



IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA DENOMINATO "TRUNCU REALE" DA REALIZZARSI IN LOCALITA' TRUNCU REALE (SS)

OPERA DI PUBBLICA UTILITA'
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II

COMMITTENTE

FIMENERGIA

INDIRIZZO

VIA L. BUZZI, 6, 15033 CASALE MONFERRATO (AL)
T. +390292875126 (ufficio operativo)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DEL PROGETTO

FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
+390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO
Ing. ALESSANDRO LUNARDI
Ing. STEFANO PAVESI
Ing. SIMONE SCORRANO
Ing. GIOVANNI LANIA
Paes. RICCARDO GORETTI
Paes. RICCARDO BIGLIARDI
Dott. ANGELO GIGLIOTTI

CONSULENZA TECNICO-AMBIENTALE



PIAZZA DELL'ANNUNZIATA 7
09123 CAGLIARI (CA)
+39 347 596 5654 - energhabia@pec.it

Ing. BRUNO MANCA
Ing. ALESSANDRA SCALAS
Ing. ILARIA GIOVAGNORIO
Ing. SILVIA EXANA
Dott. GIOVANNI LOVIGU
Dott. GIULIO CASU
Dott. GIORGIO LAI
FEDERICA ZACCHEDDU

CONSULENTI

ACUSTICA: Ing. CARLO FODDIS - Ing. IVANO DISTINTO
Viale Europa 54, 09045, Quartu San'Elena (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadssystem.net
AGRO - PEDOLOGIA: Dott. Nat. NICOLA MANIS
Via Picasso 26, 09036, Guspini (SU) - +39 347805917 - nicolamanis@pecagrotecnici.it
ARCHEOLOGIA: Archeologo dott. FABRIZIO DELUSSU
Via Depretis 7, 08022, Dorgali (NU) - + 39 3475012131 - archeologofabriziodelussu@gmail.com
CHIROTTEROFAUNA: Dott. Nat. Ermanno Pidinchedda
Via G. Leopardi 1, 07100, Sassari (SS) - + 39 328 1612483 - ermanno.plidinchedda@gmail.com
FAUNISTICA: Dott. Nat. MAURIZIO MEDDA
Via Lunigiana 17, 09122, Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it
FLORISTICA: Dott. Agr. Nat. FABIO SCHIRRU
Via Solomardi 34, 09040, San Basilio (SU) - +39 347 4998552 - fabio.schirru@pecagrotecnici.it
GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA: Dott. Geol. COSIMA ATZORI
Via Bologna, 30 09033 Declomannu (CA) - +39 070 7346008 - cosima.atzori@galaconsulting.eu

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	GIUGNO 2023	PRIMA EMISSIONE	-	-	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					

ELABORATO

TITOLO

INTERFERENZE CON LE TELECOMUNICAZIONI

DETTAGLI DEL DISEGNO

SCALA GENERALE

SCALA PARTICOLARE

ARCHIVIO

FILE

DTG_010

STILE DI STAMPA

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODIFICA

FASE PROGETTUALE

DEFINITIVO

CATEGORIA

DTG

PROGRESSIVO

0 1 0

REVISIONE

00

Sommario

1. Premessa	2
2. Descrizione del progetto	2
3. Effetti elettromagnetici sulle comunicazioni	3
4. Analisi degli impatti.....	5
4.1. Impatti sui radar	5
4.2. Impatti sui sistemi a microonde-ponti radio	10
4.3. Impatti sulle telecomunicazioni TV	24
4.4. Impatti sui segnali radio	25
4.5. Impatti sulle comunicazioni telefoniche.....	26
5. Conclusioni.....	28

1. Premessa

Come prescritto nell'allegato alla Delib.G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 la presente relazione ha lo scopo di una verifica preliminare per quanto riguarda le eventuali interferenze con le telecomunicazioni generate dalla realizzazione del parco eolico denominato "Truncu Reale" nel Comune di Sassari (SS).

2. Descrizione del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da localizzarsi nel Comune di Sassari (SS). L'impianto è costituito come segue:

- **9 aerogeneratori della potenza unitaria di 7,2 MW, per una potenza complessiva di 64 MW.** Gli aerogeneratori saranno montati su torri tubolari di acciaio che porteranno il mozzo del rotore a un'altezza da terra di 114 m dal piano campagna, e l'altezza massima dal suolo di ogni macchina (compresa la massima estensione da terra della terna di pale) sarà pertanto pari a 200 m.
- **Opere accessorie: cabine elettriche, sistema di accumulo e cavidotti interrati.** Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso un cavidotto interrato in MT a 30 kV che collegherà il parco eolico alla SottoStazione di trasformazione utente 30/150 kV che sarà ubicata a circa 3 km a sud del parco eolico, lungo la SP65. Lungo il collegamento, in prossimità della WTG09, sarà installato un sistema di 6 unità di accumulo composte ciascuno da 90 moduli batterie e 14 moduli di conversione, gestione e protezione, per installazione outdoor, 2 trasformatori e una cabina per installazione dei quadri. Questo sistema permetterà lo stoccaggio dell'energia prodotta dagli aerogeneratori.



Figura 1: vista d'insieme del Parco.

3. Effetti elettromagnetici sulle comunicazioni

Gli impianti eolici possono potenzialmente generare degli impatti sui segnali elettromagnetici, attraverso le interferenze elettromagnetiche generate dalle turbine e dalle linee elettriche o creando un ostacolo e, quindi, delle distorsioni ai segnali.

Il grado e la natura dell'interferenza possono dipendere:

- dalle caratteristiche delle pale;
- dalle caratteristiche del ricevitore del segnale;
- dalla frequenza del segnale;
- dal tipo di propagazione delle onde radio nell'atmosfera.

