



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
CITTA' METROPOLITANA DI CAGLIARI E PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO



COMUNE DI SELEGAS



COMUNE DI SANLURI



COMUNE DI FURTEI



COMUNE DI SEGARIU



COMUNE DI GUASILA



COMUNE DI GUAMAGGIORE



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DEL PARCO EOLICO
"TREXENTA"**

Potenza complessiva 43.4 MW

PROGETTO DEFINITIVO
DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

RS-9

*RELAZIONE INTERFERENZA CON PRINCIPALI
PONTI RADIO / CON APPARECCHIATURE
RILEVAZIONI ASTRONOMICHE*

COMMITTENTE

**GREEN
ENERGY
SARDEGNA 2**
S.r.l.
**Piazza del Grano 3
39100 Bolzano, Italia**

GRUPPO DI LAVORO

Progettazione e coordinamento:
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Dott. Ing. Giuseppe Frongia



Gruppo di progettazione:
Ing. Giuseppe Frongia
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Dott. Andrea Cappai
Ing. Gianfranco Corda
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Marco Frau
Ing. Gianluca Melis
Ing. Andrea Onnis
Ing. Elisa Roych



Consulenze specialistiche:
Ing. Antonio Dedoni (Acustica)
Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia e geotecnica)
Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia)
Dott. Maurizio Medda (Fauna)
Dott. Geol. Mauro Pompei (Geologia e geotecnica)
Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru (Flora e vegetazione)
Dott.ssa Ottaviana Soddu (Archeologia)
Dott. Matteo Tatti (Archeologia)

SCALA:

FIRME





Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione				Gennaio 2022

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 2 di 21	

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LE ONDE RADIO	4
3	CENNI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE.....	6
3.1	Onde di superficie.....	6
3.2	Onde spaziali.....	6
3.3	I fenomeni di attenuazione	7
3.3.1	<i>Attenuazione per distanza</i>	7
3.3.2	<i>Attenuazione per effetti del terreno.....</i>	8
4	MECCANISMI DI DECADIMENTO DELLA QUALITÀ DEI SEGNALI.....	9
4.1	Effetto Fresnel.....	9
4.2	Effetti di near-field	10
4.3	Diffrazione	10
4.4	Riflessione o dispersione.....	10
4.5	Aspetti che influenzano i fenomeni di interferenza dei segnali radio	11
5	INTERFERENZA CON LE RADIO-TRASMISSIONI.....	12
5.1	Calcolo interferenza.....	14
6	CONCLUSIONI	20
	ALLEGATI GRAFICI DI RIFERIMENTO	21

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "Trexenta" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 3 di 21	

1 PREMESSA

Il presente elaborato, facente parte integrante dello Studio di impatto ambientale allegato al progetto del parco eolico denominato "Trexenta", proposto dalla Green Energy Sardegna 2 S.r.l. – Gruppo Fri-El Green Power, in territorio di Selegas (CA), esamina le possibili interferenze dell'intervento sui segnali delle telecomunicazioni.

Quanto segue è redatto in conformità alle "Indicazioni per la realizzazione di impianti eolici in Sardegna" in riferimento al punto 4.2.5 dell'allegato e) alla D.G.R. 59/90 del 27/11/2021 recante "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili".



Nel citato allegato alla D.G.R. 59/90 si evidenzia, infatti, come la presenza degli aerogeneratori possa influenzare le caratteristiche di propagazione delle telecomunicazioni, la qualità del collegamento (rapporto segnale/disturbo), la forma del segnale ricevuto, con eventuale alterazione dell'informazione.

Anche gli aerogeneratori, infatti, alla pari di qualsiasi altro ostacolo (naturale o antropico) possono influenzare la propagazione di un campo elettromagnetico, quale quello delle onde radiotelevisive e delle telecomunicazioni. Gli effetti sono quelli di un'alterazione della qualità del collegamento e della forma del segnale ricevuto, con eventuale distorsione dell'informazione.

Per quanto riguarda invece i collegamenti radio-televisivi, sarebbe consigliabile che gli aerogeneratori fossero collocati fuori dal cono di trasmissione, soprattutto per comunicazioni con forte direzionalità; in particolare le interferenze degli aerogeneratori possono essere imputabili alla generazione di un locale campo elettromagnetico dovuto alle parti metalliche che interagisce con il campo delle onde radio-televisive.

Nel proseguo, a valle di una sommaria illustrazione dei principi fisici che regolano la propagazione delle onde radio ed i fenomeni di interferenza dei segnali, si procederà ad una valutazione qualitativa delle problematiche in esame in relazione alla proposta realizzazione del parco eolico "Trexenta". Ogni valutazione di merito tecnico sulla significatività delle eventuali interferenze sarà in ogni caso rimandata al parere rilasciato dal Ministero delle Comunicazioni nell'ambito del procedimento Unico di Autorizzazione di cui al D.Lgs. 387/2003.

