

# REGIONE SARDEGNA

Province di Oristano (OR) e Nuoro (NU)

COMUNI DI SUNI, SINDIA, SAGAMA E TINNURA



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	05/11/21	BASSO G.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	29/10/21	BASSO G.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

**INFRASTRUTTURE S.p.A.**



Via Privata Maria Teresa, 8 – 20123 Milano (MI) Tel.: +39 02 3657 0800  
P.IVA: 11513930153; web: [www.infrastrutture.eu](http://www.infrastrutture.eu); PEC: [infrastrutture@legalmail.it](mailto:infrastrutture@legalmail.it)

Società di Progettazione:

*Ingegneria & Innovazione*



Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO DI "SUNI"**

Progettista/Resp. Tecnico:

**Dott. Ing. Cesare Furno**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE CEM RACCORDO INTERRATO AT SSEU - SE TERNA

Progettista elettrico:

**Dott. Ing. Giuseppe Basso**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Siracusa  
n° 1860 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C20021S05-PD-RT-13-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:



**DEFINITIVO**

*Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.*



## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO.....	3
3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	3
4. CAMPI ELETTRICI ED ELETTROAMGNETICI .....	5
4.1. CEM generato da linee elettriche interrate.....	6

	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b> RELAZIONE CEM RACCORDO INTERRATO AT SSEU – SE TERNA	 Ingegneria & Innovazione	
		05/11/2021	REV: 1

## 1. Premessa

Su incarico di INFRASTRUTTURE SpA, la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Suni, Sindia Sagama e Tinnura, nelle provincie di Oristano e Nuoro.

Il progetto prevede l'installazione di n. 10 nuovi aerogeneratori nei terreni dei comuni di Suni (n°3 aerogeneratori), Sindia (n°5 aerogeneratori), Sagama (n°1 aerogeneratore) e Tinnura (n°1 aerogeneratore), con potenza unitaria di 6 MW, e potenza complessiva di impianto di 60 MW.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Macomer, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali.

Sia Antex che Infrastrutture pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, le Aziende citate posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

## 2. SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è la valutazione del campo elettrico ed elettromagnetico generato dal raccordo interrato in AT 150 kV lungo circa 300 m, costituito da tre conduttori unipolari ARG7H1E 87/150kV da 1x400mm<sup>2</sup>, disposti in piano, necessario per la connessione della sottostazione elettrica di trasformazione 30/150 kV "Infrastrutture" all'Area Comune Produttori.

## 3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi applicati nella progettazione dell'impianto o comunque di supporto:

- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79/99: “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 281 del 19 dicembre 2005: “Condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi”;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 168 del 30 dicembre 2003: “Condizioni per l’erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell’energia elettrica sul territorio nazionale e per l’approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79” e relativo Allegato A modificato con ultima deliberazione n.20/06;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 39 del 28 febbraio 2001: “Approvazione delle regole tecniche adottate dal Gestore della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell’articolo 3, comma 6, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79”;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 333 del 21 dicembre 2007: “Testo integrato della regolazione della qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell’energia elettrica” – TIQE;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 348 del 29 dicembre 2007: “Testo integrato delle disposizioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas per l’erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell’energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l’erogazione del servizio di connessione” e relativi allegati: Allegato A, di seguito TIT, Allegato B, di seguito TIC;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008: “Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)”;
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas ARG/elt 179/08 del 11 dicembre 2008: “Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica”;
- Norma CEI 0-16 “Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- DLgs n. 81 del 09/04/2008 TESTO UNICO SULLA SICUREZZA per la Prevenzione degli Infortuni sul Lavoro;
- DM n. 37 del 22/01/2008 Norme per la sicurezza degli impianti;
- Dlg 791/77 “Attuazione della direttiva 73/23/CEE riguardanti le garanzie di sicurezza del materiale elettrico”;
- Legge n° 186 del 01/03/68;
- DPR 462/01;
- Direttiva CEE 93/68 “Direttiva Bassa Tensione”;
- Direttiva 2004/108/CE, CEI EN 50293 “Compatibilità Elettromagnetica”;