Le interferenze possono essere prodotte dai tre principali costituenti la turbina eolica:

1. la torre;
2. le pale in rotazione;
3. Il generatore elettrico.

I primi due (ed in particolar modo il pilone) possono costituire un ostacolo, rifrangere o riflettere le onde elettromagnetiche. Le pale presentano meno questo problema perché sono realizzate in materiali sintetici non metallici. Allo stesso modo il generatore, con i moderni sistemi di isolamento, non costituisce un problema per le radio e telecomunicazioni.

Gli eventuali impatti si possono verificare su diversi sistemi:

- **sistemi per le radio e telecomunicazioni;**
- **sistemi per le comunicazioni telefoniche;**
- **sistemi radar;**
- **sistemi a microonde (Ponti Radio).**

I risultati delle ricerche su questo tema sono in genere confortanti e mostrano che, a parte ancora alcune preoccupazioni per gli impatti sui sistemi radar, è possibile evitare del tutto le interferenze con opportuni accorgimenti soprattutto considerando il progressivo ricorso a materiali non metallici nella costruzione delle turbine.

Le turbine eoliche possono influenzare le caratteristiche di propagazione delle telecomunicazioni (come qualsiasi ostacolo), la qualità del collegamento in termini di segnale-disturbo e la forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Per misurare gli effetti di questo fenomeno si può far ricorso sia a prove sperimentali che a previsioni teoriche. Il primo metodo consiste nel controllare, tramite rilevamenti effettuati a varie distanze dagli aerogeneratori, la qualità dell'immagine ricevuta, correlandola al livello del segnale riflesso o diffuso dalla struttura del generatore stesso.

Esistono, inoltre, modelli matematici predittivi per calcolare i livelli del segnale riflesso e diffuso dalle strutture in movimento. Questi permettono di individuare, in maniera conservativa, una zona di rispetto oltre la quale il rapporto tra segnale e disturbo è di entità tale da non incidere sulla qualità del radioservizio stesso.

Sulla base di quanto riportato in letteratura e con riferimento a risultati di prove di caratterizzazione di macchine di media taglia, si ritiene che il rischio di tali disturbi possa considerarsi irrilevante per gli aerogeneratori dell'attuale generazione che utilizzano pale in materiale non metallico ed antiriflettente.

4. Analisi degli impatti

4.1 Impatti sui radar

Questo tipo di impatto si rileva nelle vicinanze di aeroporti civili e militari, basi militari o stazioni radar o lungo rotte aeree o navali. Si possono avere due tipi di interferenza:

- interferenza diretta;
- doppler.

Nel primo caso il segnale radar viene riflesso dai componenti della turbina; nel secondo, la rotazione delle pale causa delle distorsioni sulle frequenze del segnale radar, facendole aumentare in una direzione e diminuire nell'altra, creando così un effetto doppler con conseguenze sui radar. Questo effetto è amplificato dalla possibilità della navicella di ruotare sull'asse verticale per ottimizzare la sua esposizione al vento. Queste interferenze riducono la sensibilità dei sistemi radar creando false immagini (ghosting), zone morte e zone d'ombra in prossimità degli impianti eolici.

Il parco eolico in proposta non si trova in corrispondenza di alcuna rotta aerea, come risulta dalla carta di crociera degli spazi aerei (Fonte ENAC) illustrata in Figura 3, e le turbine non interferiscono con lo spazio aereo dedicato agli aeromobili.

L'aeroporto di Alghero-Fertilia dista circa 14 km dal sito proposto per l'installazione del parco eolico.

