



Statkraft



Per Ski 21 S.r.l

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE

WINDFARM IGLESIAS

**STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE
TELECOMUNICAZIONI**

HH0694A-IG-PD-RE-23

0	03.11.2023	Emissione finale	FRANZINI	ESPOSITO	CLERICI
Rev.	Data di emissione	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato

WSP E&IS Italy S.r.l



Via S. Caboto, 15 – 20094 Corsico- Milan – Italy

Tel. +39 02 4486 1 - Capitale Sociale i.v. € 190.000,00

Codice Fiscale/Partita IVA/Reg. Imprese Milano 12363640967 – R.E.A. MI N° 2656546



PEC: Environment.infrastructure@legalmail.it

Fatturazione Elettronica: Codice Destinatario ISHDUAE – PEC: Invoices-woodplc@legalmail.it

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 2 a 35

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	PREMESSA	4
3	LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO	6
3.1	Modello dell'aerogeneratore di progetto	7
4	LE ONDE RADIO	8
4.1	CENNI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE ...	10
4.1.1	Onde di superficie	10
4.1.2	Onde spaziali	10
4.2	I FENOMENI DI ATTENUAZIONE	11
4.2.1	Attenuazione per distanza	11
4.2.2	Attenuazione per effetti del terreno.....	12
5	Meccanismi di decadimento della qualità dei segnali.....	13
5.1	Effetto Fresnel	13
5.2	Calcolo delle Zone Fresnel	14
5.2.1	Determinazione della zona di Fresnel n-esima	15
6	SISTEMI TLC (TV DIGITALE) INDIVIDUATI ENTRO IL BUFFER DI RICERCA ATTORNO ALL'AREA DI PROGETTO.....	16
7	SISTEMI TLC (TV DIGITALE) PONTE RADIO DI MONTE SERPEDDÌ.....	26
7.1	Valutazione dell'effetto Fresnel tra SRB Monte Serpeddi e la SRB di Campo Pisano (Iglesias)	27
8	EFFETTI DEL PARCO EOLICO SUI SISTEMI radar.....	29
8.1	Valutazione delle possibili interferenze con apparati aeronautici di Comunicazione/Navigazione/Radar (CNR).....	29
9	CONCLUSIONI DELLO STUDIO	34
10	PRECISAZIONI.....	35

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 3 a 35



1 INTRODUZIONE

Il presente documento è stato predisposto da parte di WSP E&IS Italy S.r.l., parte di WSP Group (qui di seguito WSP E&IS) su incarico di SKI 21 s.r.l. (qui di seguito SK) per rispondere alla richiesta di studio sulle possibili interferenze prodotte dall'installazione di turbine per la produzione di energia elettrica da fonte eolica secondo quanto riportato nel §4.2.5 *Studio sulle interferenze sulle telecomunicazioni* della *Deliberazione N. 59/90 del 27.11.2020* e qui trascritta:

4.2.5 Studio sulle interferenze sulle telecomunicazioni

Per quanto riguarda le interferenze con le telecomunicazioni la presenza degli aerogeneratori può influenzare: le caratteristiche di propagazione; la qualità del collegamento (rapporto segnale/disturbo); la forma del segnale ricevuto, con eventuale alterazione dell'informazione.

Per ciò che concerne il primo aspetto, un aerogeneratore può essere considerato come un qualsiasi ostacolo. Per ciò che riguarda gli altri aspetti è necessaria la conoscenza di diversi fattori e soprattutto dell'intensità del campo elettromagnetico diretto e di quello riflesso dalla macchina in prossimità del ricevitore, al fine di stabilire la distanza minima da lasciare tra le macchine eoliche ed eventuali ricevitori o ripetitori. Se in prossimità dell'area del parco eolico esistono antenne o ripetitori radio-TV, nel progetto definitivo e nello SIA deve essere indicato, in una apposita tavola, l'angolo solido di interferenza da evitare. L'ente responsabile dell'antenna o del ricevitore dovrà inoltre fornire dichiarazione di approvazione della tavola del progetto.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 4 a 35

2 PREMESSA

La presente relazione tecnica riguarda lo studio previsionale per la valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni, relativamente al progetto denominato “IGLESIAS” per la realizzazione di un parco eolico nel comune di Iglesias (SU) che prevede l’installazione di n. **6 aerogeneratori** per una potenza complessiva dell’impianto stimabile in **39,6 MWp**.

L’obiettivo principale del presente studio è di fornire una prima valutazione sull’effetto degli aerogeneratori sul campo incidente nella zona di servizio, proveniente dai ripetitori distribuiti nell’area circostante in cui si vuole realizzare il nuovo impianto eolico oggetto di studio.

L’effetto atteso si traduce nell’aggiunta, al campo esistente, del campo diffuso dalle torri eoliche previste nel presente progetto.

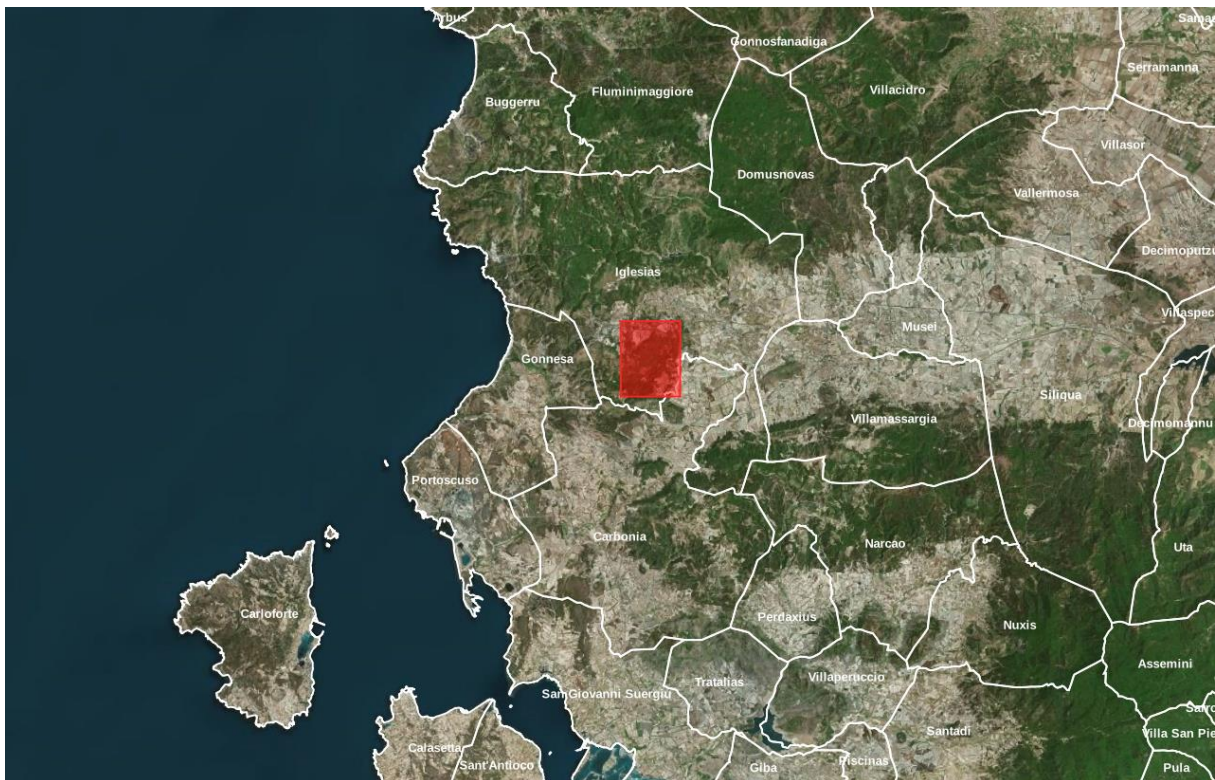






Figura 2-1: Localizzazione dell'impianto eolico in progetto.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 5 a 35

È importante ricordare che: il campo del ripetitore (sorgente primaria) risulta inversamente proporzionale alla distanza, mentre il campo diffuso risulta inversamente proporzionale al prodotto della distanza ripetitore-torre e della distanza torre-zona di servizio. Tenendo conto di questo limite, ai fini dello studio, ha interesse considerare unicamente i ripetitori prossimi al parco eolico in studio e, in particolare, per il caso esaminato sono stati considerati i ripetitori presenti entro un'area di influenza di **20 km** dall'area di progetto.

Partendo dalle valutazioni del campo generato dai ripetitori presenti nelle vicinanze, la relazione intende determinare se esista un effetto dovuto al parco eolico sulla copertura dei sistemi di telecomunicazione (p.e. trasmissioni televisive, radio, ecc.) nell'area interessata al progetto e se questo possa dare effetti di interferenza peggiorativi sulla qualità del servizio trasmesso.

I nuovi aerogeneratori del progetto sono previsti in territorio di Iglesias e saranno elettricamente collegati alla RTN in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 220/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV “Sulcis-Oristano”.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 6 a 35

3 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO



Il parco eolico del progetto Iglesias ricade interamente nel Comune di Iglesias ed è limitrofo al comune di Carbonia sul lato a Est; sarà costituito da 6 generatori eolici la cui ubicazione definitiva è qualitativamente illustrata in Figura 3-1, e i cui dati altimetrici sono indicati in Tabella 3-1.



Figura 3-1: Ubicazione dei generatori dell'impianto eolico in progetto.

Tabella 3-1: Posizione di installazione degli aerogeneratori in progetto.