Ai fini delle valutazioni è stato condotto un censimento delle principali Stazioni Radio Base in un intorno di 15 km dall'impianto (Elaborato RS-9-All.1).

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 4 di 21	

2 LE ONDE RADIO

Le onde radio sono radiazioni elettromagnetiche appartenenti allo spettro elettromagnetico nella banda di frequenza compresa tra 0 e 300 GHz, ovvero con lunghezza d'onda da 1 mm all'infinito.

Il limite di frequenza inferiore è necessariamente asintotico al valore nullo poiché, per definizione, non possono esistere onde elettromagnetiche senza oscillazioni del campo (cioè a frequenza zero). In termini di lunghezza d'onda sono invece possibili infiniti valori continui asintoticamente tendenti ad infinito.

La quantità di informazione che può essere trasportata da un segnale radio è proporzionale alla sua frequenza; per tale ragione le frequenze minime usate nella radiotecnica per trasmettere la voce partono da qualche decina di kHz.



Sebbene questa regione dello spettro elettromagnetico sia alquanto ristretta rispetto alle altre (ultravioletto, infrarosso, Raggi X, ecc.), la stessa è storicamente la più utilizzata nelle radiocomunicazioni. Infatti, le onde di bassa frequenza sono generabili con dispositivi elettrici alla portata della fisica della fine del XIX secolo (oscillatori, antenne, rivelatori a risonanza) e quindi disponibili ai tempi di Heinrich Rudolf Hertz, Guglielmo Marconi e Nikola Tesla. Un altro vantaggio delle maggiori lunghezze d'onda è di propagarsi per riflessione ionosferica a distanze intercontinentali, aspetto sicuramente interessante in un'epoca in cui non esistevano ponti radio e satelliti per telecomunicazione.

La gamma delle onde radio è convenzionalmente suddivisa nelle bande indicate in Tabella 2.1

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 5 di 21	

Tabella 2.1 – Spettro delle radiofrequenze

Banda	Frequenza	Lunghezza d'onda	Principali impieghi
ELF (Extremely low frequency)	3–30 Hz	100.000 km – 10.000 km	Comunicazione radio con i sottomarini, ispezione tubazioni, studio del campo magnetico terrestre
SLF (Super low frequency)	30–300 Hz	10.000 km – 1.000 km	Comunicazione con i sottomarini, per es. la radio russa <u>ZEVS</u>
ULF (Ultra low frequency)	300–3000 Hz	1.000 km – 100 km	utilizzate per le comunicazioni in miniera
VLF (Very low frequency)	3–30 kHz	100 km – 10 km	Marina, comunicazione con sommergibili in emersione
LF (Low frequency)	30–300 kHz	10 km – 1 km	Trasmissioni radio intercontinentali in AM, trasmissione del segnale di tempo standard per gli orologi radiocontrollati.
MF (Medium frequency)	300–3000 kHz	1 km – 100 m	Trasmissioni radio in AM
HF (High frequency)	3–30 MHz	100 m – 10 m (Onde corte)	Radioamatori, Banda cittadina, trasmissioni intercontinentali in codice Morse
VHF (Very high frequency)	30–300 MHz	10 m – 1 m	Radio commerciali in FM, Aviazione, Marina, Forze dell'ordine, Televisione, Radioamatori, Radiofari
UHF (Ultra high frequency)	300–3000 MHz	1 m – 100 mm	Radio PMR, Televisione, Telefonia cellulare, WLAN
SHF (Super high frequency)	3–30 GHz	100 mm – 10 mm	Radar, Satelliti, WLAN
EHF (Extremely high frequency)	30–300 GHz	10 mm – 1 mm	Trasmissioni satellitari e radioamatoriali
THF (Tremendously high frequency)	300-3000 GHz	1 mm - 100 micrometro	Trasmissioni satellitari (onde submillimetriche o banda submillimetrica 300 GHz 3 THz tera Hertz) eradioamatoriali

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 6 di 21	

3 CENNI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Le onde elettromagnetiche che si irradiano da una stazione trasmittente verso una ricevente, si propagano in due modi: per onda di superficie (o di terra) e attraverso lo spazio.

3.1 Onde di superficie

Questo tipo d'onde si propaga seguendo la curvatura terrestre, lungo il profilo della superficie. Tale modalità di propagazione riguarda soprattutto alle onde lunghe (VLF) e le onde medie (MF).

Le onde di superficie sfruttano le caratteristiche di conducibilità elettrica della superficie terrestre. Percorrono migliaia di chilometri a prescindere dalla conformità del suolo, senza subire attenuazioni apprezzabili. Poiché la conducibilità del terreno non è infinita, a frequenze leggermente più alte (superiori a circa 2 MHz) l'intensità di campo comincia ad essere attenuata proporzionalmente alla distanza per assorbimento del suolo.

