previa caratterizzazione ambientale, potranno essere riutilizzati per rinterri o degli stessi o trasportati presso il sito di destinazione fatta eccezione dei conglomerati bituminosi che dovranno essere conferiti come rifiuto con il relativo codice CER;
- i materiali provenienti dagli scavi per l'ampliamento della Stazione produttore saranno riutilizzati all'interno della stessa o trasportati a sito di destinazione;

Nel complesso il bilancio delle TERS è il seguente:

Rinterro fondazione con materiale da scavi (mc)	3.193
Rinterro cavidotti con materiale da cava (mc)	7.134
Terreno vegetale (TV) per rivestimento scarpate (mc)	3.878
Riutilizzo TERS per ripristino piazzoline ausiliari, aree pale e aree a giro (mc)	7283
Riutilizzo TV per ripristini ambientali post smontaggio impianto esistente (mc)	21000
Rinterro dietro gabbioni con materiale da scavi (mc)	13.489
Riempimento terre rinforzate materiale da scavi (mc)	4544
Trasporto TERS provenienti dagli scavi dei cavidotti presso altri siti di destinazione (mc)	5.284
Rilevati stradali con materiale da scavi	10.709
Fondazione stradale con materiale da scavi	5.223
Trasporto TERS del parco eolico presso altri siti di destinazione (mc)	54.751
Sommano	136488

Tab.12

Per ulteriori dettagli si rimanda allo specifico documento Piano preliminare di riutilizzo in sito terre e rocce da scavo CAM-EXE-REL-0006_00-Piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	35
CAM	EXE	REL	0002	00		

10. 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.

Le acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, costituite dai seguenti elementi:

- Fossi di guardia in terra "Tipo A" (per $Q \leq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$), eventualmente con fondo rivestito in pietrame ($i \geq 7,00\%$) e con briglie filtranti in legname ($i \geq 12,00\%$);
- Fossi di guardia in terra "Tipo B" (per $Q \geq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$), eventualmente con fondo rivestito in pietrame ($i \geq 7,00\%$) e con briglie filtranti in legname ($i \geq 12,00\%$);
- Opere di dissipazione in pietrame;
- Pozzetti in cls prefabbricato;
- Arginello in terra;
- Attraversamenti con tubazioni;
- Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità ($i \geq 15\%$).

La tipologia di strade da realizzarsi permette di affermare che non vi è alcuna modifica apprezzabile dell'equilibrio della circolazione idrica superficiale preesistente. Le opere idrauliche tendono da una parte a garantire l'equilibrio idrico e dall'altra a mantenere agibili le suddette strade.

I fossi di guardia, a sezione trapezoidale, hanno un duplice ruolo di protezione della scarpata lungo la sede stradale e di allontanamento delle acque dalla sede stradale agli impluvi naturali. Nel primo caso, i fossi di guardia sono posti alla base della scarpata nel caso di sezione stradale in rilevato, mentre sono in testa alla scarpata nel caso di sezione in trincea.

Pur trattandosi di opere idrauliche modeste si è preferito non tralasciare nulla e supportare le scelte progettuali da appositi calcoli idraulici riportati nella apposita relazione.

Si rimanda alla *relazione idrologica ed idraulica CAM-EXE-REL-0004_00* per tutti i dettagli dello studio e delle opere di protezione idraulica.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	36
CAM	EXE	REL	0002	00		

11. FONDAZIONI AEROGENERATORI

Nel presente paragrafo saranno descritte le fondazioni dei dieci aerogeneratori Vestas V117 di potenza pari a 4,2 MW con altezza al mozzo pari a circa 91,50 m, per la centrale eolica in progetto.

Si prevede la realizzazione di opere di fondazioni del tipo indiretto costituite da plinti circolari, aventi diametro pari a 16,00 m, posti su pali di diametro 100 cm e lunghezza variabile in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni. Per una più dettagliata descrizione delle caratteristiche stratigrafiche si rimanda alla relazione geotecnica.

