



COMUNE DI
SERRI

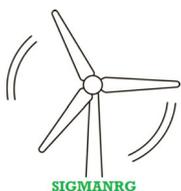


PROVINCIA DEL
SUD SARDEGNA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

PROGETTO PARCO EOLICO " SERRI "
13 WTG - POTENZA 93,60 MW
COMUNE DI SERRI (SU)



Proponente:
SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa n 5
20122 Milano (MI)

Antonino Apreda
SIGMANRG S.R.L.

Progettazione:
LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti snc
81100 Caserta



Ing Giovanni Savarese



Elaborato		SEPDRIE01		RELAZIONE IMPIANTO ELETTROMAGNETICO		
Cod pratica	Data	Consegna	Formato	Scala	Livello progettuale	
SE_01	19/03/2024		A4	-	Progetto definitivo	

REVISIONI	Rev	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
	01	Aprile 2024	Prima emissione	G.Donnarumma	V.Vanacore	M.Afeltra

Sommario

1.	PREMESSA	2
1.1	Inquadramento urbanistico comunale.....	4
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3.	RILIEVO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO	6
3.1	Introduzione e valutazioni tecnico legislative.....	6
3.2	Strumentazione impiegata	7
3.3	Modalità di rilevazione dei livelli di campo nei punti ricettori.....	7
3.4	Criterio di scelta della strumentazione	8
3.5	Scelta della posizione di misura.....	8
3.6	Orientamento della sonda	8
3.7	Esecuzione della misura	8
3.8	Modalità operative.....	8
3.9	Condizioni ambientali	9
3.10	Osservanza delle condizioni normative	9
3.11	Determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica di fondo	10
4.	MODELLI PER IL CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI GENERATI DA LINEE ELETTRICHE.....	12
4.1	Schematizzazione della linea.....	12
4.2	Calcolo del campo Elettrico	13
1.1	Calcolo dell'induzione magnetica.....	15
4.3	Calcolo dell'induzione magnetica.....	16
4.4	Simulazione dei livelli di Campo Elettrico ed Induzione Magnetica conseguenti all'installazione dei cavidotti di collegamento delle pale eoliche alla Cabina di Consegna dell'Energia alla Rete	17
4.5	Caratteristiche elettriche dei cavidotti per il collegamento in rete delle turbine	18
	Caratteristiche costruttive:	21
	Riferimento normativo.....	21
	Caratteristiche funzionali	21
	Condizioni d'impiego	21
4.6	Metodologia di calcolo della DPA	25
4.7	Corrente di Calcolo e definizione della DPA.....	25
5.	CONCLUSIONI.....	26



PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste nel progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società Sigmanrg S.r.l.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 13 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di 93,6 MW, da realizzarsi nel territorio comunale di Serri (SU) e delle relative opere di connessione alla Cabina Utente che si collegherà con cavidotto AT alla stazione Elettrica Terna.

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da immettere nella rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione. In questo scenario il parco eolico consentirà di raggiungere obiettivi più complessi fra i quali si annoverano:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, priva di alcuna emissione diretta o derivata nell'ambiente;
- la valorizzazione di un'area marginale rispetto alle altre fonti di sviluppo regionale con destinazione prevalente a scopo agricolo e con bassa densità antropica;
- la diffusione di know-how in materia di produzione di energia elettrica da fonte eolica, a valenza fortemente sinergica per aree con problemi occupazionali e di sviluppo.



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

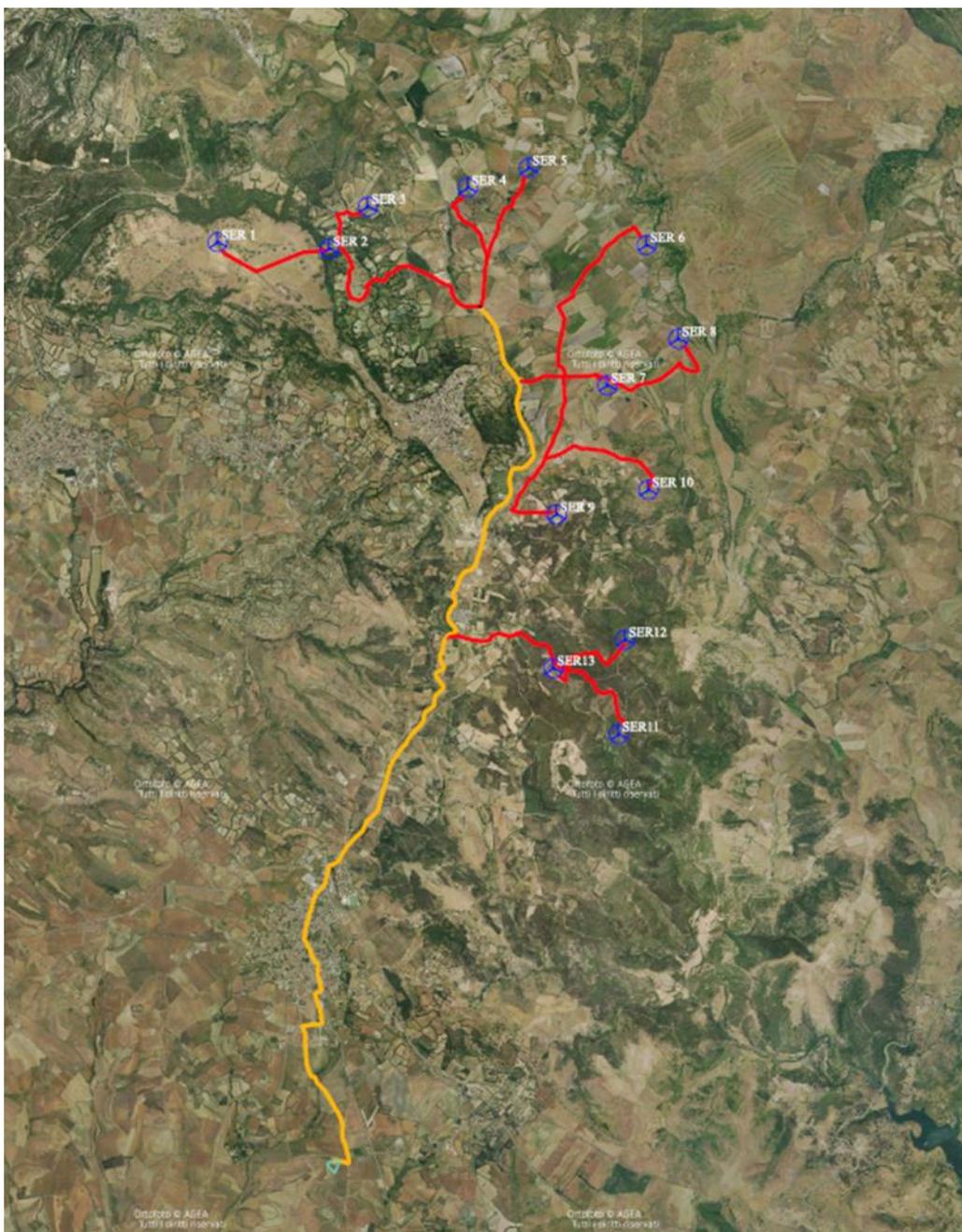


Figura 1 - Inquadramento Impianto su Ortofoto



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

1.1 Inquadramento urbanistico comunale

Il territorio Comunale di Serri è regolamentato da un Programma di Fabbricazione approvato in via definitiva mediante Delibera del Consiglio Comunale n.25 del 15/04/1994 e vigente a far data della pubblicazione sul BURAS n.21 del 30/06/1994.