Su queste bande operano quasi esclusivamente stazioni radio *broadcast*, con irradiazione di potenza di decine di migliaia di watt (radiodiffusione pubblica).

Una propagazione di questo tipo è più favorevole se le antenne sono situate in prossimità del mare perché la conducibilità dell'acqua salata è ottima. Non a caso, infatti, Guglielmo Marconi sfruttò questa utile proprietà per superare la curvatura terrestre, al fine di trasmettere segnali radio attraverso l'Oceano Atlantico (Poldhu - Terranova, 1901).

Per collegamenti di distanze superiori ai 100 chilometri, sfruttando questo tipo di propagazione, la frequenza non dovrebbe superare quella della banda HF degli 80 metri di lunghezza d'onda.

3.2 Onde spaziali



Si propagano attraverso lo spazio libero e si dividono in onde dirette ed onde riflesse. Le onde riflesse si suddividono a loro volta in riflessi terrestri e riflessi dalla ionosfera.

La propagazione per onda diretta si verifica quando, nella regione non ionizzata dell'atmosfera, il segnale ricevuto è quello trasmesso da un generatore la cui antenna è otticamente visibile. La ionizzazione è un processo di varia natura che si verifica quando un atomo perde o acquista uno o più elettroni.

La propagazione si comporta similmente a quella nello spazio libero, ma in questo caso le componenti dell'atmosfera ne modificano le caratteristiche.

Quella per onda diretta è il principale modo di propagazione per frequenze al di sopra della banda HF (frequenze maggiori di 30 MHz). In bande radioamatoriali, le frequenze utilizzate per questo tipo di propagazione sono quelle a partire dai 50 MHz in su (6 metri).

L'altezza delle antenne è importante: da essa, oltre che dalla potenza irradiata, dipende la portata del segnale. Quanto più in alto viene posizionata, tanto più l'orizzonte da essa visibile è più

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 7 di 21	

lontano, e di conseguenza la distanza di copertura della tratta aumenta. Per collegamenti a grandi distanze vengono impiegati ripetitori.

La trasmissione per onda riflessa terrestre si verifica quando l'onda radio che si propaga verso il ricevitore, viene riflessa dal terreno o da altri ostacoli.

Se l'antenna ricevente è fuori dall'angolo visibile di quella trasmittente, la propagazione riflessa può rappresentare un mezzo di comunicazione, e la sua efficacia dipende dalle caratteristiche della superficie riflettente.

La trasmissione per onda riflessa dalla ionosfera permette comunicazioni a grande distanza nella banda HF e avviene quando la tratta tra il trasmettitore ed il ricevitore passa per la ionosfera, dalla quale è riflessa l'onda incidente.

3.3 I fenomeni di attenuazione

Il segnale a radiofrequenza che parte dalla sorgente e viene diffuso in aria dall'antenna è espresso in unità di potenza (Watt).

Durante il percorso che lo divide dall'antenna ricevente, questo segnale, che viaggia costantemente alla velocità della luce (300.000 km/s), viene in parte attenuato da diversi fattori.

Le perdite di propagazione sono dovute principalmente da:

- la separazione (distanza) che intercorre tra il punto di origine e di arrivo delle onde;
- gli effetti del terreno e a quelle generali del tragitto.

3.3.1 Attenuazione per distanza

La prima attenuazione di un'onda comincia a verificarsi nel momento in cui essa lascia la antenna, visto che l'atmosfera non è uno spazio vuoto.

Si può affermare che i segnali radio per propagarsi attraverso lo spazio, pagano un prezzo costante nel tempo.



Gli elettroni, infatti, posti in oscillazione dall'onda, nello scontro con le molecole dei gas circostanti cedono parte della radiofrequenza che si trasforma in energia termica.

Le perdite sono basse, in quanto la densità di gas nella ionosfera è piccola e si verificano in misura maggiore negli strati bassi dove la pressione è maggiore.

Le perdite sono inoltre tanto maggiori quanto più bassa è la frequenza; infatti, al crescere della frequenza, le oscillazioni degli elettroni hanno minore ampiezza e quindi l'energia persa per gli urti è di entità minore.

Il massimo assorbimento nelle bande radioamatoriali avviene sulla banda dei 160 metri di lunghezza d'onda (1.830-1.850 KHz).

In generale, il massimo livello di assorbimento avviene intorno ai 400 KHz, punto detto

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 8 di 21

“girofrequenza”.

La pioggia rappresenta un ostacolo distruttivo delle onde in quanto, oltre che attenuarle perché le assorbe, le riflette in direzione diffusa, quindi anche diversa da quella prevista del campo.



