

**Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e  
ss.mm.ii.**

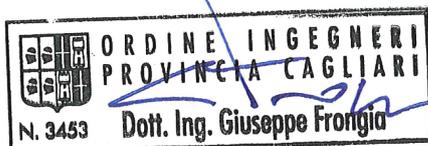
**ABBILA**

**Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai  
e Perdasefogu (NU)**



**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**STUDIO PREVISIONALE SULLE INTERFERENZE E  
TELECOMUNICAZIONI**



Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.
0	30/04/2021	Emissione per procedura di VIA	IAT	Sartec	Sartec

**Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e  
ss.mm.ii.**

**ABBILA**

**Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai  
e Perdasefogu (OG)**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**COORDINAMENTO GENERALE:**

**SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie**

**Ing. Manolo Mulana**

**Ing. Giuseppe Frongia (I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.)**

**PROGETTAZIONE:**

**I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.**

**Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico)**

**Gruppo di lavoro:**

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Mariano Agus

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Ing. Gianluca Melis

Dott.ssa Elisa Roych

Ing. Emanuela Spiga

Ing. Francesco Schirru

**Collaborazioni specialistiche:**

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Mauro Pompei – Dott. Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti pedologici ed uso del suolo: Dott. Marco Cocco

---

**SIA Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu (NU) - APRILE 2021**

---

Rumore: Dott. Francesco Perria – Ing. Manuela Melis

Studio di compatibilità elettromagnetica e interferenze con le telecomunicazioni – Prof. Ing. Giuseppe

Mazzarella – Ing. Emilio Ghiani

**"ABBILA"**  
**AMPLIAMENTO DEL PARCO EOLICO DI  
 ULASSAI E PERDASDEFOGU (NU)**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**



**APPROFONDIMENTO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE  
 DELLE INTERFERENZE CON LE TELECOMUNICAZIONI**

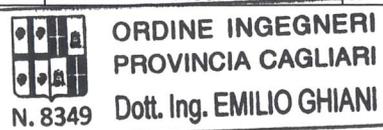
Elaborato da:



DIEE – Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica - Università di Cagliari

Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella – Prof. Ing. Emilio Ghiani

1	22/04/21	Emissione per procedura di VIA	DIEE	Sardeolica	Sardeolica
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Aprr.

  
 ORDINE INGEGNERI  
 PROVINCIA CAGLIARI  
 N. 8349 Dott. Ing. EMILIO GHIANI



Sede Amministrativa  
 I-20122 Milano  
 Galleria Passarella 2  
 Tel. +39 02 77371  
 Fax +39 02 7737209

Sede Legale  
 Sesta Strada Ovest  
 Z.I. Macchiareddu  
 I-09068 Uta (CA)  
 Tel. +39 070 24661780  
 Fax +39 070 24661211

Stabilimento  
 Parchi Eolici di Ulassai  
 S.P. 13, km.11+500  
 I-08040 Ulassai (NU)  
 Tel. +39 3297518302  
 Fax +39 078240594

Cap. Soc. € 56.696,00 int. vers.  
 Reg. Imprese di Cagliari e  
 Cod. Fisc. IT 01953460902  
 Società appartenente al Gruppo IVA  
 P. IVA 03868280920  
 sardeolica@pec.grupposaras.it  
 comunicazioni.sardeolica@pec.grupposaras.it



EN ISO 9001  
 20 100 121 257604  
 EN ISO 14001  
 20 104 121 257607  
 EN ISO 18001  
 20 116 121 257606  
 EN ISO 50001  
 TA270173002576

## INDICE

PREMESSA.....	2
1. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO.....	4
1.1 Parco Eolico “Abbila” .....	4
1.2 Parco Eolico “Boreas” .....	5
1.3 Visualizzazione cumulativa impianti Abbila + Boreas .....	6
1.4 Visualizzazione cumulativa impianti Abbila + Boreas + Maistu + Ulassai .....	7
1.5 Aerogeneratori.....	7
2. SISTEMI TLC INDIVIDUATI NELL’AREA DI PROGETTO .....	9
3. SPECIFICHE TECNICHE E MODELLIZZAZIONE PER LO STUDIO DEI CAMPI ELETTRICITÀ .....	11
3.1 Premessa .....	11
3.2 Valutazione della Radar Cross Section (RCS).....	11
3.3 Analisi tecnica preliminare .....	14
3.4 Considerazioni tecniche a valle dello studio preliminare .....	18
4. CONCLUSIONI DELLO STUDIO .....	20

## **PREMESSA**

La presente relazione tecnica riguarda lo studio previsionale per la valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni, relativamente al progetto denominato "ABBILA", ampliamento del parco eolico di Ulassai e Perdasdefogu nei comuni di Ulassai e Perdasdefogu (NU).

Il progetto ABBILA prevede l'ampliamento del parco esistente attraverso l'installazione di 8 turbine di ultima generazione, aventi potenza nominale indicativa di 6 MW ciascuna, per una potenza da installare di ulteriori 48 MW, che sarà operativamente limitata a 39,2 MW in ragione dell'attuale capacità disponibile sulla rete elettrica, in accordo con le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna).

Il parco esistente è costituito da:

- 48 aerogeneratori V80-2MW HH 67 m (in corso di Reblading a V90) - Parco originario nel territorio di Ulassai
- 9 aerogeneratori V117-3,6MW (5 WTG con HH 91,5 e 3 WTG con HH 116,5) – Parco Maistu nei territori di Ulassai e Perdasdefogu

Nello specifico, è obiettivo dello studio la valutazione dell'effetto degli aerogeneratori sul campo incidente nella zona di servizio, proveniente dal ripetitore di Tertenia. Questo effetto si manifesta nell'aggiunta al campo preesistente del campo diffuso dalle torri eoliche previste in progetto. In questa analisi va ricordato che il campo della sorgente primaria (il ripetitore) risulta inversamente proporzionale alla distanza, e quello diffuso risulta inversamente proporzionale al prodotto della distanza ripetitore-torre e della distanza torre-zona di servizio. Quindi, ai fini dello studio, ha interesse considerare solo i ripetitori vicini al parco eolico, in particolare sono stati considerati i ripetitori presenti entro 10km dall'area di progetto.

Quindi a partire dalle valutazioni del campo nelle due situazioni (con e senza parco eolico), la relazione intende determinare se esista un effetto dovuto al parco eolico sulla copertura RAI nell'area interessata al progetto e se questo possa dare effetti di interferenza peggiorativi sulla qualità del servizio televisivo.

La valutazione tiene conto degli effetti cumulativi del progetto Abbila con il parco esistente e con l'ulteriore progetto di ampliamento del parco eolico nel Comune di

Jerzu, "BOREAS" (VIA Ministeriale in corso) che prevede l'installazione di n. 10 turbine di ultima generazione, aventi potenza nominale indicativa di 6 MW ciascuna, per una potenza da installare di ulteriori 60 MW, che sarà operativamente limitata a 50 MW in ragione dell'attuale capacità disponibile sulla rete elettrica, in accordo con le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna).