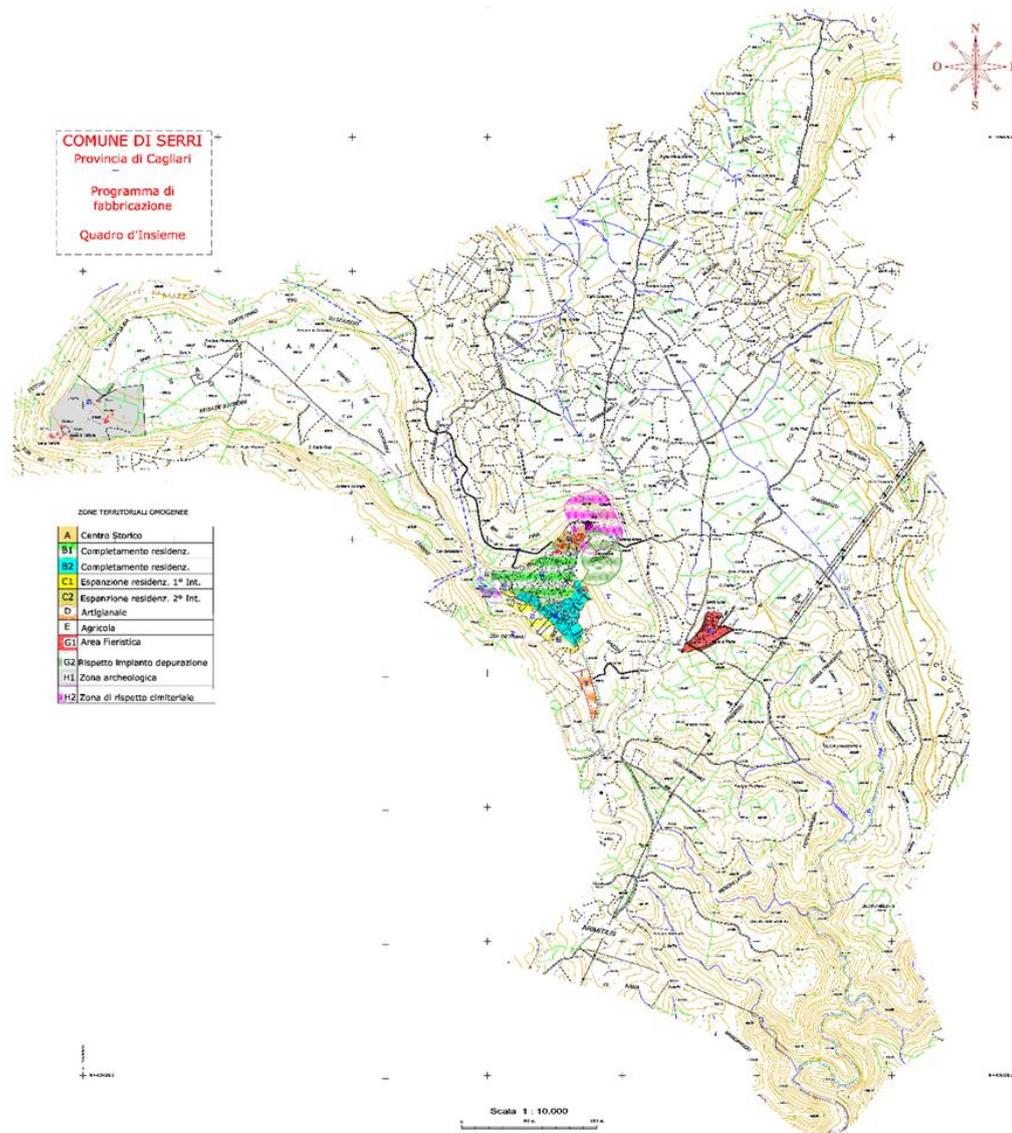


Figura2 - Inquadramento Urbanistico Comunale

Con riferimento alle disposizioni contenute nel PUC del Comune di Serri, gli SER1, SER2, SER3, SER6, SER7, SER8, SER9, SER10, SER11, SER12, SER13 ricadono all'interno della zona E - aree marginali per la produzione agricola. Nelle Norme di Attuazione del Piano di fabbricazione, la zona agricola "E" è definita come parte del territorio extraurbano destinata alla coltivazione dei fondi, alla silvicoltura, all'allevamento del bestiame ed alle altre attività produttive connesse, ivi compreso l'agriturismo.



TURBINA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	LATITUDINE	LONGITUDINE
SER1	SERRI	1	9	39,716941°	9,119441°
SER2	SERRI	2	39	39,716365°	9,132161°
SER3	SERRI	2	7	39,720095°	9,136555°
SER4	SERRI	3	10	39,721759°	9,147951°
SER5	SERRI	4	44	39,723496°	9,154896°
SER6	SERRI	8	22	39,716634°	9,168311°
SER7	SERRI	10	13	39,704208°	9,163819°
SER8	SERRI	11	21	39,708325°	9,171903°
SER9	SERRI	12	305	39,692782°	9,157998°
SER10	SERRI	13	79	39,694946°	9,168457°
SER11	SERRI	16	8	39,673279°	9,165030°
SER12	SERRI	15	71	39,681664°	9,165793°
SER13	SERRI	14	117	39,679140°	9,157612°

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Decreto Legislativo n. 387 del 2003**, in attuazione della Direttiva 2001/77/CE, relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, che si propone, fra l'altro di promuovere un maggiore contributo delle fonti energetiche da fonti rinnovabili alla produzione di energia elettrica;
- **Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28**: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- **D.M. 10-9-2010 - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili - IL Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152** "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii. e in particolare:
- **D.lgs. 4/2008**, entrato in vigore il 13 febbraio 2008, recante "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale". Lo stesso decreto è integrato e modificato dalla legge n.99 del 23 luglio 2009, recante "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia".
- **D.lgs. 29 giugno 2010, n. 128**, modifiche e integrazione al decreto legislativo del 3 Aprile 2006, n.152 entrato in vigore dal 26 agosto 2010;
- **D.lgs. 4 marzo 2014, n.46**, entrato in vigore dall'11 aprile 2014;
- **D.L. 24 giugno 2014, n.91**, misure urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico, entrato in vigore in data 25/06/2014 e convertito con modificazioni



PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

dalla legge L. 11 agosto 2014 n.116, che hanno ulteriormente modificato ed integrato il D.lgs. 152/2006 e s.m.i. o Il **D.lgs. n.104 del 16/06/2017** (Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114) recante ulteriori modifiche ed integrazioni al Dlgs 152/2006.

- **Il D.lgs. 42/2004 e ss.mm.ii** che norma i beni culturali e paesaggistici da sottoporre a tutela e conservazione individuando gli opportuni indirizzi di conservazione.
- **La Legge n. 394/91**, avente ad oggetto: «Legge Quadro sulle Aree Protette»;
- **Il DPR n. 357 dell'8 settembre 1997** "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
- **Il DM 3 aprile 2000** "Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali", individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE, e successivi aggiornamenti;
- **Il DMA 17 ottobre 2007** – "Criteri Minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone speciali di conservazione (ZSC) e a Zone di protezione speciale (ZPS)";
- **Il Programma IBA**;
- **Il PAI Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006
- **Il Regio Decreto Legislativo 30 dicembre 1923, n. 3267**, "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani".
- **Programma di Fabbricazione** pubblicato sul BURAS n.21 del 30/06/1994

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, andranno comunque applicate.

Infine, qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si dovranno applicare le norme più recenti.

3. RILIEVO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

3.1 Introduzione e valutazioni tecnico legislative

L'azienda committente, in ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 36/01, ha conferito l'incarico



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

all'Ing. Giovanni Savarese allo scopo di procedere alla valutazione dell'impatto elettromagnetico determinato, in corrispondenza dei punti ricettori, dagli aerogeneratori: SER1, SER2, SER3, SER4, SER5, SER6, SER7, SER8, SER9, SER10, SER11, SER12, SER13 territorio comunale di Serri (SU). Esso è individuabile nella tavola "PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO DELL' AREA DI PROGETTO SU CARTA IGM", scala 1:50.000, con l'ausilio del sistema di coordinate UTM. Nella fattispecie, è stata analizzata l'incidenza delle linee elettriche, colleganti alla sottostazione "TERNA" le citate macchine destinate alla produzione di energia elettrica, sui livelli di induzione magnetica, ciò in rapporto alla protezione dalle esposizioni ai campi magnetici generati a frequenza di rete ($f = 50$ Hz).

L'analisi, inoltre, è stata anche realizzata in conformità a quanto previsto dalle disposizioni legislative emanate ad integrazione ed a supporto della Legge n° 36 del 2001. Esse sono:

- D.P.C.M. 08/07/03;
- Norma CEI 211 – 6;
- Norma CEI 211 – 4.

3.2 Strumentazione impiegata

Il sistema di rilevamento utilizzato è costituito da un analizzatore di induzione magnetica e di campo elettrico marca SPECTRA modello NF-5030 con sonda di campo magnetica interna, operante nella banda da 1 Hz a 10 MHz, equipaggiato con filtri selettivi a banda larga (D.P.C.M. 08/07/03).

3.3 Modalità di rilevazione dei livelli di campo nei punti ricettori

Al fine di procedere ad una corretta campagna di misure, sono state osservate le prescrizioni dettate dalla Norma CEI 211 – 6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana". L'osservanza della citata Norma, infatti, consente di conseguire la cosiddetta "qualità della misura", intesa come l'insieme dei fattori che ne fanno un dato di riferimento oggettivo.



