PROPONENTE
Elettrostudio S.p.A.
Via Lavaredo, 44/52
I-30174 Venezia - Mestre

T. +39.041.5349997
F. +39.041.5347661

N° COMMESSA
1330

IMPIANTO EOLICO "BRIC CHIOGGIA"
DA REALIZZARSI IN COMUNE DI CALICE LIGURE (SV)
LOCALITA' BRIC CHIOGGIA E PIAN DEI CORSI

PROGETTO DEFINITIVO

VERIFICA
Ing. D. Piovanello

APPROVAZIONE
Ing. M. Ceroni

ELABORATO **RELAZIONE TECNICA GENERALE**

CODICE ELABORATO
PD.01.01

FORMATO	FILE DI ELABORAZIONE	FILE DI STAMPA	SCALA
A4	1330_D_PD.01.01_RTD-R00.DWG	1330_D_PD.01.01_RTD-R00.PDF	VARIE

PROGETTAZIONE
sinèrgo
Sinergo Spa - via Ca´Bembo 152 - 30030 - Maerne di Martellago - Venezia - Italy
tel 041.3642511 - fax 041.640481 - sinergospa.com - info@sinergospa.com

Progettista : ing. A. Checchin
Coordinamento : ing. A. Vecchiato

Collaboratori : ing. Federico Vianello
geom. Andrea Cazzin

NUMERO COMMESSA DI PROGETTAZIONE : 5076

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA

TIMBRO DEL PROPONENTE

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
0	16/09/2011	prima emissione	Ing. A. Vecchiato	Ing. A. Vecchiato	Ing. Arch. A. Checchin

COPYRIGHT CLEANPOWER S.c.p.a. TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE

INDICE

1. PREMESSA 6
1.1. Descrizione del progetto 6
2. INQUADRAMENTO 9
3. NUMERO E TIPOLOGIA AEROGENERATORI DA INSTALLARE 10
4. OPERE CIVILI 12
4.1. Occupazione dell'area in fase di cantiere 13
4.2. MOVIMENTI TERRA in fase di cantiere 13
4.3. ripristini in fase di esercizio 14
4.4. ACCESSIBILITA' E TRASPORTI 15
4.4.1. Trasporto in elicottero delle pale 15
4.4.2. Trasporto degli altri componenti 20
4.4.3. Viabilità esistente esterna al sito 21
4.4.3.1. Adeguamenti viabilità in corrispondenza abitato di Bormida 22
4.4.4. Viabilità di collegamento interna al sito 23
4.5. PROGETTO TIPICO FONDAZIONI 24
4.5.1. Premessa 24
4.5.2. Materiali 24
4.5.3. Dimensionamento 25
4.6. Verifiche geotecniche 26
4.6.1. Carichi di progetto 27
4.6.2. Verifica della capacità portante delle fondazioni 28
4.7. Montaggio delle apparecchiature 30
4.7.1. Fasi di montaggio 30
4.8. Cavidotti di consegna 33
5. APPARECCHIATURE ED IMPIANTI ELETTRICI 34
5.1. Assetti di funzionamento 34
5.2. Consistenza impianto elettrico di utenza 34
5.2.1. Aerogeneratore 35
5.2.2. Cavidotto interrato per il collegamento degli aerogeneratori 36

5.2.3. Caratteristiche tecniche dei cavi lato utente 37
5.3. Cabina consegna energia 38
5.4. Protezioni elettriche 39
5.4.1. Dispositivo generale "DG" e protezione generale "PG" 39
5.4.2. Dispositivo di interfaccia "DDI" e protezione di interfaccia "SPI" 40
5.5. Impianto di rete per la connessione 40
5.5.1.1. Caratteristiche tecniche dei cavi lato rete 43
5.5.1.2. Modalità e posa dei cavi 44
5.5.2. Interferenze tra il cavidotto ed altri sottoservizi 44
5.5.2.1. Coesistenza tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione 44
5.5.2.2. Coesistenza tra cavi energia e tubazioni metalliche 47
5.6. Impianto di messa a terra 49
5.6.1. Protezione contro i contatti diretti 50
5.6.2. Protezione contro i contatti indiretti 50
5.6.3. Conduttori di protezione 51
5.6.4. Protezioni dalle sovracorrenti 52
5.7. Sistema di supervisione e controllo 53
5.7.1. Sistema di supervisione e controllo turbina eolica 54
5.7.2. Sistema di supervisione impianto elettrico 55
5.8. Presidio ed esercizio dell'impianto 56
6. PRODUZIONE DI RIFIUTI 58
6.1. Terreni e rocce da scavo 58
6.2. Altri rifiuti 60
7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE E DI COMPENSAZIONE ... 61
7.1. Mitigazione ambientale durante le fasi cantiere 61
7.2. Mitigazione ambientale durante la fase di esercizio 62
7.3. Opere di ripristino ambientale 63
8. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO 64
9. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE 66
9.1. PREMESSA 66
9.2. RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE 67

10. RIFERIMENTI NORMATIVI 68

10.1. Prevenzione e sicurezza 68
10.2. Aerogeneratori 69
10.3. Strade 69
10.4. Strutture 70
10.5. Segnalazione al volo a bassa quota 71
10.6. Rumore 71
10.7. Campi elettromagnetici 71
10.8. Impianti elettrici 72
10.9. Campi elettromagnetici 73

11. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 74

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento del campo eolico sulla viabilità principale 10
Figura 2 - Individuazione del sito di reload (carico) delle pale 16
Figura 3 – Sistema di imbragatura delle pale e relativa manica del vento 16
Figura 4 – Reload di pale eoliche 17
Figura 5 – Individuazione del percorso preliminare per il trasporto delle pale tramite elicottero 18
Figura 6 – Individuazione del sito di deposito delle pale 19
Figura 7 – Esempio di scarico di una pala eolica su piazzola di cantiere 19
Figura 8 – Esempio del mezzo di trasporto delle pale 20
Figura 9 – Viabilità esterna per il raggiungimento del sito eolico 22
Figura 10 – Individuazione degli interventi sulla viabilità nel Comune di Bormida 23
Figura 11 - Fondazione superficiale – pianta 25
Figura 12 - Fondazione superficiale – sezione 26
Figura 13 – Montaggio dei conci della torre 32
Figura 14 – Trasporto e movimentazione dei conci della torre 33
Figura 15 – Esempio di gru tralicciata 33
Figura 16 – Ubicazione cabina di consegna – loc. Pian Merlino 42
Figura 17 – Foto del sostegno esistente e trasformatore PTP da rimuovere 42
Figura 18 – Caratteristiche cavo MT ARE4H5EX 3x1x185mm^2 43
Figura 19 - Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT): soluzione preferenziale (linea TT sovrapassante) 45
Figura 20 – Parallelismo tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT) - senza necessità di protezione 46
Figura 21 – Incroci tra cavidotti e tubazioni metalliche 48
Figura 22 – Parallelismo tra cavidotti e tubazioni metalliche 49
Figura 23 – Schema sistema supervisione e controllo dell'impianto 57

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Principali occupazioni di cantiere 14
Tabella 2 – Descrizione dei mezzi per il trasporto degli elementi costitutivi gli aerogeneratori 20
Tabella 3 - Caratteristiche dei principali mezzi eccezionali per il trasporto aerogeneratori 21
Tabella 4 – Caratteristiche minime dei mezzi di sollevamento dell'aero-generatore 30
Tabella 5 –Principali caratteristiche di progetto generatore sincrono 35
Tabella 6- Caratteristiche tecniche inverter 2100 MVA 35
Tabella 7 –Principali caratteristiche di progetto trasformatore elevatore 36
Tabella 8 – Tabella 41 A - Tempi massimi di interruzione per sistemi TN 51
Tabella 9 –Tabella 54F : Relazione tra sezioni dei conduttori di fase ed i conduttori di protezione 51
Tabella 10 – Valori di K 52

RELAZIONE TECNICA GENERALE

1. PREMESSA

La presente relazione descrive il progetto definitivo di un nuovo impianto eolico da realizzarsi nel territorio del Comune di Calice Ligure (SV) dove si prevede l'installazione di **2 aerogeneratori con potenza nominale unitaria massima pari a 1,8 MW per una potenza complessiva massima pari a 3,6 MW.**

In particolare la presente relazione tratterà i seguenti punti:

1. OPERE CIVILI
2. IMPIANTI ELETTRICI
3. INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE
4. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
5. RIFERIMENTI NORMATIVI
6. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI LUOGHI INTERESSATI DALL'INTERVENTO

1.1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

I principali elementi tecnici per la valutazione dell'idoneità di un sito alla costruzione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica sono quattro:

- disponibilità della risorsa eolica;
- accessibilità del sito;
- caratteristiche geomorfologiche del sito;
- disponibilità alla connessione alla rete elettrica.

Dal primo fattore (ventosità) deriva la producibilità energetica dell'impianto e pertanto dalla sua entità dipende la fattibilità economica dell'intervento nonché il dimensionamento ottimale degli aerogeneratori. L'entità della producibilità netta specifica (espressa in ore equivalenti di funzionamento alla massima potenza) serve altresì per ponderare il rapporto costi/benefici in termini ambientali, al fine di evitare che l'installazione di impianti eolici interessi aree a modesta ventosità oppure caratterizzate da notevoli perdite per effetto scia (causate da una disposizione in serie delle macchine lungo la direzione dominante dei venti) che determinerebbero una modesta produzione, non giustificando l'inevitabile impatto ambientale/paesaggistico. Tale considerazione è particolarmente importante nei Paesi, come l'Italia, caratterizzati da sistemi di incentivazione della produzione di

energia elettrica da fonti rinnovabili la cui remunerativitá potrebbe sostenere economicamente la realizzazione di impianti eolici anche con producibilità specifiche di non grande entità.
La ventosità deve essere opportunamente valutata in prossimità dei siti di installazione previsti per le turbine eoliche al fine di poterne determinare, con la minore incertezza possibile, le tipologia esatte caratteristiche nonché la producibilità attesa.
Tale considerazione risulta particolarmente importante per quei siti la cui complessità orografica, generando effetti di accelerazione e cambio di direzione della velocità del vento, causa crescenti incertezze nell'applicazione degli algoritmi di trasposizione dei dati del vento ad aree progressivamente più distanti dai punti esatti di misura.

Il secondo elemento *(accessibilità del sito)* risulta essenziale per l'analisi della raggiungibilità del sito ai fini della costruzione dell'impianto. Gli aerogeneratori sono infatti costituiti da elementi prefabbricati che necessitano di infrastrutture viarie per il trasporto eccezionale di un certo rilievo, la cui presenza diventa elemento essenziale ai fini della fattibilità tecnica/economica con il minimo impatto sul territorio circostante.

Il terzo elemento *(caratteristiche geomorfologiche del sito)* acquisisce particolare rilievo in un territorio come quello italiano caratterizzato da numerosi rilievi geologicamente instabili. La natura del crinale prescelto per l'ubicazione di un impianto eolico è determinante per svariati motivi. In particolare deve garantire una buona stabilità al fine di fungere da adeguato piano di fondazione per le strutture, non deve inoltre presentare fenomeni di frane in essere o quiescenti, la disposizione plano - altimetrica del terreno ottimale deve essere il più possibile perpendicolare alla direzione del vento dominante e non presentare eccessivi variazioni altimetriche. Per finire è interessante osservare che è la lunghezza di crinale a limitare il numero di macchine installabili una volta definita la tipologia delle stesse (si ricordi che, al fine di ottimizzare la produzione, l'interdistanza fra i singoli aerogeneratori non può essere inferiore ad un certo numero di volte il diametro dei loro rotori).

Il quarto elemento *(connessione alla rete elettrica)* diventa essenziale per la natura stessa della finalità del progetto: la produzione di energia elettrica. Questa ultima deve essere immessa nella rete con obbligo di connessione di terzi e venduta nel mercato libero di settore. La disponibilità dell'allaccio alla rete del gestore locale di un impianto di produzione è un diritto (cfr. D.Lgs 79/99) che tuttavia richiede spesso la costruzione di elettrodotti dedicati il cui impatto sull'ambiente e costo economico rappresentano elementi essenziali per la fattibilità dell'iniziativa.

Il sito individuato soddisfa appieno tutti e quattro i criteri tecnici più sopra evidenziati. In particolare:

- la disponibilità della risorsa eolica è stata dettagliatamente analizzata con l'ausilio dei dati rilevati nella campagna di misura effettuata presso gli anemometri ubicati in sito, e successivamente elaborati con il software specialistico danese Wasp sviluppato dalla RISOE National Laboratory al fine di determinarne, anche sulla base delle caratteristiche orografiche e della rugosità superficiale del sito, la ventosità in corrispondenza delle posizioni interessate dalle nuove turbine e la loro producibilità energetica. La disponibilità della risorsa eolica è inoltre documentata dai dati di produzione elettrica immessa in rete delle N. 2 turbine esistenti in posizione limitrofa e gestite dal medesimo proponente;
- L'accessibilità al sito è garantita dalla possibilità di raggiungere il sito mediante la rete stradale esistente che non presenta particolari difficoltà, viabilità già utilizzata per il trasporto dei generatori esistenti a meno di alcuni modesti interventi di adeguamento di alcune intersezioni esistenti che sono state oggetto di studio negli elaborati allegati al presente progetto.
- Le caratteristiche geomorfologiche del sito sono state acquisite attraverso ricognizioni e studi geologici effettuati sul campo. Da essi non si evincono problemi di instabilità dei pendii che di conseguenza si prevedono compatibili con le strutture necessarie al campo eolico. Allo stesso tempo la natura geofisica dei rilievi presenti in area presenta una disposizione planimetrica adeguata alla direzione del vento dominante cosa che consente di ottimizzare l'esposizione degli aerogeneratore al flusso eolico più energetico e di minimizzare le perdite per effetto scia.
- *L'allacciamento alla rete elettrica* di distribuzione MT 15 kV del nuovo impianto di produzione è previsto tramite inserimento in entra esce in località S: Rocco a Carbuta sulla linea MT esistente DD9006412 ORCO FEGLINO, in arrivo dalla cabina primaria AT/MT di Finale Ligure così come scritto nella Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata da ENEL SpA ed accettata dal proponente.

La definizione dell'area di intervento e del layout di progetto sono, nel caso specifico, risultanti dal perseguimento dei seguenti criteri di buona progettazione:

- Posizionamento degli interventi di progetto al di fuori di aree vincolate dal punto di vista ambientale;
- Utilizzazione esclusiva delle viabilità esistenti per l'accesso alle due singole piazzole;
- Minimizzazione dei lavori necessari all'adeguamento delle strutture esistenti per la predisposizione delle nuove piste di servizio e dei tracciati dei cavidotti;
- Minimizzazione e mitigazione della percezione visiva dell'impianto attraverso l'adozione di una geometria regolare costituita da un allineamento di aerogeneratori il più possibile equidistanti e posizionati sul retro di collinette naturali che garantiscono una mimetizzazione visiva lato mare.;
- Riduzione dei volumi di terreno da movimentare e minimizzare gli impatti sull'orografia esistente

- Massimizzazione della produzione energetica, attraverso la disposizione degli aerogeneratori lungo una direttrice ortogonale alla direzione dominante del vento ed ad adeguata distanza dagli aerogeneratori esistenti al fine di ridurre al minimo le interferenze per effetto scia;

2. INQUADRAMENTO

Il sito interessato dal progetto di realizzazione di n°2 nuovi aerogeneratori è ubicato nel Comune di Calice Ligure (SV) , tra le Località Bric Chioggia, Pian dei Corsi e Fossa del Lupo.

Il crinale ove saranno installate le due turbine si estende da Ovest ad Est interessando i tre Comuni di Bormida (SV), Rialto (SV) e Calice Ligure (SV), ed ha una quota media di circa 1000m.

Il crinale ospita attualmente N. 10 aerogeneratori, dei quali N.4 ricadono nel Comune di Bormida, N. 3 nel Comune di Rialto ed N. 3 nel comune di Calice Ligure.

La presenza di un certo numero di aerogeneratori sono testimonianza e conferma delle spiccate caratteristiche di ventosità del sito che si presta particolarmente alla produzione di energia da fonte eolica. Tali peculiarità sono difficilmente riscontrabili con pari qualità in altri siti del territorio Ligure e del Nord Italia.

In particolare i dati di produzione di energia elettrica immessa in rete dell'impianto eolico presente dal 2004 nel Comune di Calice Ligure in Loc. Pian dei Corsi, costituito dalle N. 2 turbine, e gestito dalla società proponente Elettrostudio Energia SpA, confermano la eccezionale ventosità del sito.



Figura 1 – Inquadramento del campo eolico sulla viabilità principale

Alla luce di tali considerazioni sono state individuate le seguenti posizioni per l'ubicazione geografica delle pale eoliche, nonché della cabina di consegna (sistema WGS84 Fuso 32):

AEROGENERATORE T1	**E: 1440835**	**N: 4899783**
AEROGENERATORE T2	**E: 1442016**	**N: 4899643**
CABINA DI CONSEGNA	**E: 444855**	**N: 4516815**

3. NUMERO E TIPOLOGIA AEROGENERATORI DA INSTALLARE

Il numero di turbine, pari a 2, è stato scelto in base ai seguenti criteri:

1) utilizzo della massima potenza disponibile in immissione nella rete elettrica presso il punto di connessione più vicino all'impianto pari a 3,5 MW;

   La potenza unitaria nominale degli aerogeneratori commercialmente disponibili che consente di avvicinarsi il più possibile alla massima potenza disponibile in immissione in rete risulta pari a 1,8 MW, per un totale di potenza massima producibile dall'impianto eolico in oggetto pari 3,6 MW (al lordo delle perdite). Tuttavia, al fine di limitare a 3.5 MW la potenza di immissione in rete, è previsto in fase di messa in servizio dell'impianto il *derating* della potenza massima delle

singole turbine al fine di garantire il limite imposto di immissione; tale limitazione è attuabile tramite un opportuno *setting* della curva di potenza dell'impianto e sarà recepito, qualora risultasse necessario, nel regolamento di esercizio che sarà redatto da parte del gestore di rete.

2) Ubicazione dei nuovi aerogeneratori nel territorio del Comune di Calice Ligure (SV) ed inserimento armonico dell'impianto nello stato attuale del luoghi ove sono presenti altri aerogeneratori.
   L'attuale collocazione degli impianti esistenti consente l'individuazione di due aree idonee ricadenti nel Comune di Calice Ligure, la prima presso il Bric Chioggia al confine Ovest del Comune, la seconda in posizione compresa tra la turbina più ad Est di quelle installate in Comune di Rialto e la turbina più ad Ovest tra quelle già installate in Comune di Calice Ligure. Le caratteristiche orografiche e di accessibilità consentono di ubicare i due aerogeneratori ad idonea distanza da quelli presenti in sito, creando così un layout complessivo uniforme, lineare ed armonico.

Le dimensioni principali delle turbine di riferimento sono le seguenti:

- **diametro del rotore massimo pari a 100 m;**
- **altezza al mozzo massima pari a 100 m;**

La determinazione delle dimensioni è scaturita da un attenta valutazione comparativa fra i seguenti elementi:

- vincoli dell'area,
- limiti della capacità di connessione alla rete,
- caratteristiche fisiche ed anemologiche del sito,
- Idoneità tecnica delle macchine alle caratteristiche fisiche ed anemologiche del sito,
- Disponibilità tecnico-commerciale sul mercato,

tenendo ovviamente conto della necessità di garantire buoni livelli di produzione energetica a parità di numero di unità produttive. Turbine delle dimensioni descritte presentano un elevato rapporto tra area spazzata dal rotore e potenza nominale ed hanno caratteristiche sia costruttive che di ottimizzazione della curva di potenza idonee rispetto alla classificazione IEC delle caratteristiche anemologiche del sito.

Sono riportate nella tabella seguente N. 3 tipologie di aerogeneratori aventi caratteristiche dimensionali compatibili con quelle in progetto commercialmente disponibili attualmente.