I nuovi aerogeneratori del progetto ABBILA e del progetto BOREAS saranno raggruppati in sottocampi con cavi in Media Tensione (30 kV) per il successivo collegamento diretto all'esistente stazione di utenza di proprietà di Sardeolica, attualmente al servizio dei parchi eolici esistenti di Ulassai e Maistu, ubicata in prossimità della S.P. 13 Perdasdefogu-Jerzu, nella zona nord del parco. Detta stazione elettrica (30/150 kV), opportunamente adeguata in ragione delle nuove esigenze derivanti dall'aumento della potenzialità energetica dell'impianto, convoglierà poi l'energia prodotta dagli aerogeneratori, tramite 2 nuovi trasformatori da 50/63MVA, alla limitrofa stazione di rete AT (150 kV) di titolarità di Terna.

## 1. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO

### 1.1 Parco Eolico “Abbila”

L'ampliamento del parco eolico del progetto “Abbila” ricade nel comune di Ulassai e Perdasdefogu e sarà costituito da n° 8 generatori eolici la cui ubicazione definitiva è qualitativamente illustrata in Figura 1, e le cui coordinate dati altimetrici sono indicati in Tabella 1.

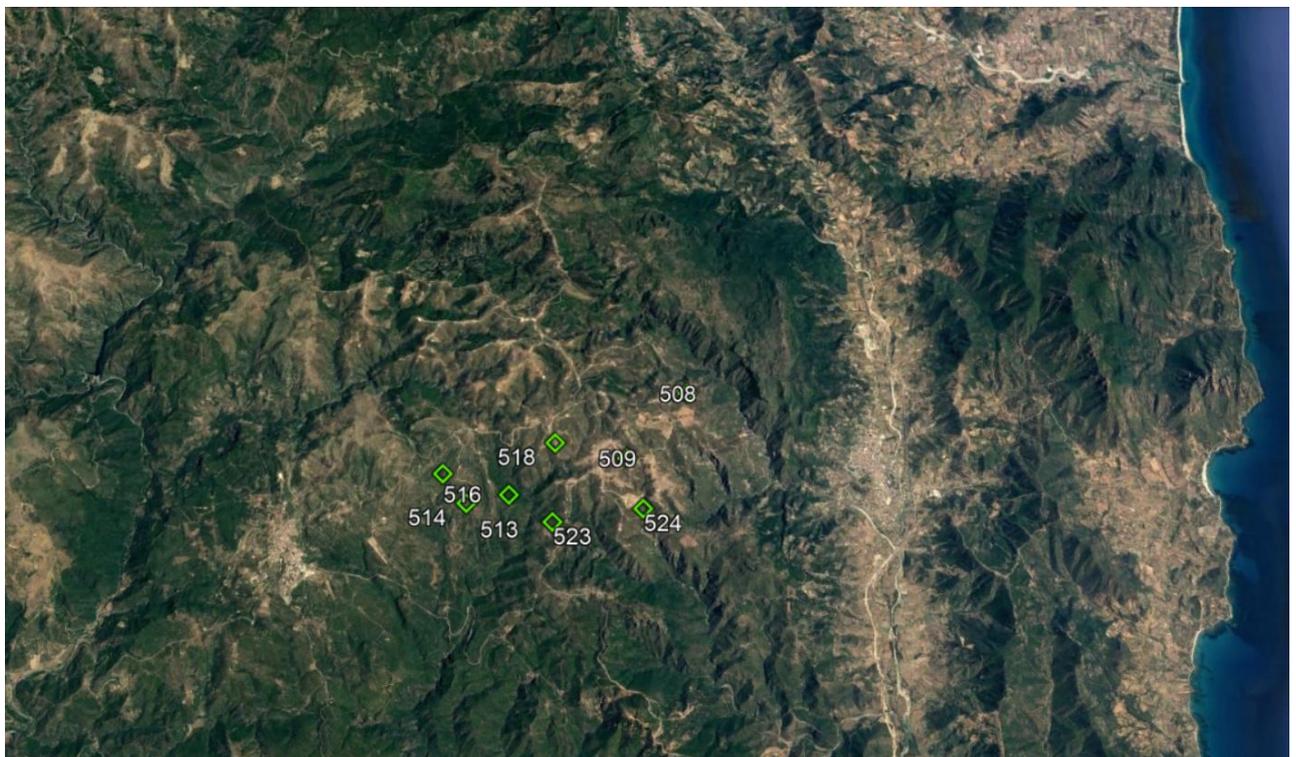


Figura 1 – Ubicazione dell’impianto eolico ABBILA in progetto

Tabella 1 Coordinate geografiche punti previsti per installazione aerogeneratori progetto “Abbila”

COMUNE	WTG	UTM Nord WGS84, Z32		Gauss-Boaga West Roma40		Geografiche (WGS84)		Quota s.l.m.
		Est	Nord	Est	Nord	Est	Nord	
ULASSAI	518	543059	4394294	1543085	4394302	9°30'8.04"	39°41'50.68"	729
	523	543093	4392627	1543119	4392635	9°30'9.07"	39°40'56.61"	611
	524	544897	4392922	1544923	4392930	9°31'24.87"	39°41'5.84"	610
	509	544530	4393988	1544559	4393997	9°31'09.71"	39°41'40.46"	670
	508	545723	4395453	1545749	4395460	9°32'0.19"	39°42'27.75"	667
PERDASDEFOGU	513	542187	4393184	1542216	4393193	9°29'31.15"	39°41'14.81"	652
	514	541343	4393008	1541372	4393017	9°28'55.68"	39°41'09.25"	631
	516	540815	4393635	1540844	4393644	9°28'33.65"	39°41'29.68"	640

## 1.2 Parco Eolico “Boreas”

L'ampliamento del parco eolico del progetto Boreas ricade nel comune di Jerzu e sarà costituito da n° 10 generatori eolici la cui ubicazione è qualitativamente illustrata in Figura 2, e le cui coordinate dati altimetrici sono indicati in Tabella 2.