Inoltre, durante il percorso, l'onda trasmessa da un'antenna si attenua per divergenza geometrica.

3.3.2 Attenuazione per effetti del terreno

Nell'incidenza sul terreno l'onda può essere riflessa specularmente o in modo diffuso.

Il primo caso avviene quando l'onda radio incontra una superficie che, per la sua conformazione fatta di poche irregolarità e avente l'ampiezza breve rispetto alla lunghezza d'onda, può essere considerata "liscia". In tal caso l'onda non subisce sostanziali deformazioni.

La riflessione diffusa si verifica quando l'altezza della rugosità del terreno dove l'onda va ad incidere, è di dimensione paragonabile alla lunghezza d'onda stessa.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 9 di 21	


4 MECCANISMI DI DECADIMENTO DELLA QUALITÀ DEI SEGNALI

4.1 Effetto Fresnel

L'effetto Fresnel è un insieme di fenomeni di interferenza sempre presente in una trasmissione radio. Le trasmissioni radio ad alta frequenza richiedono che il percorso tra due antenne sia libero da ostacoli: questo percorso viene comunemente detto *line of sight* (LOS), letteralmente "linea di visibilità". Per semplicità si assume che la LOS sia il percorso ottico diretto e privo di ostacoli esistente tra due punti. Una LOS sgombra da ostacoli presuppone che i punti di osservazione siano sufficientemente alti da permettere all'osservatore di vedere oltre ogni ostacolo solido. I seguenti ostacoli possono oscurare una LOS:

- elementi topografici come montagne o colline;
- la curvatura della Terra (apprezzabile solo a grandi distanze);
- palazzi ed altre costruzioni (ponti, campanili, cartelloni pubblicitari, ecc.);
- alberi.

In un collegamento radio non è sufficiente considerare la LOS: parte dell'energia dell'onda radio è infatti confinata nello spazio attorno alla LOS. Questo spazio è assimilabile ad un ellissoide il cui asse principale è la LOS stessa: tale spazio è denominato Zona di Fresnel (Figura 4.1). Se un oggetto solido, come una catena montuosa o un manufatto antropico, si frappone, anche solo in parte, alla Zona di Fresnel questo può modificare il segnale stesso deviandolo (riflessione) e/o attenuandone la potenza (assorbimento, cammini multipli). Fenomeni di diffrazione possono, inoltre, deviare parte del segnale. Poiché i segnali deviati non sono, in generale, in fase con il segnale originale, possono ridurre la potenza o cancellarlo totalmente (fenomeno dei cammini multipli). In definitiva, il fatto che antenne radio trasmettenti e riceventi possano "vedersi" in linea retta non garantisce in teoria l'efficienza del collegamento radio. Nella pratica è sufficiente che il 60% di questa zona sia libero da ostacoli. Proprio il calcolo della geometria della Zona di Fresnel è utilizzato per dimensionare l'altezza dell'antenna.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 10 di 21

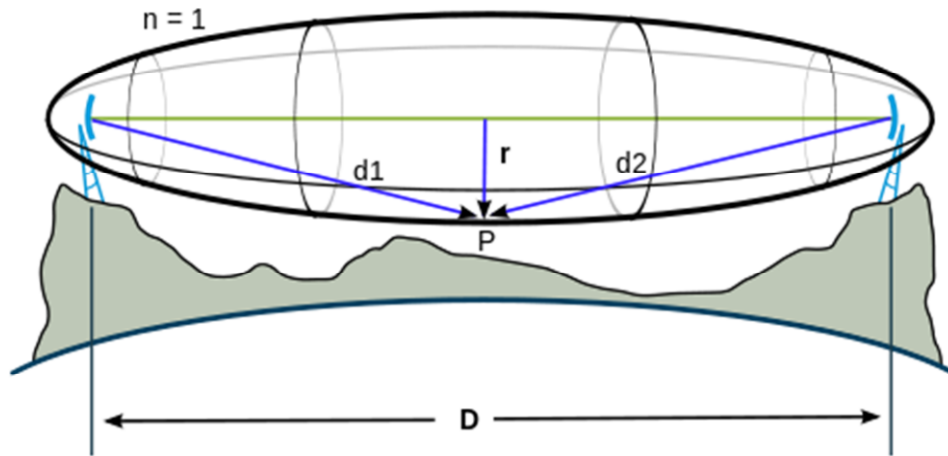


Figura 4.1 - Ellissoide di Fresnel: in verde è indicata la linea di vista, con "d" è indicata la distanza tra trasmettitore e ricevitore, con "r" è indicato il raggio della zona

I principali meccanismi di decadimento a cui sono sottoposti i segnali radio, allorquando le turbine eoliche siano poste tra una antenna trasmittente e ricevente, sono essenzialmente tre:

- effetti c.d. di *near-field*;
- Diffrazione;
- Riflessione o dispersione (scattering).

