

Regione Autonoma  
della Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Ittiri (SS)



Comune di  
Villanova Monteleone (SS)



Committente:

**RWE**

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "ALAS"**

- Comuni di Ittiri e Villanova Monteleone (SS) -

Documento:

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

N° Documento:

**PEALAS-S08**

ID PROGETTO:

**PEALAS**

DISCIPLINA:

**P**

TIPOLOGIA:

FORMATO:

Elaborato:

**Relazione interferenze con i principali ponti radio**

FOGLIO:

Nome file:

PEALAS-S08\_Relazione interferenze con i principali ponti radio

A cura di:

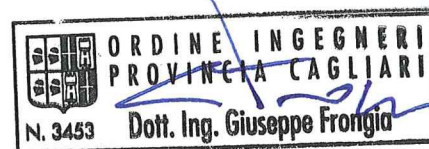


Progettista:



Ing. Giuseppe Frongia

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia  
(coordinatore e responsabile)  
Ing. Marianna Barbarino  
Ing. Enrica Batzella  
Ing. Antonio Dedoni  
Ing. Gianluca Melis  
Ing. Emanuela Spiga  
Dott. Andrea Cappai  
Dott. Matteo Tatti




Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	31/08/2021	INTEGRAZIONI DOCUMENTALI	IAT	GF	RWE

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 2 di 18	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LE ONDE RADIO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CENNI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Onde di superficie.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Onde spaziali.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>I fenomeni di attenuazione .....</b>	<b>7</b>
3.3.1	<i>Attenuazione per distanza.....</i>	7
3.3.2	<i>Attenuazione per effetti del terreno.....</i>	8
<b>4</b>	<b>MECCANISMI DI DECADIMENTO DELLA QUALITÀ DEI SEGNALI.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>Effetto Fresnel.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2</b>	<b>Effetti di near-field .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>Diffrazione .....</b>	<b>10</b>
<b>4.4</b>	<b>Riflessione o dispersione.....</b>	<b>10</b>
<b>4.5</b>	<b>Aspetti che influenzano i fenomeni di interferenza dei segnali radio .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>INTERFERENZA CON LE RADIO-TRASMISSIONI.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>Calcolo interferenza.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>17</b>

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 3 di 18	

## 1 PREMESSA

Con riferimento al procedimento di VIA del parco eolico denominato "Alas", proposto dalla società RWE Renewables Italia S.r.l. nei Comuni di Ittiri e Villanova Monteleone (SS), il Ministero della Transizione Ecologica (MITE) ha comunicato con nota Prot. N.0000863-2021-51-6 del 7 luglio 2021 una richiesta di integrazioni alla documentazione presentata e/o l'acquisizione di riscontri, ai sensi dell'art. 24 comma 4 del D.Lgs. 152/2006.

Quanto segue è redatto in risposta al punto 11 delle richieste formulate dalla Regione Sardegna – Assessorato della Difesa dell'Ambiente con parere prot. 0055739 del 25.05.2021, di seguito richiamate:

*"11. non è presente uno studio sulle interferenze sulle telecomunicazioni, come richiesto nell'Allegato e) della Delib.G.R. 59/90 del 2020 e nella documentazione allegata all'istanza non si dichiara l'assenza di antenne o ripetitori radio-tv in prossimità dell'impianto in progetto."*

Nella citata D.G.R. 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 "ALAS". 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.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 4 di 18	

## 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

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 5 di 18	

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) e radioamatoriali

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 6 di 18	

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

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 7 di 18	

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 "girofrequenza".

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 8 di 18	

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.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 9 di 18	