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



3.4 Criterio di scelta della strumentazione

Il sistema di misura adottato soddisfa le specifiche riguardanti la strumentazione da utilizzare per l'esecuzione di rilievi in bassa frequenza. Esso è in grado di acquisire il valore isotropico dell'induzione magnetica, con gamma di misura da 5 nT a 64 mT.

3.5 Scelta della posizione di misura

Particolare attenzione è stata posta anche nella scelta dei punti adatti all'esecuzione dei rilievi. Perciò, essendo la valutazione finalizzata alla misurazione dei campi elettrici e magnetici determinati dai sistemi di trasmissione dell'energia elettrica (cavi di collegamento degli aerogeneratori alla sottostazione di smistamento verso la rete), sono state scelte delle postazioni prese in corrispondenza degli attraversamenti dei cavi colleganti le macchine tra loro ed alla sottostazione, ciò al fine di relazionare i valori acquisiti con i limiti previsti dalla Legge n°36 del 22 febbraio 2001.

3.6 Orientamento della sonda

Si è fatto uso di un sensore (interno) adatto all'acquisizione isotropica delle grandezze in gioco. Esso è stato montato su apposito sostegno e collegato direttamente all'analizzatore. La strumentazione è stata posizionata su di un tripode ad un'altezza di m 1,50 dal suolo e in punti situati in prossimità dei passaggi previsti per i cavi di ogni linea elettrica. L'operatore, durante l'esecuzione delle misure, si è mantenuto ad una distanza minima di 3 metri dalla sonda.

3.7 Esecuzione della misura

L'operatore ha dato avvio ai rilievi posizionando la sonda sul tripode di sostegno, avendo cura di tenerla a distanza da eventuali sorgenti interferenti, e, come già asserito precedentemente, di allontanarsi dal punto di esecuzione della misura per una distanza lineare pari o superiore ad almeno 3 metri. I rilievi sono stati eseguiti, inoltre, in assenza di precipitazioni atmosferiche ed in condizioni di temperatura e umidità compatibili con il corretto funzionamento della strumentazione.

3.8 Modalità operative

Le fasi misurative, allo scopo di rilevare i campi elettrici e magnetici di fondo, sono state eseguite il giorno 28/09/2023, protraendosi per tempi opportunamente scelti e, comunque, avendo cura di eseguire ogni rilievo per una durata superiore ai due minuti. In particolare, trovandoci nella fase preliminare di valutazione, si è proceduto al rilievo dei campi elettrici e magnetici residui in



corrispondenza di quei punti situati nelle posizioni più prossime al passaggio dei cavidotti e ai siti su cui insisteranno le turbine eoliche.

3.9 Condizioni ambientali

Le condizioni meteorologiche all'atto delle misurazioni del 28/09/2023 erano ottimali, con venti di intensità compresa tra 1 e <5 m/s a terra, la temperatura oscillante tra 14 e circa 21 °C, la percentuale di umidità variabile tra il 60 ed il 75%. Comunque, nell'allestimento della catena di misura e durante i rilievi si è posta particolare cura nell'eseguire le misure collocando il sensore ad una distanza minima di 10 m da eventuali sorgenti interferenti di campo elettromagnetico a 50 Hz.

3.10 Osservanza delle condizioni normative

La legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici del 22 febbraio 2001, n° 36, proponendosi lo scopo di tutelare la salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione, ha imposto un limite di esposizione (art. 3, comma b), un valore di attenzione (art. 3, comma c) ed un obiettivo di qualità (art. 3, comma d). Tali valori sono stati, poi, formalizzati con il D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 che all'art. 3, commi 1 e 2, ha fissato i limiti di esposizione ed i valori di attenzione in riferimento ai campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, mentre all'art.

4, comma 1, ha stabilito gli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica.

VALORI DI CAMPO ELETTRICO E DI INDUZIONE MAGNETICA GENERATI DA ELETTRODOTTI ALLA FREQUENZA DI RETE DI 50 HZ			
	VALORI DI ESPOSIZIONE	VALORI DI ATTENZIONE IN LUOGHI ADIBITI A PERMANENZE NON INFERIORI A 4 H.	OBIETTIVI DI QUALITÀ IN LUOGHI ADIBITI A PERMANENZE NON INFERIORI A 4 H.
CAMPO ELETTRICO E	5 KV/m	/	/
INDUZIONE MAGNETICA B	100 µT	10 µT	3 µT

Inoltre, proprio in relazione all'obiettivo di qualità, all'art 6 del D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 si pone in capo ai gestori degli elettrodotti l'obbligo di procedere alla determinazione delle fasce di rispetto, con l'impegno alla trasmissione dei dati alle autorità competenti.

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



3.11 Determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica di fondo

La determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica residui E_i , B_i (campo ed induzione esistenti) è stata effettuata procedendo a dei rilievi strumentali presi nelle postazioni precedentemente individuate.

I punti di rilievo sono stati identificati con i simboli M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19, M20, M21, M22.

Di seguito gli stralci dove sono stati indicati i vari punti di misurazione dei campi elettrici e magnetici.

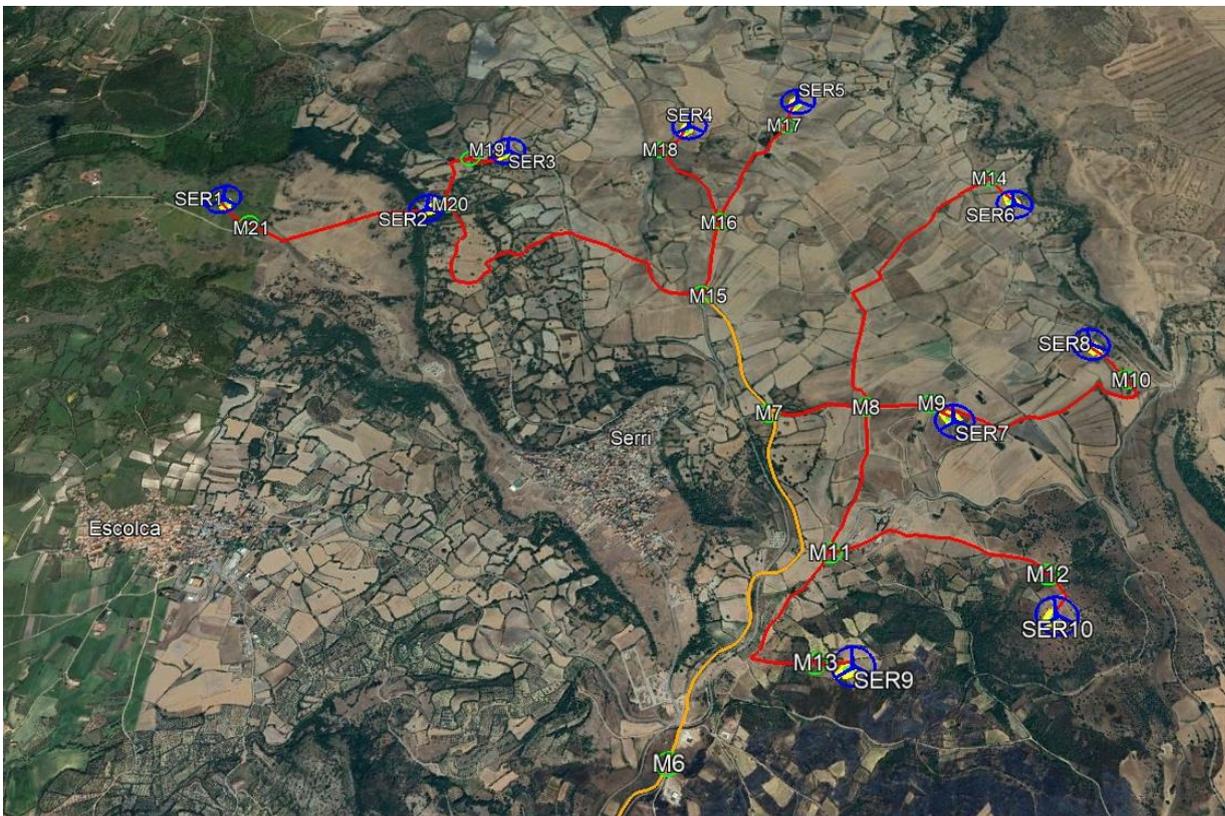


Figura 3 – Stralcio Ortofoto con il Layout del percorso del cavidotto e degli aerogeneratori di Progetto e punti di misura



