



VCC ORISTANO 2 Srl

REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI SCANO DI MONTIFERRO (OR)



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI
POTENZA PARI A 75.000 kW
"Crastu Furones"

Valutazione di Impatto Ambientale artt.23-24-25 D.Lgs. 152/2006

REL.S.04

Elaborato di Progetto

PROGETTO DEFINITIVO
Relazione campi elettrici e magnetici S/E Utente

Committente:
VCC Oristano 2 Srl
Via O.Ranelletti, 281 - 67043 - Celano (AQ)
P.IVA e C.F.: 01602470666
PEC: vcc.oristano.2.srl@pec.it

PROGETTO REDATTO DA: Gamma Srl

Progettisti:
Dott. Ing. Vincenzo Iuliani
Ordine degli ingegneri della Provincia di Roma N. 17389

Prof. Ing. Marco Trapanese
Ordine degli ingegneri della Provincia di Palermo N. 6946

Data:
18/05/2022

Rev.00

SCALA -



Via O. Ranalletti 281 - 67043 -
Celano (AQ) - tel.: 0863.1870710

**Parco Eolico Crastu Furones
Progetto Definitivo
(Identificativo CRA-R-REL.S.04)**

REV 0.

2

Indice generale

Introduzione	3
Riferimenti legislativi, normativi e tecnici	3
Limiti di esposizione ed obiettivi di qualità	4
Caratteristiche dell'impianto	4
Calcolo del campo magnetico per l'esposizione dei lavoratori e del pubblico	5
Calcolo del campo elettrico per l'esposizione dei lavoratori e del pubblico	6
Conclusioni	7



Via O. Ranalletti 281 - 67043 -
Celano (AQ) - tel.: 0863.1870710

Parco Eolico Crastu Furones Progetto Definitivo (Identificativo CRA-R-REL.S.04)

REV 0.

3

Introduzione

Il presente documento ha lo scopo di esaminare i campi elettrici e magnetici generati dalla stazione elettrica di trasformazione (Stazione Utente) del parco eolico "Crastu Furones", con riferimento ai limiti previsti dalla legislazione vigente ed alle norme tecniche, per l'esposizione del pubblico e dei lavoratori.

Riferimenti legislativi, normativi e tecnici

- [1] DPCM 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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti"
- [2] D. Lgs. 159/2016 "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE"
- [3] Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- [4] ICNIRP Guidelines For Limiting Exposure To Time- Varying Electric And Magnetic Fields (1hz – 100 Khz)
- [5] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" – Novembre 2008
- [6] Norma CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" - Giugno 2002
- [6] Doc. ENEL "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"
- [7] Doc. Terna UX LAE 08 "Caratteristiche generali delle linee elettriche aeree facenti parte della RTN"
- [8] Doc. Terna allegato A.3 al codice di trasmissione "Requisiti e caratteristiche di riferimento di stazioni e linee elettriche della RTN" – rev. 02 del maggio 2015
- [9] Raccomandazione 1999/519/CE: "Raccomandazione del Consiglio, del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz"
- [10] Norma CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", Novembre 2009.
- [11] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici", Settembre 2002



Via O. Ranalletti 281 - 67043 -
Celano (AQ) - tel.: 0863.1870710

Parco Eolico Crastu Furones Progetto Definitivo (Identificativo CRA-R-REL.S.04)

REV 0.

4

Limiti di esposizione ed obiettivi di qualità

La legislazione nazionale ed europea [1][2] prescrivono limiti di esposizione per il pubblico e per i lavoratori ed obiettivi di qualità da rispettare verso recettori sensibili.

Tali limiti sono formulati secondo principi di cautela crescenti e risultano cautelativi rispetto a quanto raccomandato dagli enti scientifici internazionali [4].

Per praticità, i limiti e le raccomandazioni sono riportati nelle seguenti tabelle 1 e 2, che evidenziano come l'obiettivo di qualità per il campo magnetico previsto dalla legislazione nazionale sia improntato alla massima cautela, essendo rispettivamente 33 e 66 volte inferiore rispetto alle raccomandazioni della comunità europea e dell'ICNIRP.

Tabella 1: Raccomandazioni e limiti di esposizione per campi elettrici e magnetici a 50 Hz per i lavoratori

Fonte	Limite di esposizione campo elettrico	Limite di esposizione campo magnetico
Linee guida ICNIRP	10 kV/m	1000 μ T
D. Lgs. 159/2016(*)	10 kV/m (VA inferiore)	1000 μ T

(*) il D. Lgs. 159/2016 [2] modifica le prescrizioni del D. Lgs. 81/08 [3]

Tabella 2: Raccomandazioni e limiti di esposizione per campi elettrici e magnetici a 50 Hz per la popolazione