ID WTG	COORDINATE (WGS84)	QUOTA TERRENO
WTG01	39.2624525;8.52643106	297 m
WTG02	39.26342746;8.53386027	266 m
WTG03	39.26841087;8.53616316	300 m
WTG04	39.27475714;8.53392362	319 m
WTG05	39.28072557;8.54094975	350 m
WTG06	39.26958031;8.52985446	296 m

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 7 a 35

3.1 Modello dell'aerogeneratore di progetto

Il modello previsto di aerogeneratore selezionato per il layout di progetto è prodotto dall'azienda Siemens; il modello scelto, tra quelli disponibili in commercio è il **Gamesa SG 6.6-170** da **6,6 MW** le cui caratteristiche principali sono riportate nella Tabella 3-2. Le dimensioni riportate fanno riferimento alla schematizzazione dell'aerogeneratore riportata in Figura 3-2.

MODELLO WTG	ALTEZZA DEL MOZZO (H)	DIAMETRO ROTORE (D)	DIAMETRO ALLA BASE (Lb)	DIAMETRO AL MOZZO (Lm)	POTENZA
SIEMENS Gamesa SG 6.6-170	135 m	170 m	6,0 m	3,5 m	6,6 MW

Tabella 3-2: Dati di base degli aerogeneratori in progetto.

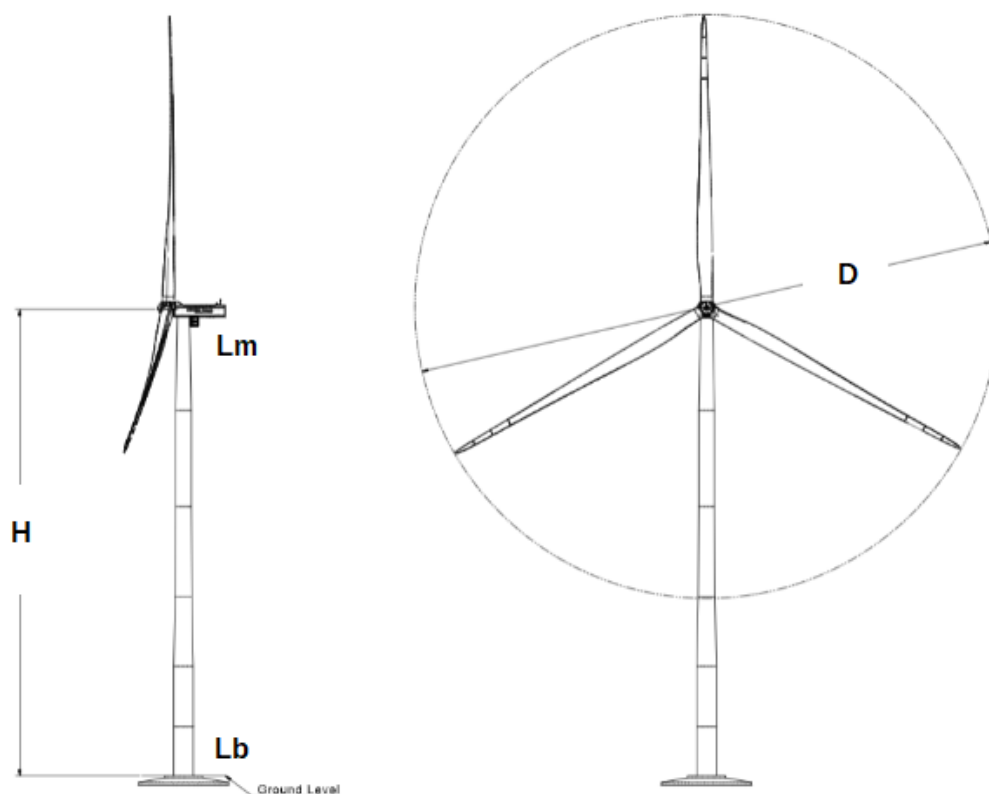




Figura 3-2: Aerogeneratore tipo in progetto: Altezza del mozzo (H), Diametro rotore (D), Diametro alla base (Lb), Diametro al mozzo (Lm).

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 8 a 35

4 LE ONDE RADIO



Le onde radio (o radioonde) sono radiazioni elettromagnetiche appartenenti allo spettro elettromagnetico nella banda di frequenza compresa tra 0 e 300 GHz, ovvero con lunghezza d'onda maggiore di 1 mm. 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 4-1.

Nelle telecomunicazioni con il termine banda radio (o spettro radio) si indica la sezione dello spettro elettromagnetico utilizzata per la trasmissione di dati e informazioni. Essa identifica la suddivisione spettrale del mezzo trasmissivo per poter essere utilizzato da più operatori e utenti per l'effettuazione di servizi e che deve essere adeguatamente ripartito tra di essi al fine di evitare conflitti di utilizzazione o interferenza tra segnali radio di più sorgenti.

Una banda può essere definita in base a vari criteri e vi sono due accezioni del termine comunemente usate nell'ambito delle telecomunicazioni:

- porzione di spettro facente parte di una suddivisione convenzionale originata da esigenze scientifiche e tecniche (le più usate sono stabilite da enti come l'ITU, l'IEEE e la NATO);
- porzione di spettro nella quale i canali hanno la stessa destinazione d'uso (la designazione di questo tipo di bande viene effettuata con l'allocazione delle frequenze

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 9 a 35

che porta a stilare un piano delle frequenze elaborato su accordi internazionali o, al più, nazionali).

La banda del canale radio, così come quella di sistemi cablati, è una risorsa limitata e va quindi gestita con parsimonia, cercando di massimizzarne l'efficienza di utilizzazione/trasmisione o efficienza spettrale.

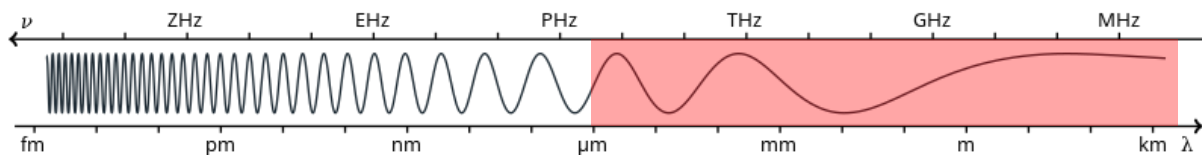




Figura 4-1: Andamento della frequenza e della lunghezza d'onda.

Tabella 4-1: Gamma delle onde radio suddivisa per bande secondo la convenzione ITU.

Banda	Frequenza	Lunghezza d'onda	Principali impieghi
ELF (Extremely low frequency)	3 – 30 Hz	100.000 – 10.000 km	Comunicazione radio con i sottomarini, ispezione tubazioni, studio del campo magnetico terrestre
SLF (Super low frequency)	30 – 300 Hz	10.000 – 1.000 km	Comunicazione con i sottomarini, per es. la radio russa ZEVS
ULF (Ultra low frequency)	300 – 3000 Hz	1.000 – 100 km	Utilizzate per le comunicazioni in miniera
VLF (Very low frequency)	3 – 30 kHz	100 – 10 km	Marina, comunicazione con sommergibili in emersione
LF (Low frequency)	30 – 300 kHz	10 – 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 – 10 m (Onde corte)	Radioamatori, Banda cittadina, trasmissioni intercontinentali in codice Morse
VHF (Very high frequency)	30 – 300 MHz	10 – 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 – 10 mm	Radar, Satelliti, WLAN
EHF (Extremely high frequency)	30 – 300 GHz	10 – 1 mm	Trasmissioni satellitari e radioamatoriali
THF (Tremendously high frequency)	300 – 3000 GHz	1 mm – 100 µm	Trasmissioni satellitari (onde submillimetriche o banda submillimetrica 300 GHz 3 THz tera Hertz) e radioamatoriali

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 10 a 35

4.1 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.

4.1.1 *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.

4.1.2 *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

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 11 a 35

(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 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.

4.2 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.

4.2.1 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

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 12 a 35

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 "giro frequenza". 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.

4.2.2 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.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 13 a 35

5 MECCANISMI DI DECADIMENTO DELLA QUALITÀ DEI SEGNALI

5.1 Effetto Fresnel



L'*effetto Fresnel* è un insieme di fenomeni di interferenza che risulta sempre presente in una trasmissione radio. Le tipologie di trasmissioni oggetto della presente trattazione, essendo ad alta frequenza, richiedono che: il percorso tra due antenne sia a portata ottica e che sia libero da ostacoli. La congiungente i centri di trasmettitore – ricevitore viene, per questo motivo, comunemente detta linea di visibilità (eng. *Line Of Sight* – LOS).

Per semplicità, si assume, che la LOS sottesa tra due punti di osservazione sufficientemente alti da permettere all'osservatore di vedere oltre ogni ostacolo solido eventualmente posto tra essi. Tra gli ostacoli che possono oscurare una LOS si ricordano i più comuni:

- elementi orografici come montagne o colline;
- elementi naturali come piante o alberi ad alto fusto
- la curvatura della Terra (solo a grandi distanze);
- palazzi ed altre costruzioni come ponti, campanili, cartelloni pubblicitari, ecc...

In un collegamento radio non è sufficiente considerare solamente l'energia irradiata lungo la LOS ma è necessario tener conto della parte di energia dell'onda radio confinata nello spazio attorno alla linea di visibilità. Questo spazio è assimilabile ad un ellissoide il cui asse principale è la LOS stessa: tale spazio è denominato *Zona di Fresnel*.

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 per riflessione e/o attenuandone la potenza per assorbimento. 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. Infatti il calcolo della geometria della Zona di Fresnel è lo strumento utilizzato per dimensionare l'altezza dell'antenna.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 14 a 35

5.2 Calcolo delle Zone Fresnel

In ottica la zona di Fresnel è uno degli infiniti ellissoidi che definiscono il volume di radiazione di un'onda elettromagnetica. Essa prende il nome dal fisico Augustin-Jean Fresnel, studioso di ottica e dei principali fenomeni quali la rifrazione, riflessione, diffrazione e noto anche per la lente di Fresnel.