## 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.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 10 di 18

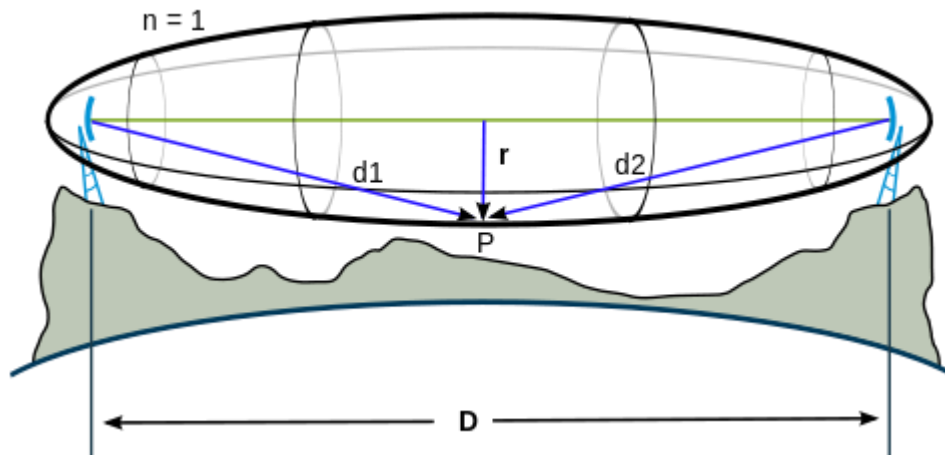


Figura 4.1 - Ellissoide di Fresnel: in verde è indicata la linea di vista, con "d" è indicata la distanza tra trasmettitore e ricevitore, con "r" è indicato il raggio della zona

I principali meccanismi di decadimento a cui sono sottoposti i segnali radio, allorché 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 allorché, 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 riflessione pura

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 11 di 18

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.

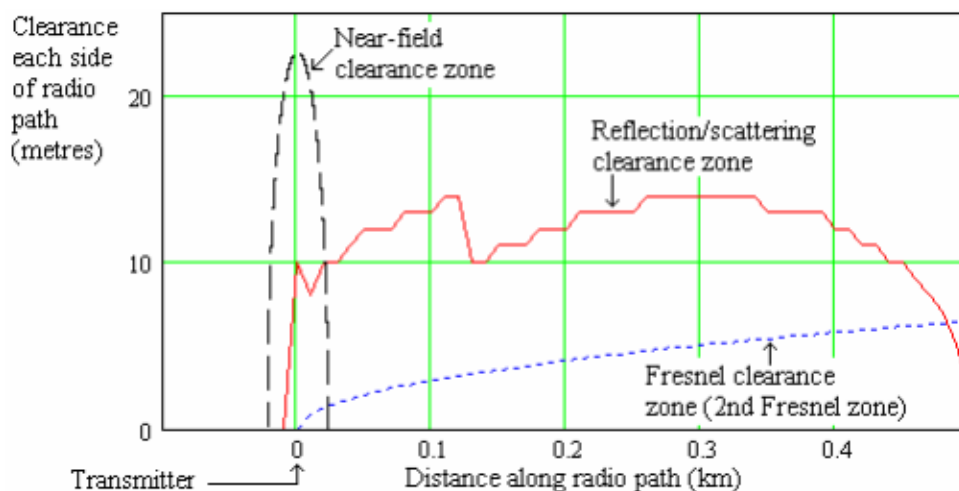




Figura 4.2 – Tipica geometria delle “zone libere” in prossimità di una antenna radio in rapporto ai diversi meccanismi di interferenza dei segnali ed alla distanza da una generica turbina eolica (D. Bacon, 2002)

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 12 di 18	

## 5 INTERFERENZA CON LE RADIO-TRASMISSIONI

Il censimento delle Stazioni Radio Base (SRB) per le finalità del presente studio ha fatto riferimento alle informazioni presenti nei siti specializzati [www.sardegناهertz.it](http://www.sardegناهertz.it) e [www.otgtv.it](http://www.otgtv.it) circa le caratteristiche dei ponti radio operativi nel territorio sardo.

Poiché nella Regione Sardegna non sono disponibili informazioni ufficiali circa la presenza, posizionamento e caratteristiche di interconnessione delle SRB, 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.

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 nell'areale di 15 km dall'area di progetto.