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW

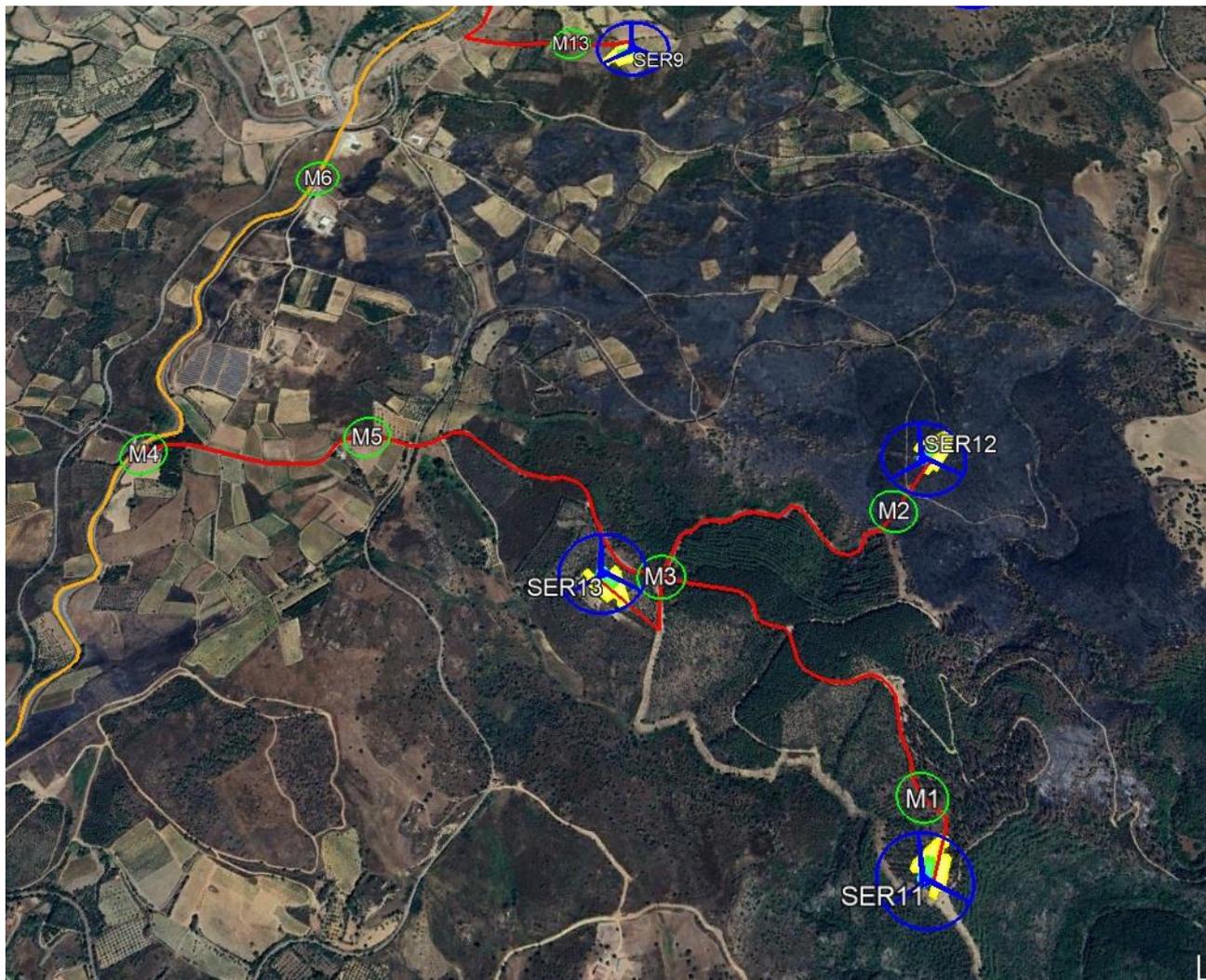


Figura 4 – Stralcio Ortofoto con il Layout del percorso del cavidotto e degli aerogeneratori di Progetto e punti di misura



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW

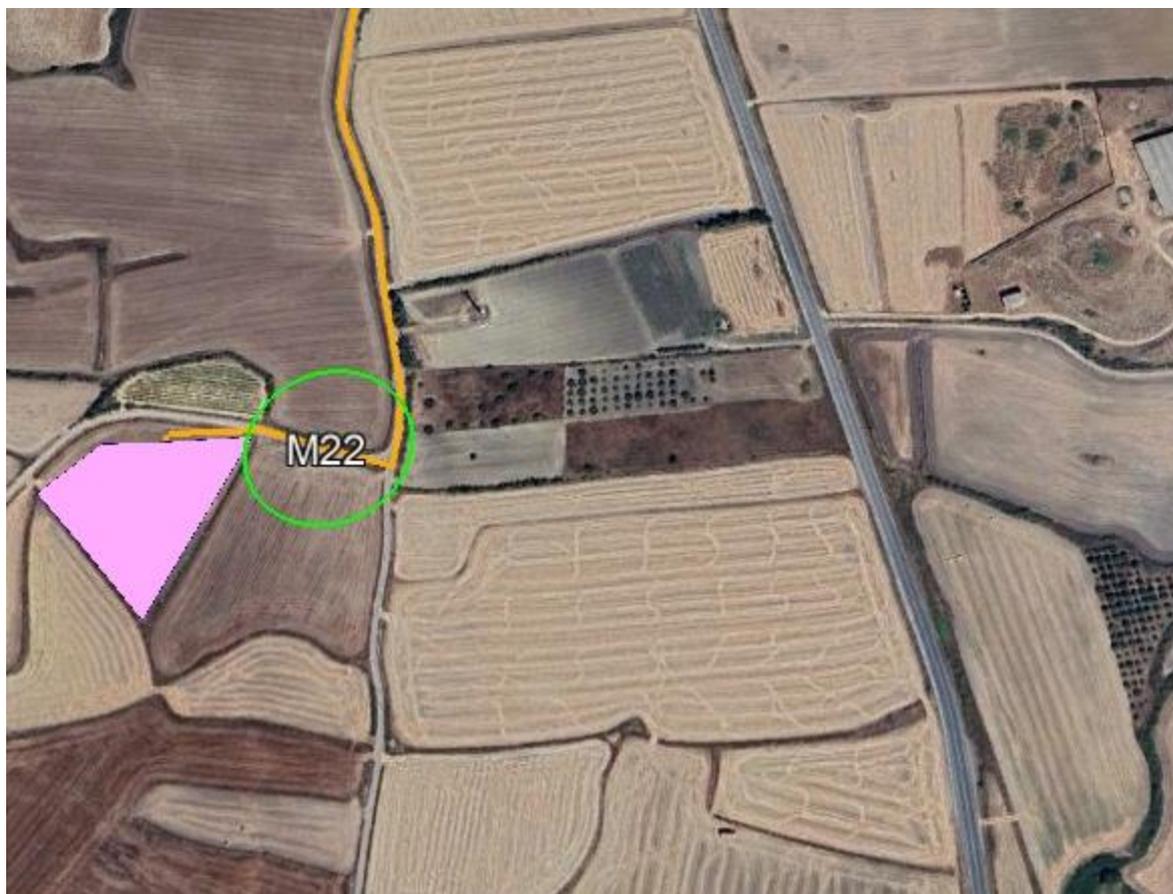


Figura 5 – Stralcio Ortofoto con il Layout del percorso del cavidotto e degli aerogeneratori di Progetto e punti di misura

4. MODELLI PER IL CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI GENERATI DA LINEE ELETTRICHE

4.1 Schematizzazione della linea

Ai fini del calcolo del campo elettrico e dell'induzione magnetica, la linea viene schematizzata come un insieme di conduttori tra di loro paralleli, di lunghezza infinita, e disposti parallelamente al terreno, quest'ultimo schematizzato come piano di estensione infinita.

I modelli sono descritti riferendosi al caso di linee elettriche con tensioni simmetriche e correnti equilibrate, situazione che, in genere, risulta rispettata nel caso delle linee di Alta e Media Tensione. Occorre, comunque, sottolineare che i modelli si applicano anche al caso di sistemi elettrici dissimmetrici e squilibrati.

Inoltre, i modelli descritti consentono di calcolare i campi elettrici e magnetici in qualsiasi sezione



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



trasversale della linea, considerando l'altezza reale dei conduttori nella sezione in esame. Così facendo, è possibile, con l'ausilio di un buon metodo di approssimazione, tener conto del fatto che i conduttori della linea si dispongono secondo una catenaria. Tali modelli, confortati anche da misure, hanno mostrato che se il calcolo viene eseguito in corrispondenza del franco minimo (vertice della catenaria), od in sezioni appartenenti alla parte centrale della catenaria, si ottengono risultati con un'approssimazione molto buona. In ogni caso, l'approssimazione rimane accettabile (< 10%) anche se il calcolo si riferisce a zone vicine ai punti di sospensione dei conduttori.