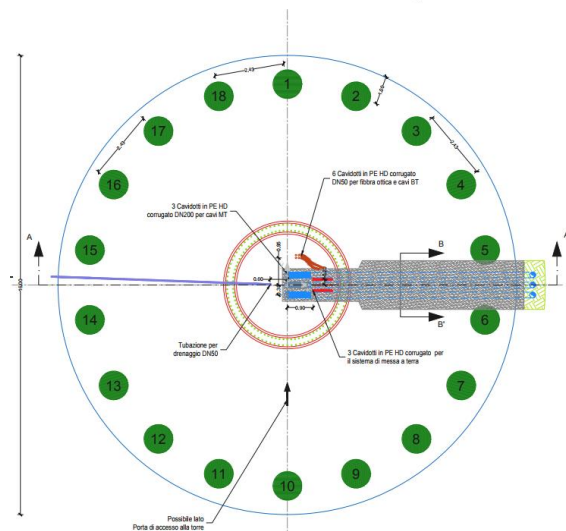


Fig.10 Pianta del plinto con indicazione dei pali di fondazione (n.16 del diametro 100 cm)

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	37
CAM	EXE	REL	0002	00		

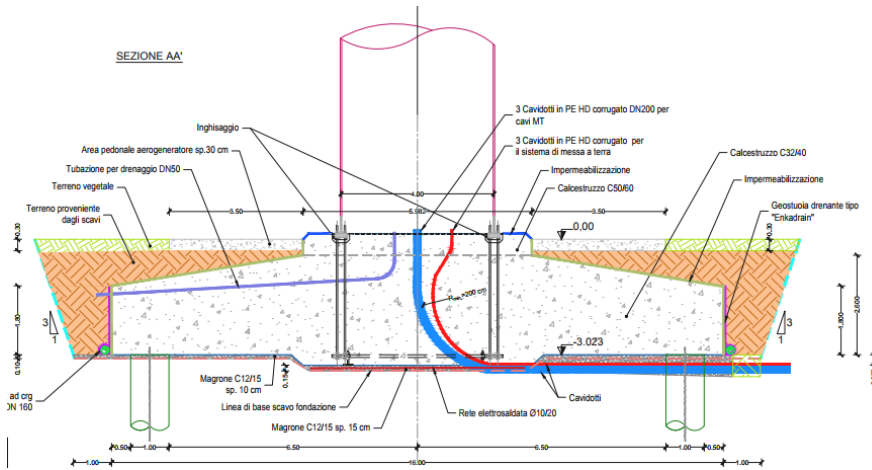


Fig.11 Sezione del plinto

I plinti circolari, con diametro pari a 16,00 m, presentano sezione trapezia con altezza al bordo pari a 1,80 m e 2,40 m in corrispondenza della parte centrale.

Inoltre nella parte centrale del plinto è presente un colletto circolare di raggio pari a 2,90 m, che si eleva sulla scuola di fondazione altri 69 cm, per uno spessore totale di 3,09m.

A tergo dei lati del manufatto sarà collocata una geostuoia drenante tipo Enkadrain, munita di tubazione di drenaggio forata per l'allontanamento delle acque dalla fondazione.

All'interno del plinto di fondazione, al fine di collegare la torre metallica di sostegno dell'aerogeneratore alla fondazione, sarà annegata una gabbia metallica di tirafondi di ancoraggio di forma cilindrica dotata di una piastra superiore ed una piastra inferiore.

Infine, per quanto riguarda i cavidotti all'interno del plinto si procederà con la predisposizione di:

- 3 tubazioni in pead corrugato aventi diametro di 200 mm
- 3 condotte in pead corrugato aventi diametro di 50 mm
- 6 condotte in pead per passaggio della fibra ottica avente diametro di 50 mm.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	38
CAM	EXE	REL	0002	00		

12. CAVIDOTTI

12.1.GENERALITÀ

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di 50,40 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 12 aerogeneratori.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro a gruppi di 4, costituendo così n. 3 distinti sotto campi, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
LINEA 1	R-CR01; R-CR02; R-CR03, R-CR04-	16,8 MW	Camporeale
LINEA 2	R-CR05, R-CR07, R-CR08, R-CR09	16,8 MW	Camporeale
LINEA 3	R-CR10; R-CR11; R-CR12; R-CR13	16,8 MW	Camporeale

Tab. 13

Coerentemente con la suddivisione in sotto campi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 30/150 kW è articolato su n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sotto campo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm², fino ad una cabina di sezionamento e da qui alla stazione elettrica.