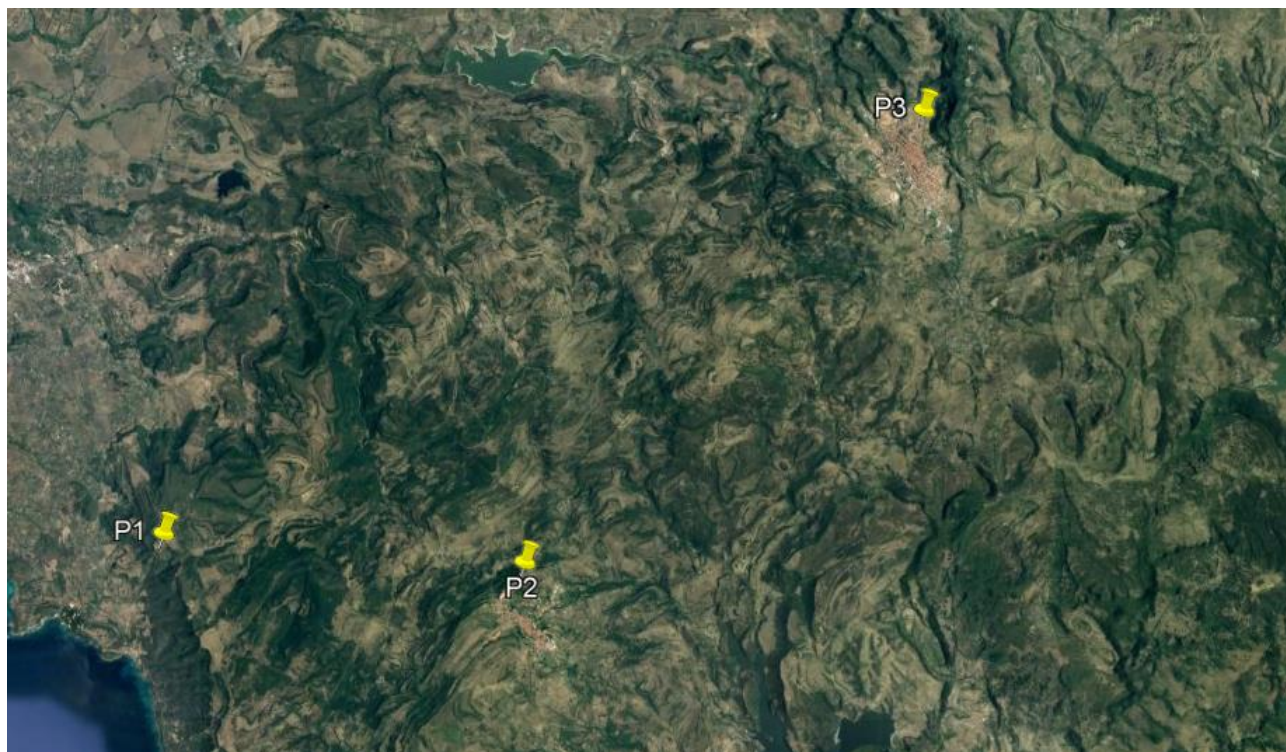




Figura 5.1 - Mappa SRB telefonia fissa/mobile

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 13 di 18	

### SRB P1 – Monte Ladu

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB P1 sita nel Comune di Alghero

Nome Ponte: Scala Piccada - La Siesta

Nome Alternativo: --

Città: Sassari

altitudine (metri): 375

latitudine: 40.516916°N

longitudine: 8.376920°E

copertura: Sassari e paesi limitrofi

### SRB P2 – Villanova Monteleone

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB P2 sita nel Comune di Villanova Monteleone

Nome Ponte: Villanova Monteleone

Nome Alternativo: --

Città: Sassari

altitudine (metri): 583

latitudine: 40.511752°N

longitudine: 8.469840°E

copertura: Villanova Monteleone e paesi limitrofi

### SRB P3 - Loc. Monte Sile

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB P3 sita nel Comune di Ittiri

Nome Ponte: Muntesele

Nome Alternativo: Loc. Monte Sile

Città: Ittiri

altitudine (metri): 450

latitudine: 40°35'57.6"N

longitudine: 8°34'17.2"E

copertura: Ittiri e dintorni

### Altre SRB

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



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 14 di 18



Figura 5.2 – Mappa ulteriori SRB

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 è stato quindi individuato l'asse che congiunge i punti radio P1 e P3, i cui fasci principali passano in prossimità del parco eolico in progetto.

Come accennato, è stato analizzato l'asse 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 il rispettivo caso.



### 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 l'asse del ponte radio individuato durante lo studio.

Si è esclusa l'analisi dell'asse P2-P3 in quanto la traiettoria del fascio è interrotta da una catena montuosa e non interagisce di fatto con il parco eolico formante oggetto del presente studio.