4.2 Calcolo del campo Elettrico

Il metodo di calcolo qui descritto è quello delle cariche equivalenti semplificato: si rinuncia, infatti, a studiare l'esatta distribuzione delle cariche sulle superfici dei conduttori, supponendo che esse siano concentrate al centro degli stessi, con una densità di carica lineare costante.

Per la determinazione delle cariche presenti sui diversi conduttori della linea ci si avvale del principio delle immagini, in base al quale un piano equipotenziale a potenziale nullo, quale si suppone essere il terreno, è simulabile per mezzo di una configurazione di cariche immagini, cioè di cariche di segno opposto a quelle che generano il campo e disposte specularmente rispetto al piano stesso.

In tal modo ci si riduce ad un sistema di conduttori tra loro paralleli, di cui sono noti i potenziali $V(t)$. Risulta, in tal modo, possibile calcolare le cariche lineari indotte presenti su di essi attraverso la relazione:

$$[\lambda(t)] = [C] * [V(t)]$$

Dove

$[V(t)]$ rappresenta il vettore colonna delle tensioni,

$[\lambda(t)]$ quello colonna delle cariche lineari presenti sui conduttori

$[C]$ la matrice quadrata dei coefficienti delle mutue capacità per unità di lunghezza.

L'espressione si può anche esprimere in termini fasoriali:

$$[\lambda] = [C]*[V]$$

La matrice $[C]$ è costante, simmetrica e dipende solo dalla configurazione geometrica dei conduttori: essa si ricava invertendo la matrice $[P]$ dei coefficienti di potenziale (coefficienti di Maxwell) che esprimono ciascun potenziale in funzione di tutte le densità lineari di carica; gli elementi di $[P]$ sono così definiti:

$$p_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{2y_i}{r_i}\right) \quad ; \quad p_{ij} = p_{ji} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{D_{ij}^I}{D_{ij}}\right)$$

Dove

r_i è il raggio del conduttore i-esimo,



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



y_i la sua altezza dal suolo,

D_{ij} la distanza tra i conduttori i-esimo e j-esimo

D^l_{ij} la distanza tra il conduttore i-esimo e l'immagine del conduttore j-e

$$D_{ij} = D_{ji} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

$$D^l_{ij} = D^l_{ji} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Nel caso di conduttori a fascio è possibile definire un raggio equivalente r_{eq} , da sostituire nelle espressioni dei coefficienti di potenziale, secondo la seguente indicazione:

$$r_{eq} = R * \sqrt[n]{\frac{n * r}{R}}$$

dove:

n è il numero di subconduttori costituenti il fascio,

r è il loro raggio,

R è il raggio del fascio di conduttori.

Nota la matrice $[P]$, si ricavano le densità lineari di carica sui conduttori:

$$[\lambda] = [P]^{-1} * [V]$$

Una volta determinate le densità lineari di carica presenti sui conduttori, è possibile procedere al calcolo del campo Elettrico da esse generato, sovrapponendo gli effetti dei conduttori e delle loro immagini.

Infatti, applicando la legge di Gauss in forma integrale, nel caso di un conduttore di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante, si ottiene:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \vec{u}_r$$

dove d rappresenta la distanza dal conduttore rettilineo mentre \vec{u}_r costituisce il versore unitario con direzione radiale dal conduttore stesso.

Considerando, quindi, un sistema di riferimento $[x,y]$, in cui (x_i,y_i) rappresentano le coordinate del conduttore i-esimo, e sommando gli effetti dei vari conduttori, raccogliendo tra loro le espressioni relative a ciascun conduttore ed alla sua immagine, si ottengono le espressioni delle singole componenti (fasoriali) del vettore del campo Elettrico:



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_i \lambda_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y + y_i)^2} \right]$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_i \lambda_i \left[\frac{y - y_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - \frac{y + y_i}{(x - x_i)^2 + (y + y_i)^2} \right]$$

È bene notare che se nella relazione della densità di carica lineare sui conduttori si introducono i fasori delle tensioni in termini di valore efficace, si ottengono i fasori delle densità lineari di carica e delle due componenti di campo Elettrico, anch'essi in termini di valori efficaci. Analogamente, se nella stessa equazione della densità di carica lineare sui conduttori si introducono i valori massimi delle tensioni, si ottengono le due componenti di campo Elettrico in termini di valore massimo. È, infine, opportuno sottolineare che il modello sopra descritto è valido nel caso ideale in cui non siano presenti oggetti conduttori, quali edifici, alberi, recinzioni e, quindi, nel caso di campo imperturbato. Questi elementi, infatti, perturbano il campo Elettrico in modo tale da esaltarne nelle zone sovrastanti e da abbatterlo in quelle aree situate in prossimità del suolo. In particolare, il grado di riduzione e l'area interessata dipendono dall'altezza e dalla forma dell'elemento interessato. Per quanto attiene, poi, gli edifici è importante sottolineare che questi consentono di schermare gli ambienti interni.

1.1 Calcolo dell'induzione magnetica

Si deve dire che il calcolo dell'induzione magnetica risulta più semplice rispetto a quello del campo elettrico. I motivi sono, sostanzialmente, i seguenti:

- Non è necessario calcolare il valore delle cariche lineari indotte sui conduttori, in quanto i valori d'induzione dipendono direttamente dalle correnti note;
- Il terreno viene considerato come un piano avente permeabilità relativa pari ad 1, e, quindi, nei calcoli si trascura il contributo delle correnti immagini.

Per il calcolo dell'induzione magnetica, si ricorre alla legge di Biot – Savart che esprime, in un generico punto dello spazio, il valore dell'induzione magnetica B, generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I, attraverso l'equazione:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} * \frac{I}{d} * (\vec{u}_l * \vec{u}_r)$$

dove:

- "d" rappresenta la distanza tra il conduttore ed il punto di calcolo;
- i versori \vec{u}_l ed \vec{u}_r indicano, rispettivamente, il verso della corrente e della relativa normale, mentre il simbolo interposto tra i due versori ne indica il prodotto vettoriale.



Ricorrendo, quindi, al medesimo sistema di riferimento utilizzato per il calcolo del campo elettrico, ed essendo il versore del campo dovuto al conduttore i-esimo pari a:

$$\vec{u}_{B,i} = \vec{u}_{I,i} \times \vec{u}_{r,i} = -\frac{y - y_i}{d_i} \vec{u}_x + \frac{x - x_i}{d_i} \vec{u}_y$$

si ottengono le seguenti espressioni da utilizzare per il calcolo delle componenti spaziali (fasoriali) dell'induzione magnetica, quale contributo delle correnti nei diversi conduttori:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$
$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

Si deve evidenziare che le componenti dell'induzione magnetica ottenute sono rappresentate in termini di valori efficaci se anche i fasori delle correnti I sono considerati negli stessi termini.

4.3 Calcolo dell'induzione magnetica

Si deve dire che il calcolo dell'induzione magnetica risulta più semplice rispetto a quello del campo elettrico. I motivi sono, sostanzialmente, i seguenti:

- Non è necessario calcolare il valore delle cariche lineari indotte sui conduttori, in quanto i valori d'induzione dipendono direttamente dalle correnti note;
- Il terreno viene considerato come un piano avente permeabilità relativa pari ad 1, e, quindi, nei calcoli si trascura il contributo delle correnti immagini.

Per il calcolo dell'induzione magnetica, si ricorre alla legge di Biot – Savart che esprime, in un generico punto dello spazio, il valore dell'induzione magnetica B, generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I, attraverso l'equazione:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} * \frac{I}{d} * (\vec{u}_l * \vec{u}_r)$$

dove:

- "d" rappresenta la distanza tra il conduttore ed il punto di calcolo;
- i versori \vec{u}_l ed \vec{u}_r indicano, rispettivamente, il verso della corrente e della relativa normale, mentre il simbolo interposto tra i due versori ne indica il prodotto vettoriale.