N. 2 Turbine Marca	Modello	Diametro rotore	Altezza mozzo	Potenza nominale	Potenza impianto
Vestas	V100	100 m	95 m	1,8 MW	3,6 MW
Repower	MM100	100 m	100 m	1,8 MW	3,6 MW
General Electric	GE100	100 m	100 m	1,6 MW	3,2 MW

In particolare nella redazione del presente progetto si è preso di riferimento **l'aerogeneratore Vestas modello V100, con altezza mozzo pari a 95 m,** che soddisfa le caratteristiche di cui sopra e per il quale sono attualmente disponibili le specifiche tecniche da parte del costruttore, gli altri due modelli sono di recentissima commercializzazione.
La scelta definitiva dell'esatto costruttore e dell'esatto modello di aerogeneratore da installare avverrà al termine dell'iter autorizzativo, in seguito ad una ricerca di mercato condotta tra i diversi produttori di aerogeneratori (Enercon, Vestas, Gamesa, General Elettric, Repower, Leitwind o altri) sulla base dei seguenti aspetti:

a) Disponibilità delle macchine sul mercato e tempi di consegna;
b) Producibilità garantita dal produttore degli aerogeneratori sulla base dei dati anemometrici misurati in sito fino alla conclusione dell'iter autorizzativo e storicizzati nel lungo periodo;
c) Caratteristiche anemologiche del sito, in particolare per quanto riguarda la resistenza delle macchine a sopportare gli sforzi di fatica alla turbolenza;
d) Affidabilità delle componenti dell'aerogeneratore e garanzie fornite dal costruttore;
e) Rumorosità delle macchine;
f) Costo complessivo;

4. OPERE CIVILI

L'occupazione delle aree e le infrastrutture necessarie per la realizzazione di un impianto eolico si articolano in due distinte fasi: fase di cantiere e configurazione definitiva. Nel seguente paragrafo è riportata una definizione degli spazi e delle infrastrutture necessari per la fase di costruzione del nuovo impianto, caratterizzata dal transito e dalla movimentazione di mezzi di cantiere e di componenti di notevoli dimensioni. Una corretta definizione delle modalità di montaggio e di movimentazione dei veicoli è essenziale per una realistica previsione dell'impatto della nuova opera nel territorio di ubicazione.

4.1. OCCUPAZIONE DELL'AREA IN FASE DI CANTIERE

Nella fase di cantiere l'area occupata dalla piazzola adibita al montaggio di ciascun aerogeneratore sarà di circa 60 x 35 m (2.100 m^2), necessaria al trasporto ed all'erezione della torre di sostegno, navicella e rotore. Le dimensioni dell'area interessata dalle nuove piazzole è conseguenza diretta delle geometrie delle macchine utilizzate che comportano la movimentazione di elementi prefabbricati lunghi fino a circa 50 m (le pale del singolo aerogeneratore). Le piazzole di cantiere per la posa in opera degli aerogeneratori occuperanno complessivamente un'area di circa **4.200 m^2**.

L'accesso dalla S.P. 23 alla piazzola di cantiere relativa alla turbina T1 avverrà utilizzando la viabilità già prevista dal *Piano di Assestamento del patrimonio Agro Silvo Pastorale del Comune di Calice Ligure*, approvato nel 1996. La predetta viabilità, necessaria per le operazioni di esbosco del lotto comunale, inoltre è previsto a breve un taglio programmato per Ottobre 2011 delle piante di abete bianco presenti in loco. a scopo dimostrativo durante il XVI D.I.M.A.F. che si terrà presso il vivaio forestale.

La viabilità di esbosco dovrà essere minimamente adeguata per il transito dei mezzi. L'adeguamento comporterà la sistemazione del tracciato, il ripristino della carreggiata così come previsto dalla legislazione forestale regionale. La viabilità prevista, sia per la conformazione che per il collocamento, salvaguarda le emergenze rocciose presenti in loco e non prevede la realizzazione di opere di contenimento del manufatto.

4.2. MOVIMENTI TERRA IN FASE DI CANTIERE

Gli scavi e sbancamenti previsti per la realizzazione del nuovo impianto eolico sono:

- sbancamenti e rinterri per lo stazionamento delle autogrù di movimentazione e sollevamento delle componenti delle torri ed aerogeneratori (piazzole in fase di cantiere);
- scavi per la realizzazione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori;
- sbancamenti e rinterri per l'adeguamento della viabilità esistente;
- sbancamenti e rinterri per la realizzazione dei cavidotti per il trasporto dell'energia elettrica generata.

In corrispondenza di ogni aerogeneratore verrà realizzata una **piazzola provvisoria di cantiere** per il posizionamento dei mezzi d'opera, dei tronchi di torre e della navicella. Il piano di posa di tale piazzola verrà bonificato mediante il riporto di uno strato di ghiaia ben costipato e rullato al fine di conferirgli un'adeguata portanza. Per il terreno esistente in loco, si ritiene possano prevedersi sollecitazioni unitarie non superiori a 2,0 kg/cm^2; tale dato sarà comunque verificato a seguito di prove geotecniche di dettaglio che saranno eseguite in sede di progettazione esecutiva. Le pareti saranno controllate con l'inclinazione di scavo massima non superiore a 45°. Nel caso degli scavi a

sezione obbligata si prevede l'utilizzo di idonee blindature qualora la profondità di scavo sia superiore a 1,50 m, come previsto dalle vigenti norme in materia di sicurezza. Per quanto attiene alla realizzazione delle fondazioni, si evidenzia che le stesse interesseranno ciascuna un'area di scavo indicativamente di circa 18 m x 18 m x 3,50 m. Per quanto attiene allo scavo necessario per la realizzazione del nuovo cavidotto linea MT e dati, esso avrà profondità non inferiore ad 1 m dal piano campagna e avrà una sezione caratteristica di larghezza pari a circa 60cm. Per quanto attiene alle strade definitive per l'accesso agli aerogeneratori (operazioni di presidio e manutenzione), saranno mantenute le strade di accesso relative alle operazioni di realizzazione dell'impianto.

Voce	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Superficie tot. occupata in cantiere (m^2)
PIAZZOLE DI CANTIERE	60	35	4.200
ALLARGAMENTO TEMPORANEO PISTA DI ESBOSCO	375	2,50	937,50
CAVIDOTTI TOTALI IMPIANTO UTENTE	6.470	---	---

Tabella 1 – Principali occupazioni di cantiere

Il terreno movimentato sarà depositato in luogo tale da non causare ingombro durante le fasi di lavoro ed al fine di ostacolare quanto meno le attività forestali nel territorio. In particolare si prevede di accantonare gli strati di terreno organico superficiale proveniente dagli scavi per una loro successiva stesa una volta finiti i lavori di costruzione del nuovo campo eolico.

4.3. RIPRISTINI IN FASE DI ESERCIZIO

Nell'intervento in esame, al termine dei lavori, verrà ripristinata l'orografia originaria del sito al fine di ottimizzarne la mitigazione ambientale e paesaggistica. In particolare le piazzole di cantiere degli aerogeneratori verranno, a fine lavori, completamente riconfigurate in modo da fare emergere fuori terra esclusivamente le torri degli aerogeneratori.

Sempre nell'ottica di minimizzare al massimo le variazioni morfologiche del sito non sono previste piazzole definitive attorno alle turbine ma solamente degli scalini opportunamente mitigati per l'accesso all'oblò di ingresso, che consentono di entrare nel locale quadri posto internamente alla base della turbina.

Per quanto riguarda la viabilità di accesso alle turbine essa verrà ristretta a fine lavori ad una larghezza massima di 2.50m, come previsto dal *Piano di Assestamento del patrimonio Agro Silvo pastorale del Comune di Calice Ligure,* e completamente rinverdita. utilizzando lo starto di terra superficiale rimossa e depositata in loco.

Il completo ripristino delle condizioni originarie del sito consente di ottenere al termine dei lavori un bilancio complessivo dei movimenti di terra pari a zero.

4.4. ACCESSIBILITA' E TRASPORTI

4.4.1. Trasporto in elicottero delle pale

Il trasporto in elicottero verrà effettuato dalla ditta European Air Crane, già conosciuta nel settore eolico per precedenti trasporti di tali componenti. Tra le sue referenze vi è il trasporto, su una distanza di 24 km, di 80 pale del produttore eolico Gamesa dal sito di deposito temporaneo fino al sito eolico, denominato Carondio Wind Farm, in Asturia, Spagna.

L'elicottero con cui opera European Air Crane è il Sikorsky S-64. Il velivolo, prima di produzione della Sikorsky, poi passato e migliorato alla Ericson Air Crane, nasce appositamente per il trasporto aereo di oggetti di notevole volume e peso. Le caratteristiche tecniche vengono riportate di seguito:

Lunghezza	21,21 m
Altezza	5,67 m
Superficie rotore	378,1 mq
Peso a vuoto	8724 kg
Peso massimo al decollo	19,050 kg (max 5 passeggeri e 9,072 kg - 20.000 lb di carico)

Tabella 5 – Caratteristiche minime delle strade per il transito dei mezzi eccezionali

L'area di carico, od aggancio, è stata individuata alle seguenti coordianate:

44° 20' 49.49" N
8° 18' 2.03" E

Il piazzale è ubicato in Località Vispa bel Comune di Carcare (SV) e dista circa 11,5 km in linea d'aria dal sito eolico. L'area è posta lungo la strada che verrà utilizzata per il trasporto degli elementi che compongono l'impianto, e più precisamente a lato della SP 29, dopo 2 km dall'uscita autostradale di Altare. Tale sito, verificato tramite sopralluogo effettuato assieme alla società di riferimento con la presenza anche del pilota dell'elicottero, è risultato come più idoneo allo scopo preposto: la sua superficie pari a 2 ettari è sufficientemente ampia e ben disposta per garantire l'atterraggio dell'elicottero, la disposizione della cisterna con motrice per il rifornimento carburante, il deposito temporaneo delle 6 pale da trasportare e della relativa gru per lo scarico dagli autoarticolati. Il punto di decollo risulta essere a distanza di più di 150 m da case abitate, distanza richiesta dalla stessa società a garanzia della sicurezza.



Figura 2 - Individuazione del sito di reload (carico) delle pale

Il trasporto delle pale avviene per singolo elemento alla volta, intervallato dal rifornimento posto in adiacenza alla zona di atterraggio. Si utilizzerà un sistema di aggancio lungo circa 60 - 65 m per garantire una bassa turbolenza generata dal flusso rotorico che quindi risulterà inferiore a 1 m/s in volo. A tale scopo si utilizzeranno due braghe in acciaio per l'allaccio, ed una manica a vento per frenare aerodinamicamente le pale. L'impatto dell'elicottero durante il trasferimento sarà minimo, la presenza sarà legata al rumore che alla quota di sorvolo è quantificabile in circa 50 dBA. Inoltre la distanza sopracitata sarà adeguata per evitare effetti del flusso rotorico anche nelle aree di aggancio e di sgancio (<2 m/s) e di rumorosità (<55 dBA).



Figura 3 – Sistema di imbragatura delle pale e relativa manica del vento.



Figura 4 – Reload di pale eoliche

La ricognizione della rotta di volo viene eseguita precedentemente mediante apposito volo nel quale si controlla il tracciato individuato come il più idoneo per evitare zone abitate, insediamenti, strade trafficate e quant'altro possa ritenersi a rischio durante il sorvolo con carichi a gancio. Sarà effettuato un briefing ai componenti dell'equipaggio di volo ed effettuato un volo a vuoto sul percorso stabilito da parte dei piloti preposti. Verrà comunque richiesta la cooperazione delle Forze dell'Ordine, Carabinieri, Polizia Provinciale, Polizia stradale, ecc. per escludere ogni rischio, in particolar modo l'attraversamento di strade. In via preliminare viene riportato il percorso scelto approssimativamente.



Figura 5 – Individuazione del percorso preliminare per il trasporto delle pale tramite elicottero

Lo scarico delle pale verrà effettuato direttamente nell'area adibita a piazzola di cantiere governando da terra la posa tramite funi, se necessario. Qualora non fosse possibile effettuare tale manovra in piazzola, è stata scelto un secondo punto di deposito temporaneo, concordato con la società di trasporto di riferimento tramite sopraluogo, posto nella ex piazzola di atterraggio degli elicotteri in servizio alla ex base NATO presente in loco. Le coordinate geografiche di tale piazzola sono:

44° 14' 48.65" N

8° 16' 35.16" E

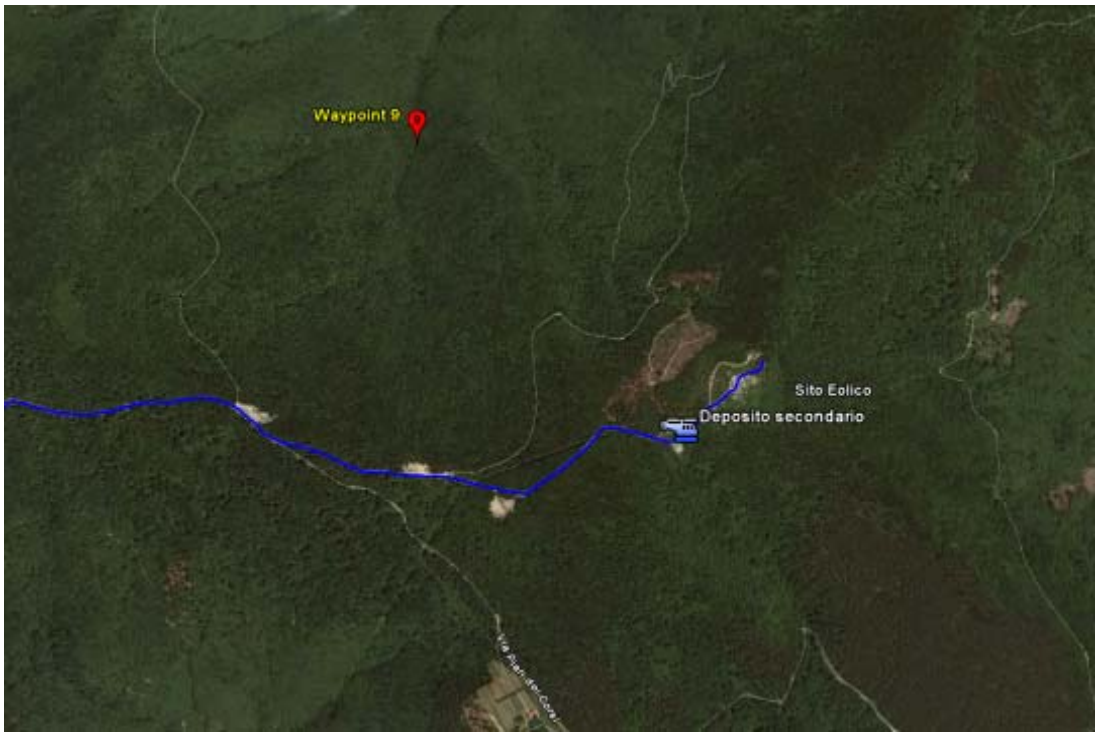


Figura 6 – Individuazione del sito di deposito delle pale

Una volta effettuato il download, le pale verranno caricate su autoarticolati e trasportate in piazzola per il montaggio tramite gru apposita posta nella piazzola di deposito.



Figura 7 – Esempio di scarico di una pala eolica su piazzola di cantiere

4.4.2. Trasporto degli altri componenti

Il trasporto dei componenti costituenti le torri eoliche, ad esclusione delle pale che come premesso verranno trasportate nel tratto terminale mediante elicottero, avverrà quindi su un tracciato di autostrade, strade provinciali e comunali già esistenti mentre si renderanno necessari interventi localizzati e contenuti, da limitarsi all'adeguamento della viabilità esterna al cantiere in corrispondenza di curve, svincoli ed intersezioni, caratterizzati da raggi di curvatura incompatibili con il transito dei mezzi eccezionali.

I mezzi di trasporto avranno le dimensioni massime di circa 61,00 m in lunghezza, compreso l'ingombro del sistema di trasporto delle pale che costituisce uno sbraccio in coda di circa 11,90 m, come riportato in figura sotto.

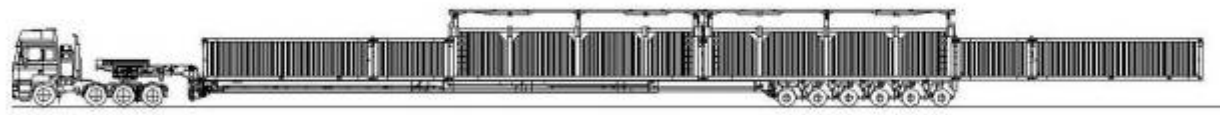


Figura 8 – Esempio del mezzo di trasporto delle pale

Tuttavia per il trasporto delle sezioni di torre nei tratti di viabilità che presentano le condizioni più critiche verranno utilizzati mezzi speciali semoventi multi asse che consentono di superare raggi di curvatura molto stretti e quindi di evitare importanti interventi di adeguamento sulla viabilità. I mezzi previsti per il trasporto dei principali componenti dell'aerogeneratore sono indicati nella seguente tabella

Quantità	Descrizione trasporto macchina
1	Trasporto navicella
1	Trasporto gearbox
3	Trasporto n°3 pale
4	Trasporto tronchi torre (n°4 tronchi)
1	Trasporto cabine e quadri controllo
1	Trasporto del mozzo (Hub)
1	Trasporto container 40 ft con accessori

Tabella 2 – Descrizione dei mezzi per il trasporto degli elementi costitutivi gli aerogeneratori

Saranno pertanto necessari n°2 x 12 = 24 automezzi per il trasporto dei componenti degli aerogeneratori. Le caratteristiche dei mezzi principali più ingombranti sono indicate nella seguente tabella e fanno riferimento al trasporto della navicella e delle pale.

Descrizione	Pesi/Dimensioni
NAVICELLA	
Automezzo inclusa motrice	55,0 ton
Navicella	65,0 ton
Automezzo incluso carico totale	circa 120 ton
Dimensioni totali del mezzo di trasporto in m.	30 x 4,00 x 4,30(h)
PALE	
Automezzo inclusa motrice	circa 50,0 ton
Dimensioni totali del mezzo di trasporto in m.	61,00 x 3,40 x 3,00

Tabella 3 - Caratteristiche dei principali mezzi eccezionali per il trasporto aerogeneratori

Il massimo peso si ha con il trasporto della navicella e della sezione di base della torre di sostegno. Nelle strade di accesso, e piazzole di lavoro da realizzare, è prevista la compattazione e riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo di adeguata capacità portante al fine di sostenere le tensioni derivanti dal transito ed allo stazionamento dei mezzi adibiti alle fasi di montaggio. Gli inerti necessari per la realizzazione delle massicciate proverranno preferibilmente dal terreno di scavo, se di idonee caratteristiche geomeccaniche, o da cave autorizzate.

Si prevede, in fase di redazione del progetto esecutivo, l'esecuzione di una serie di campionamenti atti a verificare la natura del terreno in sito lungo tutti i tratti di nuova viabilità e in corrispondenza delle piazzole di sosta. Tali indagini saranno integrate da una campagna di prove su piastra atte a verificare la reale capacità portante del sottofondo sia in fase di redazione del progetto esecutivo che in fase di realizzazione, una volta ultimate le operazioni di bonifica del piano di posa del pacchetto stradale.

La sistemazione delle strade di accesso in fase di cantiere e di quelle definitive dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade saranno sistemate con sezione a "dorso di mulo" oppure "a pendenza" uniforme con inclinazione non superiore al 2%, in modo da non costituire un pericolo di ribaltamento laterale per i mezzi transitanti.

Si osservi che in questo modo non sono previste nuove superfici impermeabili e non si prevedono modifiche al deflusso superficiale delle acque di precipitazione.

4.4.3. Viabilità esistente esterna al sito

In merito al trasporto dei componenti costituenti le torri eoliche, in base anche a diversi sopralluoghi eseguiti in sito con ditte specializzate nel settore, l'area interessata è caratterizzata dalla presenza di infrastrutture adeguate per consentire il trasporto degli elementi principali a partire dall'uscita "Altare" dell'autostrada A6 fino al sito di intervento.

Il tracciato che dovranno percorrere i mezzi di trasporto degli aerogeneratori può essere riassunto nel seguente schema:

- Percorso dall'uscita "Altare" dell'Autostrada A6 attraverso la S.P. 29 fino all'abitato di Carcare;
- Attraversamento dell'abitato di Carcare in direzione Sud, su strada Provinciale (S.P.23) fino all'abitato di Bormida;
- Prosecuzione lungo strada Provinciale fino a raggiungere Località Baltera, Passo del Melogno località Pian dei Corsi e quindi il sito in oggetto.