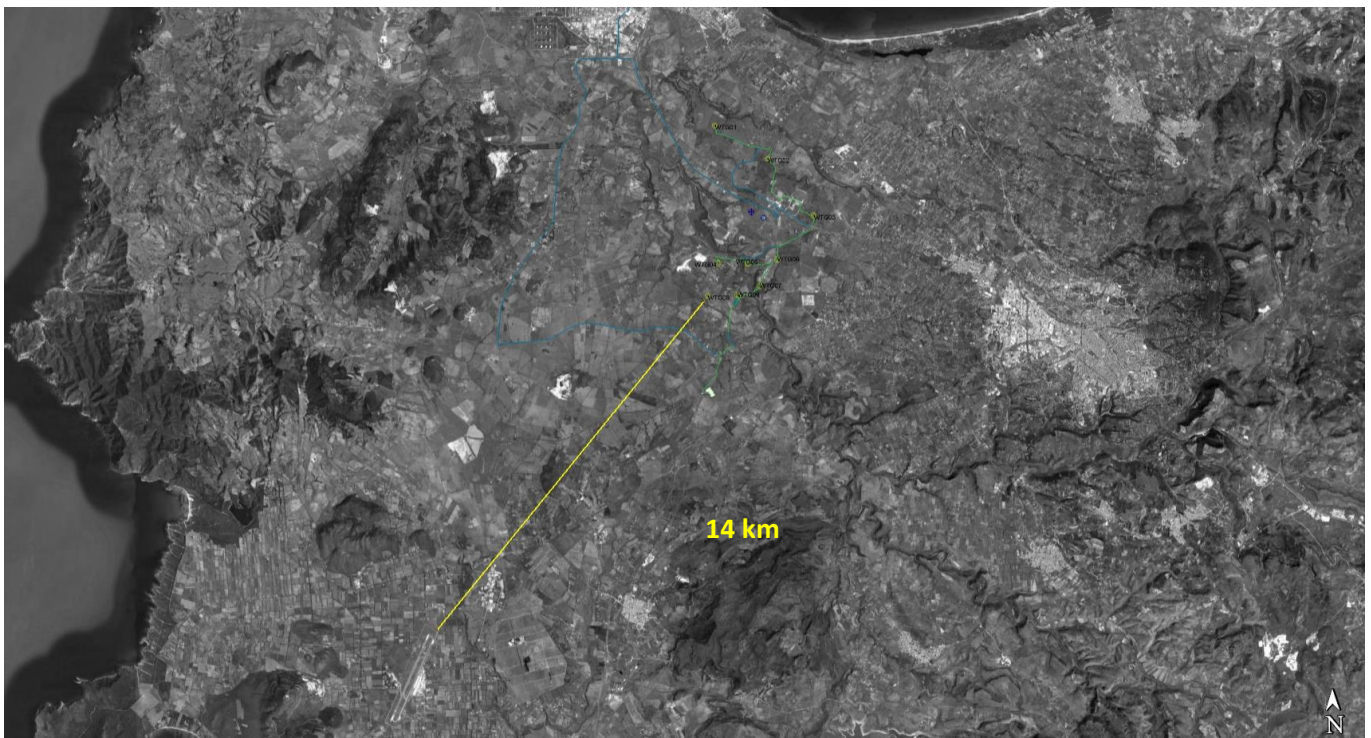


Figura 2: distanza dell'Aeroporto di Alghero - Fertilia dal parco eolico Truncu Reale.

Come evidenziato nella circolare ENAC "Protocollo del 25/02/2010 0013259/DIRGEN/DG", nella scelta della ubicazione dei parchi eolici sono da tenere presenti alcune condizioni che integrano le disposizioni regolamentari di cui al Regolamento Aeroporti dell'ENAC. Sussistono condizioni di incompatibilità assoluta nelle seguenti aree:

- a) all'interno della Zona di Traffico dell'Aeroporto (A.T.Z. Aerodrome Traffic Zone come definita nelle pubblicazioni AIP);
- b) sottostanti le Superfici di Salita al Decollo (T.O.C.S. Take off Climb Surface) e di Avvicinamento (Approach Surface) come definite nel R.C.E.A.

Esternamente alle aree di cui ai punti a) e b), ricadenti all'interno dell'impronta della Superficie Orizzontale Esterna (O.H.S. Outer Horizontal Surface), i parchi eolici sono ammessi, previa valutazione favorevole espressa dall'ENAC, purchè di altezza inferiore al limite della predetta superficie O.H.S.

Il parco eolico è esterno alle suddette aree.

Rientra, invece, all'interno della CTR di Alghero, ma è importante precisare che essa rappresenta solo la proiezione sul piano orizzontale degli spazi aerei dedicati agli aeromobili. La CTR ha inizio a 5'500 ft¹ al di sopra del livello del mare (AMSL) e finisce a circa 2'500 ft², quindi ben oltre l'altezza delle turbine.

Pertanto tale condizione non pregiudica la realizzazione del parco eolico.

Se sarà ritenuto necessario il progetto sarà sottoposto all'iter valutativo dell'ENAC per la verifica dei potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea secondo le disposizioni previste nella nota ENAC Protocollo del 25/02/2010 0013259/DIRGENIDG.

Inoltre il parco si trova in prossimità della zona P138 (zona proibita), anche se esterno ad essa. Si tratta di un'area in cui è vietato in maniera permanente il volo aereo civile, in quanto zona sede di edifici particolari, nel caso specifico un carcere. E' indicata nella mappa con una serie di linee oblique di colore viola.

¹ 1676 metri.

² 762 metri.



Figura 3: Carta di crociera - spazio aereo superiore (ENAC).