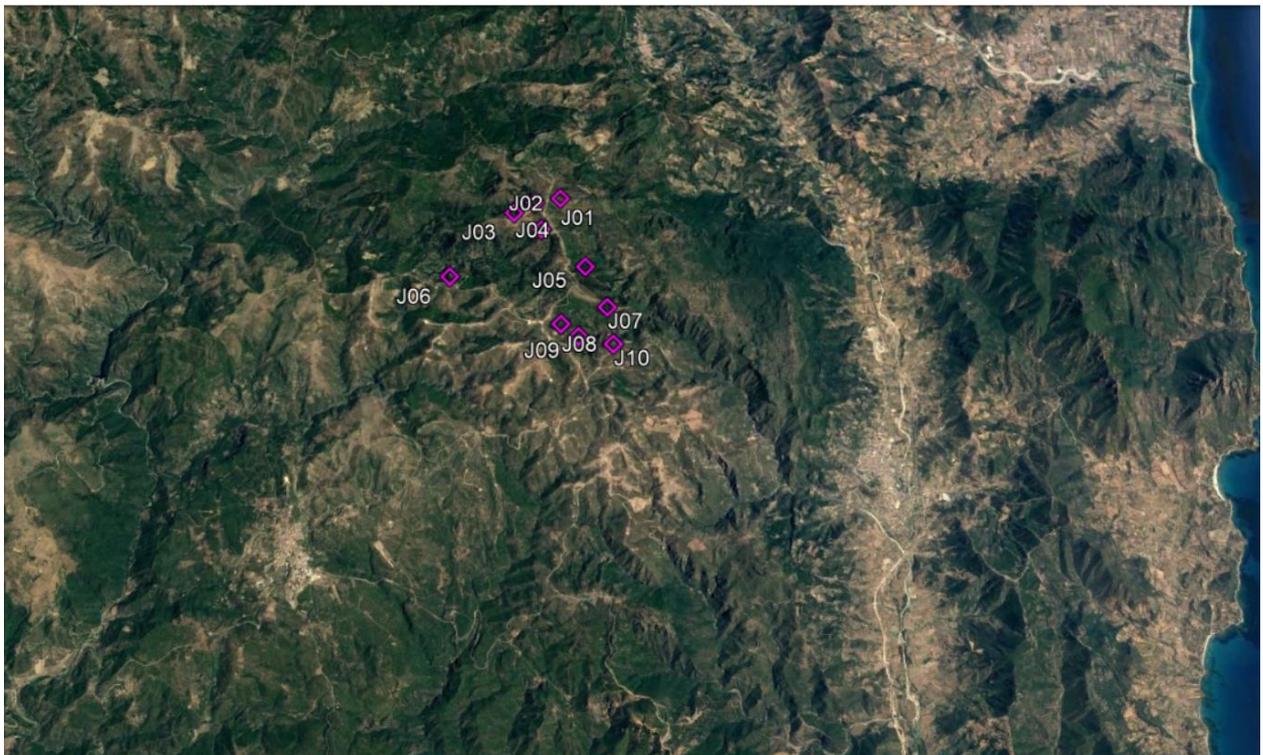


Figura 2 – Ubicazione dell’impianto eolico BOREAS in progetto

Tabella 2 Coordinate geografiche punti previsti per installazione aerogeneratori progetto "Boreas"

N.WTG	Gauss-Boaga West Roma40		WGS84, Z32		Geografiche WGS84		Quota
	Est	Nord	Est	Nord	Est	Nord	
J01	1542685	4400210	542656	4400201	9°29'52,49"	39°45'02,34"	816
J02	1542135	4400067	542106	4400058	9°29'29,34"	39°44'57,80"	860
J03	1541701	4399804	541672	4399795	9°29'11,05"	39°44'49,35"	860
J04	1542324	4399397	542295	4399388	9°29'37,13"	39°44'36,04"	840
J05	1543332	4398468	543303	4398459	9°30'19,26"	39°44'05,72"	823
J06	1540431	4398225	540400	4398219	9°28'17,23"	39°43'58,44"	795
J07	1543850	4397495	543819	4397489	9°30'40,69"	39°43'34,15"	780
J08	1542899	4397058	542870	4397049	9°30'00,74"	39°43'20,07"	838
J09	1543281	4396783	543252	4396774	9°30'16,72"	39°43'11,08"	799
J10	1544021	4396606	543990	4396600	9°30'47,66"	39°43'05,28"	790

### 1.3 Visualizzazione cumulativa impianti Abbila + Boreas

L'ubicazione complessiva degli impianti Abbila e Boreas in progetto è qualitativamente illustrata in Figura 3.

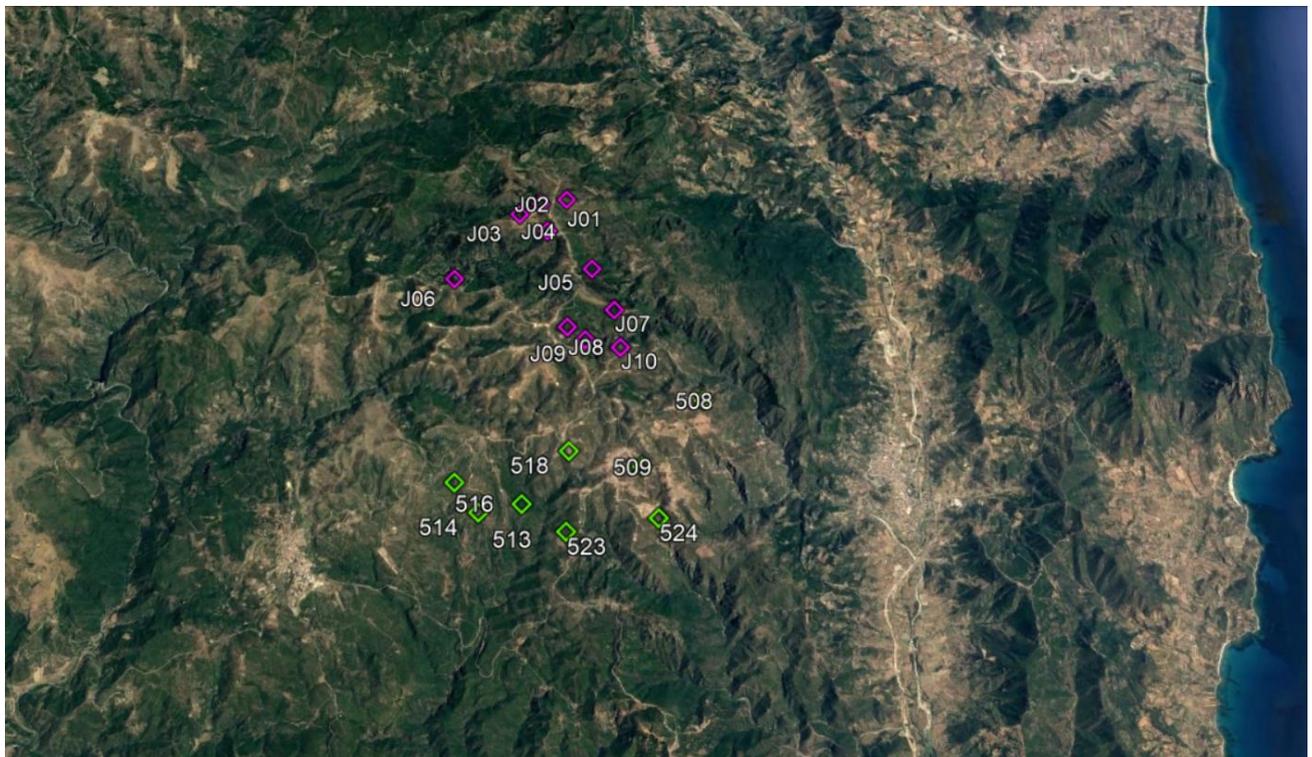


Figura 3 – Ubicazione degli impianti eolici in progetto ABBILA e BOREAS

#### 1.4 Visualizzazione cumulativa impianti Abbila + Boreas + Maistu + Ulassai

I nuovi aerogeneratori in progetto si aggiungono a quelli del parco eolico di Ulassai originario e al suo primo ampliamento denominato "Maistu", la cui visualizzazione complessiva è mostrata in Figura 4.