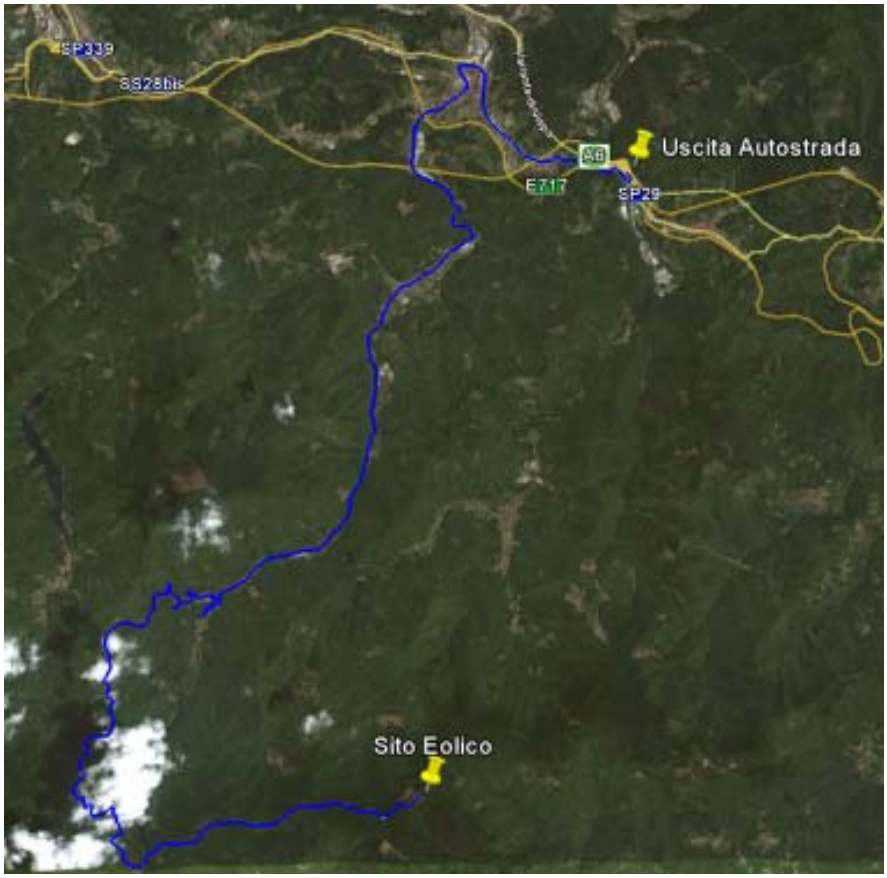


Figura 9 – Viabilità esterna per il raggiungimento del sito eolico

Non si prevedono interventi invasivi sulla viabilità esistente esterna al sito, a meno di piccoli adeguamenti puntuali in corrispondenza delle intersezioni e delle curve maggiormente critiche di seguito descritti. Procedendo nelle fasi successive della progettazione gli scriventi prenderanno, se necessario, i dovuti accordi con gli Enti Gestori al fine di mettere in sicurezza le eventuali linee interferenti mediante la loro momentanea interruzione e messa in sicurezza, o creando opportuni by – pass.

4.4.3.1. Adeguamenti viabilità in corrispondenza abitato di Bormida

In corrispondenza dell'abitato di Bormida si rendono necessari n. 3 interventi di adeguamento localizzati in figura sotto:

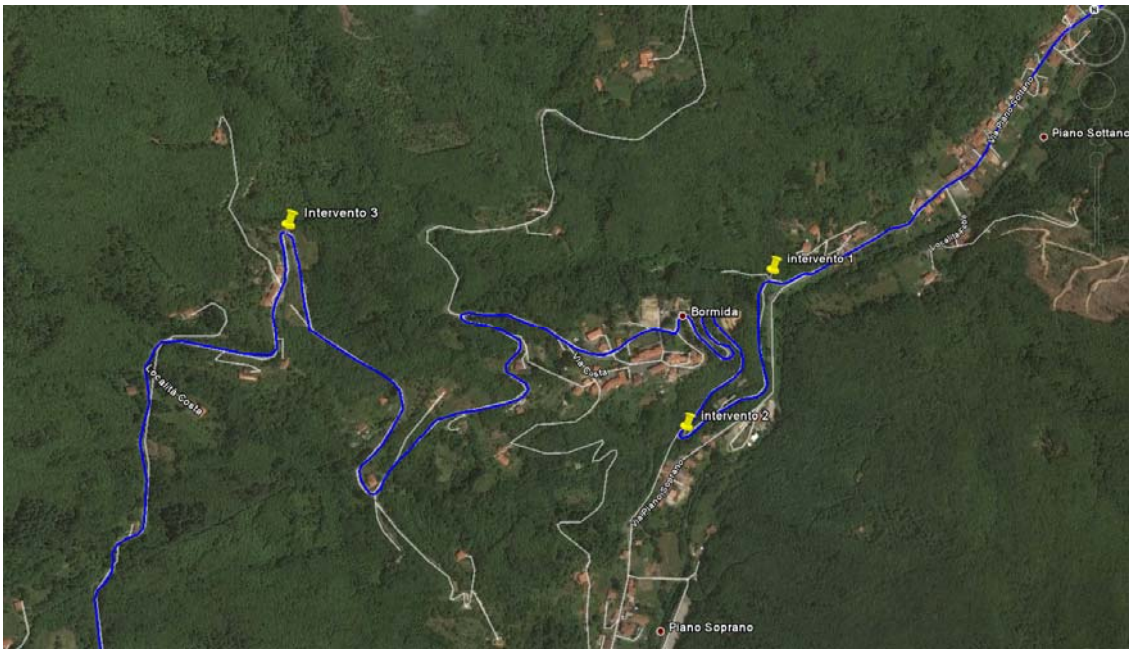


Figura 10 – Individuazione degli interventi sulla viabilità nel Comune di Bormida

- Intervento n.1: si rende necessaria la rimozione della ringhiera esistente lungo il lato destro per una lunghezza totale di 12m ca.; con posa a lavori ultimati, di una protezione a norma del codice della strada
- Intervento n.2: si rende necessario il taglio di un albero di betulla e l'allargamento provvisorio della carreggiata stradale mediante il riempimento di un fossato esistente per una lunghezza di circa 8 m;
- Intervento n.3: si rende necessario il taglio di un albero di ciliegio selvatico e l'allargamento provvisorio della carreggiata stradale lungo il lato interno della curva;

4.4.4. Viabilità di collegamento interna al sito

Con il termine di *viabilità di collegamento interna al sito* si intendono le opere viarie atte a consentire il raggiungimento delle singole piazzole delle turbine.

Come si può osservare nelle planimetrie di progetto non sono previste nuove viabilità ma solamente interventi di adeguamento di quelle già esistenti alfine di rispondere alle specifiche di trasporto delle componenti elettromeccaniche; in particolare si evidenzia che l'accesso alla turbina T1 verrà realizzato sfruttando il sedime del sentiero previsto dal **"*Piano di Assestamento del Patrimonio Agro Silvo Pastorale del Comune di Calice Ligure con pista di esbosco prevista dal Piano Verde*"**.

Gli interventi di adeguamento della viabilità esistente saranno tali da permetteranno:

- **di avere in fase di cantiere, una larghezza della carreggiata di almeno 5,00 m** la cui massicciata sarà composta da materiale granulare e finitura in ghiaia fine. Si consideri che il transito dei mezzi avverrà a "passo d'uomo" e sarà limitato nel tempo, di conseguenza le

sollecitazioni indotte sul terreno saranno sostanzialmente prive di componenti dinamiche e di fatica. La superficie stradale sarà pertanto permeabile, per migliorare il deflusso delle acque si prevede di realizzare la sezione trasversale a "schiena d'asino", con pendenze dell'ordine del 2%, valore compatibile con la stabilità laterale dei mezzi eccezionali previsti;

- **di ripristinare. una volta finiti i lavori di montaggio delle turbine, una larghezza delle strade pari a 2,50 m** (come previsto dal *Piano di Assestamento del patrimonio Agro Silvo pastorale del Comune di Calice Ligure)* al fine di consentire il transito in futuro degli automezzi per eventuali lavori di manutenzione. La viabilità sarà chiusa con catena. In alcuni tratti, per esempio nelle immissioni sulla viabilità esistente, si prevede di realizzare delle curve con raggi dell'ordine dei 30 m per consentire la manovra agli elementi maggiori; una volta finiti i lavori si prevede di ridurre tali innesti con immissioni dirette nella viabilità esistente;

4.5. PROGETTO TIPICO FONDAZIONI

4.5.1. Premessa

Nel presente capitolo si riporta il dimensionamento delle fondazioni in cemento armato previste per gli aerogeneratori. I calcoli sono stati effettuati sulla base dei dati geotecnici evincibili dalla relazione geologica allegata al presente progetto, da cui emerge che il terreno ha natura prevalentemente rocciosa, affiorante a livello di piano campagna, caratterizzata da uno substrato presente a circa 2 m dal piano di campagna (con spessore variabile dai 2 ai 6m) in cui la roccia risulta avere scadenti caratteristiche meccaniche. Stanti le caratteristiche brevemente descritte si opta per l'adozione di una fondazione su pali.

I valori medi di alcuni parametri attribuibili agli ammassi rocciosi osservati:

peso di volume:	g=25 KN/m^3
angolo di resistenza al taglio:	f= 35°
coesione:	c=300 Kpa
R.Q.D. (Rock Quality Designation) stimato	60%

4.5.2. Materiali

Si impiega un calcestruzzo di classe minima (resistenza cubica caratteristica a 28 gg.):

Rck = 45 MPa (C35/45)

con tensioni di progetto pari a:

- Verifiche allo stato limite ultimo (γ_C = 1.5): fcd = 19.83 MPa

fctd = 3.21 MPa

Modulo elastico istantaneo: E_{cm} = 34077 MPa

confezionato secondo le caratteristiche della classe di esposizione XC2.

Per le armature si impiega un acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo:

B 450 C (controllato in stabilimento)

con tensioni di progetto pari a:

- verifiche allo stato limite ultimo (γ_S = 1.15): f_{yd} = 391.3 MPa
- verifiche allo stato limite esercizio: σ_s = 360 MPa (nelle c.c. rara)

4.5.3. Dimensionamento

Per la posa delle torri degli aerogeneratori si prevede di realizzare dei plinti in calcestruzzo gettato in opera di pianta ottagonale di ingombro 13.3 x 13.3 m e sezione a tronco di piramide con altezza variabile da un minimo di 1.2 m ad un massimo di 3 m.

I plinti saranno costituiti da un dado centrale di dimensioni in pianta di 5,5 x 5,5 m, altezza 1.4 m, per l'inghisaggio tramite tirafondi della flangia metallica di fondazione, in modo da consentire un perfetto ancoraggio al piede della struttura dell'aero-generatore. Tutte le parti in calcestruzzo delle opere di fondazione saranno posizionate ad una profondità di almeno 1 m sotto la quota del piano campagna misurata in condizioni immutate, come previsto dal D.M.10 09/2010. Le dimensioni e le caratteristiche geometriche delle fondazioni sono state determinate tenendo in considerazione le specifiche di progetto fornite dai produttori degli aerogeneratori per configurazioni turbina-altezza mozzo identiche o similari a quelle di progetto.

Nelle figure di seguito si mostrano le fondazioni di progetto:

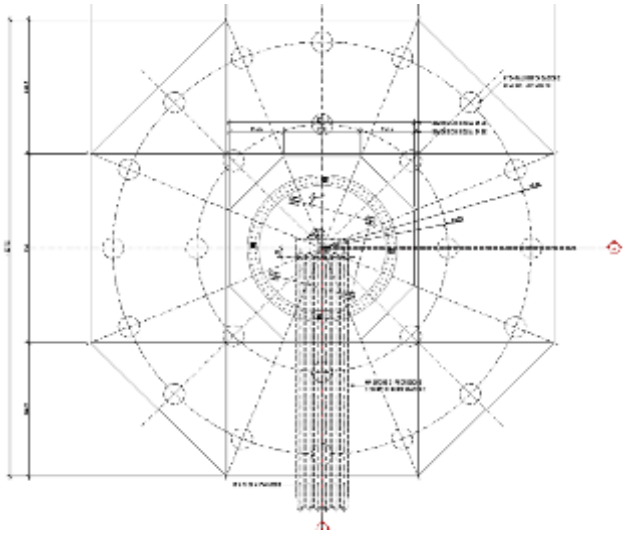


Figura 11 - Fondazione superficiale – pianta

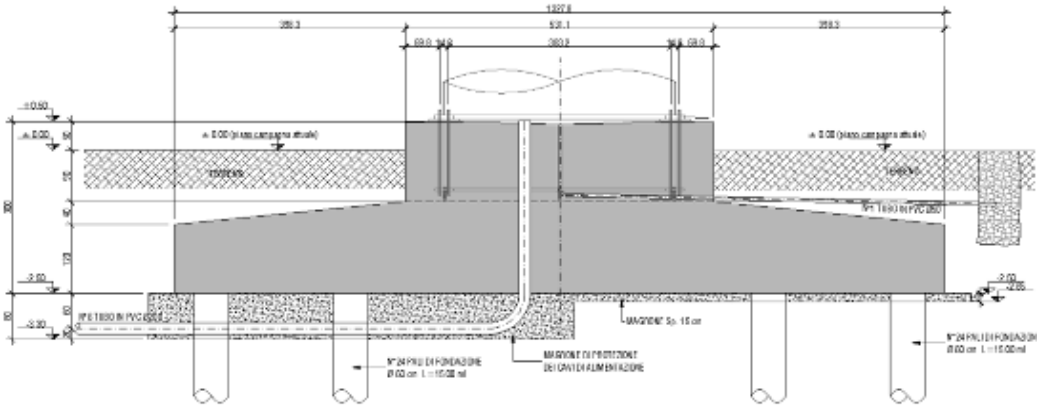


Figura 12 - Fondazione superficiale – sezione

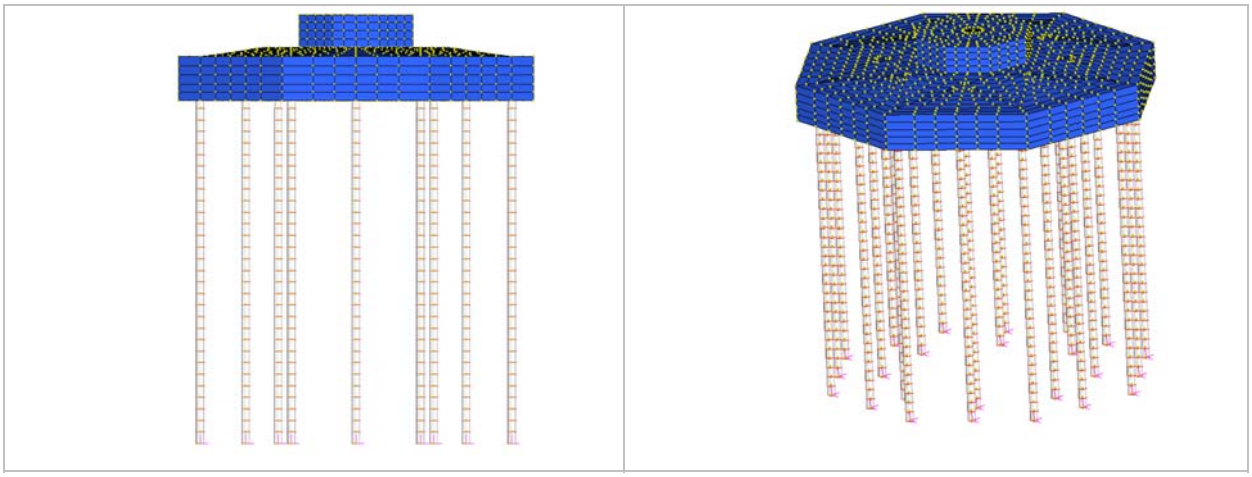
Le dimensioni e le armature presenti all'interno delle fondazioni saranno dimensionate e verificate in fase esecutiva, prendendo in considerazione anche le specifiche generali di progetto del produttore degli aerogeneratori.

Procedendo nell'iter della progettazione si prevede di realizzare per ciascun aerogeneratore un numero adeguato di prove geotecniche in sito ed in laboratorio, per consentire di affinare la progettazione delle strutture di fondazione con dati geotecnici più precisi in modo da ricavare l'esatta stratigrafia dell'area e le relative caratteristiche geotecniche. La conoscenza dell'esatta stratigrafia permetterà di dimensionare con ancor maggiore accuratezza, in sede di redazione del progetto esecutivo, le dimensioni delle strutture di fondazione, ed in particolare le armature necessarie per i pali e per il plinto.

4.6. VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano di seguito le verifiche geotecniche eseguite ai fini del dimensionamento/verifica della fondazione, nell'ipotesi di realizzare una fondazione su pali.

Per la determinazione delle sollecitazioni di progetto agenti sulla platea di fondazione, si è realizzato un modello di calcolo agli elementi finiti, di cui si riportano a seguire alcune immagini.



4.6.1. Carichi di progetto

Ai fini delle verifiche strutturali/geotecniche, si sono considerati i carichi di progetto riportati nelle tabelle di seguito. Si tratta dei carichi di progetto indicati da "Vestas" per l'aerogeneratore V100 con altezza della torre pari a 95 m.

- **Carichi di progetto per stati limite ultimi (fonte: Vestas):**

Characteristic Extreme Load for Normal Load Cases (PLF = 1.35)					
M_{res}	M_z	F_{res}	F_z	PLF	Design Load Case
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
57500	-765.0	797.0	-2514	1.35	6.1 (61E50a008(fam73))

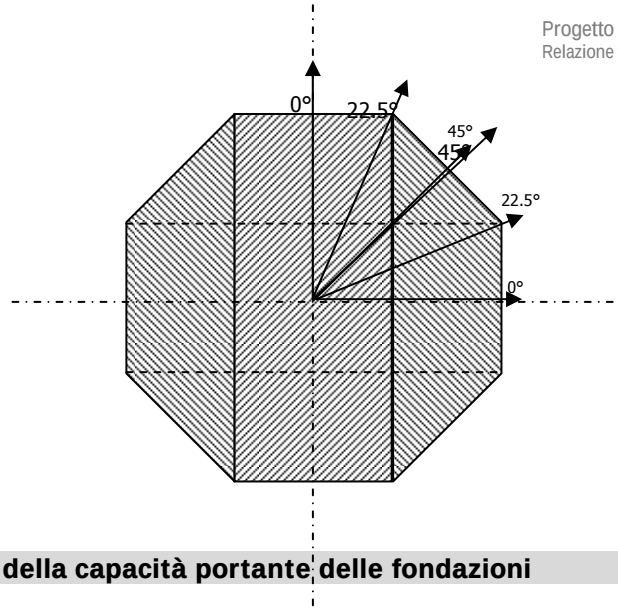
Table 3.1 Characteristic extreme load for normal load cases, PLF = 1.35. PLF not included.

Characteristic Extreme Load for Abnormal Load Cases (PLF = 1.10)					
M_{res}	M_z	F_{res}	F_z	PLF	Design Load Case
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
67300	2100	963.0	-2538	1.10	6.2 (62E50b045(fam86))

- **Carichi di progetto per stati limite di esercizio (fonte: Vestas):**

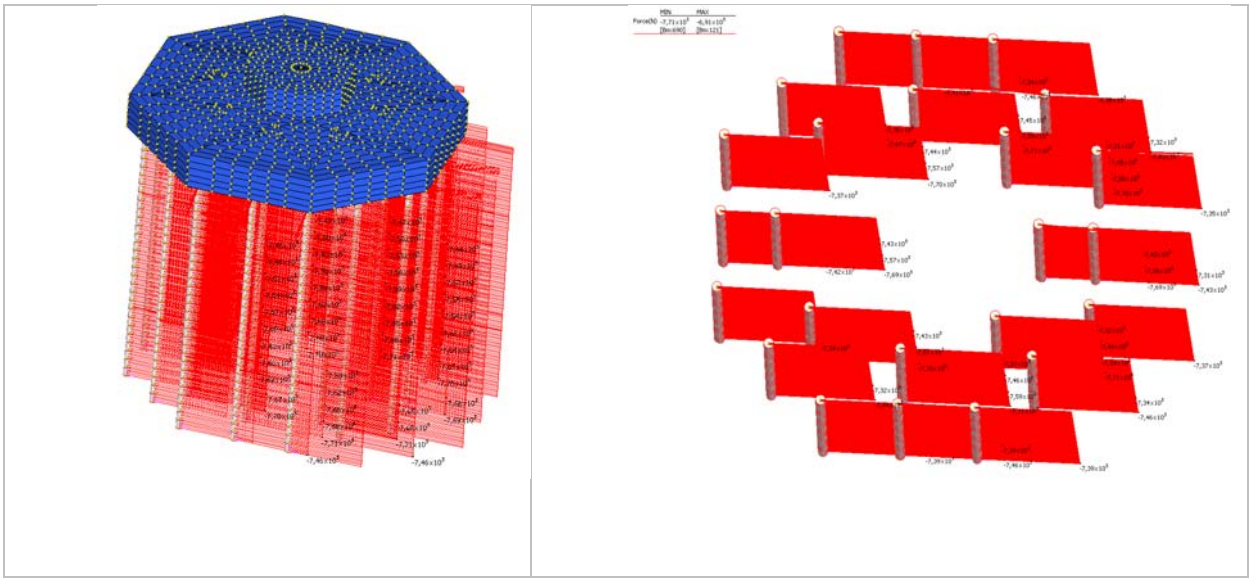
Characteristic Extreme Load during normal operation (PLF = 1.35)					
M_{res}	M_z	F_{res}	F_z	PLF	Design Load Case
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
32732.82	269.84	447.26	-2634.43	1.35	1114b(fam17)

I carichi riportati sopra, come da specifiche Vestas, sono stati applicati a un'altezza di 2.0 m dal piano campagna. In aggiunta ai carichi sopra riportati, si è considerato il contributo dovuto ai carichi permanenti (terreno sovrastante la fondazione) e ai pesi propri delle opere di fondazione.
Tutti i carichi applicati considerano un disallineamento massimo, lungo la linea d'asse della torre, pari a 8 mm/m (comprensivo del cedimento differenziale della fondazione e delle tolleranze di costruzione e montaggio della torre).
Per la determinazione dei parametri di sollecitazione di progetto, su entrambe le fondazioni si sono considerate tre diverse direzioni di carico, orientate a 0°, 22.5° e 45° rispetto agli assi principali (indicate nelle figure di seguito).