Il calcolo delle zone di Fresnel è particolarmente utile nell'ambito delle radiocomunicazioni per la definizione della bontà di un collegamento a radiofrequenza (come ad es. un ponte radio), definendo il disturbo causato da eventuali ostacoli nel cammino fisico tra trasmettitore e ricevitore.

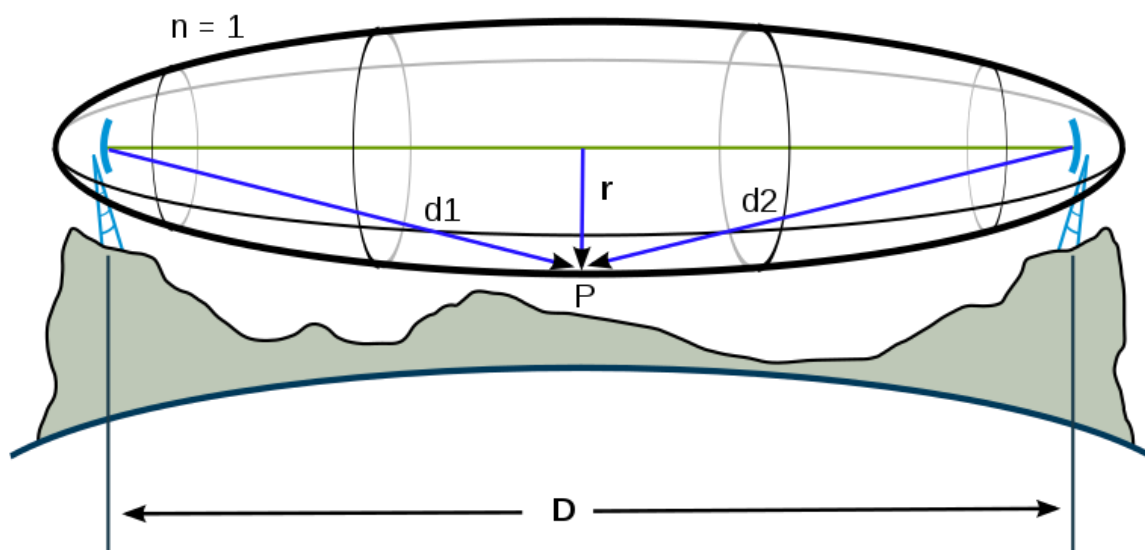




Figura 5-1: Ellissoide di Fresnel: in verde è indicata la linea di vista, con "d" è indicata la distanza tra trasmettitore e ricevitore, con "r" è indicato il raggio della zona.

Un'onda elettromagnetica si propaga in un mezzo lungo la direttrice tra trasmettitore e ricevitore. Durante il percorso essa incontra ostacoli che generano *multipath fading* ovvero una serie di riflessioni e attenuazioni che causano ritardi e sfasamenti che vanno a influenzare (in maniera costruttiva o distruttiva) il segnale finale che giunge al ricevitore. Ostacoli presenti nella prima zona causano ad esempio ritardi da 0° a 180° , nella seconda zona da 180° a 360° ,

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 15 a 35

e così via. In pratica le zone "dispari" causano interferenza costruttiva, mentre le "pari" causano interferenza distruttiva.

5.2.1 Determinazione della zona di Fresnel n-esima

Una volta tracciata la linea di vista, cioè il segmento che congiunge il dispositivo trasmettitore con il ricevitore, la n-esima zona di Fresnel si calcola con la seguente formula:

$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (1)$$

dove:

F_n è il raggio dell' n -esima zona di Fresnel, in metri

n è l'indice delle zone di Fresnel (n = 1,2,3 ...)

d_1 è la distanza sulla linea di vista del generico punto P dal trasmettitore, in metri

d_2 è la distanza sulla linea di vista del generico punto P dal ricevitore, in metri

λ è la lunghezza d'onda, in metri.

Il raggio della sezione circolare della prima zona di Fresnel (n = 1) al centro della linea di vista è:

$$F_1 = 17.32 \sqrt{\frac{\frac{1}{f} d_1 d_2}{d}} \quad (2)$$



dove:

F_1 è il raggio della sezione circolare, in metri

d è la distanza totale $d_1 + d_2$, in chilometri

f è la frequenza di trasmissione, in gigahertz.

Nella pratica questo significa che un ostacolo che si trova all'interno della zona di Fresnel, posto al di sotto (o al di sopra) della linea di vista, pur non ostruendo visivamente la visione tra trasmettitore e ricevitore, è comunque in grado di causare alterazioni della trasmissione di segnali in radiofrequenza.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 16 a 35

6 SISTEMI TLC (TV DIGITALE) INDIVIDUATI ENTRO IL BUFFER DI RICERCA ATTORNO ALL'AREA DI PROGETTO

Per poter valutare le interferenze con le telecomunicazioni si è, inizialmente proceduto al reperimento delle posizioni delle antenne dei ripetitori della TV Digitali presenti sul territorio entro, come già annunciato, un raggio di analisi di 20 km a partire dal baricentro dell'area di inviluppo delle posizioni assunte dagli aerogeneratori in progetto. Per 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 l'area delimitata tramite una ricerca di prossimità. Fortunatamente tanto le posizioni degli emittenti di diffusione Radio TV che gli impianti sono reperibili in rete, mediante accesso al Pubblico Registro Impianti di Diffusione gestito e mantenuto dall'A.G.COM. che cura anche il: *Catasto Nazionale delle Frequenze Radiotelevisive (CNF)*. Impostando le seguenti coordinate: 39N2710, 08E5343 e la distanza di ricerca prevista (20 km) nel motore di ricerca del sito del CNF secondo l'estrazione del DB dal sito sono presenti i seguenti ripetitori:

- Nuxis – *Loc. Su Sinibidraxiu* per la copertura di: Nuxis, Narcao, Santadi e limitrofi;
- Carbonia – *Monte Leone (Medau Becciu)* per la copertura di: Carbonia e dintorni;
- Gonnese – *Gonnese* per la copertura di: Gonnese e Bacu Abis;
- Gonnese – *Monte San Giovanni* per la copertura di: Gonnese e Bacu Abis;
- Buggerru – *Monte Regio* per la copertura di: Buggerru e vicinanze;
- Buggerru – *Monte Malfidano* per la copertura di: Buggerru e aree limitrofe;
- Iglesias/Domusnovas – *Campu Spina* per la copertura di: Buona parte dell'iglesiente e del Campidano. In particolare, per quanto riguarda le emittenti tv, la zona di Portoscuso e Sant'Antioco;
- Iglesias – *Campo Pisano (Loc. Punta Menga / Corona Menga)* per la copertura dei comuni di: Iglesias e Bindua;

Le posizioni cartografiche dei ripetitori, presenti nel bacino di studio entro 20 km dal sito di installazione degli aerogeneratori sono riportati nella seguente Figura 6-1. Le caratteristiche degli apparati per TLC (TV digitale) installati nei siti oggetto di studio sono riportati nella seguente Tabella 6-1. I dati sono stati liberamente riportati dal *database* pubblico del CNF ed integrate dai dati presenti nel sito: www.sardegna.hertz.it



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 17 a 35



Figura 6-1: Apparati TLC (TV Digitale) principali presenti entro 20 km dall'area di impianto.



  NEXTA PROJECT DEVELOPMENT NEXTA CAPITAL PARTNERS	PROGETTO: Attività di Progettazione Pipeline Wind Sardegna	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE A
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 18 a 35

Tabella 6-1: ApparatI TLC (TV Digitale) entro 20km dell'area di progetto.

ID	UBICAZIONE	COORDINATE	ALT	OPERATORE	ID IMPIANTO	CANALE	BOUQUET	ERP MAX H	ERP MAX V	FREQ. CENT./PORT.
1	NUXIS - LOC. SU SINIBIDRAXIU	39N0917,08E4511	395	ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF164325	29	Mediaset 3	12	--	538
					CNF164370	46	Mediaset 1	12	--	674
					CNF164414	36	Mediaset 2	12	--	594
				EI TOWERS S.P.A.	CNF164457	39	RL Sardegna 1	12	--	618
				CAIRO NETWORK S.R.L.	CNF164495	21	Cairo Due	11	--	474
				PRIMA TV - S.P.A.	CNF165700	24	3Dfree	11	--	498
					CNF165149	32	Persidera 1	15	--	562
				PERSIDERA S.P.A.	CNF176819	47	Persidera 3	15	--	682
	CNF176856	42	Persidera 2	15	--	642				
2	CARBONIA - MEDAU BECCIU - CARBONIA	39N1051,08E3112	190	RAI - RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.	CNF164518	26	Mux-A	--	16	514
					CNF164564	40	Mux-B	--	17	626
					CNF166707	43	Mux-MR	--	17	650
3	GONNESA - GONNESA	39N1645,08E2829	205	ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF164316	29	Mediaset 3	--	8	538
					CNF164361	46	Mediaset 1	--	9	674
					CNF164405	36	Mediaset 2	--	8	594
				EI TOWERS S.P.A.	CNF164447	39	RL Sardegna 1	--	9	618
				CAIRO NETWORK S.R.L.	CNF164486	21	Cairo Due	--	7	474
				PRIMA TV - S.P.A.	CNF165691	24	3Dfree	--	7	498
					CNF176795	32	Persidera 1	--	15	562
				PERSIDERA S.P.A.	CNF176816	42	Persidera 2	--	16	642
	CNF176822	47	Persidera 3	--	16	682				
4	GONNESA - SAN GIOVANNI	39N1647,08E2825	130	RAI - RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.	CNF166719	43	Mux-MR	--	16	650
5	BUGGERRU - MONTE REGIO	39N2307,08E2446	425	RAI - RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.	CNF166701	43	Mux-MR	18	--	650
6	BUGGERRU - BUGGERRU	39N2356,08E2352	116	ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF164307	29	Mediaset 3	20	--	538
					CNF164352	46	Mediaset 1	21	--	674
					CNF164396	36	Mediaset 2	20	--	594
				EI TOWERS S.P.A.	CNF164439	39	RL Sardegna 1	20	--	618
7	CAMPU SPINA - IGLESIAS	39N2231,08E3358	939	RAI - RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.	CNF164516	26	Mux-A	19	27	514
					CNF164562	40	Mux-B	19	28	626
					CNF166704	43	Mux-MR	19	28	650