Ricorrendo, quindi, al medesimo sistema di riferimento utilizzato per il calcolo del campo elettrico, ed essendo il versore del campo dovuto al conduttore i-esimo pari a:

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



$$\vec{u}_{B,i} = \vec{u}_{I,i} \times \vec{u}_{r,i} = -\frac{y - y_i}{d_i} \vec{u}_x + \frac{x - x_i}{d_i} \vec{u}_y$$

si ottengono le seguenti espressioni da utilizzare per il calcolo delle componenti spaziali (fasoriali) dell'induzione magnetica, quale contributo delle correnti nei diversi conduttori:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

Si deve evidenziare che le componenti dell'induzione magnetica ottenute sono rappresentate in termini di valori efficaci se anche i fasori delle correnti I sono considerati negli stessi termini.

4.4 Simulazione dei livelli di Campo Elettrico ed Induzione Magnetica conseguenti all'installazione dei cavidotti di collegamento delle pale eoliche alla Cabina di Consegna dell'Energia alla Rete

Al fine di rilevare i livelli di Campo Elettrico e di Induzione Magnetica, prodotti dalla utilizzazione dell'aerogeneratore, prenderemo in considerazione:

- Tipologia della linea;
- Livello di tensione;
- Numero di conduttori per ogni raggruppamento: terna;
- Numero di terne;
- Coordinate dei conduttori appartenenti alle terne;
- Caratteristiche dei conduttori appartenenti alle terne;



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

- Definizione della corrente;
- Valore della corrente nominale;
- Punto di osservazione

Il tipo di attività consiste nella produzione di energia elettrica grazie all'impiego di un generatore aeraulico composto da un rotore provvisto di tre pale in vetroresina, una turbina eolica da 7.2 MW, diametro rotore 162 m, altezza al mozzo 119 m, un trasformatore di tensione per la conversione BT/MT ed una torre di acciaio zincato. Le pale in vetroresina sono calettate direttamente sull'asse della turbina avente la funzione di trasformare l'energia cinetica, prodotta dalla rotazione imposta dal vento sui profili alari, in elettrica. Quest'ultima viene, poi, inviata, per mezzo di cavi elettrici di sezione adeguata, verso una sottostazione di trasformazione che realizza il passaggio dalla media alla alta tensione.

Quest'ultima viene, a sua volta, inviata, per mezzo di cavi elettrici di sezione adeguata, verso una Cabina di Consegna del produttore.

4.5 Caratteristiche elettriche dei cavidotti per il collegamento in rete delle turbine

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata verso la stazione elettrica di connessione per poi essere immessa nella RTN a livello di tensione 36 kV.

I collegamenti tra il parco eolico e la stazione elettrica di connessione, avverranno tramite linee elettriche interrate esercite a 36 kV, ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto. La rete elettrica 36 kV sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate. Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee a 36 kV a mezzo di collegamenti del tipo "entra- esce". I cavi verranno posati ad una profondità di circa 150 cm, con protezione meccanica supplementare il CLS (magrone) e nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligatoria che avrà una larghezza variabile tra 40 e 80 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in corrugato. La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;
- stesura di un primo strato di sabbia (circa 10 cm);
- posa del cavo di potenza e/o del corrugato;
- stesura di un secondo strato di sabbia vagliata (circa 10 cm);
- posa di protezione meccanica realizzata con strato di misto cementato dello spessore di 20 cm;
- posa del tubo di fibra ottica
- rinterro parziale con materiale misto cementato (qualora ci si trovasse su strada) o di terreno (qualora ci trovassimo su terreno naturale con inframezzato nastri segnalatori,
- posa del pacchetto di rifinitura composto da binder per uno spessore di circa 7cm e di tappetino per uno spessore di circa 3cm.

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto eolico nonché dei suoi elementi. I cluster nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi alla stazione elettrica di condivisione MT/AT a 36 kV tramite linee interrate costituite da cavi in rame tipo RG7H1OR 26/45 kV. Di seguito si riporta l'elenco delle linee a 36 kV presenti in impianto e i relativi dati di impiego, quali correnti di esercizio, tensione e formazione:



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

Cluster	Denominazione	Collegamento da:	Collegamento a:	Potenza	Sezione consigliata	Lunghezza linea	Tensione	Corrente di impiego	Tipo di cavo	Temperatura di progetto	Profondità di posa	Tipo di posa
---	---	---	---	MW	mm ²	m	kV	A	---	°C	m	---
1	SER1-A	SER1	A	7,2	3x(1x70)	3500	36	115	RG7H10R	20	1,2	Interrato in tubo corrugato
2	SER2-A	SER2	A	7,2	3x(1x70)	2300		115				
3	SER3-A	SER3	A	7,2	3x(1x70)	3000		115				
4	SER4-A	SER4	A	7,2	3x(1x70)	1500		115				
5	SER5-A	SER5	C	7,2	3x(1x70)	1500		115				
6	SER6-B	SER6	B	7,2	3x(1x70)	2600		115				
7	SER7-B	SER7	B	7,2	3x(1x70)	900		115				
8	SER8-B	SER8	B	7,2	3x(1x70)	2300		115				
9	SER9-B	SER9	B	7,2	3x(1x70)	2400		115				
10	SER10-B	SER10	B	7,2	3x(1x70)	2600		115				
11	SER11-C	SER11	C	7,2	3x(1x70)	2400		115				
12	SER12-C	SER12	C	7,2	3x(1x240)	3000		115				
13	SER13-C	SER13	SSEU	7,2	3x(1x240)	4000		115				
14	A-SSEU	A	SSEU	16,8	3x(1x150)	3900		577				
15	B-SSEU	B	SSEU	32,4	3x(1x150)	3100		577				
16	C-SSEU	C	SSEU	19,4	3x(1x185)	20		346				
17	SSEU-SE	SSEU	SE	84,2	3x(1x500)	6300		1501				



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

Il trasporto dell'energia in MT avviene mediante cavo interrato posato su letto di sabbia, secondo specifiche norme CEI. In corrispondenza degli attraversamenti stradali, lo strato di terreno è chiuso in superficie, a contatto con il manto stradale, da un getto di calcestruzzo magro d'altezza 30 cm. Il cavo utilizzato è del tipo RG7H1OR 26/45 kV.

I cavi RG7H1OR 36 kV sono cavi media tensione tripolari ad elica visibile per la distribuzione interrata dell'energia elettrica a tensione 26/45 kV, con isolamento a spessore ridotto. Conduttori in corda di alluminio rotonda compatta cl.2. Cavo isolato con polietilene reticolato (XLPE).

Guaina esterna in polietilene estruso PE.

Caratteristiche costruttive:

- Conduttore: Corda di rame rosso compatta CEI EN 60502 classe 2
- Isolamento: Gomma HEPR
- Schermo: Nastro di rame controspirale.
- Guaina esterna: Polietilene estruso PE.
- Colore: rosso

Riferimento normativo

- Costruzione e requisiti: IEC 60502 / CEI 20-13
- Conduttore: G7 classe 2 Norma CEI EN 60332-1-2
- Isolamento: Qualità G7 senza piombo
- Guaina esterna: Mescola a base di PVC

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 26/45 kV
- Tensione massima di esercizio U_m : 45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: -15 °C

Condizioni d'impiego

RG7H1OR 26/45 kV sono indicati per la posa in canale interrato; in tubo interrato; in aria libera; ammessa anche la posa interrata con protezione. Adatti negli impianti elettrici eolici.



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

La sezione dei singoli cavi componenti le due tipologie di terne, prese in considerazione nella fase di progetto preliminare, presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

- $3x(1x70)$, in relazione alla quale si prevede una corrente $I_Z = 271$ A (portata in regime permanente, così come indicata dal produttore del cavo, Prysmian CAVI o simile, in riferimento alla disposizione interrata a trifoglio), come indicato nella tabella che segue:

Tabella 2.1: indicazione del cavo $3x(1x70)$

Sezione nominale conduttore [mm ²]	Diametro nominale cavo [mm]	Portata di corrente I_Z per disposizione interrata - 20°C - a trifoglio [A]
70	23,5	271,0

- $3x(1x240)$, in relazione alla quale si prevede una corrente $I_Z = 540,0$ A (portata in regime permanente, così come indicata dal produttore del cavo, Prysmian CAVI o simile, in riferimento alla disposizione interrata a trifoglio), come indicato nella tabella che segue:

Tabella 2.2: indicazione del cavo $3x(1x240)$

Sezione nominale conduttore [mm ²]	Diametro nominale cavo [mm]	Portata di corrente I_Z per disposizione interrata - 20°C - a trifoglio [A]
185	32,5	346,0

- $3x(1x150)$, in relazione alla quale si prevede una corrente $I_Z = 412,0$ A (portata in regime permanente, così come indicata dal produttore del cavo, Prysmian CAVI o simile, in riferimento alla disposizione interrata a trifoglio), come indicato nella tabella che segue:

Tabella 2.3: indicazione del cavo $3x(1x150)$

Sezione nominale conduttore [mm ²]	Diametro nominale cavo [mm]	Portata di corrente I_Z per disposizione interrata - 20°C - a trifoglio [A]
150	28,0	577

- $3x(4x500)$, in relazione alla quale si prevede una corrente $I_Z = 780,0$ A (portata in regime
- così come indicata dal produttore del cavo, Prysmian CAVI o simile, in riferimento



PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

alla disposizione interrata a trifoglio), come indicato nella tabella che segue:

Tabella 2.4: indicazione del cavo 3x(4x500)

Sezione nominale conduttore [mm ²]	Diametro nominale cavo [mm]	Portata di corrente I _z per disposizione interrata - 20°C - a trifoglio [A]
500	41,6	1501



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Per quanto attiene l'arrivo delle linee di alimentazione, provenienti dal Parco Eolico, nell'area d'impianto d'utenza (in seguito definita sinteticamente stazione), si precisa che una volta collegate al quadro di media tensione, ubicato in apposito locale (definito Sala Quadro) ricavato nell'edificio tecnico annesso all'apposita superficie utente, si realizzerà il collegamento tra quest'ultimo ed i trasformatori.