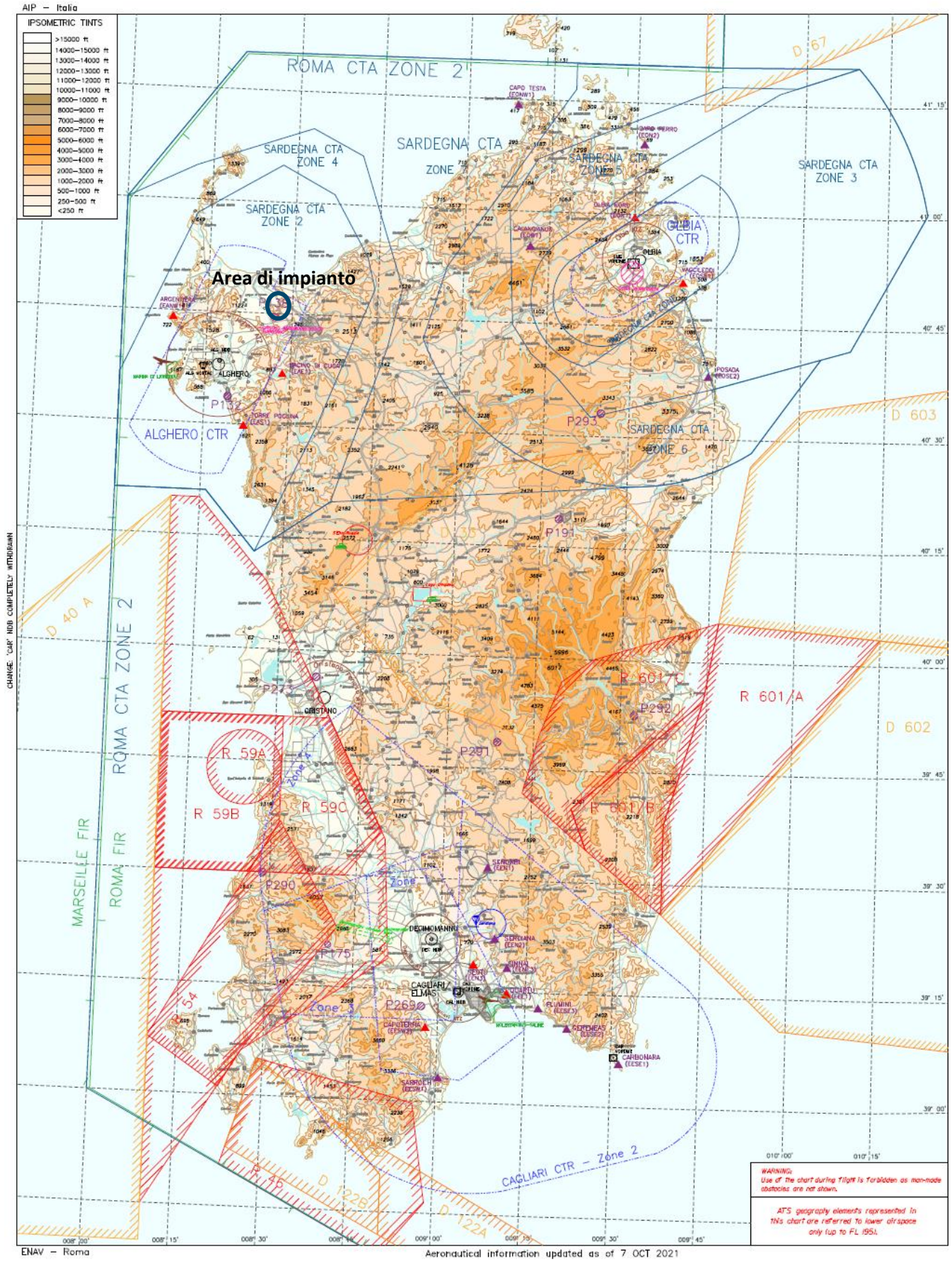


Figura 4: classificazione dello spazio aereo della Sardegna.

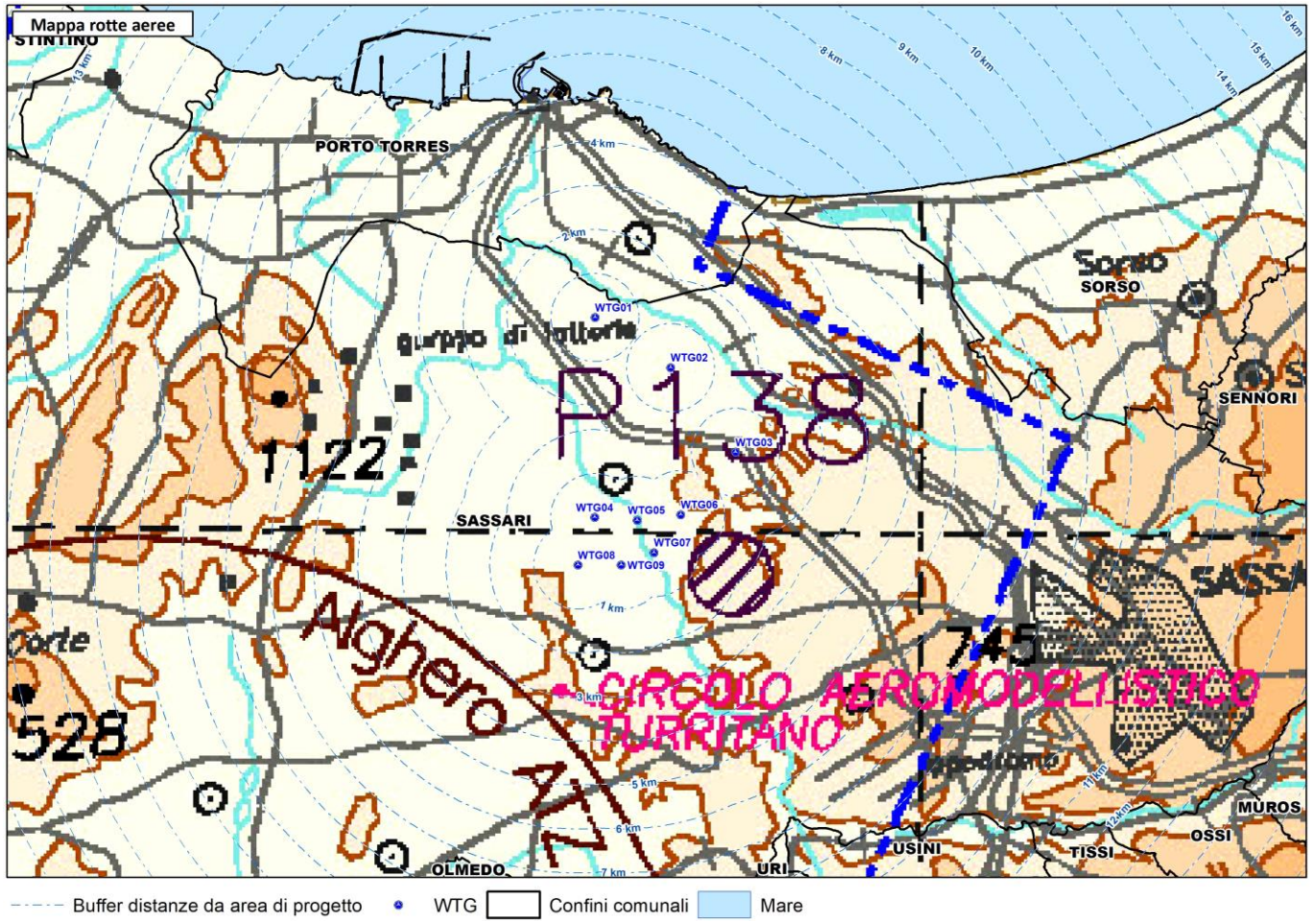


Figura 5: Inquadramento del parco eolico nello spazio aereo.