WSP E&S Italy S.r.l



Via S. Caboto, 15 – 20094 Corsico- Milan – Italy

Tel. +39 02 4486 1 - Capitale Sociale i.v. € 190.000,00



Codice Fiscale/Partita IVA/Reg. Imprese Milano 12363640967 – R.E.A. MI N° 2656546

PEC: Environment.infrastructure@legalmail.it

Fatturazione Elettronica: Codice Destinatario ISHDUAE – PEC: Invoices-woodplc@legalmail.it

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 19 a 35

ID	UBICAZIONE	COORDINATE	ALT	OPERATORE	ID IMPIANTO	CANALE	BOUQUET	ERP MAX H	ERP MAX V	FREQ. CENT./PORT.
8	CAMPU SPINA - DOMUSNOVAS	39N2228,08E3402	915	ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF164310	29	Mediaset 3	--	31	538
					CNF164355	46	Mediaset 1	--	32	674
					CNF164399	36	Mediaset 2	--	31	594
				EI TOWERS S.P.A.	CNF164441	39	RL Sardegna 1	--	31	618
				CAIRO NETWORK S.R.L.	CNF164480	21	Cairo Due	--	30	474
				PERSIDERA S.P.A.	CNF165137	32	Persidera 1	--	31	562
					CNF165160	42	Persidera 2	--	31	642
					CNF165180	47	Persidera 3	--	32	682
	PRIMA TV - S.P.A.	CNF165685	24	3Dfree	--	30	498			
9	CAMPO PISANO - LOC. PUNTA MENGA - IGLESIAS	39N1714,08E3213	338	ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA	CNF164309	29	Mediaset 3	--	16	538
					CNF164354	46	Mediaset 1	--	16	674
					CNF164398	36	Mediaset 2	--	16	594
				EI TOWERS S.P.A.	CNF164440	39	RL Sardegna 1	--	16	618
				CAIRO NETWORK S.R.L.	CNF164479	21	Cairo Due	--	15	474
				PERSIDERA S.P.A.	CNF165136	32	Persidera 1	--	16	562
					CNF165159	42	Persidera 2	--	16	642
					CNF165179	47	Persidera 3	--	16	682
	PRIMA TV - S.P.A.	CNF165684	24	3Dfree	--	16	498			
10	IGLESIAS - CORONA MENGA - IGLESIAS	39N1713,08E3211	341	RAI - RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.	CNF164524	26	Mux-A	--	20	514
					CNF164570	40	Mux-B	--	20	626
					CNF166722	43	Mux-MR	--	20	650

  NEXTA PROJECT DEVELOPMENT NEXTA CAPITAL PARTNERS	PROGETTO: Attività di Progettazione Pipeline Wind Sardegna	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE A
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 20 a 35

Utilizzando un software GIS Open Source ([QGIS 3.28.8](#)) è stato possibile determinare la distanza di ogni ripetitore dal baricentro dell'impianto in maniera sufficientemente precisa. La seconda parte della Figura 6-1 evidenzia le distanze delle singole antenne rispetto alla posizione del parco eolico oggetto del presente studio. La Tabella 6-2 riassume i risultati delle distanze calcolate.

Tabella 6-2: Distanze tra i ripetitori e il campo eolico in progetto.

ID	UBICAZIONE	PROV	LAT.	LONG.	ALT.	DIST.
1	NUXIS - LOC. SU SINIBIDRAXIU	CI	39.0917	8.4511	395 m	22.9 km
2	CARBONIA - MEDAU BECCIU	CA	39.1051	8.3112	190 m	10.1 km
3	GONNESA - GONNESA	CI	39.1645	8.2829	205 m	5.2 km
4	GONNESA - S. GIOVANNI	CA	39.1647	8.2825	130 m	5.3 km
5	BUGGERRU - MONTE REGIO	CA	39.2307	8.2446	425 m	16.5 km
6	BUGGERRU - BUGGERRU	CI	39.2356	8.2352	116 m	18.5 km
7	CAMPU SPINA - IGLESIAS	CA	39.2231	8.3358	939 m	11.9 km
8	CAMPU SPINA - DOMUSNOVAS	CI	39.2228	8.3402	915 m	11.9 km
9	CAMPO PISANO - PUNTA MENGA	CI	39.1714	8.3213	338 m	1.8 km
10	IGLESIAS - CORONA MENGA	CA	39.1713	8.3211	341 m	1.8 km

Con l'ausilio del Modello di Terreno Digitale (DTM) con precisione 10 m fornito dal INGV ([Tinality DEM v.1.1](#)) è stato possibile, per ogni direttrice calcolata, ricavare il profilo altimetrico compreso tra i vari ripetitori identificati e il parco eolico in progetto. Il risultato dell'estrazione dei profili è riportato nelle figure seguenti. Le icone riportate nelle immagini indicano unicamente le posizioni degli elementi di analisi in maniera qualitativa. Per i valori puntuali di quota dei ripetitori si faccia riferimento alla Tabella 6-2 mentre, per il parco eolico si consideri la quota maggiore di posa di ca. 350 m dell'aerogeneratore WTG05 come riportato nella Tabella 3-1.

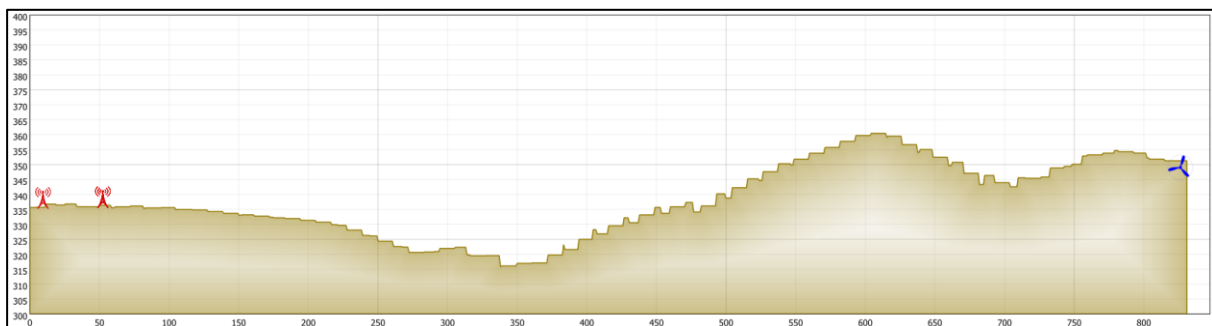




Figura 6-2: ID_9/10 – Corona Menga / Campo Pisano - Iglesias (1.8 km)

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 21 a 35

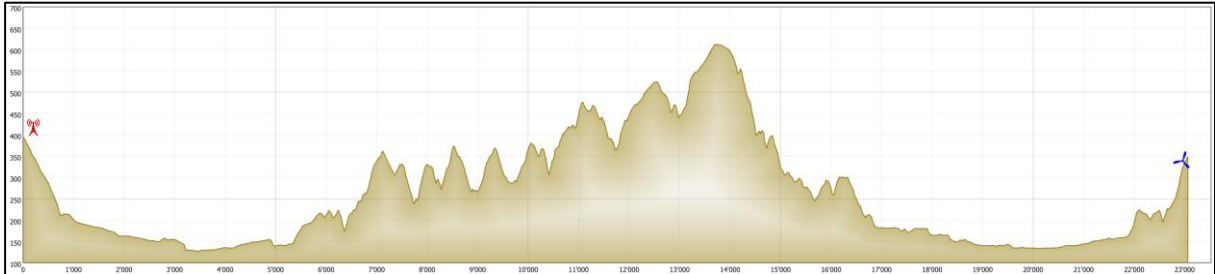


Figura 6-3: ID_1 – Nuxis - Loc. Su Sinibidraxiu (22.9 km).

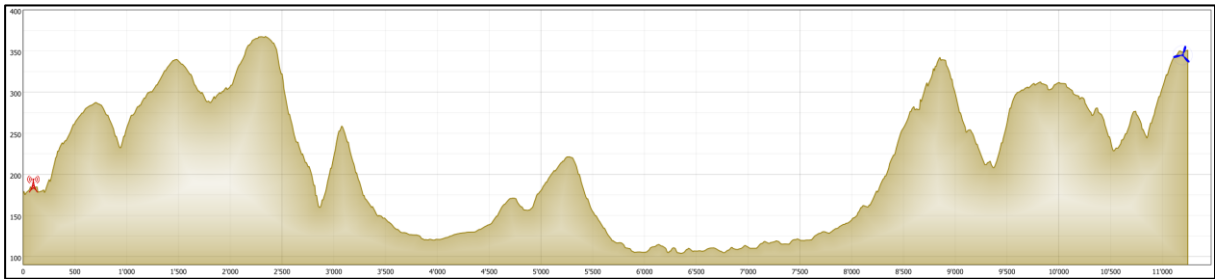


Figura 6-4: ID_2 – Carbonia - Medau Becciu (10.1 km).