4.2 Effetti di near-field



Gli effetti di *near-field* si verificano allorquando, in prossimità di una antenna trasmittente o ricevente si presenti una zona in cui i campi induttivi locali siano significativi, e all'interno di essa non sia semplice valutare l'effetto di altri oggetti sul segnale.

4.3 Diffrazione

La diffrazione modifica un'onda radio quando un oggetto ostacola in parte l'avanzamento di un fronte d'onda. Affinché ciò accada si rileva come l'oggetto non debba essere un buon riflettore. Effetti di diffrazione possono verificarsi quando l'oggetto interposto al fronte d'onda sia totalmente assorbente. Gli effetti di diffrazione possono essere evitati prevedendo che l'ostacolo si collochi al di fuori della zona di Fresnel per lo specifico collegamento radio.

4.4 Riflessione o dispersione

La distinzione tra "riflessione" e "dispersione" è piuttosto sfumata e, di fatto, è reale solo tra una riflessione pura ("speculare") ed una dispersione "diffusa". In sostanza i fenomeni si originano dallo stesso meccanismo. Quando un'onda radio investe un oggetto, una frazione, o eventualmente, una significativa frazione dell'energia incidente viene re-irradiata in varie direzioni. In una

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 11 di 21

riflessione pura l'onda incidente viene totalmente convertita in onda riflessa propagantesi secondo le regole dell'ottica geometrica; ciò può avvenire, peraltro, solo da una superficie planare. Nella pratica, per le radiofrequenze, molte superfici sono curve o ruvide rispetto alle dimensioni della lunghezza d'onda incidente. L'energia re-irradiata, pertanto, sebbene possa essere alquanto concentrata in una direzione speculare, presenterà una quota significativa propagantesi in altre direzioni. Se il segnale emesso da un ponte radio investe una turbina eolica e alcune delle onde riflesse o disperse raggiungono il ricevitore, il risultato sarà una situazione c.d. multipath. Sebbene il livello del segnale riflesso / disperso sia trascurabile rispetto al segnale diretto, la combinazione dei segnali e le differenze di fase tra loro modulazione può causare un decadimento delle prestazioni del segnale.

4.5 Aspetti che influenzano i fenomeni di interferenza dei segnali radio

In relazione ai fenomeni di decadimento dei segnali di cui ai paragrafi precedenti, specifici studi hanno mostrato che:

- La dimensione di una “zona libera” dove siano minimi gli effetti di *near-field* aumenta con il diametro dell'antenna e con la frequenza di trasmissione.
- La dimensione di una “zona libera” dove siano minimi gli effetti di diffrazione aumenta al diminuire frequenza operativa collegamento;
- La dimensione di una “zona libera” dove siano minimi gli effetti di riflessione o dispersione aumenta con l'aumentare del rapporto segnale-disturbo caratteristico dell'onda riflessa ed è funzione della sensibilità dell'antenna.

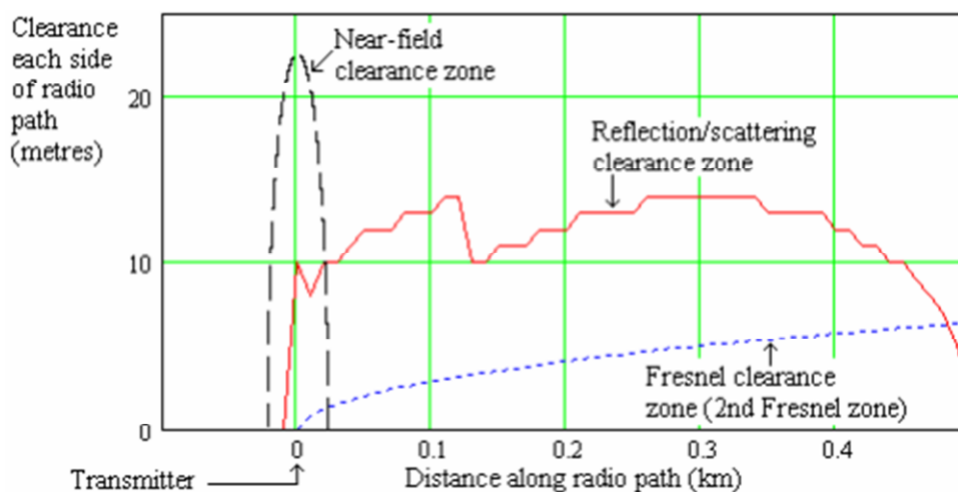




Figura 4.2 – Tipica geometria delle “zone libere” in prossimità di una antenna radio in rapporto ai diversi meccanismi di interferenza dei segnali ed alla distanza da una generica turbina eolica (D. Bacon, 2002)

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 12 di 21

5 INTERFERENZA CON LE RADIO-TRASMISSIONI

Come riportato nel documento citato, poiché nella Regione Sardegna non sono disponibili informazioni ufficiali circa la presenza di SRB, le rispettive posizioni e le caratteristiche di interconnessione, la ricognizione è stata condotta avvalendosi di indagini con l'ausilio di notizie fornite da organizzazioni di radioamatori e da enti regionali i quali, in particolare, comunicano che è in fase di revisione e aggiornamento il "catasto" delle stazioni radio base in quanto sarebbe emersa la presenza di errori nel numero e nella posizione delle SBR.