In base sempre al numero di terne componenti i cavidotti previsti in fase di progettazione preliminare, si riportano, nella tabella 2.5, le tratte di collegamento, le sezioni relative, le potenze intermedie, le correnti massime di impiego, le potenze di ogni singola tratta e la tensione di alimentazione:

Tabella 2.5: indicazione tratte, sezioni relative, potenze, correnti massime d'impiego, tensioni di alimentazione.

Cluster	Denominazione	Collegament o da:	Collegament o a:	Potenza	Sezione consigliat a	Lunghezza linea	Tensione	Corrente di impiego
---	---	---	---	MW	mm ²	m	kV	A
1	SER1-A	SER1	A	7,2	3x(1x70)	3500	36	115
2	SER2-A	SER2	A	7,2	3x(1x70)	2300		115
3	SER3-A	SER3	A	7,2	3x(1x70)	3000		115
4	SER4-A	SER4	A	7,2	3x(1x70)	1500		115
5	SER5-A	SER5	C	7,2	3x(1x70)	1500		115
6	SER6-B	SER6	B	7,2	3x(1x70)	2600		115
7	SER7-B	SER7	B	7,2	3x(1x70)	900		115
8	SER8-B	SER8	B	7,2	3x(1x70)	2300		115
9	SER9-B	SER9	B	7,2	3x(1x70)	2400		115
10	SER10-B	SER10	B	7,2	3x(1x70)	2600		115
11	SER11-C	SER11	C	7,2	3x(1x70)	2400		115
12	SER12-C	SER12	C	7,2	3x(1x240)	3000		115
13	SER13-C	SER13	SSEU	7,2	3x(1x240)	4000		115
14	A-SSEU	A	SSEU	16,8	3x(1x150)	3900		577
15	B-SSEU	B	SSEU	32,4	3x(1x150)	3100		577
16	C-SSEU	C	SSEU	19,4	3x(1x185)	20		346
17	SSEU-SE	SSEU	SE	84,2	3x(1x500)	6300		1501

Pur essendo i valori delle correnti massime d'impiego e i valori delle potenze massime quelli dichiarati nelle tabelle, si procede alla determinazione della distanza di prima approssimazione "DPA" relativamente ad ogni tratta del Parco Eolico considerato per le linee interrimate in Media Tensione progettate.



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



4.6 Metodologia di calcolo della DPA

In questa fase, si esaminano i percorsi dei cavidotti elettrici interrati, per il collegamento degli aerogeneratori alla Sottostazione di conversione dell'energia, definiti nella fase di progettazione elettrica del Parco Eolico.

A tal proposito, si evidenzia che l'art. 6 del D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 stabilisce la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, in funzione dell'obiettivo di qualità e delle portate in corrente in servizio normale.

4.7 Corrente di Calcolo e definizione della DPA

Per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è rappresentata dalla portata in regime permanente "Iz", così come definita nella norma CEI 11-17.

Per la determinazione della DPA, è possibile applicare quanto previsto dalla Norma CEI 106-11 Parte 1, in cui si fa riferimento ad un modello di tipo bidimensionale. In tale ottica, si procede con l'indicazione nominativa di tutte le tratte componenti i cavidotti di collegamento degli aerogeneratori alla Sottostazione, ad ognuna delle quali saranno abbinate il numero di terne presenti, le sezioni relative, la tensione nominale di alimentazione, le portate in regime permanente "Iz". Andiamo a verificare le tratte componenti principali:

Di seguito le indicazioni in funzione del n° terne, sezioni, tratte, portate Iz e Vn.

Collegamento Parco Eolico Serri con la cabina utente.

Indicazione delle DPA in funzione del n° terne, sezioni, tratte, portate Iz e Vn. Collegamento Parco Eolico SERRI (SU) alla CABINA UTENTE					
n° terne	Sez. nominale conduttori [mm²]	Tipologia di cavo	Iz [A]	Vn [kV]	Semiestensione DPA calcolata da asse tratta [m]
13	3x1x70	RG7H1R 26/45 kV	271,0	36	1,2 - 2
3	3x1x150	RG7H1R 26/45 kV	577	36	1,4 - 2
1	3x1x185	RG7H1R 26/45 kV	346	36	2,1 - 3
3	3x4x500	RG7H1R 26/45 kV	1501	36	2,6 - 3



PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

All'arrivo in Sottostazione utente i cavidotti, provenienti dal parco, si attestano in corrispondenza del Quadro di Media Tensione (quadro blindato ad arco interno metal clad 36kV-1600A). Tale tipologia di quadro presenta una corrente nominale di esercizio della sbarra omnibus di 630 A ad una tensione nominale di 36 KV.

Dai risultati sopra riportati, quindi, si rilevano le fasce di prima approssimazione DPA in corrispondenza delle quali si raggiunge l'obiettivo di qualità, così come richiesto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 maggio 2008.

5. CONCLUSIONI

I risultati della determinazione delle DPA è stata condotta in ossequio al Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 maggio 2008, riportando, i risultati nella tabella 2.5, in riferimento alle tratte dei cavidotti che portano alla SSE di conversione dell'energia. Tali valori sono stati ricavati in ossequio all'articolo 6 del D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 che acquisisce come riferimento l'obiettivo di qualità, di cui all'articolo 4 dello stesso Decreto. Infine, per quanto riguarda i cavi, questi sono del tipo cordato RG7H1R 26/45 kV ad Elica visibile, così come indicato nelle tabelle.

Zona dei cavidotti: per tutte quelle tratte presenti la DPA è pari ad un massimo di circa 3 metri (La DPA si intende determinata in corrispondenza dell'asse dell'ultima terna, cioè parte dall'asse di quest'ultima).

Tutte le aree attraversate dal cavidotto, come anche quella occupata dalla Cabina, non presentano al loro interno aree come ambienti abitativi o scolastici, aree giochi per l'infanziae, comunque, non sono sede di luoghi adibiti a permanenze superiori alle quattro ore giornaliere.

Si rappresenta, che la distanza tra il cavidotto elettrico dell'impianto eolico da installare e le abitazioni è tale che risultano tutti molto al di fuori delle fasce di rispetto, e quindi non sono presenti impatti elettromagnetici dovuti all'installazione del cavidotto dell'impianto eolico sulle unità abitative/ricettori.

Inoltre, relativamente alla fase di cantiere di realizzazione del nuovo impianto eolico e dei cavidotti sopra riportati, si rappresenta che non vi sarà nessun tipo di impatto elettromagnetico in quanto in tali fasi di cantiere i cavidotti saranno non alimentati.

Di seguito si riportano i valori ricavati dai rilievi suddivisi in:

- Allegato 1: Tabella rilievi campo elettrico ed induzione magnetica;
- Allegato 2: Tabella parametri meteorologici;
- Allegato 3: Tabella confronto tra E_i , B_i ed i valori di Esposizione, Attenzione, Qualità.