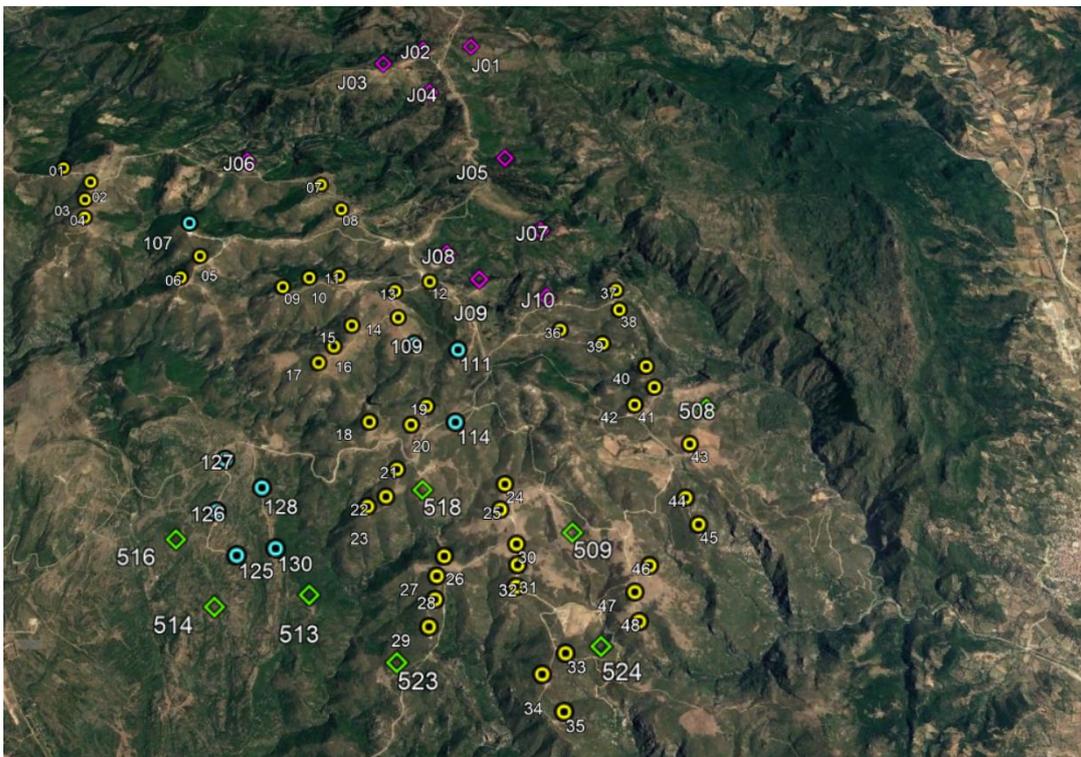


Figura 4 – Ubicazione complessiva degli impianti eolici ULASSAI (in giallo), MAISTU (in celeste), ABBILA (in verde) e BOREAS (in fucsia).

#### 1.5 Aerogeneratori

L'aerogeneratore ipotizzato per le valutazioni progettuali è stato scelto tra quelli maggiormente efficienti e sofisticati presenti attualmente sul mercato. In particolare si è preso come riferimento l'aerogeneratore di tipologia Vestas V162 da 6 MW (Figura 5).

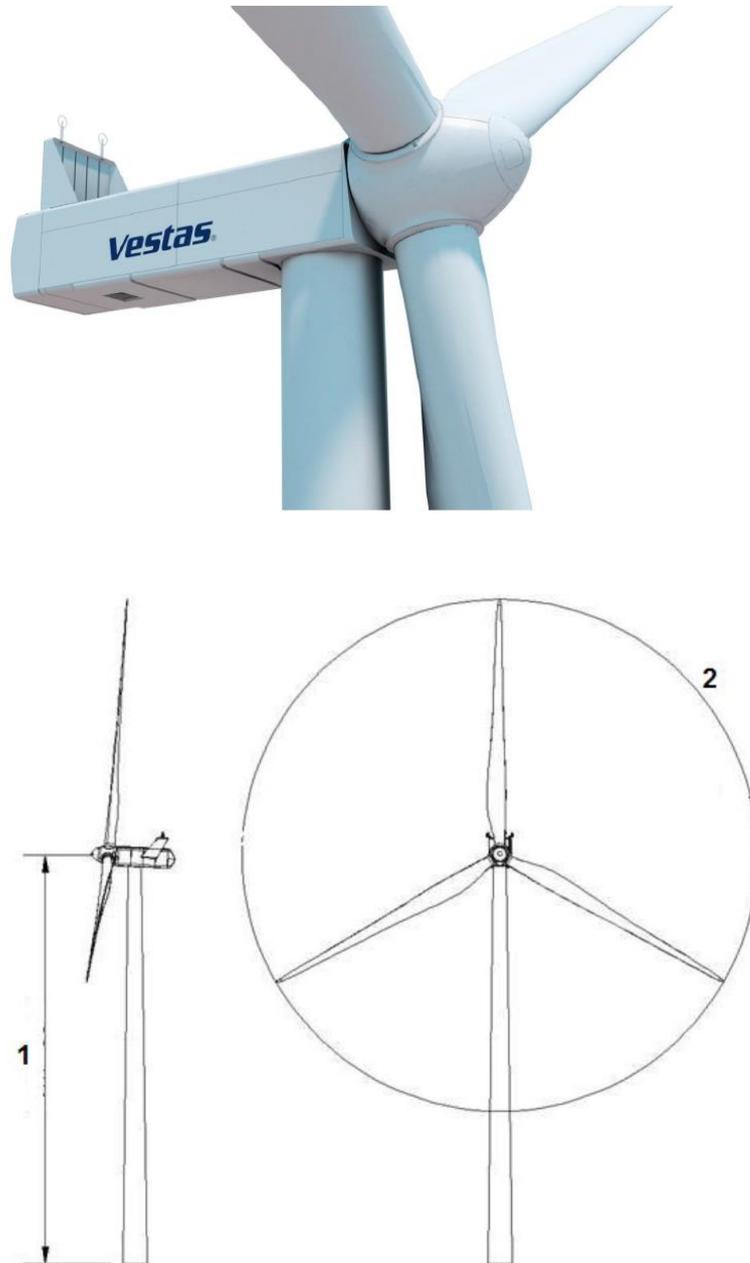


Figura 5 – Aerogeneratore tipo Vestas V162 da 6 MW con altezza al mozzo di 125 m, diametro alla base 4,5 m, diametro al mozzo 4,15 m.

## 2. SISTEMI TLC INDIVIDUATI NELL'AREA DI PROGETTO

Al fine di procedere alla valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni si è proceduto preliminarmente a censire tutte le sorgenti presenti in prossimità dell'impianto eolico, in particolare si è proceduto a individuare il numero e posizione degli impianti riceventi e trasmettenti presenti entro il raggio di 10 km dall'area del sito di realizzazione del parco eolico.

Le emittenti di diffusione Radio TV e gli impianti sono stati individuati mediante una ricerca di prossimità, mediante accesso al pubblico registro impianti di diffusione dell'A.G.COM. e il Catasto Nazionale delle Frequenze Radiotelevisive (CNF).