Il censimento delle Stazioni Radio Base (SRB) per le finalità del presente studio ha fatto riferimento, in particolare, alle informazioni presenti nei siti www.sardegناهertz.it e www.otgtv.it relative alle liste di ponti radio presenti in Sardegna.

In assenza di informazioni dettagliate, si è condotta una analisi pessimistica, ipotizzando una connessione tra le Stazioni Radio Base (SRB) il cui fascio principale passa a bassa quota e può intersecare l'area di installazione degli aerogeneratori. In Figura 5.1 si illustra la posizione delle 3 principali SRB individuate.

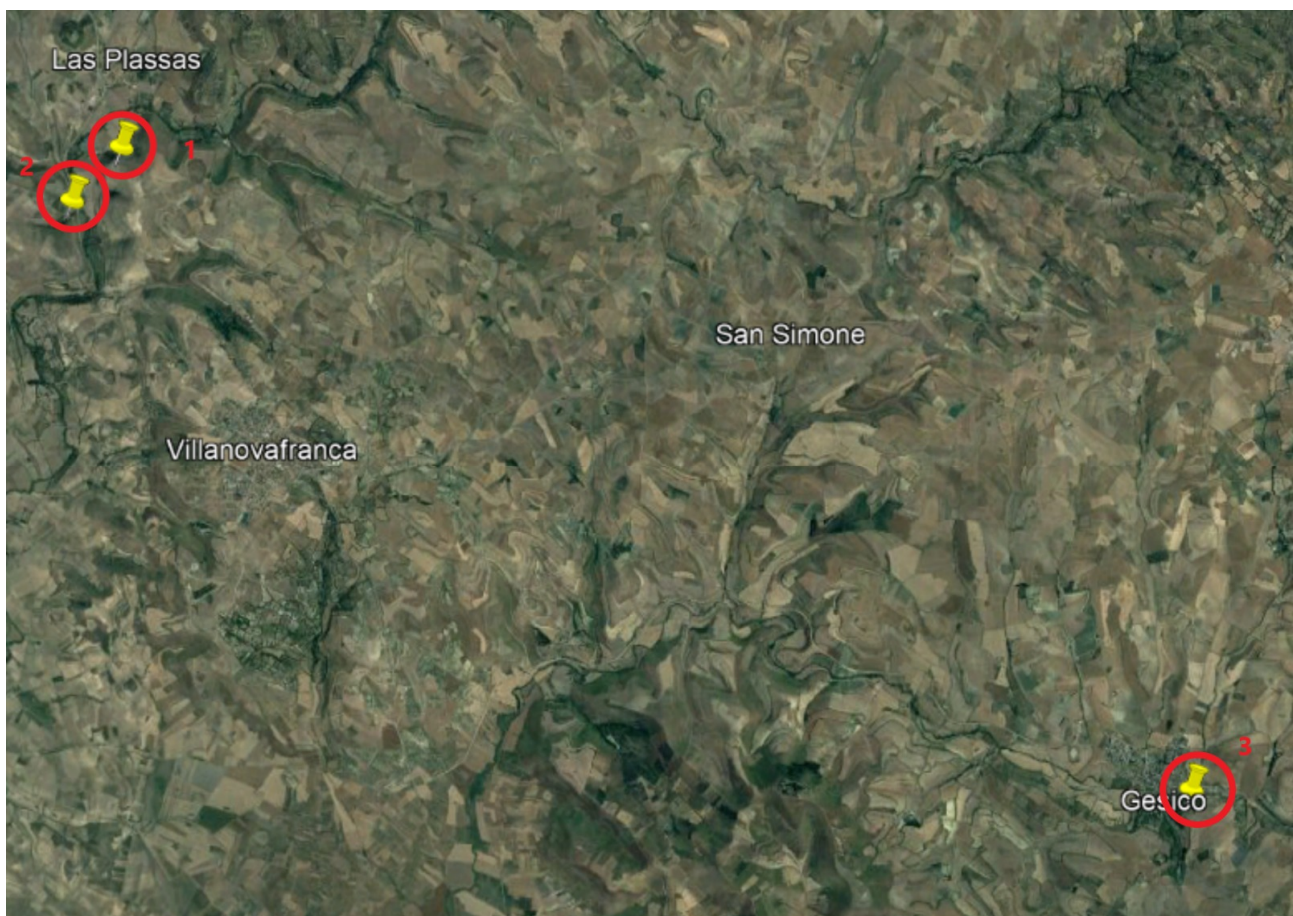




Figura 5.1 - Mappa SRB telefonia fissa/mobile

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 13 di 21

SRB N°1 – Las Plassas

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°1 sita nel Comune di Las Plassas