4.6.2. Verifica della capacità portante delle fondazioni

Si è prevista la realizzazione di pali lunghi aventi diametro pari a 60cm e lunghezza di 15m. Dal modello di calcolo realizzato emergono per i pali le seguenti sollecitazioni:



Il carico assiale massimo agente sui pali è pari a $7.71*10^5$ N, corrispondenti a 771 KN.

La portata massima calcolata per i pali previsti (pali trivellati, diametro pari a 60 cm e lunghezza di 15 m) è pari a 1501 KN, come si evince dall'immagine relativa al foglio di calcolo utilizzato nel dimensionamento.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI PALI TRIVELLATI

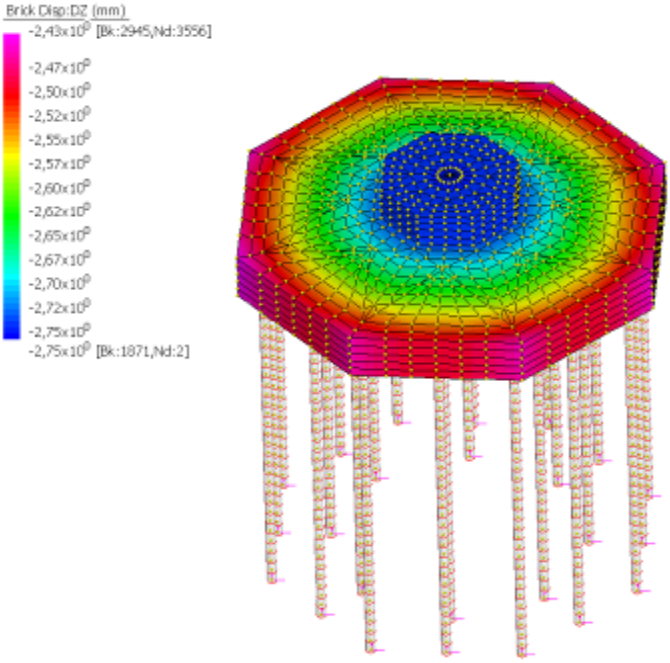
DATI PALO							
DIAMETRO	60 cm		QUOTA IMPOSTA	-3,5 m dal p.c.		QUOTA FALDA	-25 m dal p.c.
LUNGHEZZA	15 m		QUOTA PUNTA	-18,5 m dal p.c.		Wpalo	106 kN

PARAMETRI GEOTECNICI										
STRATIGRAFIA	Natura	Attivo	Tipo terreno	*R* PUNTA	Quota inizio m	Quota fine m	Spessore m	γ_d kN/m^3	ϕ deg	c_u kPa
1	ARGILLA	*SI*	COESIVO	*NO*	0	-2	2	20,0	0	0
2	GHIAIA	*SI*	INCOERENTE	*NO*	-2	-8	6	20,0	32	300
3	GHIAIA	*SI*	INCOERENTE	*SI*	-8	0	8	25,0	35	300

TASSO DI LAVORO	
% Laterale 100%	% Punta 50%

RIASSUNTO RISULTATI		
T.A.	786	*kN*
A1+M1+R1 - STR	1501	*kN*
A2+M1+R2 - GEO	847	*kN*
A1+M1+R3	1086	*kN*
SISMA - A1.C2	1086	*kN*

Si riportano i cedimenti valutati sul modello.



4.7. Montaggio delle apparecchiature

La navicella equipaggiata di generatore, moltiplicatore di giri, trasformatore, ecc., potrà essere eretta e posata in quota anche completamente assemblata oppure l'assemblaggio può essere effettuato in quota innalzando l'involucro e singolarmente i diversi componenti. La torre è invece costituita da N°4 tronchi che vengono innestati con sistema telescopico nella fase di erezione. Le pale vengono montate a terra direttamente sul corpo del rotore con metodologia consolidata, ed unite poi, in quota, alla navicella. Per erigere ciascuna torre, navicella e rotore è richiesto l'impiego di una gru a traliccio semovente che dovrà essere piazzata nell'area predisposta prospiciente il blocco di fondazione della torre. Per il montaggio del singolo aerogeneratore occorrono in particolare i seguenti mezzi:

- gru tralicciata da 750 ton min con altezza minima da stabilire in relazione alla scelta di macchina (montata mediante l'utilizzo di piccole gru secondarie);
- gru di appoggio da 160 ton;

L'area prevista, come specificato ai punti precedenti, sarà opportunamente dimensionata per resistere alle sollecitazioni dovute al carico gravante. Si riportano i calcoli preliminari per il sistema per ergere il singolo aerogeneratore.

Massimo peso da sollevare (navicella completa di gearbox)	130 ton
Massima altezza sotto gancio gru	120 m
Area minima richiesta per la gru	20 m x 25 m
Estensione della gru	12,0 – 14,0 m
Vento medio massimo a 60 m durante il montaggio	8,0 m/sec

Tabella 4 – Caratteristiche minime dei mezzi di sollevamento dell'aero-generatore

Per erigere il singolo aerogeneratore sono richiesti mediamente 2/3 (tre) giorni consecutivi. Durante le fasi di montaggio la velocità del vento a 60 m non dovrà essere superiore a 8,0 m/sec al fine di non ostacolare e consentire di eseguire in sicurezza le operazioni di montaggio stesse.

4.7.1. Fasi di montaggio

Per comprendere appieno la funzione delle piazzole in fase di cantiere si riporta una breve descrizione delle principali lavorazioni necessarie al montaggio degli aerogeneratori:

- scavo di sbancamento dell'area e accumulo in area di deposito degli strati superficiali costituiti da terreno organico, per un loro successivo riutilizzo;
- scavo di fondazione del plinto, fino al raggiungimento del piano di fondazione previsto in progetto;

- getto in opera del plinto in calcestruzzo armato con posa di tirafondi interrato per almeno 1 m al di sotto del piano campagna;
- realizzazione della piazzola di cantiere mediante posa di una rete in geotessuto di rinforzo del piano di appoggio e stesura degli strati superficiali in materiale arido.
- trasporto e scarico in area della piazzola degli elementi dell'aerogeneratore (conci della torre, pale, navicella, rotore);
- montaggio a terra della gru tralicciata;
- montaggio dei conci della torre, mediante innalzamento tramite gru tralicciata;
- montaggio della navicella, mediante innalzamento tramite gru tralicciata;
- montaggio a terra del rotore e suo innalzamento in quota e aggancio all'albero della navicella;
- opere complementari e di ripristino: rimozione viabilità di cantiere e realizzazione viabilità definitiva, ricarica degli strati in materiale arido delle massicciate stradali, riduzione delle piazzole di servizio mediante smantellamento delle strutture di sostegno superflue, collegamenti elettrici, stesa del terreno vegetale precedentemente stoccato.



Figura 13 – Montaggio dei conci della torre



Figura 14 – Trasporto e movimentazione dei conci della torre



Figura 15 – Esempio di gru tralicciata

4.8. Cavidotti di consegna

Componente fondamentale di un campo eolico è il tracciato dei cavidotti di distribuzione ed allaccio. La scelta di ricorrere a linee interrate risponde a ben precise indicazioni legislative, in base a principi di mitigazione ambientale ormai pienamente condivisi. I cavidotti possono essere distinti in due componenti principali:

- Cavidotti interni al sito per il collegamento in entra – esci fra i vari aerogeneratori; (1500 m)
- Cavidotto di allaccio dalla cabina di consegna energia, da ubicare in località Pian Merlino nel Comune di Calice Ligure, accessibile dalla SP 23; (4970 m)
- Cavidotto di collegamento in entra-esce della cabina di consegna con la linea MT esistente; (330 m)

Il tracciato complessivo del cavidotto lato è di circa 6.810 m e ricade per intero sulla viabilità esistente asfaltata o su sentieri esistenti,

In fase di redazione del progetto esecutivo si dovranno prestare tutte le dovute attenzioni per la definizione del cronoprogramma in dettaglio dei lavori e il piano di viabilità provvisoria, in modo da arrecare il minor numero di disagi alla popolazione locale. A fine lavori si provvederà a ripristinare le sedi stradali alla condizione iniziale.

5. APPARECCHIATURE ED IMPIANTI ELETTRICI

Oggetto del presente paragrafo è la descrizione del progetto definitivo delle opere elettriche relative ad un parco eolico nel Comune di Calice Ligure (SV), in località Bric Chioggia e Pian dei Corsi.
Il campo eolico in oggetto sarà costituito da 2 aerogeneratori di potenza 1.8 MW ciascuno per una potenza totale complessiva di 3.6 MW.
Gli aerogeneratori saranno collegati alla rete di Enel Distribuzione mediante la realizzazione di una nuova cabina di consegna, che delimiterà il confine tra gli impianti elettrici di utenza e di rete per la connessione. Essa sarà collegata in entra-esce sulla linea MT esistente ORCO FEGLINO mediante un cavidotto interrato per una lunghezza di circa 350 m. Tale opera si configura come parte dell'impianto di rete per la connessione e dopo la realizzazione ricadrà sotto competenza di Enel Distribuzione.
La cabina di consegna dell'energia sarà costruita in conformità con la norma CEI 0-16 e le prescrizioni di ENEL e verrà ubicata a lato della Strada Provinciale 23 secondo quanto riportato nelle tavole allegate alla presente relazione.
È prevista inoltre la realizzazione di un cavidotto interrato MT 15 kV di utenza con lo scopo di collegare le 2 torri eoliche alla cabina di consegna energia, cavidotto che si svilupperà lungo la viabilità esistente e lungo il citato percorso di mountain – bike.
Verranno inoltre istituite, sulle particelle catastali interessate, opportune servitù inamovibili per il passaggio dei cavi di Rete, per il transito di mezzi, e per la posa dei locali Enel della cabina consegna energia.

5.1. ASSETTI DI FUNZIONAMENTO

L'impianto in oggetto è predisposto per il solo funzionamento in parallelo con la rete. **Non è prevista pertanto la possibilità per la centrale di funzionare in isola.**

5.2. CONSISTENZA IMPIANTO ELETTRICO DI UTENZA

L'impianto di generazione è costituito dai seguenti principali componenti che verranno descritti più dettagliatamente nel seguito della relazione:

- □ N. 2 aerogeneratori della potenza nominale di circa 1.8 MW ciascuno
- □ Cavidotto 15kV interrato per il collegamento degli aerogeneratori
- □ Locale Utente in cabina di consegna

5.2.1. Aerogeneratore

Ogni aerogeneratore sarà composto dai seguenti principali componenti di potenza:

□ n. 1 generatore asincrono a magneti permanenti dalla potenza nominale di 1.8 MW, installato entro la navicella, le cui caratteristiche principali sono riportate nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore
Tipo	Asincrono
Numero di poli	4
Potenza nominale [kW]	1.8 MW
Tensione nominale	690 V
Fattore di potenza nominale	0,9

Tabella 5 –Principali caratteristiche di progetto generatore sincrono

□ quadro elettrico bt, con tensione nominale di impiego 690V, corrente nominale di sbarra 2000A, corrente di breve durata 63kA per 1 s, denominato "Ground Controller" dove sarà installato l'interruttore di macchina DDG.

□ tra il generatore asincrono e il dispositivo di generatore DDG di ogni singolo aerogeneratore verrà installato un convertitore di frequenza AC/AC con le caratteristiche principali riportate nella tabella seguente.

Caratteristiche tecniche	
Potenza nominale	2100 kVA
Tensione nominale Vn	650 V
Frequenza nominale	50±2 Hz

Tabella 6- Caratteristiche tecniche inverter 2100 MVA

□ n.1 trasformatore elevatore MT/bt a tre avvolgimenti 15/0,65kV le cui caratteristiche principali di progetto sono riportate nella tabella seguente.

Caratteristica	Valore
Potenza nominale	2100 kVA
Tensione primario V1	15 kV
Tensione secondario V2	0.65 kV / 0,48kV
Tensione di cortocircuito	8%
Isolamento	resina

Raffreddamento	AN
Perdite a vuoto [W]	Del tipo a perdite ridotte
Perdite a carico [W]	Del tipo a perdite ridotte
Collegamento e Gruppo CEI	Dyn11

Tabella 7 –Principali caratteristiche di progetto trasformatore elevatore

La sezione servizi ausiliari dal sistema principale di potenza è derivata dalla sezione 400 V necessaria al funzionamento dei servizi ausiliari della torre eolica. Il quadro BT alimenterà inoltre il quadro denominato "main cabinet" installato al piano superiore destinato ad accogliere le apparecchiature di supervisione della turbina. Da quest'ultimo quadro partirà la F.O. che riporterà segnali e comandi al sistema di supervisione e controllo generale.
Il quadri saranno realizzati con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 25/10. I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti.
Le porte frontali saranno corredate di chiusura a chiave. Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhe indicatrici che ne identificano il servizio.

5.2.2. Cavidotto interrato per il collegamento degli aerogeneratori

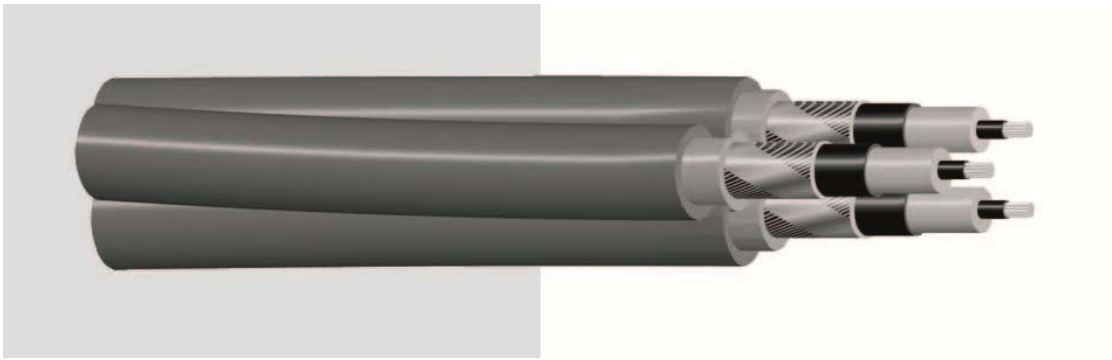
Le due torri eoliche saranno collegate tra di loro, ed alla cabina di consegna, mediante un cavidotto MT 15kV interrato posato lungo la viabilità esistente.
Il cavo utilizzato sarà del tipo ARE4H1RX 12/20kV, con conduttori in alluminio, cordato ad elica visibile e sezione da 95mm^2. Le lunghezze totali della linea in cavo sono le seguenti:
T1 – T2: **1.500 m** circa;
T2 – Cabina di consegna: **4.970 m** circa;

Il cavidotto sarà posato in tubo interrato di diametro 160 mm, alla profondità di posa di 1,0 m (modalità di posa tipo N della norma CEI 11-17). Verrà inoltre posato un nastro monitore a non meno di 0,2m al di sopra dei cavi (tavola I04.01). Contestualmente verrà posato anche un tubo in PVC diametro 125 mm per il transito del cavo fibra ottica.

5.2.3. Caratteristiche tecniche dei cavi lato utente

I cavi che verranno utilizzati, come da specifica tecnica di Enel Distribuzione, avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo: ARE4H1RX
- Norme: CEI 20-13
- Tensione nominale di isolamento: 12/20kV
- Materiale conduttore: Alluminio
- Sezione nominale: 95 mm^2
- Numero di Conduttori: 3
- Formazione: tripolare ad elica visibile
- Profondità minima di posa: ≥ 1 m dall'estradosso superiore della protezione
- Portata nominale posa interrata: 253 A (conduttori a trifoglio)
- Raggio minimo di curvatura: ≥ 1,5 m



5.3. CABINA CONSEGNA ENERGIA

La cabina di consegna energia sarà ubicata in località Pian Merlino nel Comune di Calice Ligure (SV) e direttamente accessibile dalla Strada Provinciale 27. La cabina sarà realizzata in muratura ed in conformità con la norma CEI 0-16; saranno pertanto previsti un locale di consegna in uso esclusivo all'ente distributore, un locale misure accessibile sia all'ente distributore sia all'utente ed infine un locale utente contenente le apparecchiature elettromeccaniche di protezione e controllo.

Locale utente:

0 – SC00 – Scaricatori sovratensione

- Dim. L 500 X P 1150 X H 1950 mm.

1- SC01 – Arrivo linea Enel - Risalita sbarre

- Dim. L 375 X P 1150 X H 1950 mm.

2- SC02 – Cella Misure

Quadro completo di:

- IMS in vuoto 24kV - 630A -16kA
- n°3 fusibili MT 24kV - 4A
- Comando manuale completo di contatti ausiliari 2NA+2NC
- Blocchi a chiave
- n°3 TV F-T (15.000:R3/100:R3)V 3P30VA - cl.0.5 30VA
- n°2 TV F-F (15.000/100)V 3P30VA
- Pannello Protezione di Interfaccia "PI" PRONV10P conforme CEI 0-16
- Dim. L 500 X P 1150 X H 1950 mm

3- SC03 – Interruttore generale "DG+RI"

Quadro completo di:

- Interruttore in SF6 24kV - 630A - 16kA
- Comando manuale completo di contatti ausiliari 2NA+2NC
- Blocchi a chiave
- Bobina di apertura e chiusura 24Vcc
- Bobina di apertura a minima tensione 24Vcc
- Motore carica molle 230Vca
- n°3 TA 300/5/5A cl.0,5 5P20 5VA
- n°1 TA toroidale 100/1A 5P20 1VA
- Relè elettronico THYTRONIC PRO-NA030 FUNZIONI 50-51-51N-67N conforme CEI 0-16
- Illuminazione interna.

4- SC04 – Risalita sbarre

- Dim. L 150 X P 1150 X H 1950 mm.

5- SC05 – Partenza a torre T1 e "DI"

Quadro completo di:

- Interruttore in SF6 24kV - 630A - 16kA
- Comando manuale completo di contatti ausiliari 2NA+2NC
- Blocchi a chiave
- Bobina di apertura e chiusura 24Vcc
- Bobina minima tensione
- Motore carica molle 230Vca
- n°3 TA 300/5/5A cl.0,5 5P20 5VA
- n°1 TA toroidale 100/1A 5P20 1VA
- Relè elettronico THYTRONIC PRO-NA030 FUNZIONI 50-51-51N-67N conforme CEI 0-16
- Illuminazione interna.

5- SC06 – Protezione trafo ausiliari

Quadro completo di:

- IMS in vuoto 24kV - 630A -16kA
- n°3 fusibili MT 24kV - 10A
- Comando manuale completo di contatti ausiliari 2NA+2NC
- Blocchi a chiave
- Illuminazione interna.

5.4. PROTEZIONI ELETTRICHE

5.4.1. Dispositivo generale "DG" e protezione generale "PG"

Il dispositivo generale "DG" verrà realizzato in conformità con la norma CEI 0-16 da un interruttore tripolare con sganciatore di apertura e sezionatore tripolare da installare a monte dell'interruttore. Esso è identificato nella tavola **04.02** dallo scomparto SC3 del quadro MT utente installato nel locale utente cabina consegna energia. Il sistema di protezione generale SPG sarà costituito da TA, TV, Relè e circuiti di apertura dell'interruttore conformi con le prescrizione della norma CEI 0-16.

Saranno predisposte le seguenti protezioni da attivare in conformità con il piano di puntamento trasmesso dal gestore di rete:

Massima corrente bipolare a tre soglie

- sovraccarico a tempo dipendente
- I>> con intervento ritardato a tempo indip. (codice ANSI 51)
- I>> con intervento istantaneo a tempo indip. (codice ANSI 50)

Massima corrente omopolare a due soglie

- Io> per guasti monofasi a terra (codice ANSI 51N)
- Io>> per guasti doppi monofase a terra (codice ANSI 50N)

Direzionale di terra a due soglie (codice ANSI 67N)

- Prima soglia per guasti a terra in regime di neutro isolato
- Seconda soglia per guasti a terra in regime di neutro compensato

5.4.2. Dispositivo di interfaccia "DDI" e protezione di interfaccia "SPI"

Il Dispositivo di interfaccia "DDI" coinciderà con il Dispositivo Generale "DG". Esso sarà realizzato in conformità con la norma CEI 0-16 da un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione (vedi tavola **04.02)**. Il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) sarà costituito da relè di frequenza, tensione e tensione omopolare. I segnali di tensione saranno ricavati dai TV installati nello scomparto SC02 "Misure".