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sotto campo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo standard con schermo elettrico. Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	39
CAM	EXE	REL	0002	00		

	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
ERG WIND ENERGY	LINEA 1	R-CR01	R-CR02	3x1x120	415	4,2
		R-CR02	R-CR03	3x1x240	385	8,4
		R-CR03	R-CR04	3x1x400	575	12,6
		R-CR04	Cabina	3x1x630	11.185	16,8
		Cabina	SSE	3x1x630	6.090	16,8
	LINEA 2	R-CR05	R-CR07	3x1x120	1450	4,2
		R-CR09	R-CR08	3x1x120	395	4,2
		R-CR08	R-CR07	3x1x240	705	8,4
		R-CR07	Cabina	3x1x630	9.750	16,8
		Cabina	SSE	3x1x630	6.090	16,8
	LINEA 3	R-CR13	R-CR12	3x1x120	755	4,2
		R-CR12	R-CR11	3x1x240	910	8,4
		R-CR11	R-CR10	3x1x400	400	12,6
		R-CR10	Cabina	3x1x630	10865	16,8
		Cabina	SSE	3x1x630	6.090	16,8
	POTENZA COMPLESSIVA					

Tab. 14

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato CAM-EXE-TAV-00108_00.

Commentato [PF3]: INSERIRE PLANIMETRIA CON PERCORSI DELLE LINEE

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	40

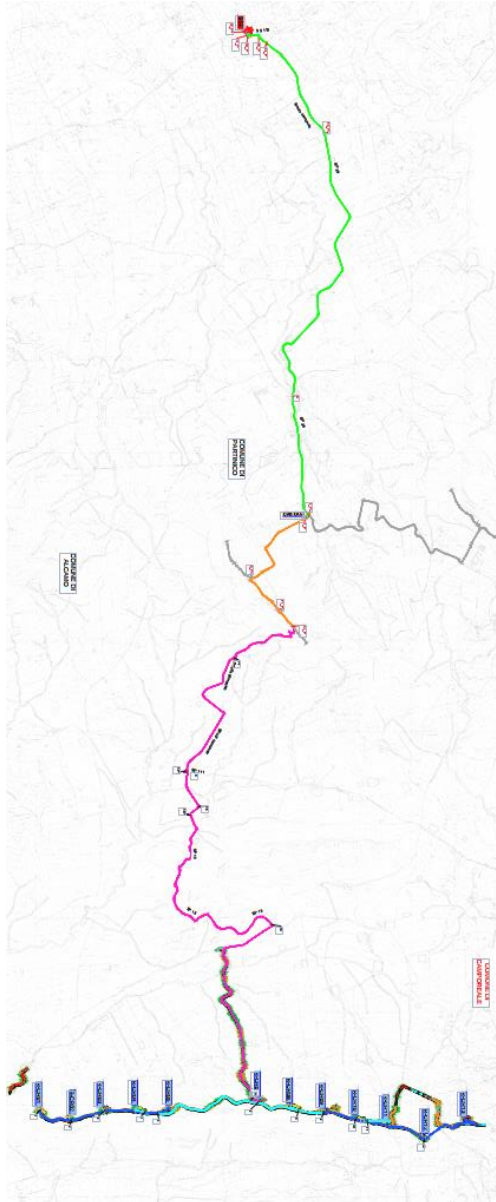