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

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 15 di 18	

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

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 Alghero, a 375 metri di altitudine circa, con il ponte radio P3 sito nel Comune di Ittiri, a 450 metri di altitudine. La congiungente dei due ponti radio, ipotizzando una connessione tra i due, passa nei pressi dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori in progetto come riportato in Figura 5.3.

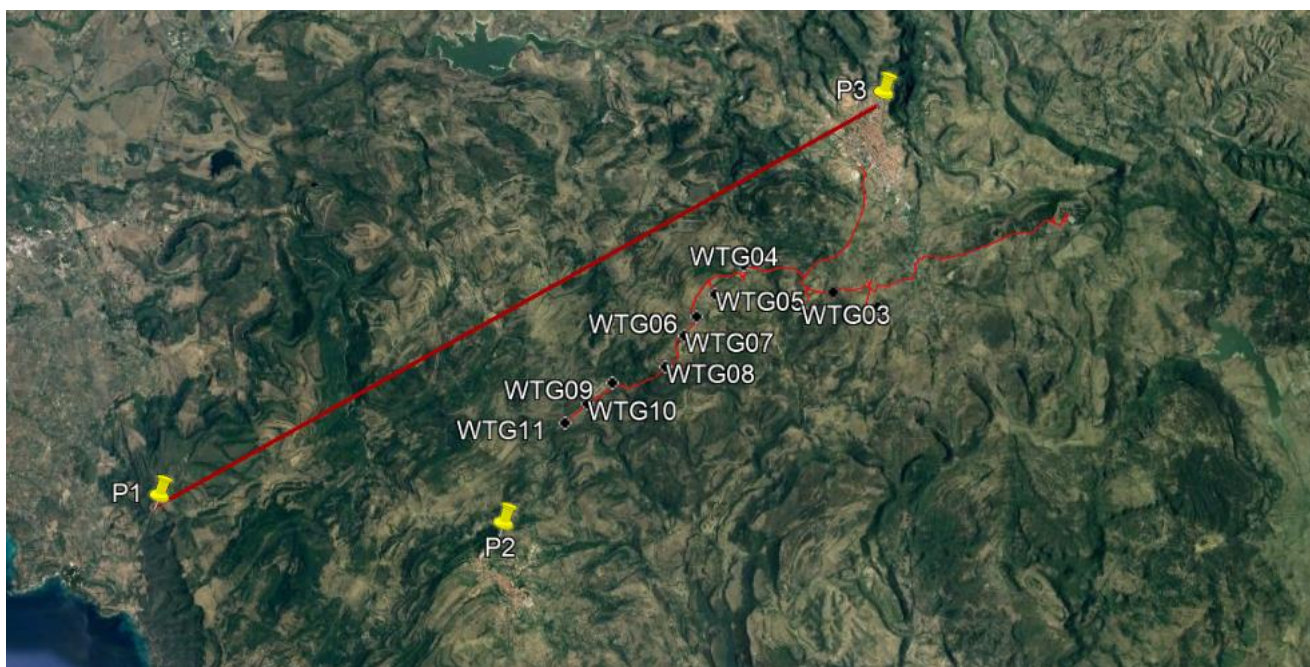


Figura 5.3 - Asse P1-P3

La distanza dall'aerogeneratore posto nell'estremità più a Nord del parco (WTG04) dall'asse in radiofrequenza è di circa 1680 metri. Si analizzano di seguito le zone di Fresnel relative alla posizione della pala eolica denominata WTG04 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 19,3 km e in Figura 5.4 si riportano i profili altimetrici rilevati tra i due punti in corrispondenza della turbina WTG04.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 16 di 18



Figura 5.4 - Profilo altimetrico e posizione aerogeneratore WTG04

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 WTG04

<b>Asse P1-P3-WTG04</b>		
Distanza P1-WTG04	14500	m
Distanza P3-WTG04	4800	m
Frequenza	6000	MHz
Raggio 1° Zona di Fresnel	10,39	m
Raggio 2° Zona di Fresnel	18,96	m
Raggio 3° Zona di Fresnel	23,23	m
Raggio 4° Zona di Fresnel	26,82	m



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 17 di 18	

## 6 CONCLUSIONI

Il presente elaborato ha esaminato le possibili interferenze dell'intervento sui segnali delle telecomunicazioni.

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. 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.