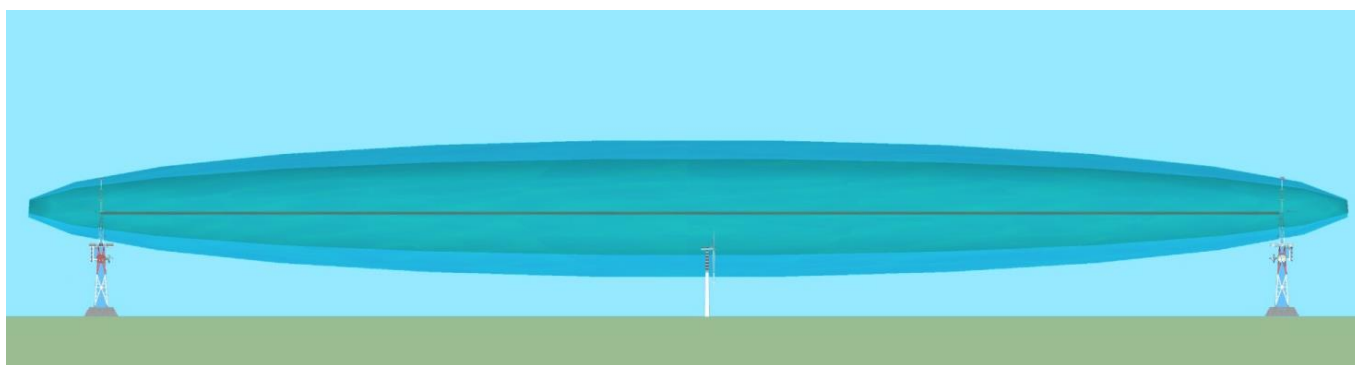
influenzata da diversi fenomeni: riflessione (contro ostacoli di dimensioni maggiori della sua lunghezza d'onda), rifrazione (nel passaggio da un mezzo trasmissivo ad un altro, ad esempio aria-cemento) e diffrazione.

Al fine di ridurre al minimo i fenomeni di attenuazione, si deve fare in modo che sulle tratte dei ponti radio sia garantita una visibilità priva di ostacoli tra il Trasmettitore ed il Ricevitore, all'interno del cosiddetto ellissoide di Fresnel. È necessario, dunque, studiare il posizionamento del parco eolico rispetto a tale ellissoide che definisce il volume di radiazione dell'onda elettromagnetica trasmessa.

Tabella 1 - frequenze tipiche della trasmissione a microonde

Gamma di frequenze [GHz]	Campo di frequenze [GHz]
2	1 700 ÷ 2 300
4	3 600 ÷ 4 200
6 (Bassa)	5 925 ÷ 6 425
6 (Alta)	6 430 ÷ 7 110
7	7 125 ÷ 7 725
8	7 725 ÷ 8 500
11	10 700 ÷ 11 700
13	12 700 ÷ 13 250
18	17 700 ÷ 19 700

Sovrapponendo le Zone di Fresnel relative ad ogni percorso del segnale a microonde al layout dell'impianto eolico, è quindi possibile definire la qualità di un collegamento ed il disturbo eventualmente causato dalla presenza delle turbine. Due antenne si dicono in completa visibilità se il primo ellissoide di Fresnel risulta libero da ostacoli. È auspicabile che l'impianto eolico ricada almeno al di fuori della seconda zona di Fresnel, in quanto potrebbero manifestarsi delle interferenze in seguito a schermatura o diffrazione, e questa condizione vale per tutte le gamme di frequenza.



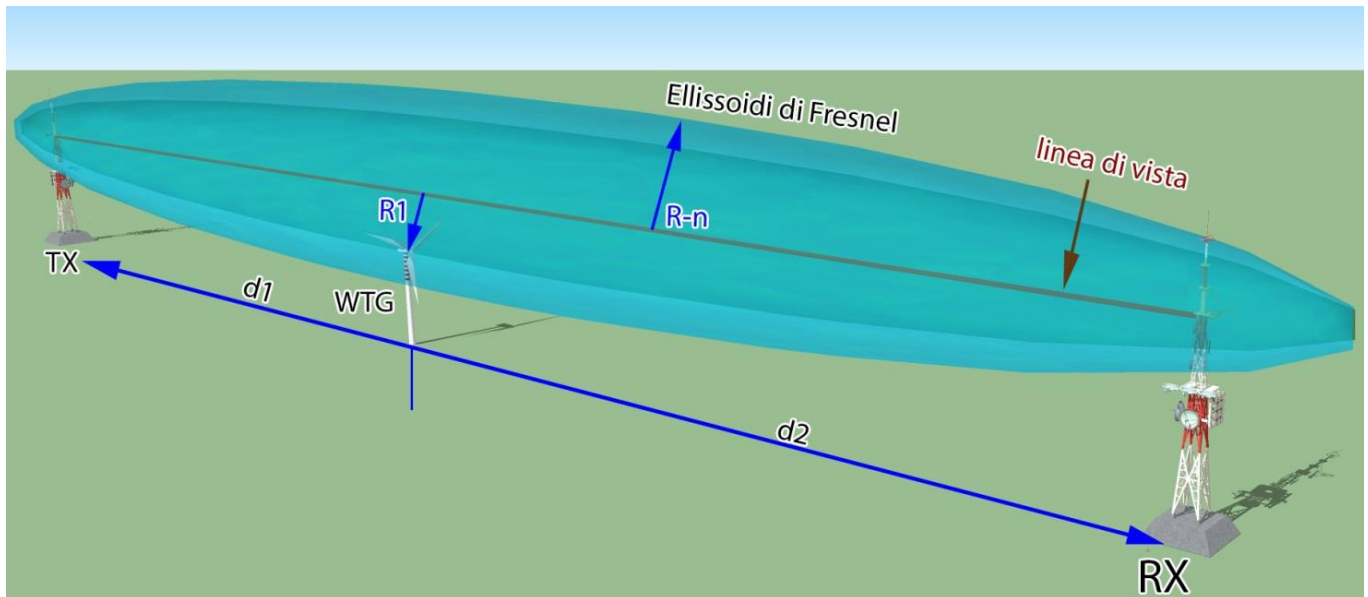


Figura 8 - Rappresentazione schematica interferenza AG con le zone di Fresnel tra due ponti radio.