Gli impianti presenti in un raggio di 10 km dal sito del parco eolico, si ha l'individuazione dei soli impianti collocate in soli nei due siti di TERTENIA - SU CANALI (Figura 6) e TERTENIA - SU FILIGERU. I due siti a poca distanza l'uno dall'altro, mentre sono molto distanti dall'impianto eolico e si trovano a un'altitudine variabile tra 113 e 150m s.l.m, molto inferiore a quella dell'area dove è previsto il nuovo parco eolico che è di oltre 800 ms.l.m.



Figura 6 – sito di TERTENIA - SU CANALI lungo S.S. 125

Le caratteristiche degli altri apparati per TLC presenti nell'area entro 10 km dal sito del parco eolico sono i seguenti indicati in Tabella 3.

Tabella 3 ApparatI TLC entro 10km dell'area di progetto

OPERATORE	ID IMPIANTO	TIPO	UBICAZIONE	LAT.	LONG.	ALT. (m slm)	CANALE	BOUQUET	ERP MAX H	ERP MAX V
TESAR SRL	CNF100400	TD	TERTENIA - SU CANALI	39N4238	09E3525	139	30	5 STELLE SARDEGNA	--	13
VIDEOLINA S.P.A.	CNF106190	TD	TERTENIA - SU CANALI	39N4152	09E3515	150	36	VIDEOLINA	12	--
ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF115334	TD	TERTENIA - LOC. SU CANALI	39N4148	09E3512	113	42	MEDIASET 5	10	--
ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF115335	TD	TERTENIA - LOC. SU CANALI	39N4148	09E3512	113	46	MEDIASET 2	11	--
ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF115336	TD	TERTENIA - LOC. SU CANALI	39N4148	09E3512	113	52	MEDIASET 4	11	--
SARDEGNA TV S.R.L.	CNF115383	TD	TERTENIA S. SU FILIGERU	39N4137	09E3535	150	39	SARDEGNA UNO	12	--
ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF120825	TD	TERTENIA - LOC. SU CANALI	39N4148	09E3512	113	50	MEDIASET 1	11	--
ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF122550	TD	TERTENIA - LOC. SU CANALI	39N4148	09E3512	113	29	MEDIASET 3	10	--
PERSIDERA S.P.A.	CNF125315	TD	TERTENIA - LOC. SU CANALI	39N4148	09E3512	116	26	TIMB3	13	--
T.C.S. S.P.A.	CNF125427	TD	TERTENIA - SU CANALI	39N4152	09E3515	150	55	TCS	11	--
RAI WAY S.P.A.	CNF125750	TD	TERTENIA - SERRA SU FILIGERU	39N4141	09E3514	150	5	DVM1-CA	--	4
RAI WAY S.P.A.	CNF131382	TD	TERTENIA - SERRA SU FILIGERU	39N4150	09E3517	150	49	DVM2	14	--
RAI WAY S.P.A.	CNF131383	TD	TERTENIA - SERRA SU FILIGERU	39N4150	09E3517	150	43	DVM3	14	--
RAI WAY S.P.A.	CNF131384	TD	TERTENIA - SERRA SU FILIGERU	39N4150	09E3517	150	47	DVM4	14	--
PERSIDERA S.P.A.	CNF131900	TD	TERTENIA - SU CANALI	39N4148	09E3512	116	56	TIMB1	15	--
PERSIDERA S.P.A.	CNF131925	TD	TERTENIA - SU CANALI	39N4148	09E3512	116	55	TIMB2	15	--

### **3. SPECIFICHE TECNICHE E MODELLIZZAZIONE PER LO STUDIO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI**

#### **3.1 Premessa**

Esistono un significativo numero di tecniche di analisi elettromagnetica, sia di tipo modellistico, sia di tipo full-wave, che, in linea di principio, sono applicabili al problema in esame. Queste tecniche si differenziano per

- accuratezza;
- range di validità;
- precisione richiesta ai dati del problema;
- carico computazionale.

Indicando con "dati del problema" l'insieme di tutte le informazioni necessarie ad analizzare il problema, in questo caso di studio alcuni di questi dati potrebbero essere del tutto non noti (ad es., la costante dielettrica del terreno in tutta la zona di interesse) o noti con errori che potrebbero diventare significativi (l'altezza di una torre eolica può variare anche di alcuni cm a causa delle variazioni di temperatura, variazione che è una frazione significativa della lunghezza d'onda). Pertanto è buona pratica ingegneristica di fare delle analisi preliminari per valutare, in particolare, i parametri effettivamente significativi per il risultato finale. Occorre infatti considerare che la dimensione della regione di interesse è superiore a 10 km, enormemente più grande della lunghezza d'onda (che varia da 50 cm a 2 m circa nelle bande televisive), e questo limita le possibili tecniche full-wave al solo metodo dei momenti<sup>1</sup>, in cui solo gli oggetti di interesse vengono discretizzati. Tuttavia anche questi ultimi sono significativamente più grandi della lunghezza d'onda (le torri sono in genere alte ben oltre i 100 m), e quindi una soluzione diretta col metodo dei momenti risulta sostanzialmente inapplicabile.

#### **3.2 Valutazione della Radar Cross Section (RCS)**

In prima approssimazione, il contributo diffuso dalle torri del parco eolico in progetto può essere calcolato approssimando la torre metallica con un cilindro metallico

---

<sup>1</sup> Harrington R.F. - Field Computation by Moment Methods - IEEE Press 1993

conduttore perfetto e perfettamente liscio<sup>2</sup>, e valutando il campo diffuso mediante l'approssimazione di ottica fisica<sup>3</sup> (PO). Questa approssimazione consente di calcolare semplicemente e con buona precisione le correnti indotte su oggetti metallici di dimensioni grandi rispetto alla lunghezza d'onda. Una volta note le correnti, il campo si ottiene come convoluzione di queste correnti con la funzione di Green (risposta impulsiva spaziale) di spazio libero. Per punti a grande distanza questo integrale può poi essere valutato asintoticamente. L'approssimazione di campo lontano non è completamente accettabile e questo si traduce in una riduzione del valore massimo del campo diffuso con conseguente allargamento del diagramma di diffusione. Ne segue pertanto che supporre le zone di servizio in campo lontano del parco eolico fornisce una sopravvalutazione del campo diffuso, che è quindi accettabile costituendo un worst case.

Poiché il raggio medio della torre del generatore è di poco superiore ai 2 m, l'approssimazione di ottica fisica è sicuramente accurata nelle bande televisive IV e V, che hanno frequenze nella parte bassa della gamma UHF e lunghezze d'onda inferiori a 80 cm. Per la banda III, in VHF, la lunghezza d'onda è intorno ai 2 m, per cui ci si attende una precisione inferiore nel piano orizzontale, mentre la precisione è sicuramente molto più elevata nel piano verticale, essendo l'altezza della torre superiore alle decine di lunghezze d'onda in tutti i casi.

La valutazione della diffusione da un cilindro come sopra descritto è nota in letteratura<sup>4</sup>. Il calcolo della diffusione viene basato sul concetto di Radar Cross Section (RCS), che è sostanzialmente il rapporto tra la densità di potenza diffusa e quella incidente sull'oggetto. E quindi consente di valutare immediatamente la relazione tra il campo in assenza dell'oggetto e quello diffuso dall'oggetto stesso.