Fonte	Limite di esposizione campo elettrico	Limite di esposizione campo magnetico	Obiettivo di qualità campo magnetico
Linee guida ICNIRP	5 kV/m	200 μ T (*)	
Racc. 1999/519/CE	5 kV /m	100 μ T (*)	
DPCM 8 Luglio 2003	5 kV/m	100 μ T	3 μ T

(*) la linea guida ICNIRP [4] e la raccomandazione 1999/519/CE non riportano distinzioni tra limiti di esposizione ed obiettivi di qualità per il campo elettromagnetico

Caratteristiche dell'impianto

La stazione di trasformazione (di utenza) del parco eolico Crastu Furones è costituita da un montante trasformatore con linea in antenna, composto da apparecchiature isolate in aria e collegamenti in doppia corda di alluminio da 36 mm di diametro le cui caratteristiche principali sono riportate nel seguito:

- tensione nominale di esercizio 220 kV
- tensione massima di esercizio 245 kV
- corrente nominale dello stallo 2000 kA
- corrente cto-cto 50 kA



Via O. Ranalletti 281 - 67043 -
Celano (AQ) - tel.: 0863.1870710

Parco Eolico Crastu Furones Progetto Definitivo (Identificativo CRA-R-REL.S.04)

REV 0.

5

Lo stallo dimensionato per una portata di 2000 A è attraversato dalla corrente massima erogata dalla trasformazione 220/36 kV. Si assume pertanto il valore di 250 A (corrispondente ad una potenza trasformata di 100 MVA) per la verifica del campo magnetico dello stallo.

Ai fini del calcolo del campo elettrico, si assume il valore della massima tensione di esercizio $U_m=245$ kV.

Calcolo del campo magnetico per l'esposizione dei lavoratori e del pubblico

Il calcolo del campo di induzione magnetica è effettuato seguendo la metodologia riportata nella norma tecnica CEI 211-4; tale metodologia è stata implementata in un ambiente di calcolo *GNU General Public License*.

Ai fini della verifica dell'esposizione del pubblico e dei lavoratori, l'altezza di calcolo è stata impostata a 1.5 m dal terreno.

Per quanto riguarda **lo stallo trasformatore con linea in antenna**, l'altezza dei conduttori sul terreno è stata considerata pari a 5,3 m (altezza rispetto al suolo lungo l'estensione dello stallo), interasse tra le fasi 3,2 m

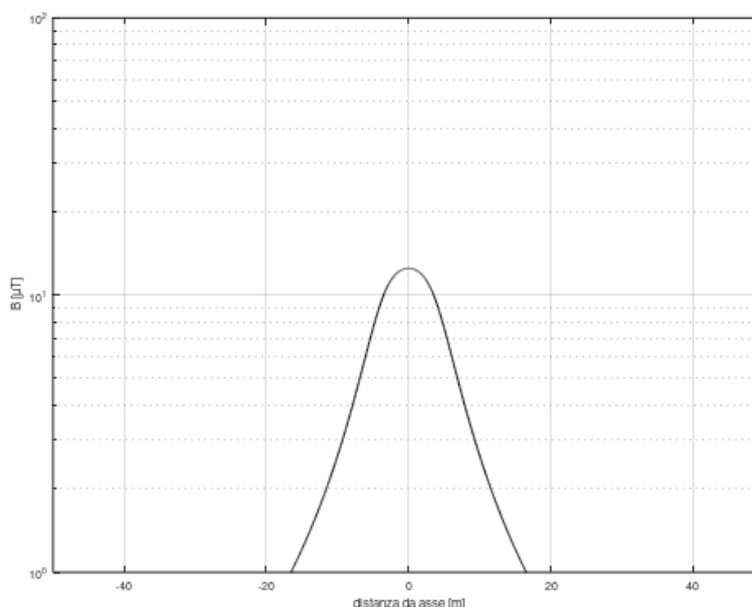


figura 1 profilo del campo di induzione magnetica generato dallo stallo (altezza conduttori 5,3 m, interasse di 3,2 m), attraversato dalla corrente nominale del trasformatore di 250 A.

In particolare si può osservare che:

- Il valore massimo riscontrato è inferiore a 13 μT , valore inferiore di due ordini di grandezza rispetto al valore di soglia previsto dalla legislazione vigente (1000 μT)



Via O. Ranalletti 281 - 67043 -
Celano (AQ) - tel.: 0863.1870710

Parco Eolico Crastu Furones Progetto Definitivo (Identificativo CRA-R-REL.S.04)

REV 0.

6

in accordo a [2],[3]), garantendo con ampio margine il rispetto dei limiti per l'esposizione dei lavoratori.

- Il valore di 100 μ T, corrispondente al limite di esposizione per il pubblico [1] non è mai raggiunto, garantendo con ampio margine il rispetto dei limiti di esposizione per il pubblico.
- Il valore di 3 μ T, corrispondente all'obiettivo di qualità [1] per la popolazione si riscontra alla distanza di 8 m a partire dall'asse del montante.