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

Ai fini delle valutazioni è stato condotto un censimento delle principali Stazioni Radio Base in un intorno di 15 km dall'impianto come riportato in Figura 6.1.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	<b>COD. ELABORATO</b> PEALAS S08
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE INTERFERENZE CON I PRINCIPALI PONTI RADIO	<b>PAGINA</b> 18 di 18	

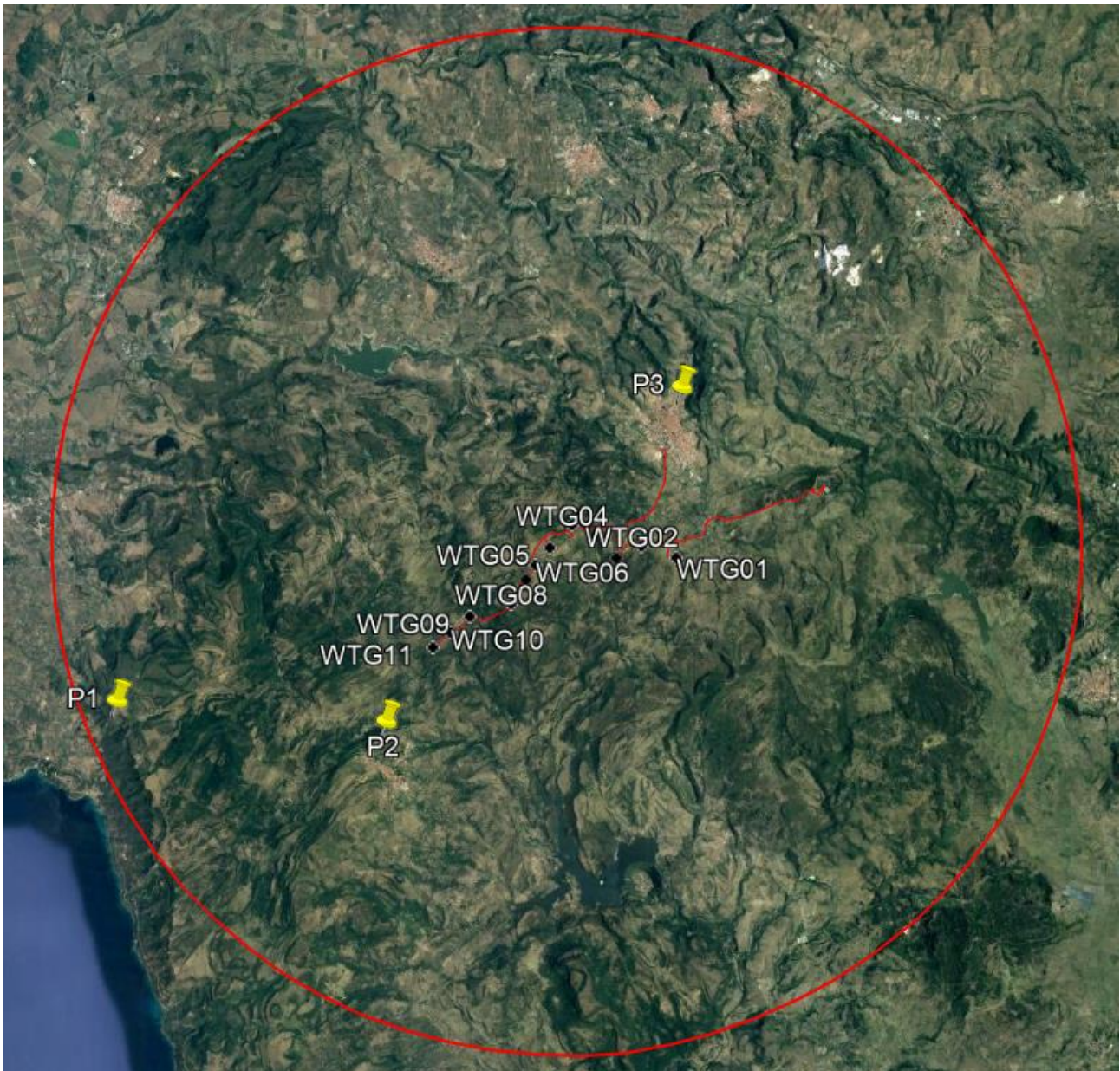


Figura 6.1 - Principali ponti radio entro un areale di 15 km dal parco eolico