---

<sup>2</sup> Ipotesi che fanno aumentare la diffusione del cilindro (worst-case).

<sup>3</sup> Stutzman W. L., Thiele G.A. - Antenna Theory and Design - John Wiley & Sons - 3rd Ed.2013, Sect. 16.14

<sup>4</sup> E.F. Knott et al., Radar Cross Section II ed., Scitech

Indicando con  $E_i$  il campo del ripetitore incidente sul cilindro, e con  $S_i$  la relativa densità di potenza, essa si può valutare mediante la (1):

$$S_i = \frac{1}{2\zeta} |E_i|^2 \quad (1)$$

Dove  $\zeta = 377 \Omega$ .

La densità di potenza diffusa  $S_d(\mathbf{R}, \Omega)$  dalla struttura (dipendente dalla direzione  $\Omega$  in cui la si osserva, e dipendente come  $R^{-2}$  dalla distanza  $R$  tra struttura e punto di osservazione) è proporzionale ad  $S_i$  e può essere espressa mediante la sezione radar  $\sigma(\Omega)$  della struttura tramite la (2):

$$S_d(R, \Omega) = \sigma(\Omega) \frac{S_i}{4\pi R^2} \quad (2)$$

Le torri eoliche sono strutture essenzialmente verticali, alte e snelle, e per esse la sezione radar ha un massimo molto pronunciato nella direzione che è il prolungamento della direzione da cui arriva il campo incidente.

Quindi è sufficiente valutare l'effetto solo per tale zona, dove la sezione radar (per un segnale di lunghezza d'onda  $\lambda$ ) di una struttura cilindrica verticale di raggio  $a$  e lunghezza  $L$  risulta, se valutata in approssimazione di Ottica Fisica (PO), pari a  $\sigma$  come dalla (3):

$$\sigma = AL^2(\beta a) \text{sinc}^2 \left[ \frac{\beta L}{2} \sin \Delta\theta_s \right] \quad (3)$$

essendo  $A$  una costante e  $\beta = 2\pi/\lambda$ . Nella (3),  $\Delta\theta_s$  è l'angolo tra la congiungente ripetitore–centro del cilindro e la congiungente centro del cilindro–punto campo.

A causa della dipendenza da  $L^2$  di  $\sigma$ , i pali di sostegno, lunghi 125 m forniscono il maggior contributo alla sezione radar.

Partendo dalla (3) che in forma esplicita fornisce la (4):

$$\sigma = AL^2(\beta a) \text{sinc}^2 \left[ \frac{\beta L}{2} \mathbf{i}_z \cdot (\mathbf{i}_i - \mathbf{i}_s) \right] \quad (4)$$

Essendo

$$A = \frac{\beta a}{\pi} \left| \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} (i_x \sin \vartheta - i_y \cos \vartheta) \exp[j\beta a i_n \cdot (i_i - i_s)] d\vartheta \right|^2 \quad (5)$$

mentre i vari versori sono:

- $i_i$  = direzione di incidenza, ovvero versore del vettore ripetitore-centro del cilindro;
- $i_s$  = direzione di diffusione, ovvero versore del vettore centro del cilindro-punto campo;
- $i_n$  = versore normale alla superficie del cilindro ( $i_n = i_x \cos \Phi + i_y \sin \Phi$ ).

### 3.3 Analisi tecnica preliminare

In Figura 7 è riportata la geometria dei due parchi eolici ABBILA e BOREAS e dei centri abitati attorno al parco stesso. Dall'analisi di questa mappa risalta immediatamente che sia il parco eolico ABBILA che quello BOREAS si trovano ad una quota notevolmente superiore a tutti i centri abitati come risulta anche dal profilo altimetrico approssimato rappresentato in Figura 8 per ABBILA e in Figura 9 per BOREAS.