Le protezioni previste saranno le seguenti:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (codice ANSI 59)
- minima tensione (ritardo tipico:300 ms) (codice ANSI 27)
- massima frequenza (senza ritardo intenzionale) (codice ANSI 81>)
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (codice ANSI 81<)
- massima tensione omopolare Vo lato MT (ritardata) (codice ANSI 59Vo)

5.5. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

All'atto di accettazione del preventivo di connessione, il proponente ha manifestato la volontà di realizzare in proprio l'impianto di rete per la connessione, compresa la gestione di tutto l'iter autorizzativo come previsto dall'art. 16.1 e dell'allegato A della delibera 99/08 (TICA) e successive integrazioni, vigente all'atto della presentazione della richiesta di connessione. L'impianto di rete e le relative opere accessorie, a costruzione avvenuta saranno però comprese nella rete dell'impresa distributrice e quindi sarà acquisito al patrimonio di Enel e verrà utilizzato per l'espletamento del servizio pubblico di distribuzione dell'energia elettrica di cui Enel Distribuzione è concessionaria.

Si precisa inoltre che :

- l'autorizzazione all'esercizio dell'impianto di rete per la connessione sarà rilasciato in favore di "ENEL Distribuzione S.p.A.;
- l'autorizzazione alla costruzione dell'impianto di rete per la connessione sarà rilasciato in favore della società Elettrostudio Energia S.p.A.. Ciò poiché quest'ultima all'atto dell'accettazione del preventivo ha fatto richiesta di realizzare in proprio tali opere.

Saranno inoltre stipulate opportune servitù inamovibili e di elettrodotto a favore di Enel Distribuzione.
La progettazione e realizzazione dell'impianto di rete per la connessione sarà conforme con quanto previsto dal Preventivo di connessione fornito da Enel Distribuzione.
Per la connessione dell'impianto alla rete è previsto il collegamento in entra-esce alla linea MT 15 kV DD9006412 ORCO FEGLINO mediante la posa di sue conduttori ciascuno con formazione 1x3x185 mmq AL all'interno di un tubo corrugato interrato. La profondità di posa del tubo all'estradosso sarà pari ad 1 m.
Per quanto riguarda il suddetto collegamento verrà utilizzata una canalizzazione esistente in tubo PVC corrugato diametro 125 mm. posata a lato della SP 23, canalizzazione che va dalla cabina di consegna, ed esce dal ciglio stradale di fronte alla posizione di collegamento sulla linea MT aerea, per una lunghezza di circa 340 metri. all'interno della canalizzazione sopra descritta saranno inseriti i conduttori AL 1x3x185i.
Non sono quindi necessarie nuove opere di scavo sulla sede stradale per la realizzazione della canalizzazione. Resta da realizzare un breve tratto di qualche metro per il raccordo della canalizzazione esistente con il punto di collegamento sulla linea MT.
Presso la posizione prevista per la cabina di consegna arriva attualmente una linea aerea in antenna, derivata dalla linea MT ORCO FEGLINO, all'estremità di tale linea proprio in la prossimità della cabina di consegna è posizionato il PTP (Posto Trasformazione su Palo) Pian Merlino.
Il PTP verrà sostituito da nuova cabina ENEL in muratura inserita nella struttura della cabinadi consegna, per il quale sono state prescritte le dimensioni interne di 5m x 4 m.
Il nuovo collegamento alla rete MT esistente sarà pertanto quello precedentemente descritto.
Occorre altresì considerare che a seguito della costruzione della nuova cabina MT/BT in muratura, l'elettrodotto aereo esistente che alimenta l'attuale PTP, verrà interamente recuperato, compresi i cinque sostegni eliminando una situazione visiva alquanto impattante sul territorio.

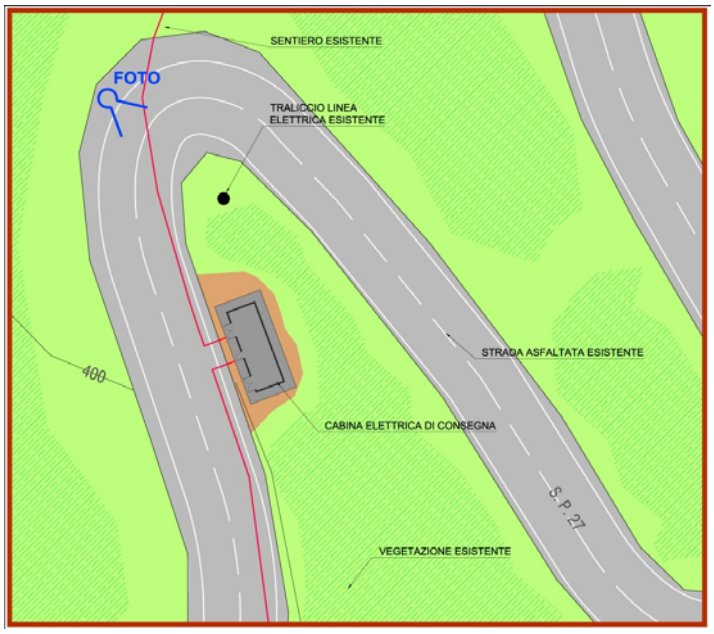


Figura 16 – Ubicazione cabina di consegna – loc. Pian Merlino

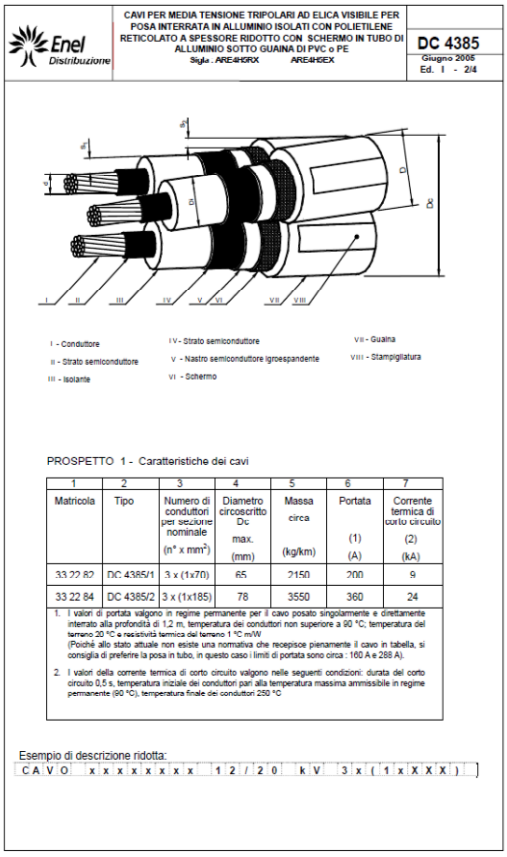


Figura 17 – Foto del sostegno esistente e trasformatore PTP da rimuovere

5.5.1.1. Caratteristiche tecniche dei cavi lato rete

I cavi che verranno utilizzati, come da specifica tecnica di Enel Distribuzione, avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo: ARE4H5RX
- Norme: CEI 20-13
- Tensione nominale di isolamento: 12/20kV
- Materiale conduttore: Alluminio
- Sezione nominale: 185 mm^2
- Numero di Conduttori: 3
- Formazione: tripolare ad elica visibile
- Profondità minima di posa: ≥ 1 m dall'estradosso superiore della protezione
- Portata nominale posa interrata: 360 A (conduttori a trifoglio)
- Raggio minimo di curvatura: ≥ 1,5 m



Enel Distribuzione

CAVI PER MEDIA TENSIONE TRIPOLARI AD ELICA VISIBILE PER POSA INTERRATA IN ALLUMINIO ISOLATI CON POLIETILENE RETICOLATO A SPESSORE RIDOTTO CON SCHERMO IN TUBO DI ALLUMINIO SOTTO GUAINA DI PVC o PE

Sigla: ARE4H5RX ARE4H5EX

DC 4385
Giugno 2008
Ed. I - 2/4

I - Conduttore
II - Strato semiconduttore
III - Isolante
IV - Strato semiconduttore
V - Nastro semiconduttore igroespandente
VI - Schermo
VII - Guaina
VIII - Stampigliatura

PROSPETTO 1 - Caratteristiche dei cavi

1	2	3	4	5	6	7
Matricola	Tipo	Numero di conduttori per sezione nominale (n° x mm^2)	Diametro circoscritto Dc max. (mm)	Massa circa (kg/km)	Portata (1) (A)	Corrente termica di corto circuito (2) (kA)
33 22 80	DC 4385/1	3 x (1x70)	65	2150	280	9
33 22 84	DC 4385/2	3 x (1x185)	78	3550	360	24

1. I valori di portata valgono in regime permanente per il cavo posato singolarmente e direttamente interrato alla profondità di 1,2 m, temperatura dei conduttori non superiore a 90 °C; temperatura del terreno 20 °C e resistività termica del terreno 1 °C m/W (Poiché allo stato attuale non esiste una normativa che recepisce pienamente il cavo in tabella, si consiglia di preferire la posa in tubo, in questo caso i limiti di portata sono circa : 160 A e 288 A).
2. I valori della corrente termica di corto circuito valgono nelle seguenti condizioni: durata del corto circuito 0,5 s, temperatura iniziale dei conduttori pari alla temperatura massima ammissibile in regime permanente (90 °C), temperatura finale dei conduttori 250 °C

Esempio di descrizione ridotta:
CAVO xxxxxxxx 12/20 kV 3x(1xXXX)

Figura 18 – Caratteristiche cavo MT ARE4H5EX 3x1x185mm^2

5.5.1.2. Modalità e posa dei cavi

La modalità di posa sarà, con riferimento alla Norma CEI 11-17, del tipo N "Cavi in tubo interrato".
La realizzazione del cavidotto interrato sarà conforme, oltre che alla predetta norma CEI, anche alle disposizioni costruttive pubblicate da Enel Distribuzione S.p.A.
I cavi verranno posati entro un tubo protettivo in polietilene flessibile "tipo corrugato" (omologazione ENEL DS 4247/6) avente diametro 160 mm (non inferiore a 1,4 volte il diametro circoscritto dal fascio di cavi) al di sotto del manto stradale. Il tubo interrato corrugato, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 11-17, costituirà una protezione meccanica supplementare, in grado di sopportare le sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo. La profondità minima di posa dall'estradosso della protezione sarà maggiore di 1 m in conformità con il Codice della Strada D.P.R 16 dicembre 1992, n. 495-art.66. Sarà inoltre posato, a non meno di 20 cm di distanza dall'estradosso della protezione, un nastro monitore riportante la dicitura "ENEL CAVI ELETTRICI". Le sezioni tipiche di posa del cavidotto di progetto su strada asfaltata, sono rappresentate nelle tavole di progetto.

5.5.2. Interferenze tra il cavidotto ed altri sottoservizi

Il cavidotto lato utente non interferisce con sottoservizi. Il cavidotto di consegna lato rete interferisce in un solo punto con le tubazioni dell'acquedotto lungo la SP in corrispondenza della posizione della cabina elettrica. In fase realizzativa verranno messe in atto le misure indicate al paragrafo seguente.

5.5.2.1. Coesistenza tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione

Prescrizioni per gli Incroci - Norme CEI 11-17

Quando entrambi i cavi sono direttamente interrati, debbono essere osservate le seguenti prescrizioni:

- il cavo di energia deve, di regola, essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con un idonea protezione meccanica che deve essere disposta simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima sopra indicata, la protezione suddetta deve essere applicata su entrambi i cavi.
La protezione meccanica di cui sopra deve essere costituita da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo (Norma CEI 7-6) od inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2 mm. Sono ammessi involucri protettivi differenti purché presentino adeguata resistenza meccanica e siano, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

Quando almeno uno dei due cavi e posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessita di effettuare scavi, non e necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

Indicazioni operative per gli incroci

In ogni caso si devono applicare le protezioni prescritte dalle Norme CEI 11-17 sulla linea posta superiormente e, se la distanza tra le due opere misurata sulla verticale é inferiore di 0,3 m, anche su quella posata inferiormente.

Si rammenta che deve comunque essere osservata la profondità minima di posa dei cavidotti MT (per la profondità di posa del cavidotto di Telecomunicazioni, contattare il gestore del servizio).

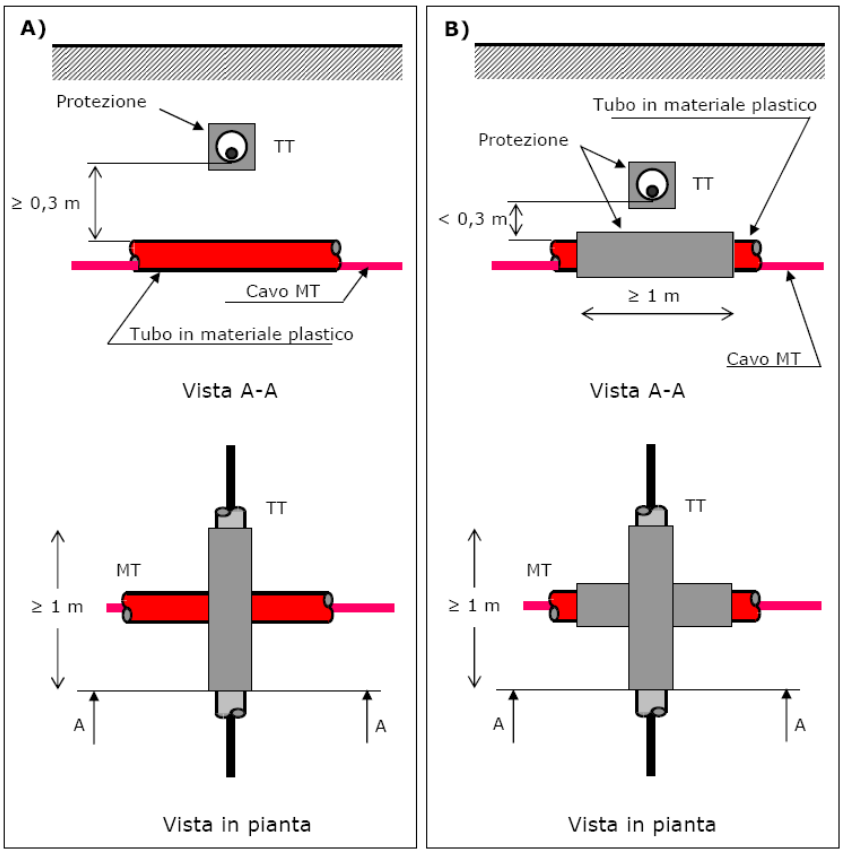


Figura 19 - Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT): soluzione preferenziale (linea TT sovrapassante)

Nelle figure sono sinteticamente illustrate le condizioni suddette, é stata indicata la distanza tra i tubi in luogo di quella tra i due cavi (più pratico e comunque cautelativo).

Prescrizioni per il PARALLELISMO - Norme CEI 11-17

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione devono, di regola, essere posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso per esempio di posa lungo la stessa strada, possibilmente ai lati opposti di questa.

Ove per giustificate esigenze tecniche il criterio di cui sopra non possa essere seguito, è ammesso posare i cavi vicini fra loro purché sia mantenuta, fra essi, una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m.
Qualora detta distanza non possa essere rispettata, si deve applicare sul cavo posato alla minore profondità, oppure su entrambi i cavi quando la differenza di quota fra essi e minore di 0,15 m, uno dei dispositivi di protezione descritti in precedenza.
Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi e posato, per tutta la tratta interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi.

Indicazioni operative per il PARALLELISMO

Premesso che la indicazione generale è quella di posare i cavidotti MT sul lato opposto della strada rispetto ai cavi di telecomunicazione, nei casi in cui ciò non fosse possibile è accettabile una collocazione più ravvicinata mantenendo comunque una distanza tra le due opere di almeno 0,3 m misurati sulla proiezione in pianta.

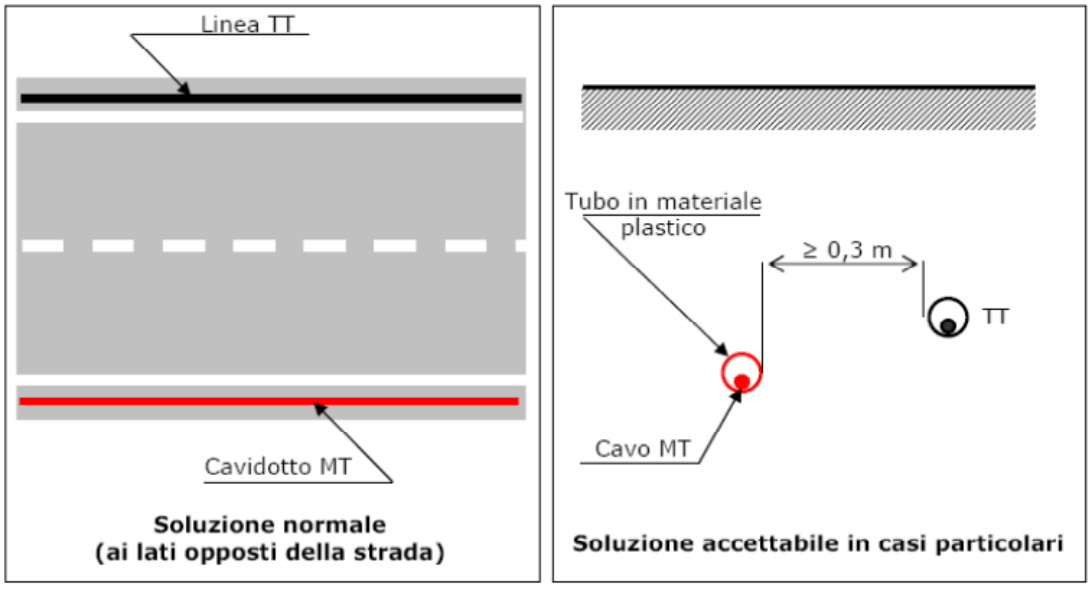


Figura 20 – Parallelismo tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione (TT) - senza necessità di protezione

Laddove non sia possibile mantenere neppure la distanza di 0,3 m sul piano orizzontale si dovrà preventivamente informare il tecnico Enel per definire una soluzione tecnica conforme alle norme e alle prescrizioni imposte dal Ministero dello Sviluppo Economico - dipartimento per le Comunicazioni (MSE).
Si rammenta che deve comunque essere osservata la profondità minima di posa dei cavidotti MT (per la profondità di posa del cavidotto TT contattare il gestore del servizio).

5.5.2.2. Coesistenza tra cavi energia e tubazioni metalliche

Prescrizioni per gli Incroci - Norme CEI 11-17

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) o a servizi di posta pneumatica non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse.
Non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito.
Nessuna particolare prescrizione e data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, e superiore a 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio e contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

NOTA. I manufatti di protezione e gli elementi separatori in calcestruzzo armato si considerano non metallici; come manufatto di protezione di singole strutture con sezione circolare possono essere utilizzati collari di materiale isolante fissati ad esse.

Le distanze sopra indicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le opere sono contenute in manufatti di protezione non metallici.
Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare puntualmente le prescrizioni sui "parallelismi" di cui al punto seguente.

Indicazioni operative per gli incroci

Va osservata la distanza minima di 0,3 m misurata tra le superfici affacciate sia nel caso in cui la tubazione metallica è sovrapassante che in quello in cui è sottopassante (figura 21).
Se ciò non è possibile avvisare il tecnico Enel per definire la soluzione.
Si rammenta che deve comunque essere osservata la profondità minima di posa dei cavidotti MT – BT (per la profondità di posa della tubazione metallica contattare il gestore del servizio).