Per quanto riguarda il **trasformatore**, la presenza di una cassa in materiale ferromagnetico (acciaio al carbonio) fa sì che il campo di induzione magnetica sia ininfluenza al di fuori della cassa stessa.

Calcolo del campo elettrico per l'esposizione dei lavoratori e del pubblico

Il calcolo del campo elettrico è effettuato seguendo la metodologia riportata nella norma tecnica CEI 211-4; tale metodologia è stata implementata in un ambiente di calcolo GNU *General Public License*.

Ai fini della verifica dell'esposizione del pubblico e dei lavoratori, l'altezza di calcolo è stata impostata a 1,5 m dal terreno.

La valutazione è effettuata considerando l'utilizzo di corda binata di alluminio di diametro 36 mm per il collegamento delle apparecchiature, con altezza delle parti in tensione 5,3 m e interasse delle fasi di 3,2 m.

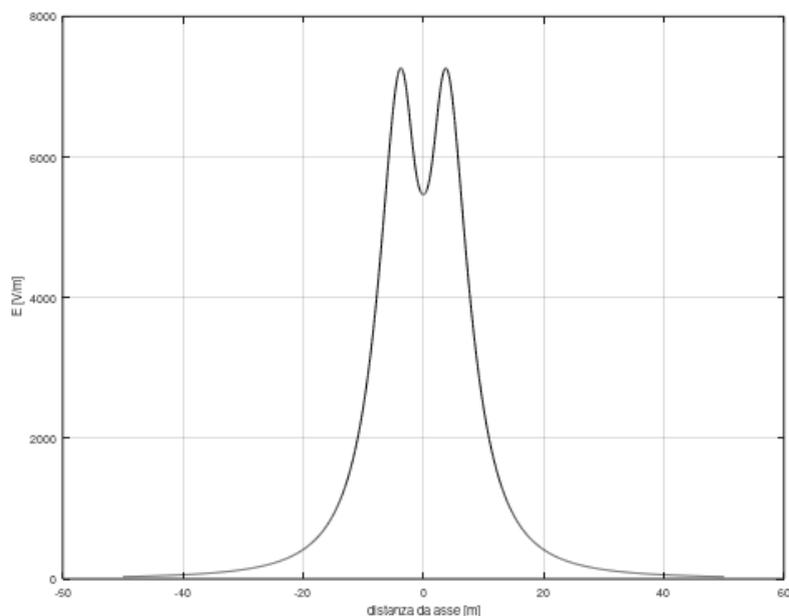


figura 2 - profilo dell'intensità del campo elettrico generato dallo stallo alla massima tensione di esercizio 245 kV lungo una sezione trasversale dello stallo



Via O. Ranalletti 281 - 67043 -
Celano (AQ) - tel.: 0863.1870710

Parco Eolico Crastu Furones Progetto Definitivo (Identificativo CRA-R-REL.S.04)

REV 0.

7

La figura evidenzia che:

- L'intensità del campo elettrico non supera mai, con un ampio limite di sicurezza, il valore prescritto per l'esposizione dei lavoratori di 10 kV/m [2] [3], in ogni punto esterno ed interno alla stazione.
- Il valore massimo per l'esposizione del pubblico di 5 kV/m [1], viene raggiunto ad una distanza di circa 8 m dall'asse dello stallo; ne consegue che il valore di soglia è rispettato in qualunque punto esterno alla stazione elettrica.

Per quanto riguarda il **trasformatore**, essendo la cassa dello stesso collegata a terra, non sono presenti campi elettrici all'esterno della stessa.

Conclusioni

Per mezzo della metodologia prescritta dalle normative tecniche di riferimento [5], e sulla base delle caratteristiche dei componenti [7] [8], sono stati calcolati i campi elettromagnetici relativi alla nuova stazione di trasformazione (di utenza) del parco eolico Crastu Furones.

I risultati della verifica evidenziano il rispetto dei limiti di esposizione per i lavoratori ed il pubblico, nonché degli obiettivi di qualità prescritti dalla legislazione vigente:

- **I limiti di esposizione (VA inferiori) per i lavoratori** previsti dalla legislazione vigente [2],[3] (10 kV/m per il campo elettrico e 1000 μ T per il campo magnetico) **sono rispettati in ogni punto interno ed esterno alla stazione elettrica**, con ampio margine di sicurezza.
- **I limiti di esposizione prescritti per il pubblico** dalla legislazione vigente [1] di 5 kV/m e 100 μ T **sono rispettati in ogni punto esterno alla stazione**, con ampio margine di sicurezza.
- Il valore dell'obiettivo di qualità per il campo magnetico [1] , pari a 3 μ T, viene raggiunto a distanza di circa 6,5 m dall'asse del montante, distanza entro la quale non sono presenti recettori.
- La distanza di prima approssimazione (**DPA**) del collegamento in cavo alla stazione di consegna è pari a +/- 1.65 m dall'asse del cavidotto, distanza entro la quale non sono presenti recettori.