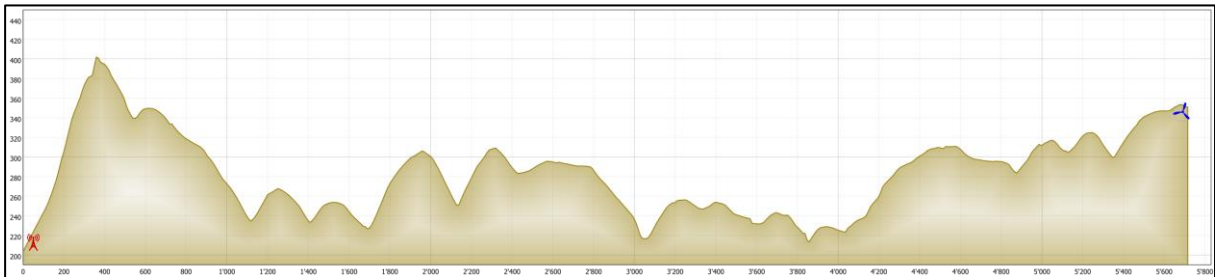


Figura 6-5: ID_3 – Gonnese - Gonnese (5.2 km).

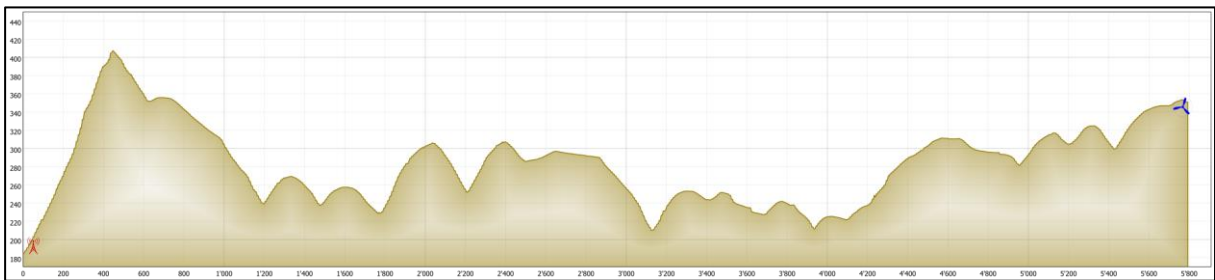


Figura 6-6: ID_4 – Gonnese - San Giovanni (5.3 km)



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 22 a 35



Figura 6-7: ID_5 – Bugerru - Monte Regio (16.5 km)



Figura 6-8: ID_6 – Bugerru - Monte Malfidano (18.5 km)

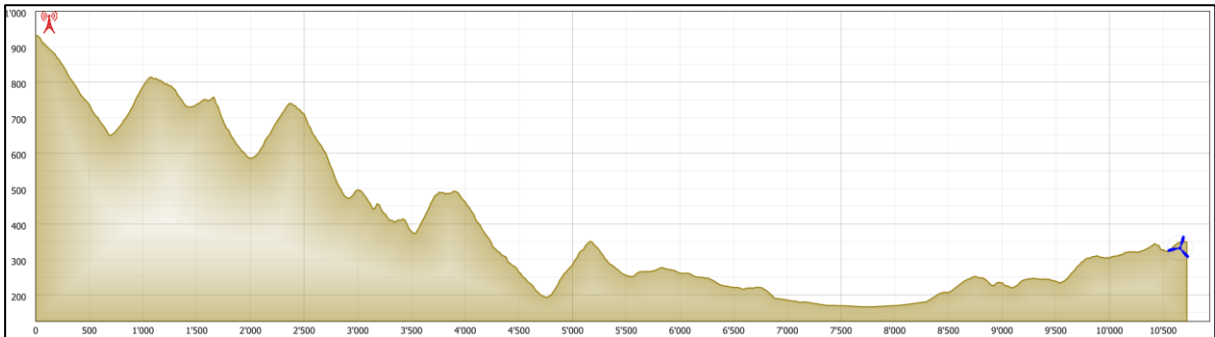


Figura 6-9: ID_7 – Campu Spina - Iglesias (11.9 km)

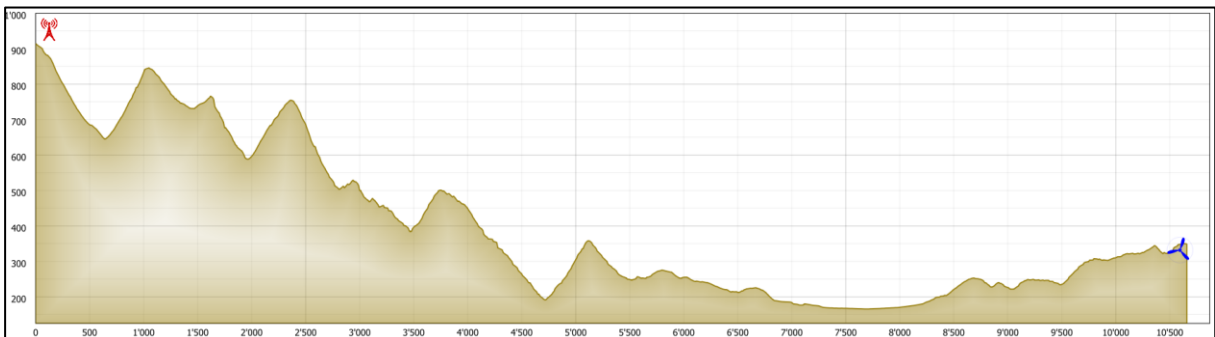


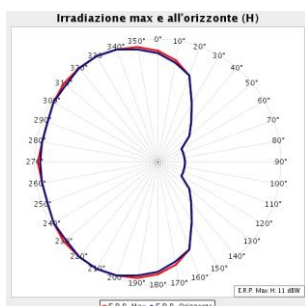
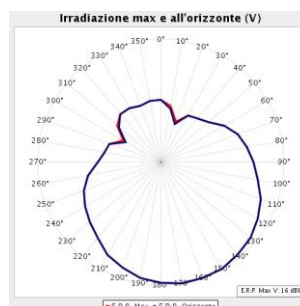


Figura 6-10: ID_8 – Campu Spina - Domusnovas (11.9 km)

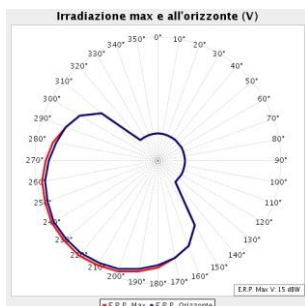
 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 23 a 35



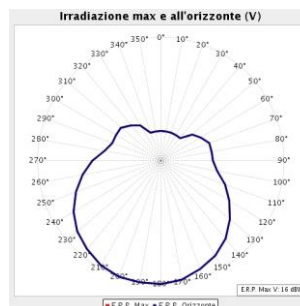
CNF164495 - LOC. SU SINIBIDRAXIU - NUXIS



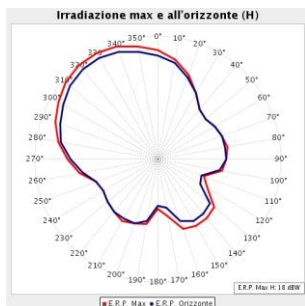
CNF164518 - MEDAU BECCIU - CARBONIA



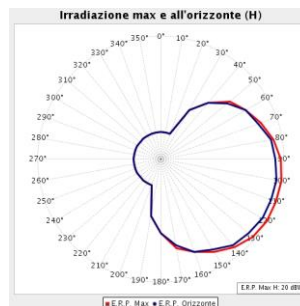
CNF176795 - GONNESA - GONNESA



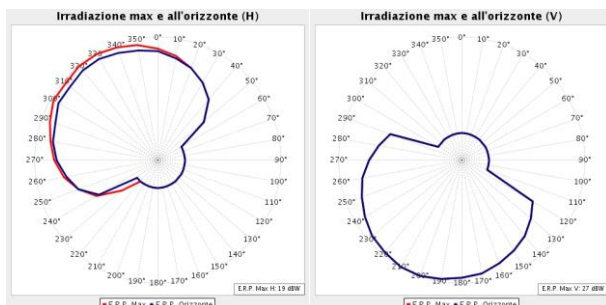
CNF166719 - GONNESA SAN GIOVANNI



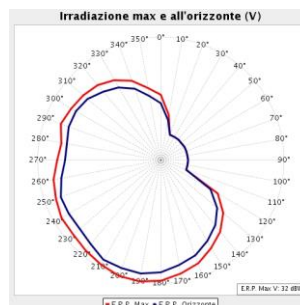
CNF166701 - MONTE REGIO - BUGGERU



CNF164439 - BUGGERU MONTE MALFIDANO





CNF164516 - CAMPUSPINA - IGLESIAS



CNF164355 - CAMPUSPINA - DOMUSNOVAS

Figura 6-11: Diagrammi di irradiazione dei ripetitori limitrofi nel raggio di 20 km dal parco.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 24 a 35