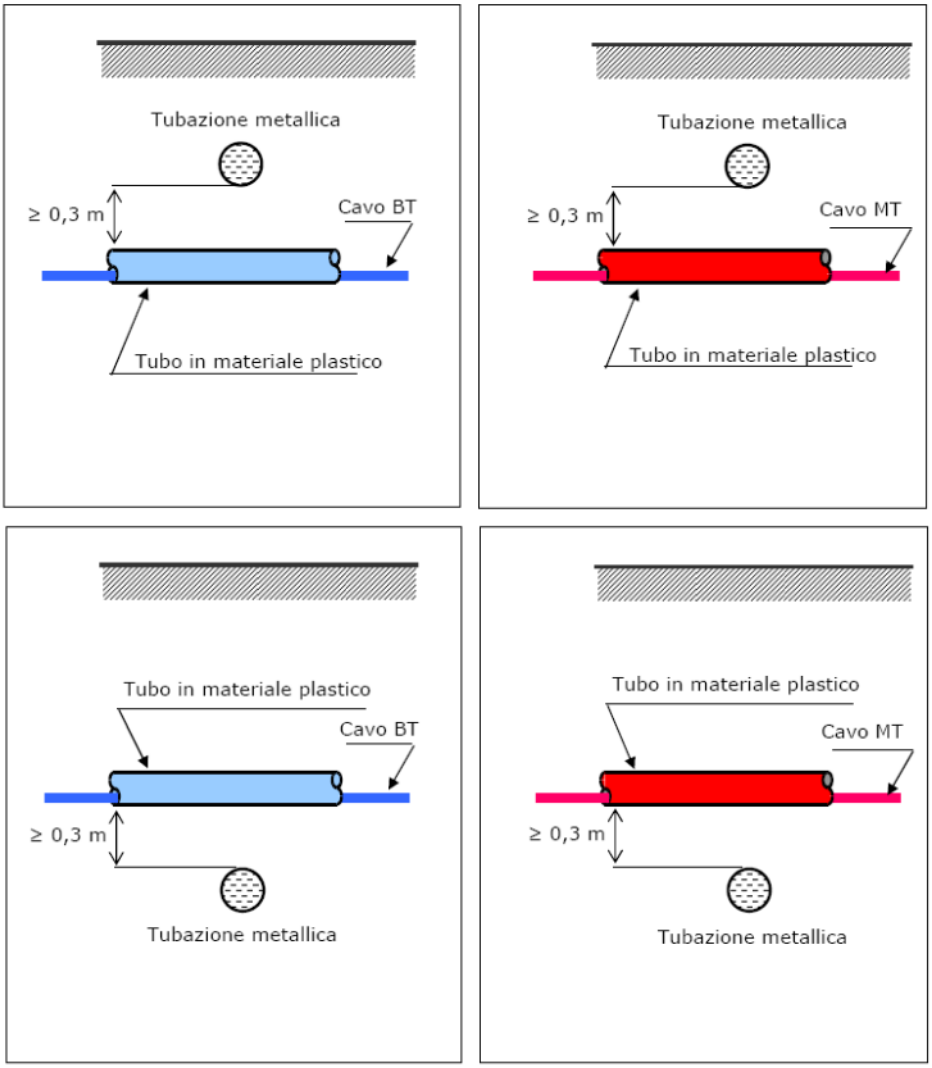


Figura 21 – Incroci tra cavidotti e tubazioni metalliche

Prescrizioni per il PARALLELISMO - Norme CEI 11-17

Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m.

Si puo tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate e superiore a 0,50 m;

b) quando tale differenza e compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le due strutture elementi separatori non metallici (come precedentemente definiti), nei tratti in cui la tubazione non e contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro uso, tale tipo di posa e invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro. Per quanto applicabile, far riferimento anche alla Norma CEI UNI 70029 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo – Criteri generali e di sicurezza".

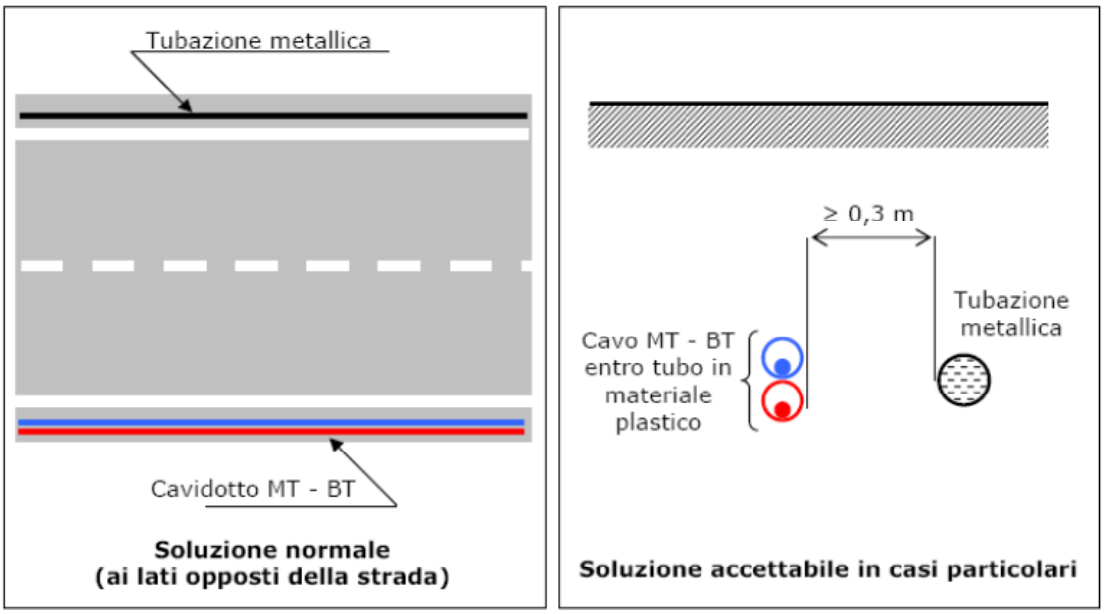


Figura 22 – Parallelismo tra cavidotti e tubazioni metalliche

Indicazioni operative per il PARALLELISMO

Premesso che la indicazione generale è quella di posare i cavidotti MT-BT sul lato opposto della strada rispetto alle tubazioni metalliche, nei casi in cui ciò non fosse possibile, è accettabile anche una posizione più ravvicinata mantenendo una distanza di almeno 0,3 m misurati sulla proiezione in pianta. Se ciò non è possibile avvisare il tecnico Enel per definire la soluzione.
Si rammenta che deve comunque essere osservata la profondità minima di posa dei cavidotti MT (per la profondità di posa della tubazione metallica contattare il gestore del servizio).

5.6. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di messa a terra della cabina di consegna e degli aerogeneratori T1, T2 sono indipendenti. Lo scopo è quello di garantire l'equipotenzialità di tutte le strutture metalliche ed in modo particolare di quegli elementi d'impianto con le quali un individuo può contemporaneamente venire a contatto.

L'impianto di terra della cabina di consegna e degli aerogeneratori dovrà essere coordinato, ai sensi della norma CEI 11-1, in conformità con il valore di corrente di guasto monofase a terra ed il tempo di eliminazione del guasto che verranno comunicati dal Gestore di rete.

Il valore della resistenza di terra dell'impianto disperdente, inoltre, deve essere coordinato con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto elettrico. A tal fine sono stati previsti:

- Dispersori orizzontali, costituiti da corde nude interrate;
- Dispersori verticali, costituiti da picchetti a croce;
- Dispersori naturali (di fatto) costituiti dai ferri di armatura delle fondazioni.

5.6.1. Protezione contro i contatti diretti

Tutti i circuiti e le apparecchiature dell'impianto elettrico saranno protetti contro i contatti diretti: la protezione sarà realizzata mediante isolamento o involucri che garantiscano la protezione totale, come indicato nella Norma CEI 64-8, art. 412.1 e 412.2.

5.6.2. Protezione contro i contatti indiretti

Tutti i circuiti dell'impianto elettrico saranno protetti contro i contatti indiretti, come indicato all'articolo 431 della Norma CEI 64-8. La protezione consiste nel prevedere misure intese a proteggere persone in caso di contatto con parti conduttrici normalmente non in tensione, che potrebbero innalzare il loro potenziale in caso di guasto a terra. In particolare sono previste le seguenti misure di protezione:

1. interruzione automatica dell'alimentazione (art. 413.1);
2. protezione con componenti di Classe II o equivalenti (art. 413.2).

Misure di Protezione per i sistemi TN

Nel caso di guasto in b.t. le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti saranno tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo alla seguente relazione:

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

Z_S = è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a = è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tabella 41 A in funzione della tensione nominale Uo oppure, nelle condizioni specificate

nella Norma CEI 64-8 (Art. 413.1.3.5), entro un tempo convenzionale non superiore a 5 sec; se si usa un interruttore differenziale, Ia è la corrente differenziale nominale Idn;
U_0 = è la tensione nominale in corrente alternata, valore efficace tra fase e terra.

U_0 (V)	Tempo di interruzione (sec)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tabella 8 – Tabella 41 A - Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5s sono ammessi per i circuiti di distribuzione.
Un tempo di interruzione superiore a quello richiesto dalla tab. 41 A ma non superiore a 5s è ammesso anche per un circuito terminale che alimenti solo componenti elettrici fissi, a condizione che, se altri circuiti terminali che richiedono i tempi interruzione indicati nella tabella A sono collegati al quadro di distribuzione o al circuito di distribuzione che alimenta quel circuito terminale, sia soddisfatta una delle seguenti condizioni:

l'impedenza del conduttore di protezione tra il quadro di distribuzione ed il punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale non sia superiore a :

$$Z \leq \frac{50}{Uo} Zs\,(\Omega)$$

esista un collegamento equipotenziale che colleghi al quadro di distribuzione localmente gli stessi tipi di masse estranee e soddisfi le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale.

5.6.3. Conduttori di protezione

Tutti gli utilizzatori dotati di morsetto di terra, "componenti elettrici di classe I", dovranno essere collegati all'impianto di messa a terra tramite conduttori di protezione (PE). In accordo con le prescrizioni di cui al Capitolo 543 della Norma CEI 64-8, i conduttori di protezione possono essere scelti in base alla presente tabella :

Sezione del conduttore di Fase	Sezione del conduttore di Protezione (PE)
Sf ≤ 16 mm2	SPE = Sf
16 < Sf ≤ 35 mm2	SPE = 16 mm2
Sf > 35 mm2	SPE = ½ Sf

Tabella 9 –Tabella 54F : Relazione tra sezioni dei conduttori di fase ed i conduttori di protezione

In alternativa i conduttori di protezione possono essere dimensionati utilizzando il metodo di calcolo indicato nel capitolo 543.1.1 della norma.

5.6.4. Protezioni dalle sovracorrenti

Tutti i circuiti dell'impianto elettrico devono essere protetti dal sovraccarico e corto circuito, mediante dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si verifica una sovracorrente.
Tale protezione verrà realizzata con interruttori magnetotermici e/o interruttori con fusibili, che devono essere correttamente dimensionati secondo le condizioni:

Protezione da sovraccarico:

$$Ib \leq In \leq Iz \quad \text{ed} \quad If \leq 1{,}45\ Iz$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

Iz = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);

In = corrente nominale del dispositivo di protezione;

If = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Protezione da corto circuito:

$$\sqrt{I^2 \cdot t} \leq K\ S \quad \text{oppure} \quad S \geq \frac{I\sqrt{t}}{K}$$

t = durata in secondi;

S = sezione minima in mm²;

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

K = coefficiente indicato nel Capitolo 543.1 della Norma CEI 64-8.

K	Tipo isolamento (conduttori in Rame)
115	Conduttori multipolari isolati in PVC
143	Conduttori multipolari isolati con gomma etilenpropilenica (EPR)
143	Conduttori multipolari isolati con propilene reticolato (XLPE)
143	Conduttori unipolari isolati in PVC o in rame nudo a contatto con altre guaine
176	Conduttori unipolari isolati in EPR o in rame nudo a contatto con altre guaine
228	Conduttori di protezione nudi a vista in locali non accessibili

Tabella 10 – Valori di K

5.7. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

Al fine di permettere il funzionamento completamente automatico dell'impianto eolico, nonché il controllo remoto di tutte le apparecchiature (telegestione), sarà necessario realizzare un sistema di controllo e supervisione, con un elevato grado di informatizzazione. Si dovrà scegliere un sistema avente :

- elevate prestazioni,
- alta affidabilità,
- ridotto numero di componenti,
- rapida e facile individuazione dei problemi,
- bassi costi di esercizio e manutenzione,
- ampie possibilità di espansione,
- protocolli di comunicazione aperti.

In caso di emergenza, per mancanza rete o per qualsiasi anomalia, il sistema di controllo dovrà essere messo nelle condizioni di portare l'impianto in stato di sicurezza. Il corretto funzionamento dell'intero campo eolico, verrà gestito da un'unica postazione di controllo attraverso un sistema di supervisione e controllo che integrerà in un'unica funzione il sistema di supervisione delle turbine eoliche e quello dell'impianto elettrico. Verrà realizzata una postazione di controllo locale all'interno della cabina consegna cui avrà accesso il personale qualificato. Ulteriori postazioni di controllo remoto potranno essere predisposte in funzione delle necessità del gestore dell'impianto. Per la gestione del sistema dovrà essere installata n°1 stazione di supervisione (PC) che costituisce sia l'interfaccia operatore con l'impianto, sia il sistema per la storicizzazione delle variabili e l'archiviazione di eventi ed allarmi.
Essa sarà costituita da PC di mercato con elevati standard qualitativi e basate su sistema operativo a 32 bit Microsoft Windows 2000 o superiore. Nella stazione sarà installato il software SCADA (Supervision Control And Data Acquisition), particolarmente efficace in quanto, oltre a sfruttare le consuete e standardizzate funzionalità del sistema operativo Windows, non richiede la conoscenza di alcun linguaggio di programmazione per lo sviluppo e la messa a punto. La stazione operatore locale sarà un "Server SCADA" destinato alla comunicazione con il PLC o DCS ed all'archiviazione di tutte le variabili di impianto in un database di tipo real-time. In tale PC Server ogni variabile dell'impianto (analogica o digitale) dovrà essere associata ad un nome univoco (Tag) e messa a disposizione di :

- software Client, per la visualizzazione all'operatore tramite pagine grafiche;
- software di archiviazione interna per le storicizzazioni;
- pacchetti software esterni di tipo gestionale/amministrativo.

Il software SCADA dovrà essere fornito con licenza che permetta la gestione di tutte le variabili di impianto con una scorta del 30% e comunque non meno di 300 variabili.

Dovranno essere inoltre forniti gli opportuni driver (software) per dialogare con le CPU in campo e, qualora necessario, le relative interfacce hardware; nell'eventualità siano presenti apparecchiature speciali fornite da terze parti (inverter, analizzatori di rete, ecc.) questi saranno dotati di protocollo standard industriale ModBus. Lo SCADA deve poter gestire fino a 4 Driver diversi contemporaneamente. Qualora il software SCADA Server sia dotato di blocchi per elaborazioni analogiche e/o digitali, questi compiti, per garantire all'impianto una maggiore affidabilità e flessibilità, dovranno essere demandati al sistema di controllo e regolazione (PLC/DCS). Nel database interno, qualora necessario, ad ogni variabile dovrà essere associata una o più soglie di allarme per la segnalazione delle anomalie dell'impianto o della fuoriuscita dai limiti di sicurezza e/o di funzionamento. Lo SCADA dovrà quindi archiviare ogni evento e allarme con data, ora e descrizione, sia a video che su files e stampante. Nella stazione Server dovranno essere caricate e rese funzionanti le stesse pagine grafiche predisposte per la Stazione Client, nonchè dovrà essere predisposto nel sistema operativo il "Server di Accesso Remoto" per utilizzare la telegestione. La stazione Server avrà in linea generale le seguenti caratteristiche:

- Processore Intel Pentium (o compatibile) minimo 1GHz
- Memoria RAM 512 MB
- Hard Disk 40 GB
- Scheda video SVGA AGP
- Floppy disk 3,5"
- CD-ROM 52x
- Tastiera, Mouse
- Interfaccia per il collegamento con il sistema di controllo (PLCIDCS)
- Monitor LCD 19" a colori;
- Interfaccia Ethernet
- Sistema Operativo Microsoft Windows 2000 o superiore
- Software SCADA Runtime (Server+Client)

5.7.1. Sistema di supervisione e controllo turbina eolica

L'unità produttiva verrà inserita in una rete di supervisione e controllo dedicata che consentirà sia l'ottimale gestione della torre eolica che la storicizzazione delle produzioni e di tutti i dati delle grandezze elettriche, meccaniche che si ritiene necessario monitorare.

A base torre vi sarà un quadro di controllo e supervisione compreso di un sistema grafico digitale in grado di visualizzare tutte le grandezze elettriche e meccaniche del sistema. Tutti i dati verranno trasferiti, attraverso una fibra ottica multimodale 62,5/125µm posata lungo il tracciato del cavidotto MT, al sistema generale di supervisione posto all'interno della cabina consegna.

Da quest'ultimo, a mezzo modem, si trasferiranno in remoto i principali dati della supervisione consentendo il controllo/supervisione dell'impianto da distanza.
Nella figura seguente è rappresentato uno schema a blocchi del sistema di supervisione.
Il sistema di supervisione consentirà di monitorare le seguenti grandezze principali:

- Controllo real-time della potenza attiva e reattiva della singola torre nonché dell'intero campo eolico;
- Controllo e monitoraggio delle turbine e degli strumenti a scopo meteorologico;
- Disponibilità on-line per ogni turbina di: stato, potenza, velocità del vento, tensione, corrente, temperature e allarmi;
- Riepilogo sia grafico che di testo sullo stato dell'impianto;
- Monitoraggio generatore;
- Rappresentazione grafica della producibilità;
- Accesso sicuro al sistema tramite login con identificazione utente e password protetta;
- Controllo remoto di una singola turbina o di un gruppo di turbine

5.7.2. Sistema di supervisione impianto elettrico

Il sistema di supervisione e controllo dell'impianto elettrico consentirà di monitorare e controllare lo stato degli organi elettrici di protezione e controllo. Esso consentirà inoltre di monitorare le principali grandezze elettriche dell'impianto in oggetto, quali tensioni, correnti, potenza attiva e reattiva, ecc. L'interfaccia normale con l'operatore avverrà attraverso un PC locale all'interno della cabina consegna.
Per le sole apparecchiature di protezione installate nella sala quadri, tramite l'interfaccia sarà possibile accedere alle operazioni di esclusione e/o messa in servizio dell'impianto. L'operazione sul PC avverrà mediante pagine opportunamente configurate, con la rappresentazione delle misure e delle segnalazioni più significative, con la possibilità di richiamare i pulsanti di comando delle principali operazioni secondo quanto sotto specificato. Sulle pagine dei PC saranno inoltre riportati gli stati di tutti gli organi di manovra e tutti gli allarmi con sequenza di acquisizione e memorizzazione e in pagine apposite sarà riportata la registrazione cronologica delle manovre e degli eventi. L'assunzione del controllo (possibilità di eseguire comandi) dal PC locale avverrà mediante l'inserimento di una password al fine di garantire che le manovre vengano sempre eseguite in presenza di personale qualificato. Il sistema di controllo della sottostazione dovrà consentire i seguenti modi di funzionamento:

- manuale;
- automatico passo-passo;
- automatico;

Nel modo di funzionamento **manuale**, destinato essenzialmente all'esecuzione di prove, l'operatore potrà eseguire le manovre di avviamento, sincronizzazione, parallelo, agendo sui comandi in campo e acquisendo le informazioni di ritorno per procedere, dalla strumentazione e dalle segnalazioni locali. Nessun automatismo se non le protezioni, interviene in tal caso a gestire il funzionamento o ad impedire manovre errate. Nel modo di funzionamento **automatico passo-passo**, le operazioni possono essere eseguite, sia dal PC locale, sia da quello remoto, sotto il controllo del PLC, ma il passaggio da ciascuna fase dell'avviamento o dell'arresto alla successiva avverrà solo su richiesta dell'operatore, sempre che vi siano le condizioni perché il passo possa essere eseguito. Nel modo di funzionamento **automatico**, le operazioni saranno interamente eseguite dall'automatismo su semplice comando di Avviamento o di Arresto e, ove sussistano le condizioni, l'automatismo comanderà il riavviamento anche in caso di arresto non accompagnato da Blocco.

5.8. PRESIDIO ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO

L'impianto nel suo insieme è completamente automatizzato. Verrà monitorato da un operatore con sede in vicinanza al campo eolico. In caso di avaria il generatore dispone di tutti i dispositivi per arrestare il sistema e trasmettere l'allarme al sito centralizzato, qui è prevista l'installazione di un compilatore telefonico che trasmetta il tipo di anomalia alla persona predisposta di prima chiamata. Il preposto, dopo aver constatato la tipologia del guasto, potrà intervenire e, in caso di guasto non evolutivo, dare il reset alla centrale di allarme e ripristinare il funzionamento dell'impianto o del singolo aerogeneratore. Nel caso il guasto sia evolutivo, ovvero che esso persista, il preposto chiamerà il referente competente per la tipologia di guasto. Si fa presente che nel **95%** dei casi i guasti non sono evolutivi ed il semplice "reset" produce il riavviamento dell'impianto. Nel **5%** rimanente dei casi si hanno fuori servizio dovuti ai guasti sulla rete Enel per perturbazioni estive dovute a fulminazioni indirette, ed a guasti elettrici di varia natura su componenti minuti. Solo l'**1%** è rappresentato da guasti evolutivi importanti, per esempio lo scoppio del terminale di un cavo, danni per cedimenti dielettrici al trasformatore o all'alternatore, oppure, ancora più rari, guasti meccanici al rotore e moltiplicatore di giri.