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

Allegato 1: Tabella rilievi campo elettrico ed induzione magnetica;

PARCO EOLICO COMUNI DI SERRI (SU)					
Rilievo dell'Induzione Magnetica "B"					
Postazioni di rilievo	N	E	Codice Identif.ne	data rilievi	Induzione "B" rilevata [mT]
	coord. WGS84				
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4391667.18 m N	514160.61 m E	M1	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392307.34 m N	514143.07 m E	M2	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392149.37 m N	513638.82 m E	M3	28/09/23	0,009
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392448.12 m N	512491.04 m E	M4	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392492.51 m N	512980.43 m E	M5	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393235.05 m N	512779.64 m E	M6	28/09/23	0,005
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394985.17 m N	513156.57 m E	M7	28/09/23	0,006
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395017.31 m N	513621.01 m E	M8	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395041.43 m N	513935.72 m E	M9	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395179.29 m N	514910.24 m E	M10	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394225.95 m N	513448.54 m E	M11	28/09/23	0,008
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394118.24 m N	514417.81 m E	M12	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393688.28 m N	513383.51 m E	M13	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396501.44 m N	514303.17 m E	M14	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395696.94 m N	512833.52 m E	M15	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396186.25 m N	512868.12 m E	M16	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396894.37 m N	513199.36 m E	M17	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396708.24 m N	512528.88 m E	M18	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396622.46 m N	511500.90 m E	M19	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396311.66 m N	511444.37 m E	M20	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396145.62 m N	510429.28 m E	M21	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4387296.19 m N	511474.42 m E	M22	28/09/23	0,007



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO
Engineering srl

LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

PARCO EOLICO COMUNI DI SERRI (SU)

Rilievo dell'Induzione Magnetica "B"

Postazioni di rilievo	N	E	Codice Identif.ne	data rilievi	Campo Elettrico "E" rilevato [KV/m]
	coord. WGS84				
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4391667.18 m N	514160.61 m E	M1	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392307.34 m N	514143.07 m E	M2	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392149.37 m N	513638.82 m E	M3	28/09/23	0,009
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392448.12 m N	512491.04 m E	M4	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392492.51 m N	512980.43 m E	M5	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393235.05 m N	512779.64 m E	M6	28/09/23	0,005
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394985.17 m N	513156.57 m E	M7	28/09/23	0,006
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395017.31 m N	513621.01 m E	M8	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395041.43 m N	513935.72 m E	M9	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395179.29 m N	514910.24 m E	M10	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394225.95 m N	513448.54 m E	M11	28/09/23	0,008
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394118.24 m N	514417.81 m E	M12	28/09/23	0,004
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393688.28 m N	513383.51 m E	M13	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396501.44 m N	514303.17 m E	M14	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395696.94 m N	512833.52 m E	M15	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396186.25 m N	512868.12 m E	M16	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396894.37 m N	513199.36 m E	M17	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396708.24 m N	512528.88 m E	M18	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396622.46 m N	511500.90 m E	M19	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396311.66 m N	511444.37 m E	M20	28/09/23	0,006
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396145.62 m N	510429.28 m E	M21	28/09/23	0,007
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4387296.19 m N	511474.42 m E	M22	28/09/23	0,007



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO
Engineering srl

LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

Allegato 2: Tabella parametri meteorologici.

PARCO EOLICO COMUNI DI SERRI (SU)							
Parametri ambientali valutati in corrispondenza dei Valori B							
Postazioni di rilievo	N	E	COD	data rilievi	V _w (m/s)	T [°C]	Umidità relativa "UR" (%)
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4391667.18 m N	514160.61 m E	M1	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392307.34 m N	514143.07 m E	M2	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392149.37 m N	513638.82 m E	M3	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392448.12 m N	512491.04 m E	M4	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392492.51 m N	512980.43 m E	M5	28/09/23	2,8	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393235.05 m N	512779.64 m E	M6	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394985.17 m N	513156.57 m E	M7	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395017.31 m N	513621.01 m E	M8	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395041.43 m N	513935.72 m E	M9	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395179.29 m N	514910.24 m E	M10	28/09/23	2,8	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394225.95 m N	513448.54 m E	M11	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394118.24 m N	514417.81 m E	M12	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393688.28 m N	513383.51 m E	M13	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396501.44 m N	514303.17 m E	M14	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395696.94 m N	512833.52 m E	M15	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396186.25 m N	512868.12 m E	M16	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396894.37 m N	513199.36 m E	M17	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396708.24 m N	512528.88 m E	M18	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396622.46 m N	511500.90 m E	M19	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396311.66 m N	511444.37 m E	M20	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396145.62 m N	510429.28 m E	M21	28/09/23	1-5	19-21	70-75
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4387296.19 m N	511474.42 m E	M22	28/09/23	1-5	19-21	70-75



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO
Engineering srl

LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRI

PARCO EOLICO COMUNI DI SERRI (SU)

Confronto tra i valori B rilevati ed i limiti di Esposizione, Attenzione e Qualità

Postazioni di rilievo	N	E	COD	data rilievi	Induzione "B" rilevata [mT]	Valori di Induzione di riferimento [µT]		
	coord. WGS84					Esposizione	Attenzione	Qualità
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4391667.18 m N	514160.61 m E	M1	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392307.34 m N	514143.07 m E	M2	28/09/23	0,007	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392149.37 m N	513638.82 m E	M3	28/09/23	0,009	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392448.12 m N	512491.04 m E	M4	28/09/23	0,007	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392492.51 m N	512980.43 m E	M5	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393235.05 m N	512779.64 m E	M6	28/09/23	0,005	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394985.17 m N	513156.57 m E	M7	28/09/23	0,006	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395017.31 m N	513621.01 m E	M8	28/09/23	0,007	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395041.43 m N	513935.72 m E	M9	28/09/23	0,007	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395179.29 m N	514910.24 m E	M10	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394225.95 m N	513448.54 m E	M11	28/09/23	0,008	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394118.24 m N	514417.81 m E	M12	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393688.28 m N	513383.51 m E	M13	28/09/23	0,007	100	10	3



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

PARCO EOLICO "SERRI"
13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE
DI SERRÌ

PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396501.44 m N	514303.17 m E	M14	28/09/23	0,005	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395696.94 m N	512833.52 m E	M15	28/09/23	0,006	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396186.25 m N	512868.12 m E	M16	28/09/23	0,007	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396894.37 m N	513199.36 m E	M17	28/09/23	0,007	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396708.24 m N	512528.88 m E	M18	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396622.46 m N	511500.90 m E	M19	28/09/23	0,008	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396311.66 m N	511444.37 m E	M20	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396145.62 m N	510429.28 m E	M21	28/09/23	0,004	100	10	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4387296.19 m N	511474.42 m E	M22	28/09/23	0,008	100	10	3



SIGMANRG SRL
Via Pietro Cossa 5
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



Allegato 3: Tabella confronto tra Ei, Bi ed i valori di Esposizione, Attenzione, Qualità.

PARCO EOLICO COMUNI DI SERRI (SU)						
Confronto tra i valori E rilevati ed i limiti di Esposizione						
Postazioni di rilievo	N	E	COD	data rilievi	Campo "E" rilevato [KV/m]	Valori di Esposizione di Campo Elettrico E [KV/m]
	coord. WGS84					
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4391667.18 m N	514160.61 m E	M1	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392307.34 m N	514143.07 m E	M2	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392149.37 m N	513638.82 m E	M3	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392448.12 m N	512491.04 m E	M4	28/09/23	nr	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4392492.51 m N	512980.43 m E	M5	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393235.05 m N	512779.64 m E	M6	28/09/23	nr	3
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394985.17 m N	513156.57 m E	M7	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395017.31 m N	513621.01 m E	M8	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395041.43 m N	513935.72 m E	M9	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395179.29 m N	514910.24 m E	M10	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394225.95 m N	513448.54 m E	M11	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4394118.24 m N	514417.81 m E	M12	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4393688.28 m N	513383.51 m E	M13	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396501.44 m N	514303.17 m E	M14	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4395696.94 m N	512833.52 m E	M15	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396186.25 m N	512868.12 m E	M16	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396894.37 m N	513199.36 m E	M17	28/09/23	nr	4



PARCO EOLICO "SERRI"
 13 AEROGENERATORI DA 7,2 MW
 POTENZA COMPLESSIVA 93,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
 DELLA SARDEGNA



COMUNE
 DI SERRI

PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396708.24 m N	512528.88 m E	M18	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396622.46 m N	511500.90 m E	M19	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396311.66 m N	511444.37 m E	M20	28/09/23	nr	5
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4396145.62 m N	510429.28 m E	M21	28/09/23	nr	4
PARCO EOLICO - Comune di SERRI (SU)	4387296.19 m N	511474.42 m E	M22	28/09/23	nr	5



SIGMANRG SRL
 Via Pietro Cossa 5
 20122 MILANO (MI)



LEONARDO
 Engineering srl

LEONARDO ENGINEERING SRL
 Viale Lamberti 29
 81100 CASERTA (CE)