Nome Ponte: Pranu

Nome Alternativo: Bruncu e Fruccas

Città: Las Plassas

altitudine (metri): 250

latitudine: 39,67071

longitudine: 8,98485

copertura: Las Plassas

SRB N°2 – Las Plassas

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°2 sita nel Comune di Las Plassas

Nome Ponte: Bia Casteddu

Nome Alternativo:

Città: Las plassas

altitudine (metri): 170

latitudine: 39,66589

longitudine: 8,97905

copertura: Las Plassas

SRB N°3 - Gesico

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°3 sita nel Comune di Gesico

Nome Ponte: Pranu Sa Furca

Nome Alternativo:

Città: Gesico

altitudine (metri): 351

latitudine: 39,61263

longitudine: 9,11063

copertura: Gesico

Altre SRB

Durante l'analisi delle SRB nell'area vasta, sono stati identificati ulteriori ponti radio per telefonia mobile/fissa di cui si riporta di seguito la mappa.


COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 14 di 21



Figura 5.2 - Mappa SRB telefonia fissa/mobile

È stato quindi condotto uno studio cautelativo al fine di individuare le trasmissioni dei ponti radio che intersecassero l'area di installazione delle turbine eoliche.

A tal proposito sono stati quindi individuati due assi che congiungono i ponti P3 con P1 e P2, i cui fasci principali passano in prossimità del parco eolico in progetto.



Come accennato, sono stati analizzati i due assi al fine di valutare le possibili interferenze, per riflessione e rifrazione, ipotizzando la frequenza della portante pari a 6GHz (*Worst Case*) ed analizzando l'eventuale superficie dei rotori che interferisce con il fascio in radio frequenza.

A tale fine sono state preliminarmente calcolate le zone di Fresnel per i rispettivi casi.

5.1 Calcolo interferenza

Il calcolo della zona di Fresnel è usato per dimensionare la posizione in altezza di antenne. In caso di particolari occlusioni è bene optare nel cambio di posizione dell'antenna in modo tale d'aver almeno il 60% del raggio massimo di tale zona libero.

Al fine di calcolare quale possa essere l'entità dell'interferenza tra gli assi in radio frequenza e il parco eolico in progetto, sono stati calcolati i raggi delle zone di Fresnel per gli assi dei ponti radio individuati durante lo studio.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 15 di 21	

Il calcolo della zona di Fresnel in un determinato punto è così determinato:

$$R = 17.3 \cdot \sqrt{\frac{d1 \cdot d2}{f \cdot (d1 + d2)}}$$

Dove:

R: Raggio della zona di Fresnel espresso in metri

d1, d2: Distanza dell'ostacolo dalle antenne espressa in metri

f: Frequenza segnale espressa in MHz

Asse P1-P3

L'asse P1-P3 congiunge il ponte radio P1 sito nel Comune di Las Plassas, a 250 metri di altitudine circa, con il ponte radio P3 sito nel Comune di Gesico, a 351 metri di altitudine. Sebbene tra i due ponti non ci sia una linea di visibilità libera da ostacoli in virtù di un'analisi pessimistica ipotizziamo comunque un loro collegamento, in tale ipotesi la congiungente dei due ponti radio passa a nord dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori in progetto come riportato in Figura 5.3.


COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 16 di 21




Figura 5.3 - Asse P1-P3

La distanza dall'aerogeneratore posto nell'estremità del parco (SE01) dall'asse in radiofrequenza è di circa 2360 metri e, considerata la larghezza delle zone di Fresnel, sia la torre che le pale degli aerogeneratori non causano alcun tipo di interferenza. Si analizzano di seguito le zone di Fresnel relative alla posizione della pala eolica denominata SE01 che è quella più vicina all'asse P1-P3 mentre le altre pale non costituiscono alcuna fonte di interferenza in quanto a distanze maggiori.

La distanza tra i due ponti radio è di circa 12,6 km e in Figura 5.4 si riportano i profili altimetrici rilevati tra i due punti in corrispondenza della turbina SE01.