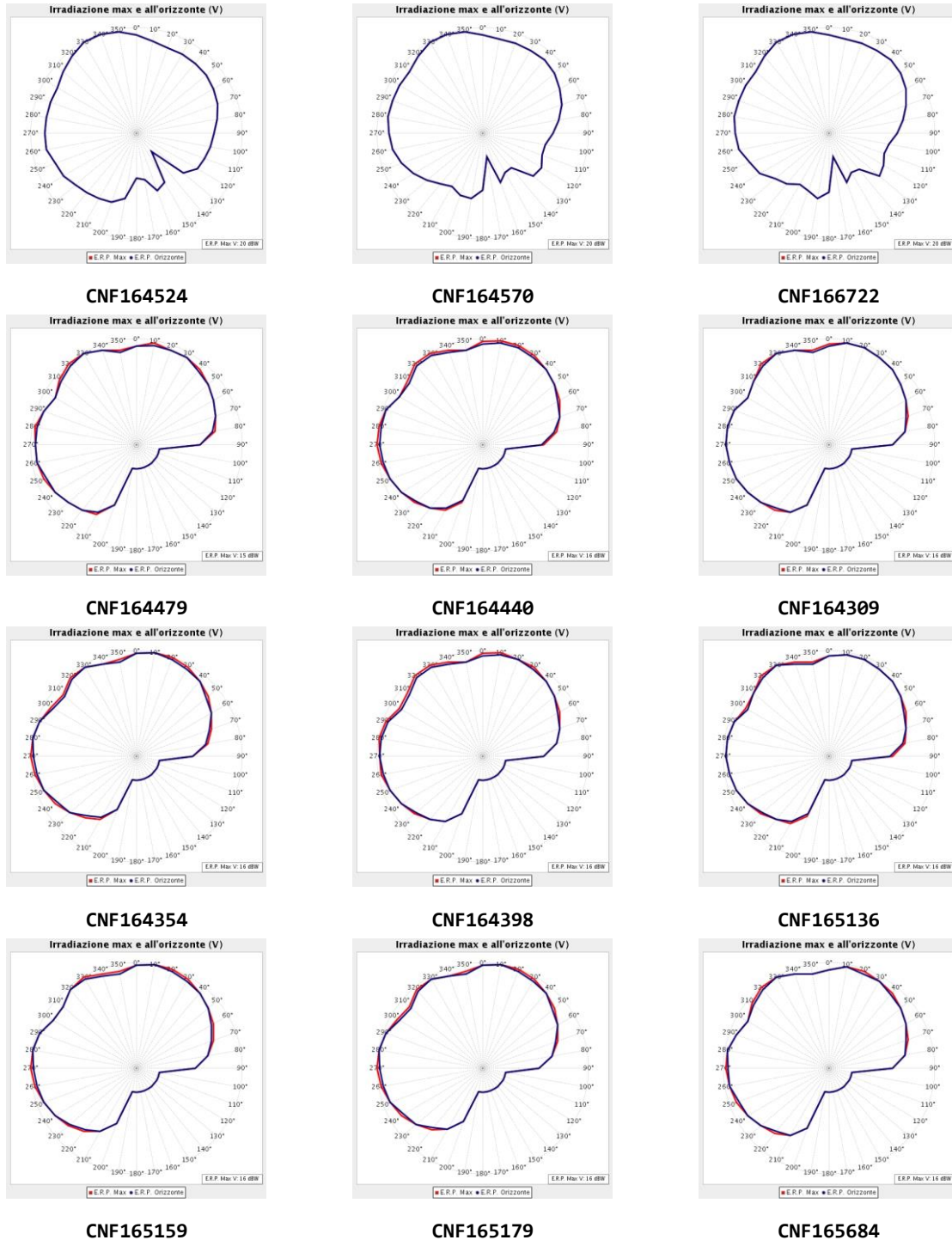






Figura 6-12: Diagrammi di irradiazione del ripetitore Iglesias: “Corona Menga / Campo Pisano”. Il ripetitore si trova a una distanza di 1.8 km risultando così il più vicino dei limitrofi.

Nelle immagini riportate dalla Figura 6-2 alla Figura 6-10 sono riprodotti i profili altimetrici delle direttrici tra il punto di installazione dei ripetitori, selezionati nell’intorno di 20 km dall’area di

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 25 a 35

installazione degli aerogeneratori, e l'aerogeneratore WTG05 posizionato alla quota più elevata tra quelli previsti in progetto. Come è facilmente verificabile nei casi compresi dall'ID_1 all'ID_8 che l'orografia interposta tra i ripetitori presenti e il parco eolico in progetto consente di escludere i ripetitori indicati dalla verifica delle interferenze dei segnali TV in esercizio. Inoltre, nelle immagini contenute in Figura 6-11 sono raffigurati i diagrammi di irradiazione dei ripetitori considerati. In tutti i casi è abbastanza evidente che il diagramma di emissione, essendo orientato principalmente verso le aree di copertura in cui sono presenti centri abitati, e situato in direzione opposta a quella del parco eolico in progetto. Anche il caso degli ID_9 e ID_10 della vicina stazione SRB di Campo Pisano può non essere considerata nella determinazione delle interferenze generate dalla futura presenza del parco eolico di Iglesias in quanto, nonostante la vicinanza, la direzione del segnale emesso risulta in direzione diametralmente opposta alla posizione del parco eolico oggetto di studio. Nella Figura 6-12 si si portano di diagrammi di irradiazione di tutti gli apparati installati nelle SRB Corona Menga e SRB Campo Pisano attualmente in uso. Come si può notare la direzione prevalente dell'irradiazione, del segnale radiotrasmesso, è diretta nel settore compreso tra gli assi Nord-Ovest (315°) e Nord (0°) e quindi in direzione diametralmente opposta alla posizione del parco eolico in progetto.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 26 a 35

7 SISTEMI TLC (TV DIGITALE) PONTE RADIO DI MONTE SERPEDDÌ

Il parco eolico si trova nell'area di influenza di uno dei principali siti di trasmissione del segnale in radio frequenza nel quale sono allocati servizi che coprono tutto lo spettro destinato al segnale televisivo (da circa 200 MHz a poco meno di 700 MHz). La copertura areale prevista da questa stazione abbraccia l'areale che comprende: quasi completamente la Provincia di Cagliari, buona parte del Medio Campidano, il Sulcis Iglesiente e l'Oristanese; parzialmente la Provincia di Nuoro. Pertanto, considerando che nelle vicinanze del parco eolico in progetto sono presenti centri abitati serviti dal segnale proveniente dal ponte radio indicato: si è valutata la posizione reciproca tra il suddetto ponte e i centri abitati limitrofi. Planimetricamente parrebbe che il centro abitato di Gonnese venga in qualche modo influenzato dall'eventuale presenza del parco eolico perché questo si troverebbe lungo la linea di visibilità (LOS) tra il trasmettitore di Punta Serpeddi e il ricevitore (c. a. di Gonnese). come mostrato dal diagramma riportato in Figura 7-1 tuttavia il comune si trova a ridosso di un sistema montuoso (in rosso nel profilo) che scherma la ricezione del segnale radiotelevisivo. Il comune è, in effetti, servito dalle SRB locali indicate con ID_3/ID_4 nelle pagine precedenti per raggiungere tale ostacolo e garantire il servizio.

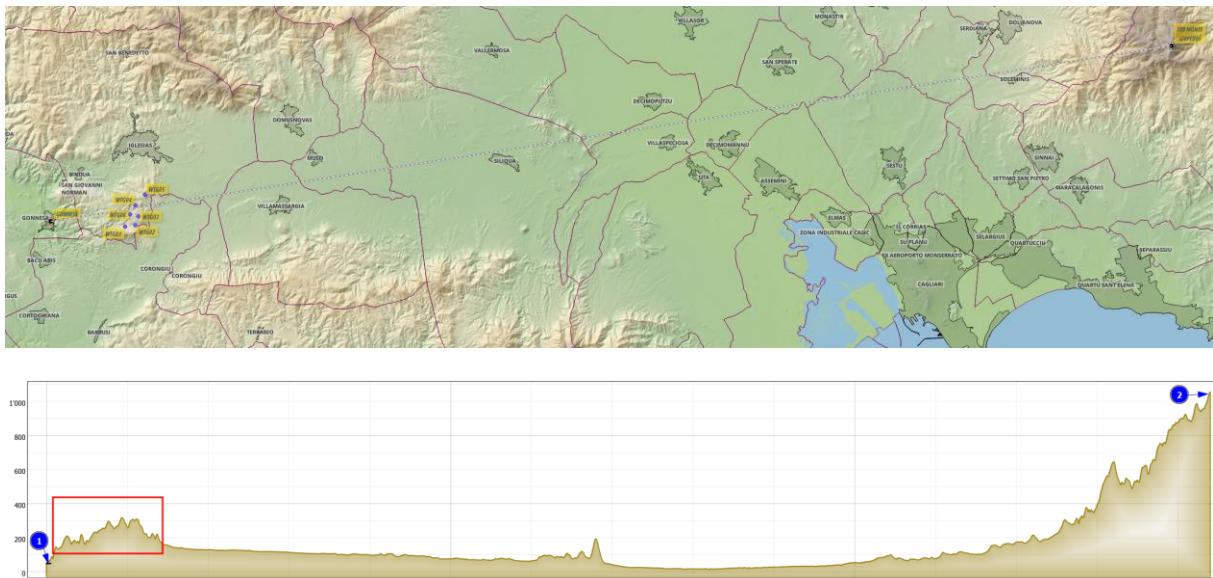


Figura 7-1: Planimetria e profilo della LOS tra l'SRB Monte Serpeddi e il Centro abitato di Gonnese.



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 27 a 35

Tabella 7-1: Dati di base del ponte radio di Monte Serpeddi

Nome Ponte	Monte Serpeddi
Città	Sinnai
Altitudine	1067 m s.l.m.
Latitudine	39°21'58.4"N
Longitudine	9°17'48.5"E
Copertura	Quasi completamente la Provincia di Cagliari, buona parte del Medio Campidano, il Sulcis Iglesiente e l'Oristanese. Parzialmente la Provincia di Nuoro.