Fig.11 - Layout cavidotti su Carta regionale tecnica

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	41

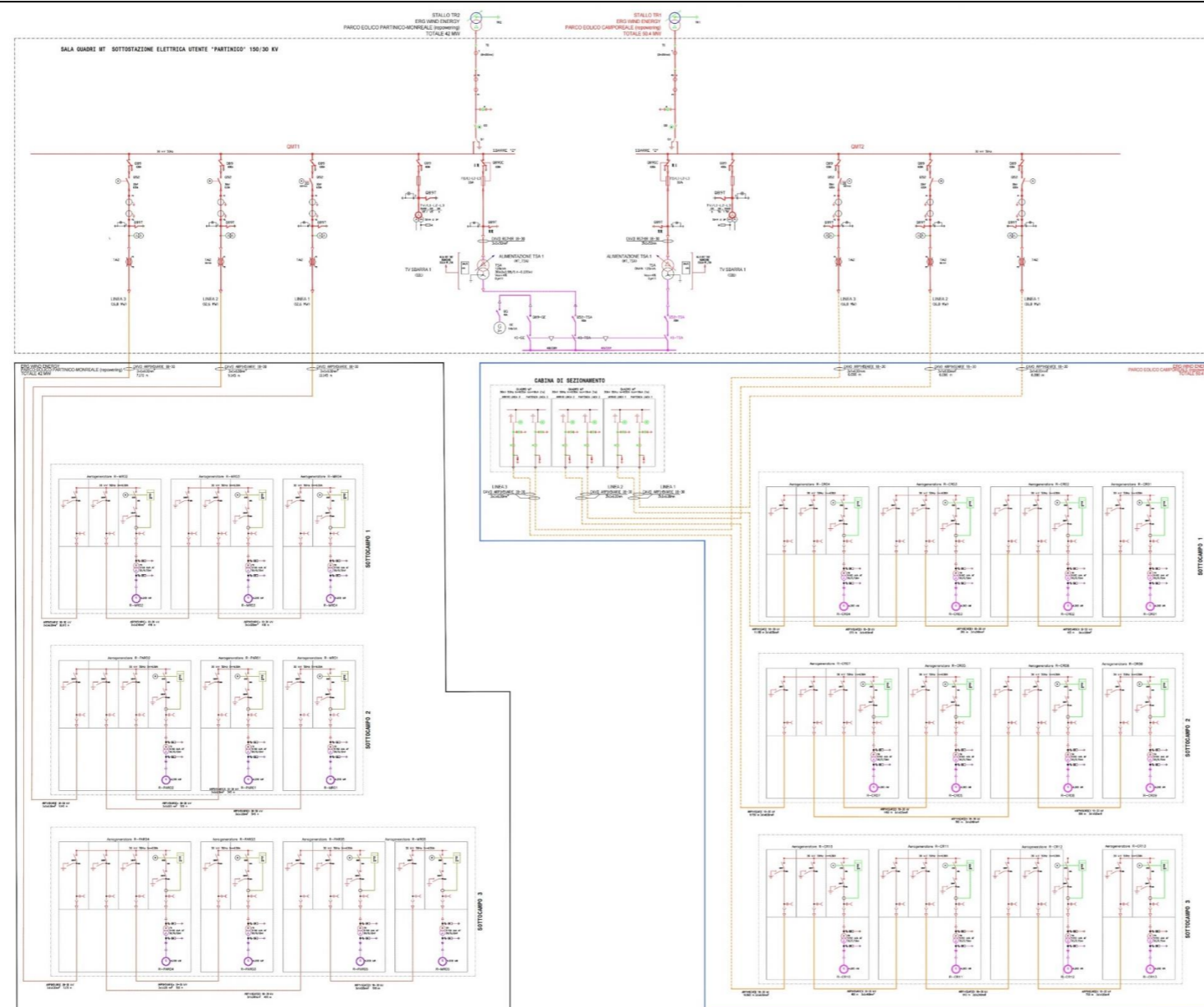


Fig.12 - Schema unifilare di collegamento degli aerogeneratori alla S.E.T

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	42
CAM	EXE	REL	0002	00		

12.2. SISTEMA DI POSA CAVI

In generale, per tutte le linee elettriche e vista la tipologia dei cavi, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si vedano a proposito le tavole contenute nella seguente tabella:

PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE DEI CAVIDOTTI SU C.T.R.	1:10000	CAM-EXE-TAV-0105_00
PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE DEI CAVIDOTTI SUL CATASTALE		CAM-EXE-TAV-0106_00
SEZIONI TIPO DI SCAVO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	varie	CAM-EXE-TAV-0108_00
PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE DEI CAVIDOTTI	1:10000	CAM-EXE-TAV-0110_00
PARTICOLARI INTERFERENZE DEI CAVIDOTTI	varie	CAM-EXE-TAV-0111_00

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1.10 m e larghezza compresa tra 0,50 m per una terna e 1,70 m. per sei terne.

FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):

apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di cm 20;

FASE 2 (posa cavidotti);

- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,10 m dalla quota di progetto stradale finale;
- collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
- collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
- collocazione della fibra ottica;
- rinterro con sabbia vagliata per uno spessore di 20 cm
- rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. per uno spessore di 30 cm

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	43
CAM	EXE	REL	0002	00		

- collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
- rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. di 30 cm per le strade asfaltate ;
- rinterro con materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale precedentemente steso (in genere 20 cm) per le strade sterrate

FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):

strade sterrate

- Stesura della parte finale del pacchetto stradale pari a 20 cm con materiale proveniente da cava.
- Stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava.

strade Asfaltate

- Stesura dello strato di fondazione stradale pari a 20 cm con materiale proveniente da cava.
- ripristino della pavimentazione stradale asfaltata – spessore totale finito circa 10 cm mediante:
 - binder – spessore finito 7 cm;
 - strato di usura – spessore finito 3 cm;

la bitumatura della sede stradale riguarderà mezza carreggiata e fino 4,00 m prima e dopo lo scavo.

La posa dei cavi sarà distinta in:

- sezione 1 T (una terna di cavi), 2 T (due terne di cavi) e 3 T (tre terne di cavi) su terreno;
- sezione 1M (una terna di cavi) 2M (due terne di cavi), 3M (tre terne di cavi), 4M (quattro terne di cavi) e 6 M (sei terne di cavi) su strada mistata;
- sezione 1 A (una terna di cavi), 2A (due terne di cavi), 3A (tre terne di cavi), 4A (quattro terne di cavi) e 6A e 6-A-S (sei terne di cavi) su strada asfaltata;

La sezione tipo sarà, altresì, caratterizzata da modalità di esecuzione particolare, nei casi di attraversamenti e parallelismi con sottoservizi vari, secondo le modalità riportate nelle tavole di progetto.

Di seguito alcuni dettagli con riferimento alle sezioni tipo da realizzarsi (su strade asfaltate, sterrate e su terreno naturale):