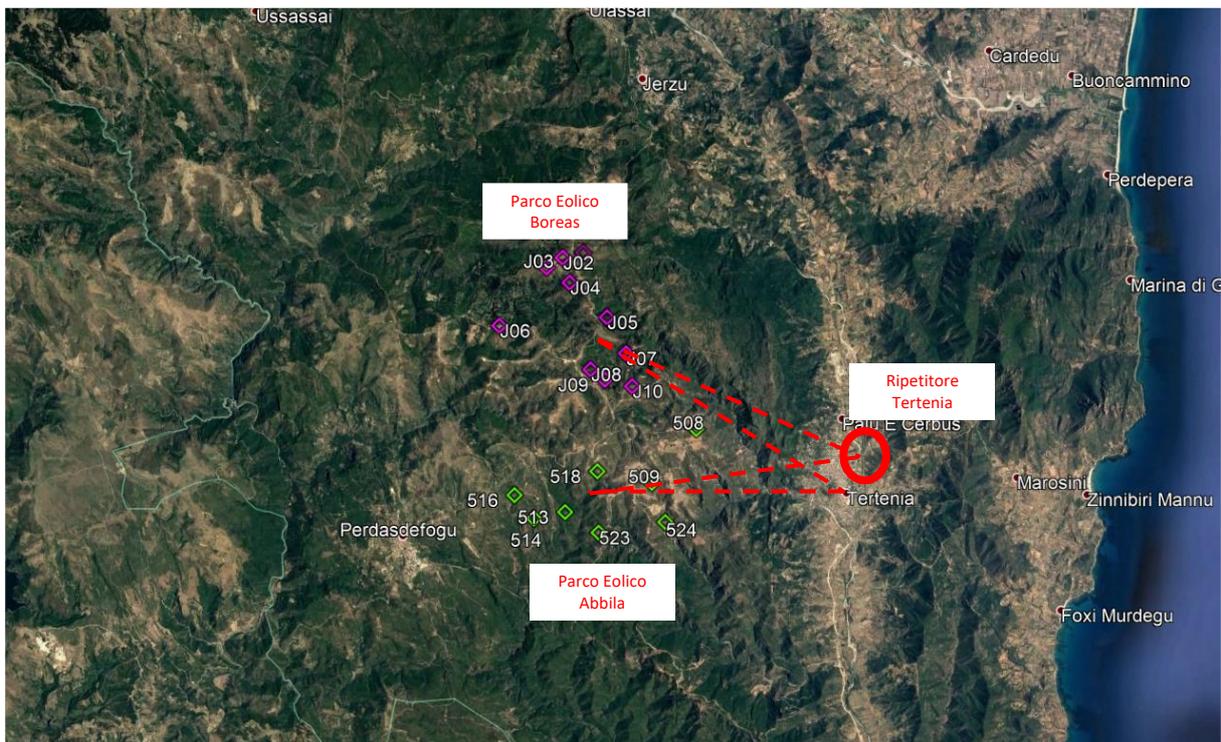


Figura 7 – Ubicazione Parco Eolico e Ripetitore TV Tertenia

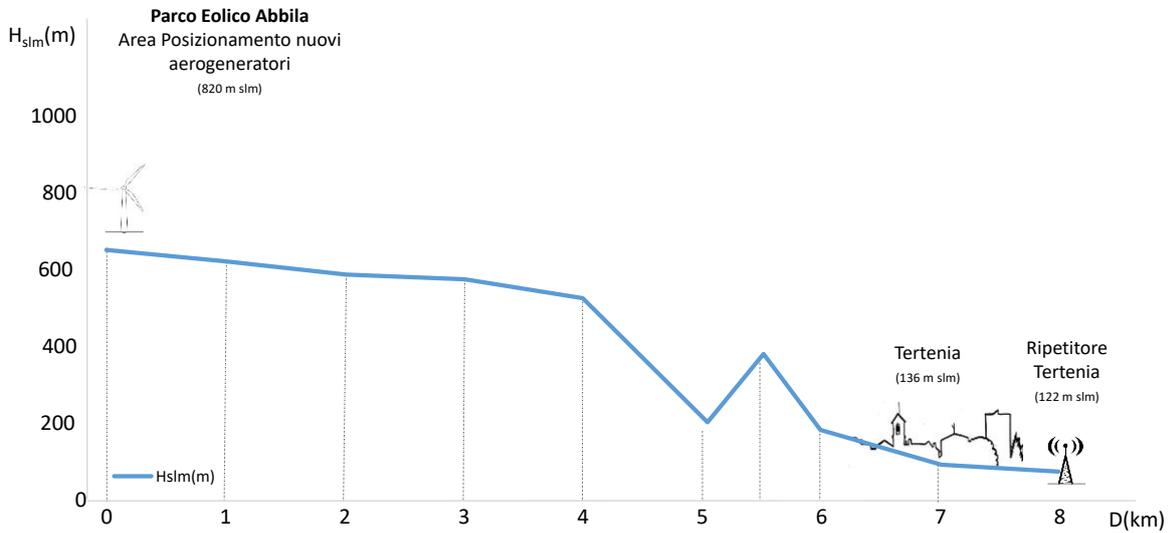


Figura 8 – Andamento altimetrico area progetto parco eolico ABBILA – Tertenia (spaziatura 1km)

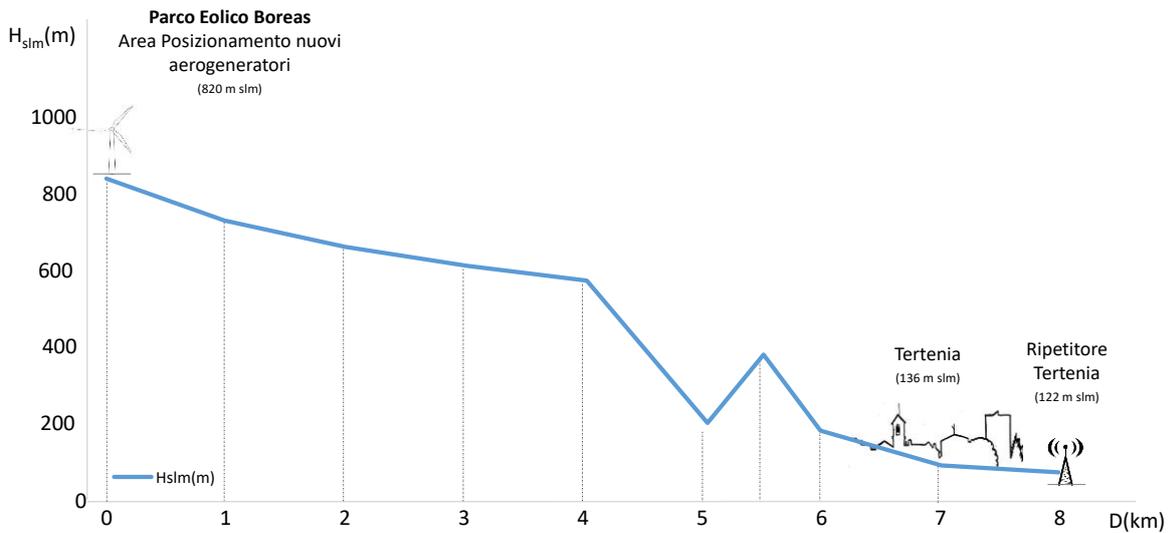


Figura 9 – Andamento altimetrico area progetto parco eolico BOREAS – Tertenia (spaziatura 1km)

L'analisi della (5) del paragrafo precedente mostra che, in approssimazione di PO, il campo diffuso è massimo nel piano (simmetrico rispetto alla torre) che contiene il raggio incidente.

Nel piano verticale il campo è significativo per una variazione angolare massima dato dalla (7)

$$\pm \frac{180 \lambda}{\pi L} [^\circ] \quad (7)$$

Anche in banda III e per le torri più piccole (che comunque raggiungono svariate decine di metri di altezza) questo angolo è inferiore ai 2°. Pertanto solo sorgenti poste molto più in alto, oppure molto vicino al centro abitato destinatario del servizio televisivo possono, interagendo coll'erigendo parco, produrre nei centri abitati di interesse un qualche effetto.

Dalla analisi della Tabella 3 risulta che nel raggio di 10 km dal parco, tutti i ripetitori televisivi sono a quote molto più basse. Pertanto ha interesse valutare solo l'effetto dei due ripetitori "Tertenia - Su Canali" e "Tertenia - Su Filingeru", che si ricorda sono molto vicini l'uno all'altro, sull'abitato di Tertenia stessa.

Dalla letteratura, si trova che il massimo del campo diffuso si ha in direzione speculare (ovvero verso il ripetitore), con una RCS data dalla (8):

$$\sigma = \frac{2\pi}{\lambda} aL^2 \quad (8)$$

essendo  $a$  e  $L$  rispettivamente raggio e lunghezza del cilindro rappresentativo della torre dell'aerogeneratore eolico.

La massima densità di potenza retrodiffusa  $S_d$  nella zona del ripetitore è data dalla (1) che si richiama:

$$S_d(R, \Omega) = \sigma(\Omega) \frac{S_i}{4\pi R^2} \quad (1)$$

essendo  $R$  la distanza tra il ripetitore e il parco (circa 8 km) e  $S_i$  la densità di potenza incidente sulle torri del parco, data dalla (9)

$$S_i(R, \Omega) = \frac{\text{EIRP}}{4\pi R^2} \quad (9)$$

$S_d$  data dalla (1) va poi confrontata con la densità di potenza direttamente incidente nella zona di servizio

$$S_0(R, \Omega) = \frac{\text{EIRP}}{4\pi R_0^2} \quad (10)$$

essendo  $R_0$  la distanza massima (corrispondente al minimo  $S_0$ ) tra ripetitore e la zona di servizio.

Alla massima frequenza di interesse per le bande televisive, ovvero 855 MHz (corrispondenti a una lunghezza d'onda di 0.35 m), risulta (assumendo per avere un calcolo definito, un EIRP di 10 dBW, valore intermedio tra quelli esistenti e comunque inessenziale in quanto sia  $S_d$ , sia  $S_0$  sono proporzionali ad esso) si ottiene:

- $\sigma = 57,9 \text{ dBm}^2$
- $S_i = -79 \text{ dBW/m}^2$

per cui, la potenza diffusa sul ripetitore vale:

- $S_d = -110,2 \text{ dBW/m}^2$

Il valore precedente di  $\sigma$  si mantiene abbastanza costante, con riduzione massima di 3 dB al bordo, per una regione ellittica con asse maggiore dell'ordine del km o poco superiore, (orientato in direzione ortogonale alla congiungente) e asse minore di poche centinaia di metri. Al di fuori di questa la sezione radar si riduce abbastanza rapidamente. Quindi  $R_0$  sarà al massimo di qualche km. Scegliendo  $R_0 = 2 \text{ km}$ , distanza a cui  $S_d = -113,2 \text{ dBW/m}^2$  si trova  $S_0 = -67,5 \text{ dBW/m}^2$  un rapporto C/I (segnale/interferenza) superiore ai 45 dB per la singola torre.