Nell'area vasta sono presenti diverse stazioni di trasmissione. Come prima ipotesi si è considerata la **situazione più cautelativa, supponendo che tutti i ponti radio presenti nel raggio di 200 km siano mutuamente visibili**. Si consideri, però, che in condizioni reali di propagazione, a causa della curvatura terrestre, ci sarà sempre una distanza alla quale la sorgente di emissione non sarà più visibile dall'antenna ricevente. Ad esempio, in un terreno pianeggiante, se le antenne trasmettenti e riceventi sono poste a 30 km di distanza, dovranno essere a 15 metri dal suolo per ottenere visibilità ottica.

Si è posto, per semplicità, che ogni antenna sia alta 15 m e si è considerata la curvatura terrestre. Considerando, inoltre, le tratte dei ponti radio di rilevanza regionale, si è ottenuta la situazione rappresentata in Figura 9.

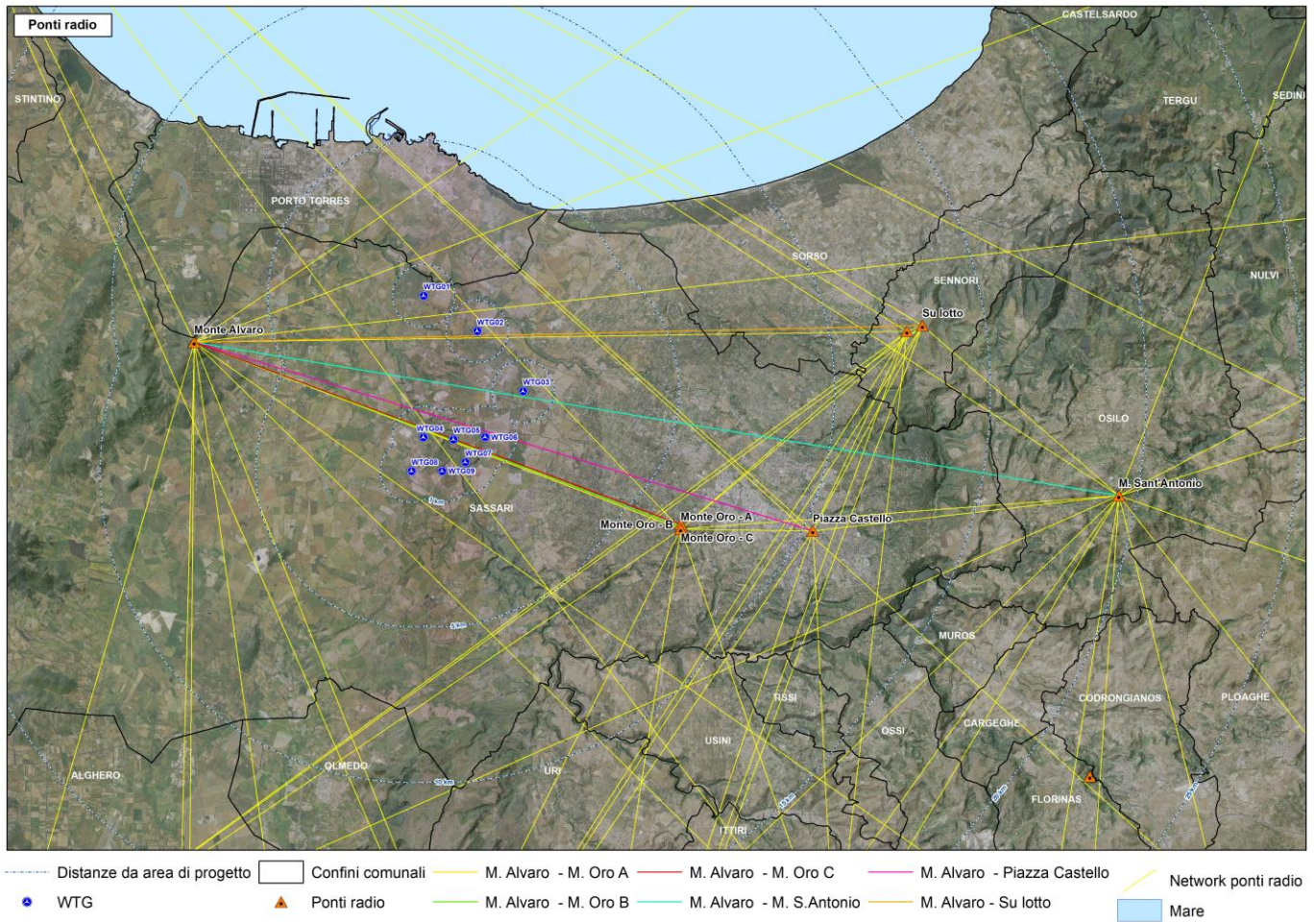


Figura 9 - tratte ponti radio nell'area vasta.



Figura 10: tratte ponti radio nell'area di progetto.