7.1 Valutazione dell'effetto Fresnel tra SRB Monte Serpeddi e la SRB di Campo Pisano (Iglesias)

Per valutare gli effetti generati dalla presenza del campo eolico si sono calcolate le zone di Fresnel rispetto la posizione degli aerogeneratori più prossimi alla LOS congiungente tra la SRB Campo Pisano (ID_9/10) e la SRB Monte Serpeddi. A tale scopo si è valutata la posizione dell'aerogeneratore WTG05 risultato il più prossimo per la LOS indicata. La Figura 7-2 rappresentano rispettivamente: la congiungente LOS selezionata e il relativo profilo altimetrico.

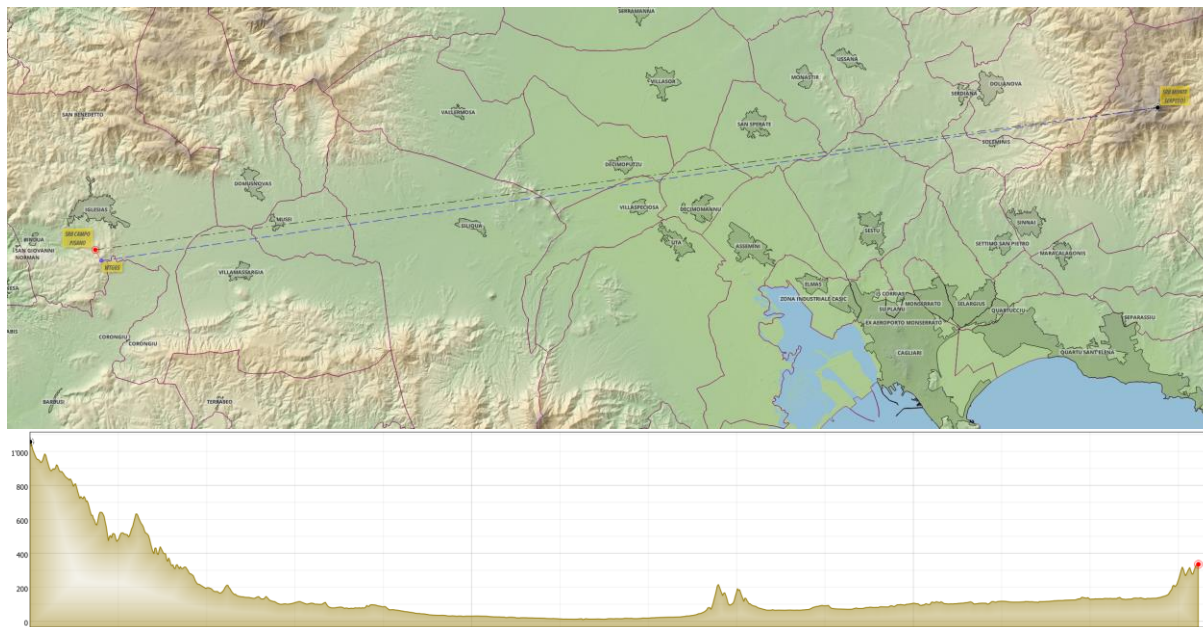






Figura 7-2: Planimetria e profilo della direttrice utilizzata per la determinazione delle Zone di Fresnel dalla SRB Monte Serpeddi verso l'SRB di Campo Pisano.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 28 a 35

Utilizzando la formula (1) riportata nel §5.2 si sono determinati i raggi dell'ellissoide di Fresnel fino all'indice $n = 4$. Tale valore è solitamente utilizzato per determinare l'estensione della sezione dell'ellissoide di Fresnel e valutare l'eventuale interferenza prodotta dalla presenza di ostacoli interni a tale porzione di spazio. Come si può notare, il raggio dell'ellissoide nel punto di maggior vicinanza con il parco eolico (WTG05) risulta sempre minore della distanza r tra l'aerogeneratore più prossimo e la linea di visibilità tra le SRB del ponte radio studiato.

Tabella 7-2: Calcolo delle Zone di Fresnel tra le SRB Campo Pisano e Monte Serpeddi con la WTG05 alle frequenze minima, media e massima emesse nel campo della trasmissione in radiofrequenza TV.

Direttrice	SRB Campo Pisano - SRB Serpeddi	SRB Campo Pisano - SRB Serpeddi	Gonnesa - SRB Serpeddi
Aerogeneratore	WTG05	WTG05	WTG06
f	0.200 GHz	0.450 GHz	0.682 GHz
r	725.00 m	725.00 m	725.00 m
D	66.15 km	66.15 km	66.15 km
d1	777.00 m	777.00 m	777.00 m
d2	65875.00 m	65875.00 m	65875.00 m
λ	1.499 m	0.666 m	0.439 m
F1	33.92 m	22.62 m	18.37 m
F2	47.97 m	31.98 m	25.98 m
F3	58.76 m	39.17 m	31.82 m
F4	67.85 m	45.23 m	36.74 m

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 29 a 35

8 EFFETTI DEL PARCO EOLICO SUI SISTEMI RADAR

La presenza di un parco eolico nelle vicinanze di aeroporti civili e militari, basi militari o stazioni radar o lungo rotte aeree o navali può dar luogo a una serie di impatti che potrebbero interferire con la qualità dei segnali di telecomunicazione in utilizzo. Tali interferenze possono essere suddivise in: *interferenza diretta* ed *interferenza da effetto doppler*. La prima tipologia è dovuta alla presenza della turbina e dalle sue componenti: in questo caso il segnale radar viene semplicemente riflesso dalle nuove strutture presenti nel campo; la seconda tipologia di interferenza è dovuta alla rotazione delle pale: tale movimento causa delle distorsioni sulle frequenze del segnale radar, facendole aumentare in una direzione e diminuire nell'altra, creando così un effetto doppler sui segnali trasmessi. Inoltre, va ricordato che questo effetto è ulteriormente amplificato dalla possibilità della navicella di ruotare sull'asse verticale per ottimizzare la sua esposizione al vento. Interferenze di questa natura riducono, alle volte anche in maniera sostanziale, la sensibilità dei sistemi radar creando: false immagini (*gosthing*), zone morte o zone d'ombra in prossimità degli impianti eolici.

8.1 Valutazione delle possibili interferenze con apparati aeronautici di Comunicazione/Navigazione/Radar (CNR)

Al capitolo 2 par. f) del documento di Verifica Preliminare di ENAC è trattato l'argomento relativo alla valutazione di necessità di iter valutativo nelle aree di proiezione degli apparati aeronautici di comunicazione. Si riporta il testo del documento relativo al punto in interesse.



2. ASSOGGETTABILITA' ALL'ITER VALUTATIVO - CRITERI SELETTIVI

[...]

e. AREE DI PROTEZIONE DEGLI APPARATI AERONAUTICI DI COMUNICAZIONE, NAVIGAZIONE, RADAR (CNR).

Al fine di tutelare la propagazione del segnale radioelettrico emesso dagli apparati CNR, installati all'interno e/o all'esterno degli aeroporti, dalla presenza di nuovi impianti/manufatti e strutture (ivi comprese quelle di cantiere), l'ICAO ha definito, per ciascuna tipologia di apparato, delle aree di protezione denominate **Building Restricted Areas (BRA - EUR DOC ICAO 015)** la cui sintetica descrizione è contenuta nel documento Elementi base per la costruzione delle BRA.

L'eventuale interessamento di dette aree comporta l'avvio dell'iter valutativo, nel corso del quale verrà effettuata una verifica volta ad appurare l'eventuale grado di interferenza del nuovo manufatto/impianto, **esclusivamente per posizione e/o dimensione/ingombro**, con la propagazione delle onde elettromagnetiche degli apparati CNR. Qualora ritenuto necessario, l'ENAC potrà richiedere

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 30 a 35

all'utenza la presentazione di uno studio di compatibilità elettromagnetica per il successivo rilascio della propria determinazione finale.

Di contro, nessun iter valutativo dovrà essere avviato, per l'aspetto in questione, quando tra gli apparati CNR ed il manufatto in esame siano presenti **ostacoli artificiali inamovibili** o **orografici** aventi un ingombro (altezza - larghezza) tale da **schermare il manufatto stesso**.



In quest'ultimo caso dovrà essere resa all'ENAC un'apposita asseverazione, redatta da un professionista e/o da un tecnico abilitato, che attesti l'esclusione dall'iter valutativo.

*NB.: Ogni determinazione riguardante la compatibilità elettromagnetica tra le **emissioni** dei sistemi aeronautici in argomento e le **emissioni di impianti trasmettenti di altra natura e/o di telefonia mobile**, viene demandata al **Dipartimento per le Comunicazioni del Ministero dello Sviluppo Economico**, competente in materia. Ugualmente rientrano nelle competenze del citato Ministero gli aggiornamenti tecnologici che non comportano una modifica piano altimetrica delle strutture che sostengono le antenne.*

Questi apparati si dividono essenzialmente in due tipologie: **omnidirezionali** e **direzionali**. In funzione della tipologia di apparato che si sta considerando vi è una diversa area geometrica da costruire partendo dall'elemento stesso.