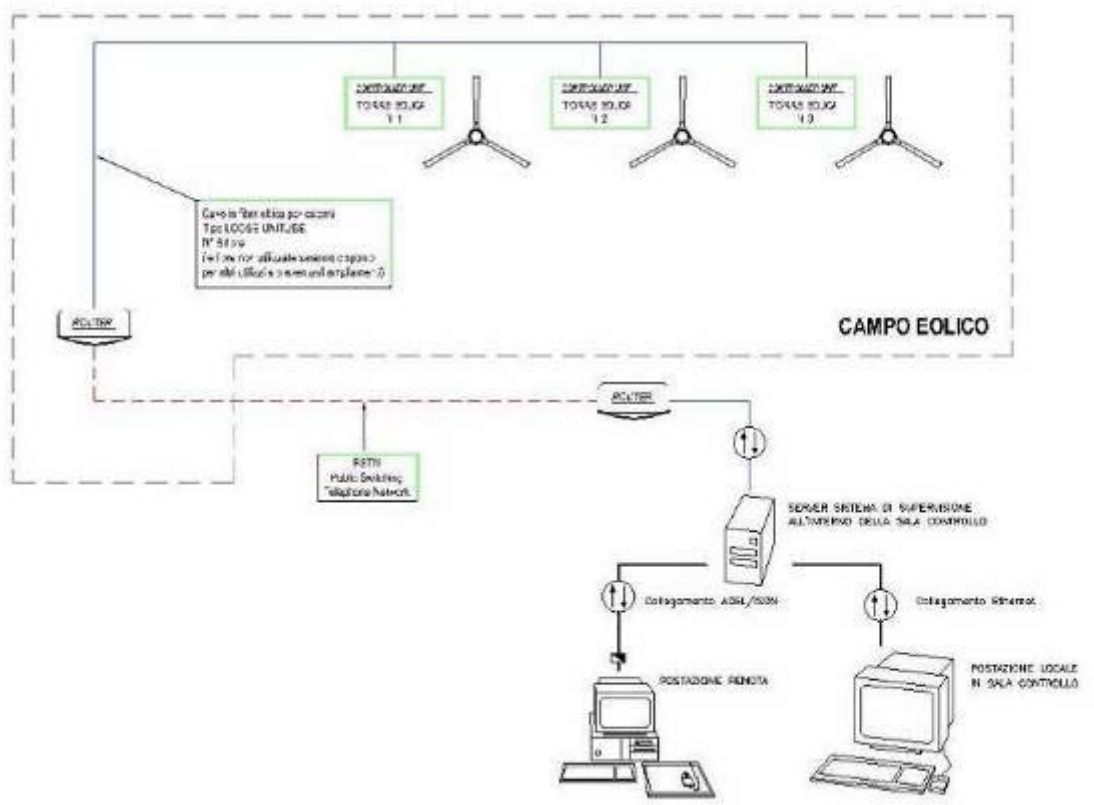


Figura 23 – Schema sistema supervisione e controllo dell'impianto

6. PRODUZIONE DI RIFIUTI

La costruzione e l'esercizio di un parco eolico, data la grande semplicità costruttiva e di gestione dell'opera, non determinano significative produzioni di rifiuti.

6.1. TERRENI E ROCCE DA SCAVO

Le attività di cantiere per la realizzazione dell'impianto sono riconducibili, per la gran parte, al movimento di terre, alla realizzazione di getti in conglomerato cementizio armato, alla realizzazione di strade ed allo scavo delle trincee per i cavidotti.
In particolare, in fase di cantiere, la produzione di rifiuti è principalmente associata al movimento di terre dovuto alle seguenti opere ed infrastrutture:

- opere provvisionali (piazzole in fase di cantiere);
- opere civili di fondazione per il sostegno degli aerogeneratori;
- opere di viabilità;
- opere per la realizzazione dei cavidotti per il trasporto dell'energia generata.

Al fine di regolamentare una corretta gestione di tali materiali si fa riferimento agli art. 185 e 186 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale, come modificato dal D.Lgs 4/2008 e s.m.i. Le terre da scavo, secondo quanto disciplinato dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i, infatti, possono essere riutilizzate nell'ambito delle attività di cantiere purchè si rispetti quanto previsto all'art. 185 e 186 del suddetto decreto e solo nel caso in cui la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti (D.Lgs 152/06, Titolo V, parte IV, allegato 5, tabella 1).
Verificato l'inquadramento geologico dell'area, l'analisi storica delle attività umane svolte nel sito e la verifica delle fonti di pressione ambientale presenti nell'area vasta è ragionevole ritenere che i terreni non presentino alcun tipo di inquinamento.
Prima di iniziare la realizzazione delle opere e la movimentazione dei terreno verrà svolta un'indagine di caratterizzazione dei terreni presenti in sito al fine di rappresentare in modo adeguato le caratteristiche del terreno. Per quanto riguarda il prelevamento dei campioni, la loro quantità e le analisi chimiche, si prevede di procedere con le seguenti modalità:

- la campionatura verrà eseguita in misura di due campionamenti di materiale in cumulo per ogni scavo (uno per il materiale superficiale ed uno per il materiale arido) nel rispetto della norma UNI 10802";
- le operazioni di campionamento verranno eseguite mediante sondaggi spinti alla profondità massima di 1,0 m dal piano campagna;
- l'analisi sarà effettuata considerando un campione medio prelevato ad una profondità compresa tra 0-1,0m;

L'analisi determinerà la presenza dei seguenti parametri:

- Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Piombo, Rame, Zinco;
- Policlorobifenili (PCB);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati nel D.Lgs. 152/06, parte IV, allegato 5, tabella 1.

I risultati delle analisi effettuate verranno trasmesse ad A.R.P.A.L.

Dalle operazioni di scavo previste in cantiere derivano principalmente due tipologie di materiali che possono essere così suddivisi:

- il materiale superficiale, rimosso durante lo scotico e classificato come terreno vegetale
- il terreno proveniente dallo strato piu' profondo, derivante dagli scavi per la fondazione e per i cavidotti, indicato genericamente come terreno arido;

Nella presente sede di progettazione definitiva si prevede il totale riutilizzo del terreno per tutti quei interventi di ripristino delle piazzole al termine della operazioni di montaggio ovvero per operazioni di ricarica della viabilità esistente.

Il terreno arido proveniente dallo strato più profondo, alla luce dei dati geotecnici a disposizione, potrà essere riutilizzato per la formazione della sovrastruttura stradale; una volta sottoposto a prove geotecniche in sito (es. prove su piastra) in modo da verificarne la portanza e qualora dovessero esserne confermate le buone caratteristiche meccaniche, verrà mantenuto in sito in modo da costituire il pacchetto stradale di progetto e/o i materiali di riempimento dei cavidotti.

	STERRI	RIPORTI	DIFFERENZA
	(mc)	*(mc)*	*(mc)*
Piazzole Cantiere Aerogeneratori	20.000	9.000	+ 11.000
Piazzole Definitive Aerogeneratori	6.000	20.000	- 14.000
Viabilità accesso aerogeneratori	1.400	1.000	+ 400
Fondazioni	2.300	900	+ 1.400
Cavidotti	3.600	150	+ 3.450
Sistemazione fine cantiere (ricarica su viabilità esistente)	0	2.250	- 2.250
Totale	**33.300**	**33.300**	**0.00**

Come riportato nella tabella sopra, il bilancio del materiale minimizza al contempo l'impiego di terreno di riporto con il terreno di risulta dagli scavi. Per il calcolo dei volumi di sterro e di riporto si rimanda al computo metrico estimativo allegata alla presente.

Qualora le caratteristiche meccaniche dei materiali aridi di scavo dovessero non risultare idonee per un loro completo reimpiego in tutti gli strati della sovrastruttura stradale necessari, questi verranno utilizzati negli strati per le ricariche della viabilità esistente terminato il transito di mezzi pesanti.

Il terreno vegetale verrà stoccato in cantiere per un periodo di 6 mesi prima del suo riutilizzo. Qualora il periodo di stoccaggio dovesse essere superiore di 12 mesi verranno realizzate sui cumuli idonee

semine protettive con miscugli di specie erbacee ad elevato potere aggrappante, allo scopo di limitare le riduzioni della fertilità, il dilavamento e la dispersione di polveri.
Le modalità di intervento mirano a massimizzare l'uso razionale dei materiali provenienti dagli scavi al fine di ottenere vantaggi sia economici che ambientali dovuti alla minimizzazione degli impatti legati alla movimentazione ed al trasporto dei terreni. Il materiale temporaneamente accantonato per la successiva stesura nelle piazzole a fine lavori occuperà il minimo spazio e ne verrà evitata la dispersione.

6.2. ALTRI RIFIUTI

Durante la fase di costruzione dell'impianto, considerato l'alto grado di prefabbricazione dei componenti utilizzati (navicelle, pale, torri tubolari), si avrà una produzione di rifiuti non pericolosi originati prevalentemente da imballaggi (pallets, bags, imbrachi, etc.), che saranno raccolti e gestiti in modo differenziato secondo le vigenti disposizioni. In via del tutto indicativa, la quantità complessiva di rifiuti derivanti dalla realizzazione del progetto proposto sarà di circa 0,3 ton (imballaggi). Al termine delle attività di costruzione, inoltre, l'impresa incaricata rimuoverà ed avvierà a smaltimento e/o a recupero tutti i materiali di scarto prodotti e temporaneamente accumulati in loco. Per quanto riguarda l'aspetto ambientale in questione non si ritiene di dover prevedere particolari misure di mitigazione, ulteriori rispetto alle normali pratiche di buona gestione dei rifiuti stabilite dalla normativa vigente.
Durante la fase di cantiere, in particolare, una corretta gestione dei rifiuti prodotti prevederà:

- la raccolta selettiva dei rifiuti in cantiere, predisponendo contenitori separati e aree specifiche di accumulo e stoccaggio in funzione dalla tipologia di rifiuto prodotto che assicurino un adeguato contenimento del rischio di dispersione incontrollata dei rifiuti nell'ambiente;
- l'applicazione di tutte le misure necessarie per limitare la produzione di rifiuti, compreso il riutilizzo;
- la corretta gestione documentale da realizzarsi attraverso:
- classificazione dei rifiuti secondo i codici CER;
- verifica costante dei limiti di stoccaggio possibile in cantiere;
- compilazione registri carico/scarico, formulario di identificazione dei rifiuti;
- denuncia annuale al catasto rifiuti (MUD);
- archiviazione della documentazione ambientale in cantiere;
- il trasporto dei rifiuti pericolosi e non pericolosi da realizzarsi a seguito di verifica di idoneità delle ditte trasportatrici/smaltatrici.

Per quel che riguarda la fase di esercizio vi è generazione di rifiuti limitatamente alle attività di manutenzione per la sostituzione di olii e lubrificanti. Nella fattispecie per ogni macchina si inviano allo smaltimento/recupero circa 600 kg di olio ogni 18 mesi per ciascuno dei due aerogeneratori a partire dall'installazionePer quanto attiene allo smaltimento/recupero degli oli esausti si farà riferimento al D.Lgs. 95/92 (Consorzio obbligatorio di smaltimento degli olii esausti) ed alle successive modifiche in

attuazione della norma primaria D.Lgs 152/06. Gli oli usati per la lubrificazione delle parti meccaniche non costituiscono un possibile pericolo di perdite nell'ambiente circostante poiché eventuali perdite sono raccolte all'interno della navicella, attraverso un apposito sistema.

7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE E DI COMPENSAZIONE

7.1. MITIGAZIONE AMBIENTALE DURANTE LE FASI CANTIERE

Durante la fase di costruzione del parco eolico le principali opere di mitigazione saranno le seguenti:

1. le aree di cantiere e logistica saranno ubicate in zone prive di aspetti vegetazionali naturali o seminaturali;
2. saranno garantite ed accertate:
   a) la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori, anche mediante l'adozione di misure gestionali che obblighino i conducenti allo spegnimento dei mezzi durante il non utilizzo;
   b) il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali interessanti acqua e suolo;
   c) il ripristino delle eventuali opere, linee di servizi (elettriche, telefoniche, di illuminazione etc…) intercettate durante il percorso degli automezzi per il trasporto delle turbine al parco e la posa del cavidotto interrato;
3. Per quanto riguarda le operazioni di scavo:
   a) preliminarmente alla realizzazione delle opere il terreno vegetale sarà asportato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali ricchi di humus e quelli più profondi. I terreno vegetale fertile (spessore 30-40 cm) verrà riutilizzato per i ripristini ambientali e completamente riutilizzato all'interno del sito.
   b) il terreno vegetale verrà stoccato per un periodo non superiore 6 mesi prima del suo riutilizzo. Allo scopo di limitare le riduzioni della fertilità, il dilavamento e la dispersione di polveri, saranno realizzati cumuli lineari di altezza non superiore ai 2 m;
   c) verranno minimizzati gli spazi occupati dal materiale temporaneamente accantonato per la successiva stesura nelle piazzole a fine lavori;
4. successivamente all'istallazione degli aerogeneratori e alla rimozione di tutti i materiali di rifiuto saranno eseguiti gli interventi finalizzati al ripristino dell'originario assetto

vegetazionale e della funzionalità pedo - agronomica delle aree interessate dai lavori, in particolare nei punti dove gli interventi sulla viabilità e sulle piazzole prevedono scarpate e rilevati, provvedendo inoltre a mitigare l'impatto visivo attraverso la piantumazione e l'inerbimento con specie erbacee e arbustive autoctone;

5. particolare attenzione si porrà alla limitazione della diffusione di polveri durante i lavori per la realizzazione della nuova viabilità interna e delle piazzole di servizio; in particolare bisognerà provvedere ai seguenti interventi:
    a) pulizia delle ruote degli autocarri in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento di materiali;
    b) copertura con teloni del materiale trasportato dagli autocarri;
    c) pulizia delle strade pubbliche eventualmente utilizzate. Le bagnature saranno particolarmente curate al fine di evitare fenomeni di inquinamento delle acque, dovute a dispersioni o dilavamenti incontrollati;
    d) marcia velocità ridotta all'interno della viabilità di cantiere;
6. Particolare attenzione verrà posta al clima acustico durante la fase dei lavori evitando la contemporaneità nell'esecuzione di più attività rumorose (situazione facilmente attuabile stante il modesto numero di turbine da erigere);
7. Si presterà particolare attenzione all'ambiente idrico. La realizzazione di strade e piazzole prevederà opportuni sistemi per il drenaggio delle eventuali acque meteoriche allo scopo di evitare l'accumulo nelle zone di lavoro. Verranno curate le pendenze e realizzate opere di drenaggio in corrispondenza dei principali punti di raccolta delle acque.
8. Al fine di evitare il rilascio di carburanti, lubrificanti ed altri idrocarburi nelle aree di cantiere verrà particolarmente curata l'esecuzione dei rifornimenti di carburanti e lubrificanti ed il controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi. Saranno altresì previsti opportuni piani di sicurezza da mettere in atto in caso di contaminazione accidentale del terreno con idrocarburi.
9. Si provvederà alla scrupolosa raccolta di tutti i rifiuti prodotti durante il cantiere previa separazione prima della destinazione finale mediante conferimento a ditte autorizzate al loro smaltimento.

7.2. MITIGAZIONE AMBIENTALE DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

I principali impatti durante la fase di esercizio sono:

- intrusione visiva;
- potenziale disturbo all'avifauna;
- emissione acustica;
- produzione di rifiuti.

Per quanto attiene alla intrusione visiva essa è stata opportunamente analizzata e si è cercato di mitigarla con le seguenti azioni:

1. l'area del parco eolico è distante dai centri abitati principali da punti di vista del patrimonio culturale, da abitazioni ed in un ambiente già interessato dalla presenza di aerogeneratori; ;
2. la disposizione degli aerogeneratori sarà lineare ed armonizzata rispetto agli altri impianti esistenti a piccolo cluster;
3. l'interdistanza degli aerogeneratori evita l'effetto selva e l'effetto schermo;
4. utilizzo di aerogeneratori aventi una bassa velocità di rotazione. Tale caratteristica diminuisce l'impatto visivo in quanto corpi che si muovono a velocità molto alte producono immagini che rimangono impresse costantemente nella retina dando l'idea di corpi statici e fissi determinando l'effetto detto "Motion Smear".
5. i cavidotti interni al parco di nuova realizzazione verranno interrati;
6. la cabina di smistamento sarà realizzata in pietra locale;

Per quanto attiene le emissioni sonore, nella redazione del progetto si è cercato di massimizzare le distanze dalle abitazioni. Dallo studio di impatto acustico previsionale è emerso che i limiti di emissione ed immissione acustica nell'ambiente soddisfano quanto previsto dalla normativa. Anche il criterio differenziale notturno risulta essere verificato. In fase di esercizio del parco eolico il proponente è disponibile ad effettuare una campagna di rilevamenti in prossimità dei ricettori sensibili. Tale campagna sarà effettuata nel periodo di riferimento notturno, sia in condizione di attività delle macchine che in condizioni di fermo, di modo da verificare la conformità dei livelli sonori, ed in particolare di quelli differenziali, ai limiti di legge.

Per quanto attiene alla produzione di rifiuti si rileva che l'attività di regolare manutenzione degli aerogeneratori, comporta la produzione di modeste quantità di oli minerali esausti (oli per la lubrificazione del moltiplicatore di giri, del freno meccanico, della centralina oleodinamica di regolazione del passo delle pale).. Per quanto attiene allo smaltimento/recupero degli oli esausti si farà riferimento al DLgs 27 gennaio 1992, n.95 (Consorzio obbligatorio di smaltimento degli olii esausti) ed alle successive modifiche in attuazione della norma primaria Dlgs 152/06.

7.3. OPERE DI RIPRISTINO AMBIENTALE

Al fine di recuperare nel più breve tempo possibile le caratteristiche paesaggistiche ed eco-sistemiche del territorio, saranno eseguite puntuali opere di ripristino delle morfologie e delle tipologie vegetazionali meglio integrate nell'ambiente.

In particolare in corrispondenza delle piazzole, della viabilità interessata dai lavori e sulle scarpate dei rilevati stradali sarà stesa una coltre del terreno di scotico precedentemente accantonato; su questo si provvederà alla semina di specie erbacee.
In merito alle specie erbacee da utilizzare, al fine di non inserire specie estranee al contesto ambientale, saranno utilizzare le stesse varietà autoctone previa indagine sulle caratteristiche delle stesse.

8. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

La realizzazione dell'opera, che avverrà nell'arco di circa **6 mesi**, prevede l'esecuzione di fasi sequenziali e non contemporanee di lavoro. E' stato previsto un tempo di consegna degli aerogeneratori pari a circa 4 mesi. Tale tempo di consegna dovrà essere verificato al momento della stipula del contratto di fornitura degli aerogeneratori e dipenderà dal portafoglio ordini delle richieste di mercato della ditta fornitrice. In questi termini il cronoprogramma potrebbe subire delle dilatazioni temporali. Di seguito viene riportato il crono programma delle lavorazioni. Si prevede che la messa in parallelo dell'impianto avvengo in un arco temporale compreso di 12 mesi dall'approvazione dell'intervento

POS.	LAVORAZIONE	SETTIMANA 1	SETTIMANA 2	SETTIMANA 3	SETTIMANA 4	SETTIMANA 5	SETTIMANA 6	SETTIMANA 7	SETTIMANA 8	SETTIMANA 9	SETTIMANA 10	SETTIMANA 11	SETTIMANA 12	SETTIMANA 13	SETTIMANA 14	SETTIMANA 15	SETTIMANA 16	SETTIMANA 17	SETTIMANA 18	SETTIMANA 19	SETTIMANA 20	SETTIMANA 21	SETTIMANA 22
		L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D	L M M G V S D
0	**FASE PRELIMINARE**																						
0.1	Allestimento box di cantiere, cartellonistica, recinzioni																						
0.2	Incontri per opportuna conoscenza con le ditte interessate dai lavori																						
0.3	Pulizia delle aree interessate dai lavori																						
0.4	Tracciamento della viabilità di progetto e delle piazzole provvisorie																						
0.5	**Interventi di adeguamento della vibilità esterna di accesso al cantiere**																						
0.5.1	Intervento n° 1																						
0.5.2	Intervento n° 2																						
0.5.3	Intervento n° 3																						
0.5.4	Preparazione piazzale per sollevamento																						
1	**1ª MACROFASE LAVORO: Realizzazione della viabilità di progetto**																						
1.1	**Strada di accesso turbina T1**																						
1.1.1	Scavi di sbancamento per la realizzazione della viabilità di progetto			Accesso a T1)																			
1.1.2	Compattazione dei piani di posa				Accesso a T1)																		
1.1.3	Realizzazione dei pacchetti stradali in sabbia e ghiaia ben compatatta				Accesso a T1)																		
2	**2ª MACROFASE LAVORO Realizzazione delle piazzole per il sollevamento degli aero-generatori (provvisorie)**																						
2.1	Scavi di sbancamento e/o in sterro per la preparazione dei piani di posa					(Piazzola 2)																	
2.2	Preparazione e compattazione dei piani di posa						(Piazzola 2)																
2.3	Realizzazione dei pacchetti stradali in sabbia e ghiai ben compattata						(Piazzola 2)																
3	**3ª MACROFASE LAVORO Realizzazione delle fondazioni degli aero-generatori**																						
3.1	Casseratura degli zoccoli con armatura										(Aerogeneratori 1, 2)												
3.2	Getto del calcestruzzo (zoccoli)						(Aerogeneratore 1)			(Aerogeneratore 2)													
3.4	Casseratura delle torrette con armatura										(Aerogeneratore 1)		(Aerogeneratore 2)										
3.5	Getto del calcestruzzo (torrette)										(Aerogeneratore 1)		(Aerogeneratore 2)										
4	**4ª MACROFASE LAVORO Preparazione delle piazzole**																						
4.1	Allestimento gru principali														(Gru 1)		(Gru 2)						
5	**5ª MACROFASE LAVORO Trasporto degli aerogeneratori in piazzola**																						
5.1	Trasporto della torre																						
5.2	Trasporto delle navicelle																						
5.3	Trasporto delle pale																						
6	**6ª MACROFASE LAVORO Posa degli aero-generatori**																						
6.1	Montaggio della torre														(Aerogeneratore 1)		(Aerogeneratore 2)						
6.2	Montaggio delle navicelle																(Aerogeneratore 1)		(Aerogeneratore 2)				
6.3	Montaggio delle pale																(Aerogeneratore 1)		(Aerogeneratore 2)				
6.4	Cablaggio elettrico																(Aerogeneratore 1)		(Aerogeneratore 2)				
7	**7ª MACROFASE LAVORO: Realizzazione del cavidotto interrato**																						
7.1	Scavo/demolizioni per la posa del cavidotto																						
7.2	Formazione del letto in sabbia e posa del cavidotto																						
7.3	Rinterro del cavidotto e ripristini stradali																						
8	**8ª MACROFASE LAVORO Dismissione cantiere**																						
8.1	Smantellamento piazzole e riduzione piste, ripristino del versante																						
9	**8ª MACROFASE LAVORO Opere ripristino ambientale**																						
9.1	Rinverdimenti, ripiantumazioni etc.																						
10	**8ª MACROFASE LAVORO Realizzazione della cabina di consegna**																						
10.1	Realizzazione opere civili per cabina consegna																						
10.2	Intallazione apparecchiature e realizzazione stallo																						
10.3	Messa in servizio																						

IMPRESA PRINCIPALE OPERE CIVILI(1a squadra da 4 persone)

IMPRESA MONTAGGIO AEROGENERATORI

IMPRESA SPECIALIZZATA OPERE ELETTRICHE(1 squadra da 4 persone)

9. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

9.1. PREMESSA

Da approfonditi studi del settore, tra cui quelli della Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, è emerso che in Italia i principali impatti occupazionali ed economici derivanti dalla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, sia in termini di nuova occupazione, che di valore Aggiunto Incrementale, sono stimabili in circa 111.500 nuovi occupati nei prossimi 10 anni, di cui il 32% associati ad attività permanenti ed il 68% ad attività temporanee.

È immediato osservare che lo sviluppo delle fonti rinnovabili fornirà maggior contributo alla nuova occupazione. Il fenomeno sarà particolarmente evidente durante le operazioni di cantiere legate alla realizzazione dei nuovi impianti necessari a garantire gli obbiettivi di produzione energetica da fonti rinnovabili al 2020.

Oltre il 40% dei nuovi posti di lavoro sarà garantito dal comparto eolico, il 24 % dal fotovoltaico, il 14% da biomasse solide, il 6% dal mini-idro, il 5% dal biogas, il 4 % da biomasse da rifiuti, il 4% da geotermia ed il 3% da termoelettrico.

La distribuzione del Valore Aggiunto incrementale, inteso come l'accelerazione dovuta al raggiungimento dell'obbiettivo di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile al 2020 rispetto allo sviluppo business-usual generato fino ad oggi, nei prossimi 10 anni tra le varie fonti di produzione di energia elettrica sarà così suddiviso: eolico 41%, 24% fotovoltaico, 13% biomasse solide, 5% termoelettrico, 5% mini idro, 4% geotermia, 4% biomasse da rifiuti, 4% biogas.

Il cambiamento del modello di produzione di energia elettrica rappresentata dallo scenario di impegno europeo, che valorizza pienamente il potenziale di fonti rinnovabili disponibili, presenta netti vantaggi rispetto al modello tradizionale affidato in prevalenza a fonti fossili. L'occupazione complessiva generata raddoppierà ed il valore aggiunto incrementale totale aumenterà del 90% in presenza di investimenti per occupato di poco superiori (467.000€ contro 423.000€).

L'analisi delle ricadute sociali, occupazionali ed economiche sul territorio evidenzia un effetto sinergico e sommatorio delle tre componenti, in quanto gli effetti influenzano contemporaneamente più ambiti, come nel seguito trattati. Di seguito viene riportata una trattazione delle ricadute sul territorio, cercando di rappresentarle in controvalore economico.

9.2. RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

I principali risultati in termini occupazionali ed economici si suddividono in diretti ed indiretti, nonché, in termini totali, anche attraverso gli effetti indotti. La stima occupazionale generata dall'impianto eolico sarà fortemente incentrata sulla realizzazione e successiva gestione dell'impianto.

L'occupazione si distinguerà tra:

- Occupazione di cantiere, relativa alla costruzione del nuovo impianto. Si tratterà in questo caso di occupazione di manodopera che interesserà imprese locali.
- E' previsto un effetto occupazionale diretto ed indiretto per circa 20 operatori su un arco temporale di un anno; per quanto riguarda le attività operative che rappresentano la maggiore incidenza in ore uomo sarà utilizzata essenzialmente manodopera qualificata appartenente ad imprese del territorio.
- Nuova occupazione relativa alle varie attività di gestione e manutenzione (O&M dell'impianto). Complessivamente la conduzione, la gestione amministrativa ed il controllo dell'impianto comporteranno l'occupazione di circa 2 persone, oltre alle attività da affidare in outsourcing ad imprese locali per tutta la vita dell'impianto.

Le attività sopra citate porteranno un valore aggiunto sul territorio. Il calcolo del valore economico aggiunto sull'area riferito alle diverse attività produttive connesse è distinto in tre macro valutazioni:

- Valore Aggiunto incrementale associato all'attività temporanea di imprese locali per la realizzazione dell'impianto: 2,5 milioni di euro;
- Valore Aggiunto incrementale associato all'attività di gestione e manutenzione dell'impianto: 100.000 €/anno;
- Valore Aggiunto incrementale recettivo dovuto alle ricadute su strutture alberghiere e di ristorazione. In fase di costruzione circa 50.000 €/anno. In fase di esercizio circa 12.000 €/anno.

Oltre a quanto sopra riportato, la realizzazione del parco eolico apporterà le seguenti ricadute:

- Grazie alla conversione dell'energia cinetica del vento in energia elettrica sarà possibile evitare l'emissione in atmosfera delle seguenti quantità di inquinanti, come riassunto nella seguente tabella:

Produzione energetica (P75) 9339 MWh/anno	Emissioni Evitate
CO2	5735 Ton/a
SO2	6,70 Ton/a
NOx	4,33 Ton/a
Polveri	0,23 Ton/anno
TEP	1961

Tabella x: emissione evitate tramite l'impianto eolico in questione.

- E' necessario inoltre menzionare come l'impianto eolico comporti il minimo utilizzo di suolo rispetto ad altre forme di generazione elettrica. Nella configurazione definitiva del parco eolico le piazzole di servizio agli aerogeneratori occuperanno meno di 0.1 Ha di suolo. Considerando che gli aerogeneratori del parco eolico genereranno circa 9,3 GWh/anno, si ricava che la produzione energetica specifica per unità di terreno è superiore a 90 GWh/Ha. Valore certamente ottimale, circa 225 volte superiore al valore medio stimabile di 0,4 GWh/Ha per un impianto fotovoltaico.
- Le ricadute economiche dirette sulle comunità locali (comuni interessati dall'intervento) in termini di royalties sul fatturato ricavato dalla vendita di energia elettrica e certificati verdi saranno di circa 30-40 mila €/anno.

10. RIFERIMENTI NORMATIVI

10.1. PREVENZIONE E SICUREZZA

- Le norme tecniche emanate per le opere di cui trattasi dagli enti e associazioni competenti (VV.FF., U.L.S.S., U.N.I., C.E.I., I.S.P.E.S.L., P.M.P., S.P.I.S.A.L., ecc.);
- DPR 27 aprile 1955 n. 547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- DLgs N°626 del 19.09.94 e successive modifiche e integrazioni "Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute sul luogo di lavoro".
- DPR 16 gennaio 1956 n. 164 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni";
- DLgs 494/96 "Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili";
- DLgs 528/99 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili";
- DLgs 195/06 "Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)";
- DLgs 493/96 "Attuazione della Direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro";
- DLgs 475/92 "Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale";

- DPR 22 ottobre 2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi diprotezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- DPR 3 luglio 2003, n. 222 “Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109”.

10.2. AEROGENERATORI

- IEC 61400-1 “Wind turbine generator systems – Part 1: safety requirements”;
- IEC 61400-11 (CELENEC EN 61400-11) “Wind turbine generator systems – Part 11: acoustic noise measurement techniques”;
- IEC 61400-12 (CELENEC EN 61400-12) “Wind turbine generator systems – Part 12: wind turbine power performance testing”.

10.3. STRADE

- CNR 5 maggio 1980 n. 77 “Istruzioni per la redazione dei progetti di strada”;
- CNR 28 luglio 1980 n. 78 “Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade Extraurbane”;
- CNR 15 aprile 1983 n. 90 “Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane”;
- CNR-UNI n. 10006/2002 “Costruzione e manutenzione delle strade”;
- CNR n. 176 “Requisiti di accettazione e posa in opera di misti granulari non legati, naturali o corretti o di frantumazione per strati di fondazione e di base”;
- CNR n. 139 “Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali”;
- Legge 20 marzo 1965 n. 1248 “Strade e autostrade - Legge sulle opere pubbliche - Ed. PIROLA-Milano 1965”;
- DM 04 maggio 1990 “Aggiornamento delle Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali”;
- C.N.R. B.V. 15 dicembre 1992 n. 150 “Norme sull'arredo funzionale dell'arredo urbano”;
- DM 18 febbraio 1992 n. 223 “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- DM LL.PP. 03 giugno 1998 “Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione, e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione”;

- D.M. LL.PP. 11 giugno 1999 “Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- DLgs 30 aprile 1992 n. 285 “Nuovo codice della strada”;
- DPR 16 dicembre 1992 n. 495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.)”;
- DPR 26 aprile 1993 n. 147 “Regolamento recante modificazioni ed integrazioni agli art. 26 e 28 del DPR 16/12/1992, n. 495 (regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada)”;
- D.L. 17 settembre 1993 n. 360 “Disposizioni correttive e integrative del codice della strada, approvato con decreto legislativo 30/04/1992, n. 285”;
- DPR 16 settembre 1996 n. 610 “Regolamento recante modifiche al DPR 16/12/1992 n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”;
- D.M. 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

10.4. STRUTTURE

- D.M. 14 Settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- D.M. 9 gennaio 1996 “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. 3 Dicembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”;
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative ai: “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi”;
- Circolare 4 luglio 1996 n 156 AA.GG./STC “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996”;
- Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./STC: “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per il calcolo l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996”;
- D.M. 5 Novembre 1971 n. 1086: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica”;
- Circolare M. LL. PP. 16 Marzo 1989 n. 31104 “Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”;

- D.M. 11 Marzo 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- C.N.R. 10011 1997 “Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”;
- Ordinanza n. 3274/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- DGR n. 154/2004 “O.p.c.m. 3274 del 20/03/04 – art.2 comma 1. Estensione dell’obbligo di progettazione antisismica nei comuni liguri in classe sismica 4. Avvio fase 2 del programma temporale delle verifiche”;
- DGR n. 530/2003 “Individuazione formazione ed aggiornamento dell’elenco delle zone sismiche dei comuni della regione Liguria in ottemperanza al disposto di cui all’ o.p.c.m. 3274 del 20/03/2003”.

10.5. SEGNALAZIONE AL VOLO A BASSA QUOTA

- Circolare Interna Stato Maggiore della Difesa, foglio n.146/394/4422 del 09/08/2000 “Opere costituenti ostacolo alla navigazione aerea – Segnaletica e rappresentazione cartografica”.

10.6. RUMORE

- Legge 26 ottobre 1995 n. 447, "Legge quadro sull’inquinamento acustico",
- D.P.C.M. 1° marzo 1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno",
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore",
- D.M.Ambiente 16 marzo 1998, “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”,
- L.R. 20 marzo 1998 n° 12, “ Disposizioni in materia di inquinamento acustico”,
- D.G.R N.534 28 maggio 1999, “Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e di clima acustico ai sensi dell’art. 2, comma 2, L.R. 20 marzo 1998 n°12

10.7. CAMPI ELETTROMAGNETICI

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;

- D.P.C.M. 08/07/03 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti.

10.8. IMPIANTI ELETTRICI

LEGGI e DECRETI

- Legge N° 186 del 1/3/68 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;
- Decreto Ministeriale 12 settembre 1959;
- Decreto Ministeriale 25 settembre 1992;
- Regio decreto 11 dicembre 1933, n.1775 “Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”.
- D.Lgs. 81 9 Apr. 2008 Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro (ex Dlgs 626/94)
- Decreto 37 22 Gen. 2008 Norme per la sicurezza degli impianti (ex legge 46/90)
- D.P.R. 462 22 Ott. 2001 Regolamento per la denuncia di installazione e dispositivi contro le scariche atmosferiche, di messa a terra di impianti elettrici, e di impianti elettrici pericolosi

NORME CEI

- Norma CEI 0-16 Lug. 2008 Regole tecniche di connessione per Utenti alle reti MT delle imprese distributrici di Energia Elettrica
- Norma CEI 11-1 (1999 IX° ed.), fascicolo 5025 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”;
- Norma CEI 11-17 (1997 II° ed.), fascicolo 3407 R “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norme CEI 11-20 (2000 IV° Ediz.), fascicolo 5732 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”;
- Norma CEI 11-35 Dic. 2004 Guida all’esecuzione delle cabine elettriche d’utente
- Norma CEI 11-37 Lug. 2003 Guida per l’esecuzione degli impianti di Terra
- Norma CEI 17-13/1 (2000 IV° ed.), fascicolo 5862 “Apparecchiature assiepate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt). Parte 1: apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”;
- Norma CEI 17-6 (1988 V° ed.), fascicolo 4973 “Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52 kV”;
- Norma CEI 17-21 (1997 II° ed) fascicolo 4032 “Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di controllo ad alta tensione”;

- Norma CEI 31-33 (1998 I° ed.), fascicolo 4139 “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)”;
- Norma CEI 64-8 (1998 IV ed.°), fascicoli 4131÷4137 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 0-2 2002 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 82-25 Dic. 2008 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione

DELIBERE AUTORITA’ ENERGIA ELETTRICA

- Delibera dell’Autorità per l’energia elettrica ed il gas n°50/02;
- Delibera dell’Autorità per l’energia elettrica ed il gas n°109/00;
- Delibera dell’Autorità per l’energia elettrica ed il gas n°39/01;
- Prescrizione GRTN IN.S.T.X.1001 V.3 (03/2001) “Regole tecniche di connessione”;

DIRETTIVE EUROPEE e NORME UNI

- Direttiva Europea 2006/95/CE 12 Dic. 2006 Direttiva Bassa Tensione : concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
- Direttiva Europea 2004/108/CE 6 Nov. 2007 Direttiva Compatibilità Elettromagnetica
- Norma UNI 10439 1994 Dati Climatici

10.9. CAMPI ELETTROMAGNETICI

- Legge 36 22 Feb. 2001 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- D.P.C.M. 8 Luglio 2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti
- D.M. 29 Maggio 2008Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
- CEI 106-11 Feb. 2006 Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo

11. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – Zona Ubicazione Turbina T1



Foto 2 – Ingresso alla stradina che porta alla turbina T1



Foto 3 – Zona Ubicazione Turbina T2



Foto 4 – Strada esistente tra turbina T1 e T2

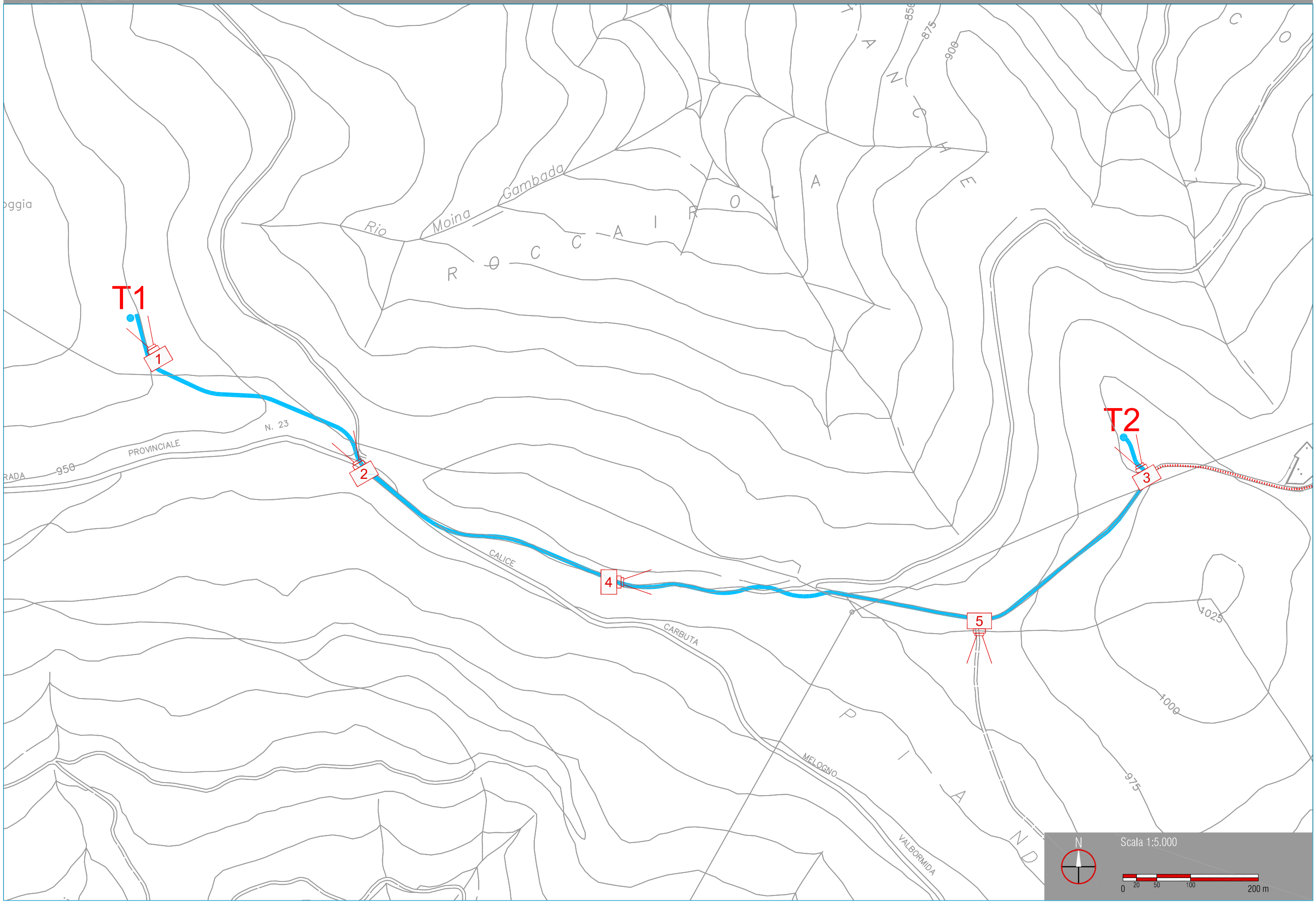


Foto 5 – Ingresso al percorso mountain – bike ove sarà posato il cavidotto



Foto 6 – Ingresso sentiero per cavidotto da SP 27

PLANIMETRIA INDIVIDUAZIONE CONI VISUALI



PLANIMETRIA INDIVIDUAZIONE CONI VISUALI