Da una prima analisi, il ponte radio che può essere influenzato dalla realizzazione del parco è quello di Monte Alvaro – Monte Oro (indicato in verde nella Figura 9).

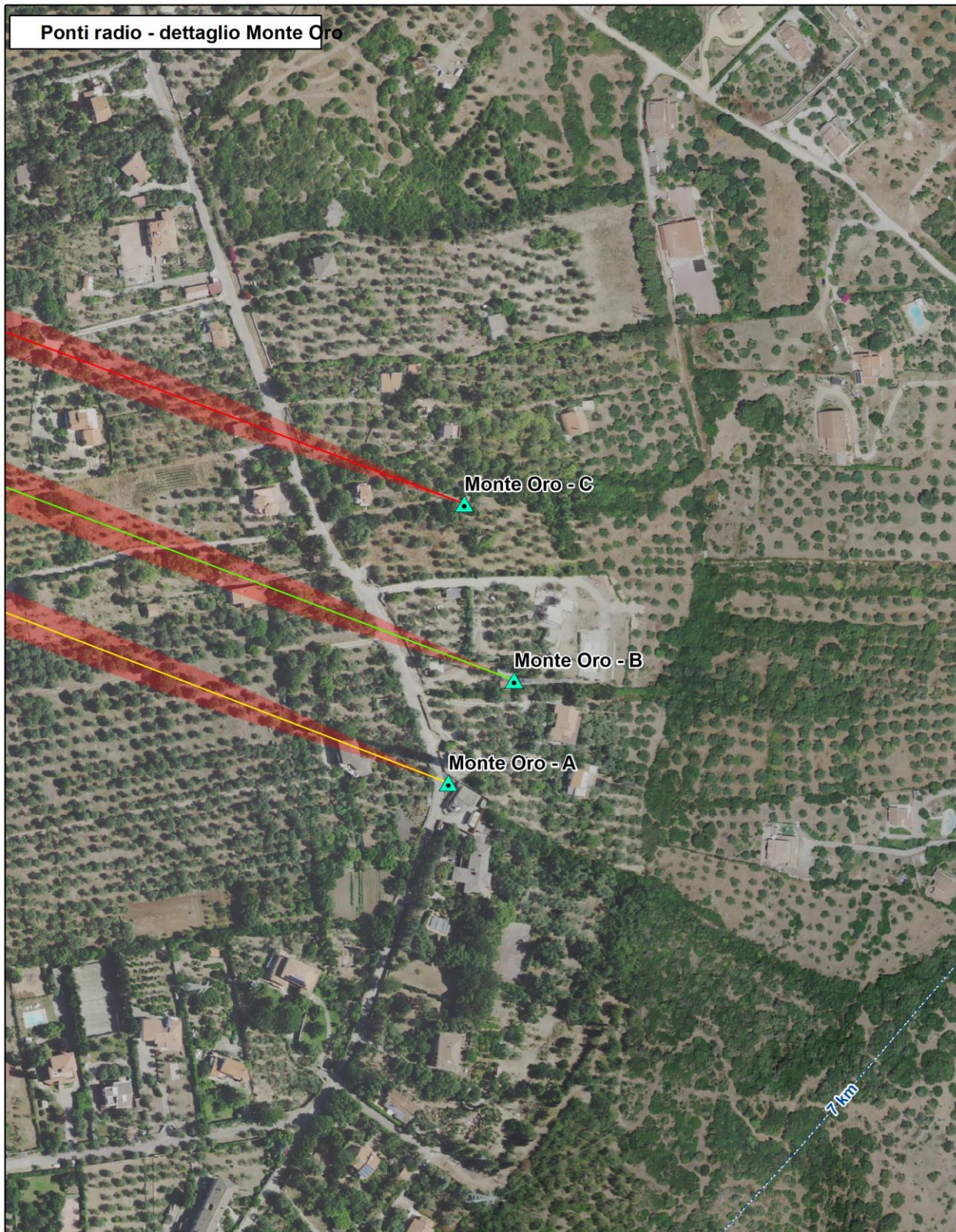
Si procede, dunque, all'analisi di dettaglio del ponte radio, calcolando l'ellissoide di Fresnel.

MONTE ALVARO (COPERTURA: PIANURA DELLA NURRA, COMPRESI SASSARI E PORTO TORRES) – MONTE ORO (COPERTURA: SASSARI ED HINTERLAND, COMPRESO PORTO TORRES)

A Monte Oro si contano 3 ponti radio, come visibili dall'immagine e dalla planimetria seguenti. Si è considerato un ponte radio alto 40 m e gli altri due alti 15 m.



Figura 11: vista dei tre ponti radio di Monte Oro, indicati in planimetria come A, B e C.



- M. Alvaro - M. Oro A ● Ellissoide Fresnel
- M. Alvaro - M. Oro B ▲ Ponti radio
- M. Alvaro - M. Oro C

Figura 12: individuazione planimetrica dei tre ponti radio di Monte Oro.

Si sono, dunque, ipotizzate le connessioni tra Monte Alvaro e ognuno dei ponti radio di Monte Oro.

Monte Alvaro – Monte Oro A (altezza 40 m)

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:

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

dove:

R_n = il raggio dell'n-esima zona di Fresnel, in metri;

n = indice delle zone di Fresnel ($n = 1,2,3\dots$);

d_1 = la distanza sulla linea di vista della turbina WTG05 dal trasmettitore;

d_2 = la distanza sulla linea di vista della turbina WTG05 dal ricevitore;

λ = la lunghezza d'onda, in metri.

Nel caso in esame si è posto:

- $n = 4$ (caso peggiore);

- la distanza tra i ponti è 16,73 Km: $d_1 = 8,89$ Km; $d_2 = 7,84$ Km.