Per gli apparati omnidirezionali la superficie di protezione è rappresentata da un cilindro e da un cono con origine nel centro dell'elemento, la distanza da considerare per le opere oggetto di verifica si riferisce al raggio del cono (R), variabile per la tipologia di apparato omnidirezionale:

- ▶ **2 km** per gli apparati di comunicazione;
- ▶ **3 km** per gli apparati omnidirezionali generici;
- ▶ **15 km** per i RADAR (tipo PSR e SSR);

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 31 a 35

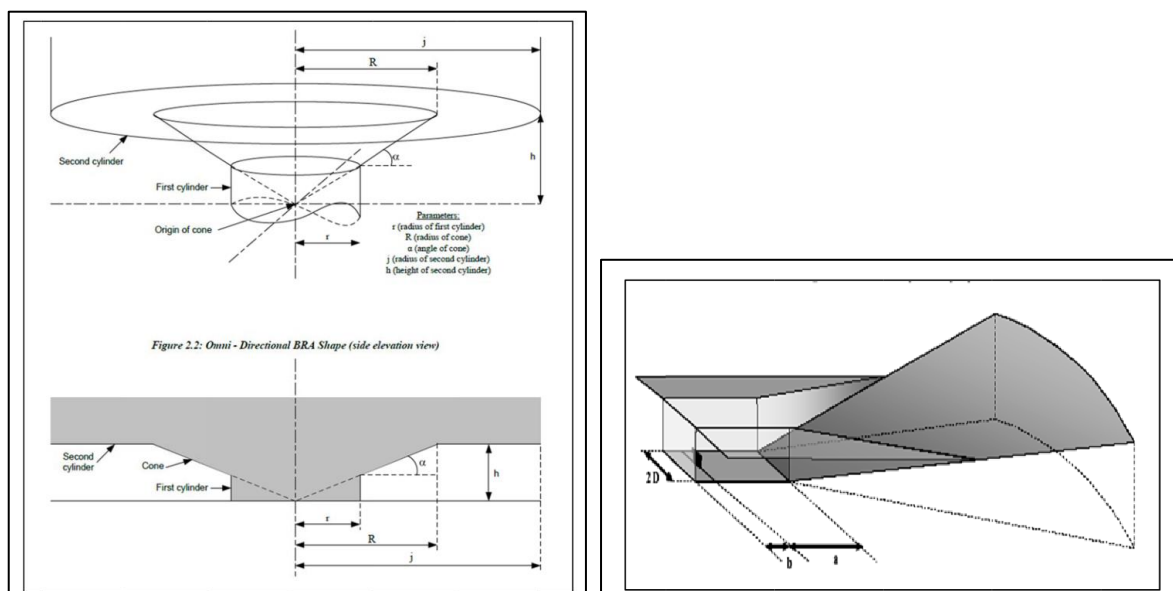




Figura 8-1: [sx] BRA per apparati omnidirezionali, [dx] BRA per apparati direzionali

Per gli apparati direzionali invece la costruzione geometrica è più complessa della precedente e può essere rappresentata come in Figura 8-1 lato destro. In questo caso la proiezione a terra della distanza minima che si deve avere dall'apparato direzionale è di circa 6 km maggiorato in alcuni casi della distanza riferita alla soglia pista (cfr. Tab. 4-ICAO EUR DOC 015 parametri di costruzione delle BRA per gli apparati direzionali-Elementi base per la costruzione delle BRA).

La posizione geografica di questi elementi utilizzati dagli aeroporti strumentali e non strumentali citati nei paragrafi precedenti è reperibile dai documenti dell'AIP-Italia gestito da ENAV S.p.A.

Sulla base delle distanze di influenza analizzate per le tipologie di antenne (omnidirezionali e direzionali), non si riscontrano interferenze, in quanto la più vicina è posizionata a meno di 45 km (Aeroporto di Cagliari/Elmas). Il risultato è una conferma di quanto precedentemente rilevato dalla verifica svolta tramite l'utility di pre-analisi a disposizione sul sito dell'ENAV S.p.A. e discussa precedentemente. In aggiunta si riportano, nelle immagini seguenti le posizioni delle radioassistenze di ENAV S.p.A. per la Sardegna.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 32 a 35

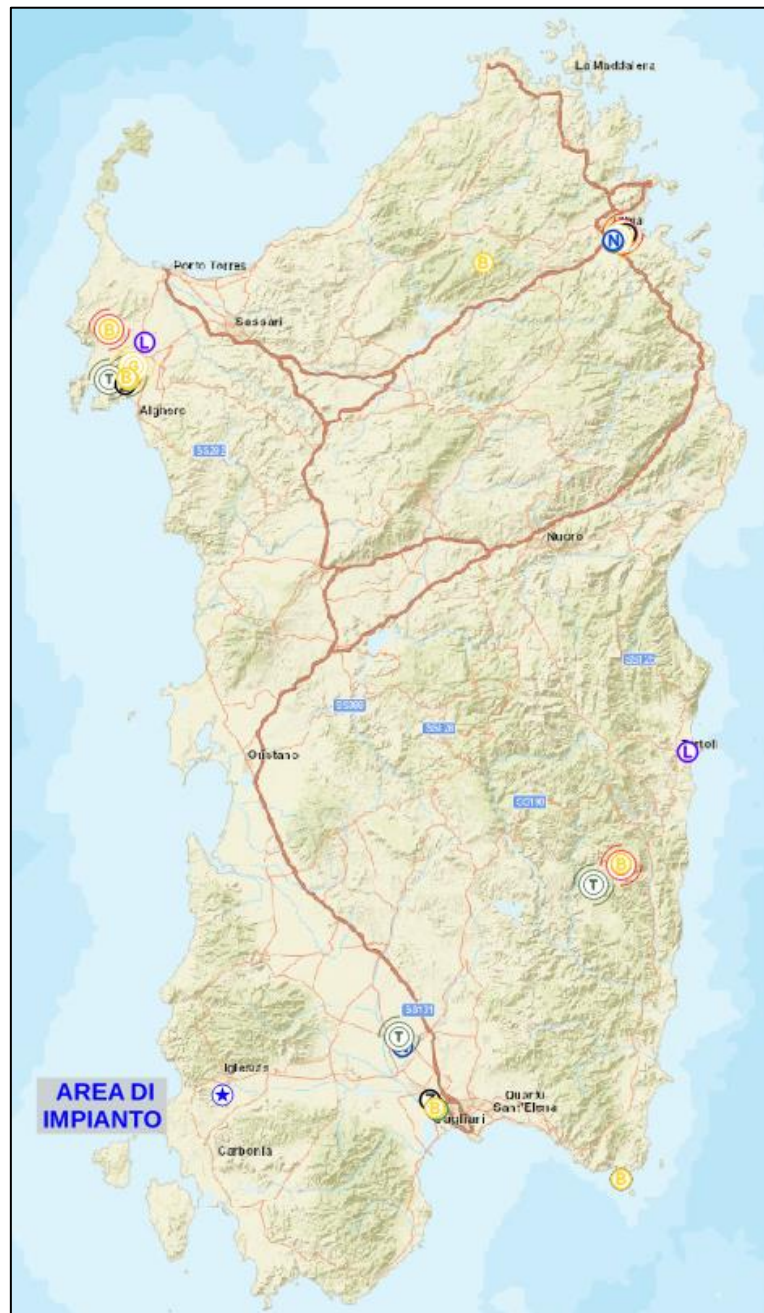


Figura 8-2: Radioassistenze della Sardegna (fonte ENAC).





 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 33 a 35



Figura 8-3: Stralcio Sud delle Radioassistenze della Sardegna (fonte ENAC).

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 34 a 35

9 CONCLUSIONI DELLO STUDIO

Il presente elaborato ha esaminato le possibili interferenze dell'intervento sui segnali delle telecomunicazioni. Le rispettive posizioni e le caratteristiche di interconnessione è stata condotta con l'ausilio di notizie fornite da siti internet indicati in premessa.



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 analisi condotte hanno consentito l'individuazione di n. 10 ponti radio/televisivi in un raggio di 20 km dal baricentro del campo eolico in progetto; non si dispone di ulteriori informazioni circa la presenza di ulteriori Stazioni Radio Base (già realizzate o in fase di realizzazione). A questi si è aggiunto quello dovuto alla SRB di Monte Serpeddi (a ca. 70 km) vista la sua importanza nella trasmissione del segnale radio/televisivo del Centro-Sud Sardegna.

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 escludendo tutti quelli che presentano dei manifesti impedimenti dovuti principalmente all'orografia, alla posizione reciproca tra la loro posizione e il parco eolico in progetto e, in ultimo alla zona servita. Rispetto al ponte radio del SRB Monte Serpeddi si è potuto constatare che le distanze degli aerogeneratori dagli assi di radiofrequenza sono risultate abbondantemente superiori ai raggi delle zone di Fresnel.

È stato inoltre trattato il tema dell'effetto del parco eolico sui sistemi radar in uso nella navigazione aerea civile e militare.

Stante lo stato di conoscenze e relativamente ai dati in possesso si può concludere, pertanto, che il proposto impianto eolico ubicato in comune di Iglesias non comporta interferenze sulla rete di radiodiffusione locale e regionale. Eventuali studi di approfondimento verranno svolti in una fase successiva di progettazione.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-RE-23	INDICE DI REVISIONE 0
	TITLE STUDIO SULLE INTERFERENZE SULLE TELECOMUNICAZIONI		Page 35 a 35

10 PRECISAZIONI

Il presente documento è stato preparato da WSP E&IS per SKI 21 S.r.l. unicamente per gli scopi previsti dal contratto che regola la prestazione del presente servizio. Nessun'altra garanzia, espressa o implicita, diversa da quella definita nel contratto, viene data da WSP E&IS in relazione ai contenuti oggetto del presente documento o su qualsiasi altro servizio fornito da WSP E&IS. Il presente documento non potrà essere utilizzato da terze parti senza il previo ed espresso accordo scritto di WSP E&IS.

Le valutazioni effettuate sono basate sulle informazioni ricevute da SKI 21 S.r.l. in relazione alle quali WSP E&IS non assume alcun tipo di responsabilità. Qualora intervengano significative variazioni rispetto alle informazioni utilizzate relativamente al sito, il presente documento dovrà essere aggiornato.