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	44

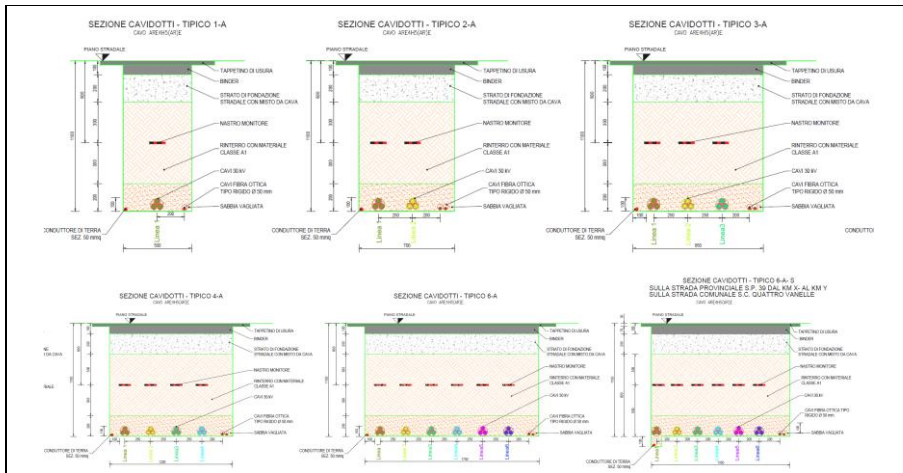


Fig. 13 – Sezioni tipo di scavo su strade asfaltate

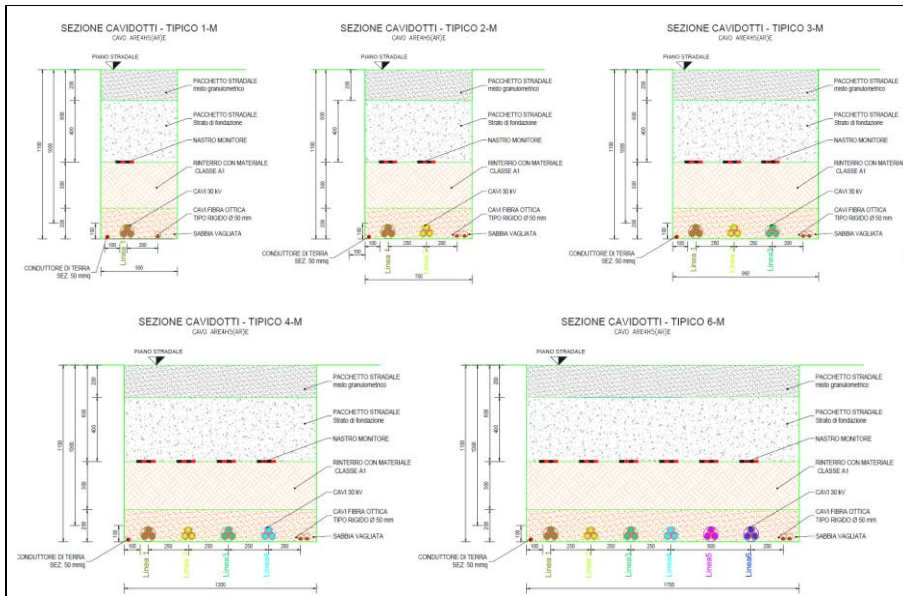


Fig. 14 – Sezioni tipo di scavo su strade sterrate

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	45
CAM	EXE	REL	0002	00		

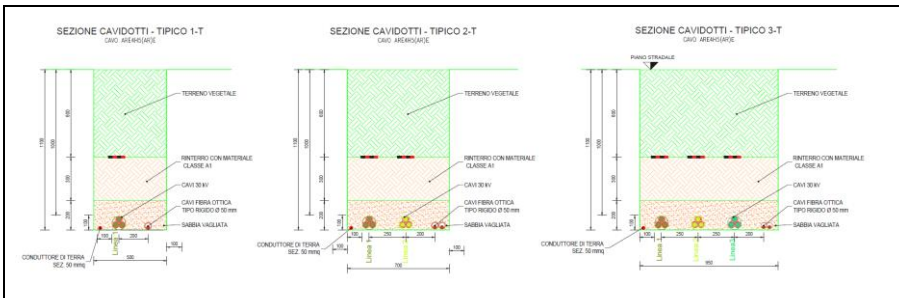


Fig. 15 – Sezioni tipo di scavo su terreno vegetale

12.3. FIBRA OTTICA DI COLLEGAMENTO

Per permettere il monitoraggio e controllo dei singoli aerogeneratori, il presente progetto prevede la realizzazione di un sistema di telecontrollo, il quale sovrintenderà al funzionamento del parco eolico in esame.

Per la realizzazione del sistema si farà uso di un collegamento in fibra ottica, in configurazione entra-esce da ciascun aerogeneratore.

Lo schema di collegamento del sistema di monitoraggio segue la stessa logica dello schema di collegamento elettrico riportato nel capitolo precedente.

In particolare, si farà uso di :

- 12 fibre, per il collegamento Linea 1 con il pozzetto nei pressi della R-CR07
- 12 fibre, per il collegamento Linea 2 con il pozzetto nei pressi della R-CR07
- 12 fibre, per il collegamento Linea 3 con il pozzetto nei pressi della R-CR07
- 48 fibre per il collegamento tra il pozzetto R-C07 e Cabina e dalla Cabina alla Stazione (FIBRA 48 CAM)

Il cavo in fibra ottica mono-modale sarà idoneo alla posa interrata, di caratteristiche prestazionali tali da garantire una attenuazione del segnale minima, così da permettere la migliore qualità nella trasmissione delle informazioni.

Le fibre devono essere corredate di tutti gli accessori necessari alla loro giunzione ed attestazione. Inoltre, sarà previsto l'uso di cavi per la fibra ottica con tratti lunghi 4 km da "insufflare" con aria compressa ogni 2/4 km da pozzetti di dimensioni 40 x76 cm così come riportato nei particolari costruttivi CAM-EXE-TAV-00108_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	46
CAM	EXE	REL	0002	00		