Nelle bande televisive UHF si può considerare la diffusione dalle varie torri incorrelata, e quindi l'effetto complessivo del parco, costituito da 10 aerogeneratori, è di 10 dB più alto di una singola torre, ovvero un rapporto C/I superiore ai 35 dB.

Allontanandosi ulteriormente dal ripetitore, il valore di  $S_0$  si riduce, ma si riduce anche la RCS. Data l'orografia del territorio, ha interesse solo considerare spostamenti verso il mare, ovvero nella direzione dell'asse minore dell'ellisse. Ma in questa direzione la RCS si riduce molto rapidamente, e quindi il margine è superiore a quello stimato nella zona del ripetitore.

Margini simili si ottengono in tutti i canali delle bande IV e V, in quanto la diffusione delle varie torri resta sostanzialmente incorrelata, e quindi basta considerare solo una singola torre. Se consideriamo la frequenza più bassa della banda IV, ovvero 470 MHz, risulta  $\sigma = 55,3 \text{ dBm}^2$  e, al ripetitore,  $S_d = -112,8 \text{ dBW/m}^2$ . L'asse maggiore dell'ellisse di diffusione significativa risulta inversamente proporzionale alla frequenza, e quindi occorre scegliere  $R_0 = 3.6 \text{ km}$ . A questa distanza si ha  $S_0 = -72,2 \text{ dBW/m}^2$ .

Tenendo conto, come sopra, della riduzione della RCS ai margini della zona di diffusione significativa, e dell'effetto cumulativo delle torri, il C/I resta di 33 dB. Il discorso nella banda III è solo leggermente diverso. Si considera il solo canale 5, a 174 MHz, (vedi tabella dei ripetitori), con lunghezza d'onda di 1.72 m; in tal caso allora  $\sigma = 51 \text{ dBm}^2$  e  $S_d = -110,1 \text{ dBW/m}^2$  calcolata al bordo della zona di massima diffusione e come effetto di tutto il parco.

La zona di massima diffusione ha un asse maggiore dell'ellisse di circa 10 km (in realtà le zone da servire sono sempre più vicine) e quindi  $S_0 = -81,0 \text{ dBW/m}^2$ . Il C/I si riduce a circa 29 dB, valore che consente di affermare che il servizio di trasmissione televisiva è garantito.

I risultati così ottenuti mostrano valori di C/I molto rassicuranti per cui non si ritiene necessario svolgere analisi più accurate.

### **3.4 Considerazioni tecniche a valle dello studio preliminare**

Nella prima fase dello studio è stato valutato l'effetto all'interno di ipotesi semplificatrici che si configurano come "worst case", in modo da stabilire se esistessero o meno situazioni critiche da analizzare in maniera più approfondita ed accurata. Poiché questa analisi non ha mostrato alcuna situazione critica, ma anzi ha mostrato che anche nel worst case considerato si ha un elevato margine, si è ritenuto di non effettuare alcuna analisi successiva.

Il modello utilizzato nella prima analisi, vista la peculiare configurazione ripetitori-aerogeneratori, è stata quella di assumere tutte le torri dei due impianti in visibilità da parte sia del ripetitore, sia dell'area di servizio; in realtà dall'analisi dei profili altimetrici, si vede che nel caso di BOREAS le torri sono sostanzialmente tutte in visibilità mentre nel caso di ABBILA sono coperte dall'orografia salvo per le parti più alte. Si è quindi considerato ciascun aerogeneratore come un diffusore su cui si è valutata la sezione radar (proporzionale al quadrato della altezza della torre, equazione (8)), che è massima nella direzione speculare e di cui si è considerata la zona illuminata a terra, tenendo conto della attenuazione della sezione radar. Assumendo le diffusioni delle varie torri incorrelate si è infine confrontato il livello di campo diffuso con quello diretto del servizio, concludendo che il primo (ovvero il disturbo) è molto inferiore al campo diretto, quindi con assenza di effetti.

All'interno di questo modello, lo spostamento di una o più torri, senza variarne l'altezza, non produce sostanzialmente alcun effetto. Infatti questo spostamento non modifica la diffusione da parte della torre, in quanto prima e dopo lo spostamento la torre è considerata in piena visibilità. E quindi resta invariata la RCS. La variazione di distanza delle torri è poco rilevante, in quanto dopo lo spostamento la distanza diventa maggiore e quindi l'effetto è più piccolo.

Per quanto riguarda l'effetto congiunto dei due parchi ABBILA e BOREAS, la differenza principale è il passaggio da 10 a 18 aerogeneratori. L'ipotesi di campi incorrelati (che vale, a fortiori, per gli effetti dei due parchi, stante la loro distanza) implica un incremento, nella zona del ripetitore, di 2.6 dB (da 10 dB, corrispondenti a 10 torri, a 12.6 dB, corrispondenti a 18 torri). Ma la zona del ripetitore non è critica, visto che il campo diretto è qui molto maggiore del minimo richiesto per la ricezione.

Dal punto di vista della valutazione del comportamento al limite della zona illuminata dal campo diffuso, si deve rilevare che questa zona è ellittica, con asse maggiore ortogonale alla congiungente e eccentricità elevata. Stante la geometria dei due parchi (le due congiungenti formano un angolo di circa 45° - si veda la Figura 7), non c'è sovrapposizione delle zone critiche. In altri termini, le zone vicino al vertice della zona ellittica illuminata da ABBILA non ricevono campo significativo da BOREAS e viceversa.

## 4. CONCLUSIONI DELLO STUDIO

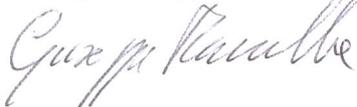
Questo studio ha valutato l'effetto dell'ampliamento del parco eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel comune di Ulassai e di Jerzu, per quanto riguarda i progetti denominati ABBILA e BOREAS, sul servizio di broadcasting fornito dai ripetitori ubicati nel comune di Tertenia nei confronti del segnale ricevuto dagli utenti dei centri abitati serviti dai ripetitori in questione.

Dai risultati ottenuti ed illustrati nel presente documento si può concludere che sono da escludersi effetti di peggioramento della qualità del servizio televisivo nei centri abitati circostanti il parco eolico con i suoi ampliamenti. Inoltre, l'effetto congiunto dei due parchi eolici in progetto, dal punto di vista della qualità della ricezione, non è peggiorativo dal considerare separatamente ciascuno dei due parchi.

Cagliari, 22.04.2021

I professionisti

**Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella**



**Prof. Ing. Emilio Ghiani**