Figura 5.4 - Profilo altimetrico e posizione aerogeneratore SE01

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 17 di 21

I dati per il calcolo delle zone di Fresnel sono riportati in Tabella 5.1 :

Tabella 5.1 – calcoli zone di Fresnel relativi all'aerogeneratore SE01

Asse P1-P3-SE01		
Distanza P1- SE01	11800	m
Distanza P3- SE01	2600	m
Frequenza	6000	MHz
Raggio 1° Zona di Fresnel	10,30	m
Raggio 2° Zona di Fresnel	14,57	m
Raggio 3° Zona di Fresnel	17,86	m
Raggio 4° Zona di Fresnel	20,62	m

Asse P2-P3

L'asse P2-P3 congiunge il ponte radio P2 sito nel Comune di Las Plassas, a 170 metri di altitudine circa, con il ponte radio P3 sito nel Comune di Gesico, a 351 metri di altitudine. Sebbene tra i due ponti non ci sia una linea di visibilità libera da ostacoli in virtù di un'analisi pessimistica ipotizziamo comunque un loro collegamento, in tale ipotesi la congiungente dei due ponti radio passa a nord dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori in progetto come riportato in Figura 5.5.


COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 18 di 21



Figura 5.5 - Asse P2-P3



Si analizzano di seguito le zone di Fresnel relative alla posizione dell'aerogeneratore interessato SE01 distante dall'asse 2300 metri, mentre le altre turbine non costituiscono alcuna fonte di interferenza in quanto ubicate a distanze maggiori.

La distanza tra i due ponti radio è di circa 12,8 km; si riportano in Figura 5.6 i profili altimetrici rilevati tra i due punti in corrispondenza dell'aerogeneratore SE01.



Figura 5.6 - Profilo altimetrico e posizione aerogeneratore SE01

Ipotizzando che il ponte radio trasmetta alla frequenza portante di 6 GHz, risulta che la prima zona di Fresnel in corrispondenza della turbina SE01 ha un diametro di circa 10,31 metri.



COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 19 di 21

Si evidenzia che tale area non intercetta alcuna turbina eolica del gruppo menzionato, per quanto riguarda le zone di Fresnel dalla 1 alla 4.

I dati per il calcolo delle zone di Fresnel relativi alla pala SE01 sono riportati in Tabella 5.2 :

Tabella 5.2 - calcoli zone di Fresnel relativi all'aerogeneratore SE01

Asse P2-P2-SE01		
Distanza P2-SE01	11900	m
Distanza P3- SE01	2600	m
Frequenza	6000	MHz
Raggio 1° Zona di Fresnel	10,31	m
Raggio 2° Zona di Fresnel	14,60	m
Raggio 3° Zona di Fresnel	17,87	m
Raggio 4° Zona di Fresnel	20,64	m

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 20 di 21	

6 CONCLUSIONI

Il presente elaborato, facente parte integrante dello Studio di impatto ambientale allegato al progetto del parco eolico denominato "Trexenta", proposto dalla Green Energy Sardegna 2 S.r.l, in territorio di Selegas (CA), ha esaminato le possibili interferenze dell'intervento sui segnali delle telecomunicazioni.



Poiché nella Regione Sardegna non sono disponibili informazioni "certificate" circa la presenza di SRB, le rispettive posizioni e le caratteristiche di interconnessione, la ricognizione è stata condotta avvalendosi di indagini sul territorio con l'ausilio di notizie fornite da siti internet ed enti regionali i quali, in particolare, comunicano che è in fase di revisione e aggiornamento il "catasto" delle stazioni radio base in quanto sarebbe emersa la presenza di errori nel numero e nella posizione delle SBR.

Il censimento delle Stazioni Radio Base (SRB) per le finalità del presente studio ha fatto riferimento alle principali Stazioni Radio Base in un intorno di 15 km dall'impianto.

Le analisi condotte hanno consentito l'individuazione di n. 3 ponti radio/televisivi; non si dispone di ulteriori informazioni circa la presenza di ulteriori Stazioni Radio Base (già realizzate o in fase di realizzazione).

Al fine di calcolare quale possa essere l'entità dell'interferenza tra gli assi in radio frequenza e il parco eolico in progetto, sono stati calcolati i raggi delle zone di Fresnel per gli assi dei ponti radio individuati durante lo studio. Le distanze degli aerogeneratori dagli assi di radiofrequenza sono risultate abbondantemente superiori ai raggi delle zone di Fresnel.

Stante lo stato di conoscenze e relativamente ai dati in possesso si può concludere che il proposto impianto eolico "Trexenta" non comporta interferenze sulla rete di radiodiffusione locale e regionale.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "TREXENTA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO RS-9
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE INTERFERENZA CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	PAGINA 21 di 21	

ALLEGATI GRAFICI DI RIFERIMENTO

RS-9-All.1 - Principali ponti radio nel territorio di interesse