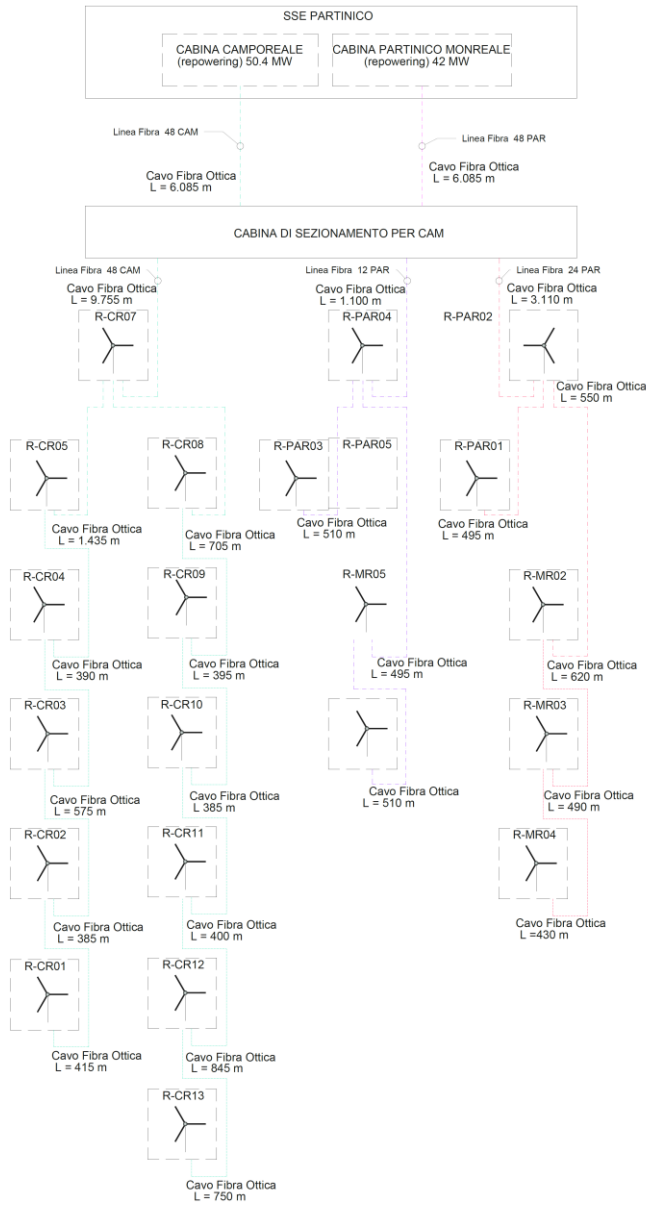


Fig.16

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
CAM	EXE	REL	0002	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE RELAZIONE TECNICA GENERALE	47

12.4. SISTEMA DI TERRA

Il sistema di terra del parco eolico è costituito da una maglia di terra formata dai sistemi di dispersori dei singoli aerogeneratori e dal conduttore di corda nuda che li collega. La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente.

Il sistema di terra di ciascun aerogeneratore consisterà in più anelli dispersori concentrici, collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione.

Il conduttore di terra di collegamento tra i vari aerogeneratori consiste invece in una corda di rame nudo da 50 mm², posta in intimo contatto con il terreno. Particolare attenzione va posta agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto.

Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95mm² del tipo FG7(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo di 50 mm².

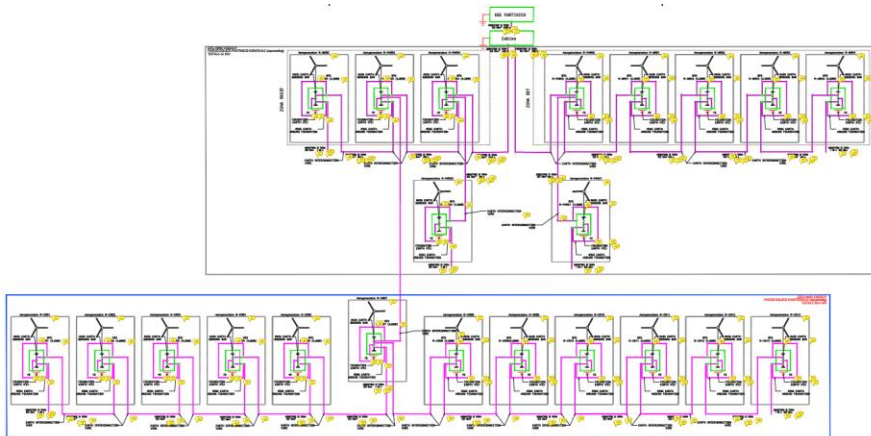


Fig.17