- Norma CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500 V in corrente continua;
- CEI 17-44 Ed. 3a 2000 (CEI EN 60947-1) CEI 17-44;V1 2002 (CEI EN 60947-1/A1) CEI 17-44; V2 2002 (CEI EN 60947-1/A2) “Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali”;
- CEI 70-1 Ed. 2a 1997 (CEI EN 60529) CEI 70-1;V1 2000 (CEI EN 60529/A1) “Grado di protezione degli involucri (Codice IP)”;
- CEI EN 60439-1 “Normativa dei quadri per bassa tensione”;
- CEI 20-22 II, 20-35, 20-37 I, 23-48, 23-49, 23-16, 23-5;
- CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- CENELEC EUROPEAN “Norme del Comitato Elettrotecnico Europeo”;
- CEI – UNEL 35011 “Sistema di codifica dei cavi”;
- CEI 214-9 “Requisiti di progettazione, installazione e manutenzione”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati Climatici;
- UNI 8477/1 Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia Valutazione dell’energia raggiante ricevuta;
- Legge 46/1990, DPR 447/91 (regolamento attuazione L.46/90) per la sicurezza elettrica;
- Per le strutture di sostegno: DM MLP 12/2/82.

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, verranno comunque applicate.

#### 4. CAMPI ELETTRICI ED ELETTROAMGNETICI

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l’obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all’esposizione nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l’obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di

nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10  $\mu\text{T}$  da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

#### 4.1. CEM generato da linee elettriche interrate

L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Questo non è vero per l'intensità del campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo. La distribuzione del campo magnetico presenta un picco in corrispondenza dell'asse della linea e si riduce rapidamente allontanandosi dallo stesso.

La linea elettrica interrata AT, relativamente l'impianto utente per la connessione alla RTN, sarà eseguita tramite posa di tipo interrata piana a singola terna di conduttori aventi sezione pari a 400  $\text{mm}^2$ , ad una profondità di 1,1 m (profondità scavo 1,2 m) e distanti tra loro 0,25 m, una corrente massima pari a 256,6 A, (valore di corrente corrispondente ad una potenza pari 60 MVA ad una tensione pari a 150 kV).

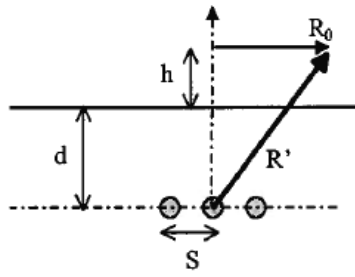
Adottando la metodologia di calcolo illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:

**a) Cavi unipolari posati in piano**

La situazione più generale è rappresentata da una terna di cavi posati in piano alla profondità  $d$  e spazati di  $S$  (Figura 11).

Si può quindi ricorrere alle formule approssimate per conduttori in piano, applicando nuovamente le relazioni viste per le linee aeree in piano:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R'^2} \quad [\mu T] \quad R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m] \quad (18)$$



**Figura 11 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa in piano oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità ( $d$  è la profondità del centro del conduttore)**

In alcuni casi può essere conveniente calcolare - al posto della distanza dal baricentro dei conduttori che può risultare fin troppo conservativa - la distanza  $R_0$  dall'asse della linea al livello del suolo ( $h = 0$ ) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto di un valore prefissato ( $3 \mu T$ )<sup>(4)</sup>. In questa ipotesi, la profondità di posa diviene un ulteriore parametro per poter ottenere la distanza dall'asse della linea.  $R_0$  può quindi essere calcolato applicando la formula semplificata per il calcolo di  $R'$  e tenendo conto della profondità di posa  $d$ :

$$R_0 = \sqrt{R'^2 - d^2} \quad [m] \quad R_0 = \sqrt{0,115 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m] \quad (19)$$

Otteniamo un valore della DPA pari a:

$$R_0 = \sqrt{(0,115 \cdot 0,25 \cdot 256,6 - 1,1^2)} = 2,48 \text{ m} \quad \text{e} \quad R' = 0,34 \cdot \sqrt{(0,25 \cdot 256,6)} = 2,72 \text{ m}$$

I valori delle DPA calcolati sono riferite alle correnti di funzionamento.

Calcoliamo adesso i valori delle DPA tenendo conto della massima portata in corrente della linea che è pari a 710 A, (valore che non sarà mai raggiunto nelle condizioni di normale esercizio):

$$R_0 = \sqrt{(0,115 \cdot 0,25 \cdot 710 - 1,1^2)} = 4,38 \text{ m} \quad \text{e} \quad R' = 0,34 \cdot \sqrt{(0,25 \cdot 710)} = 4,53 \text{ m}$$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 5 m.**

**Il Progettista:**

*Dott. Ing. Giuseppe Basso*