Inoltre, ponendoci nelle condizioni più cautelative, calcoliamo i raggi considerando la Frequenza di trasmissione minima pari a 2 Ghz ($\lambda = 15$ cm) otteniamo la seguente tabella:

Tabella 2: calcolo raggio Ellissoide di Fresnel del ponte Monte Alvaro – Monte Oro A in corrispondenza della turbina WTG05.

Frequenza [Ghz]	Zona di Fresnel	λ [cm]	Raggio zona Fresnel [m]	
2	1	15	R1	25
	2	15	R2	35
	3	15	R3	43
	4	15	R4	50

Si è ottenuto, dunque, che il raggio dell'ellissoide al centro sia pari a **R = 50 m**.

Nell'eventuale ellissoide di Fresnel sul piano orizzontale della tratta considerata ricadrebbe la turbina WTG05 (Figura 13). **L'intersezione sul piano orizzontale tra l'ellissoide di Fresnel del ponte radio e l'area spazzata dalle pale della WTG05 è di 61,8 m.**

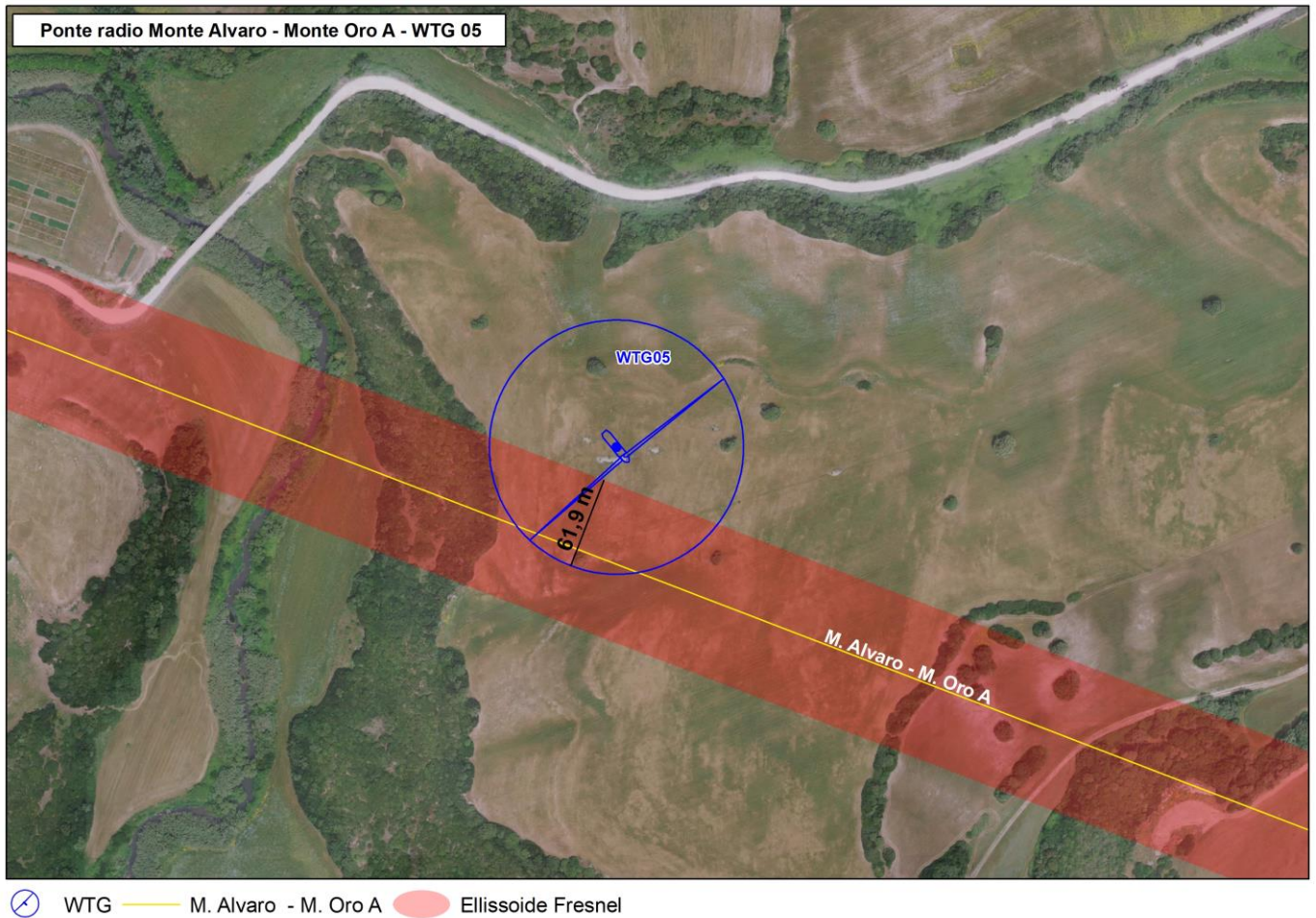


Figura 13: ellissoide di Fresnel del ponte radio Monte Alvaro – Monte Oro A sul piano orizzontale.

Si esamina quindi la turbina sul piano verticale per verificare la presenza della possibile intersezione. Considerando la quota delle due stazioni radio (Monte Alvaro 329,3 m s.l.m. e Monte Oro A 228 m s.l.m.) e che la turbina è ad una quota di 57,2 m sul livello del mare e il raggio massimo dell'ellissoide è di 50 m, **si rileva che esiste un'intersezione minima tra l'ellissoide e le pale, nello specifico di 4,7 m (Figura 14).**

Sezione longitudinale Monte Alvaro - Monte Oro (A) - WTG 05

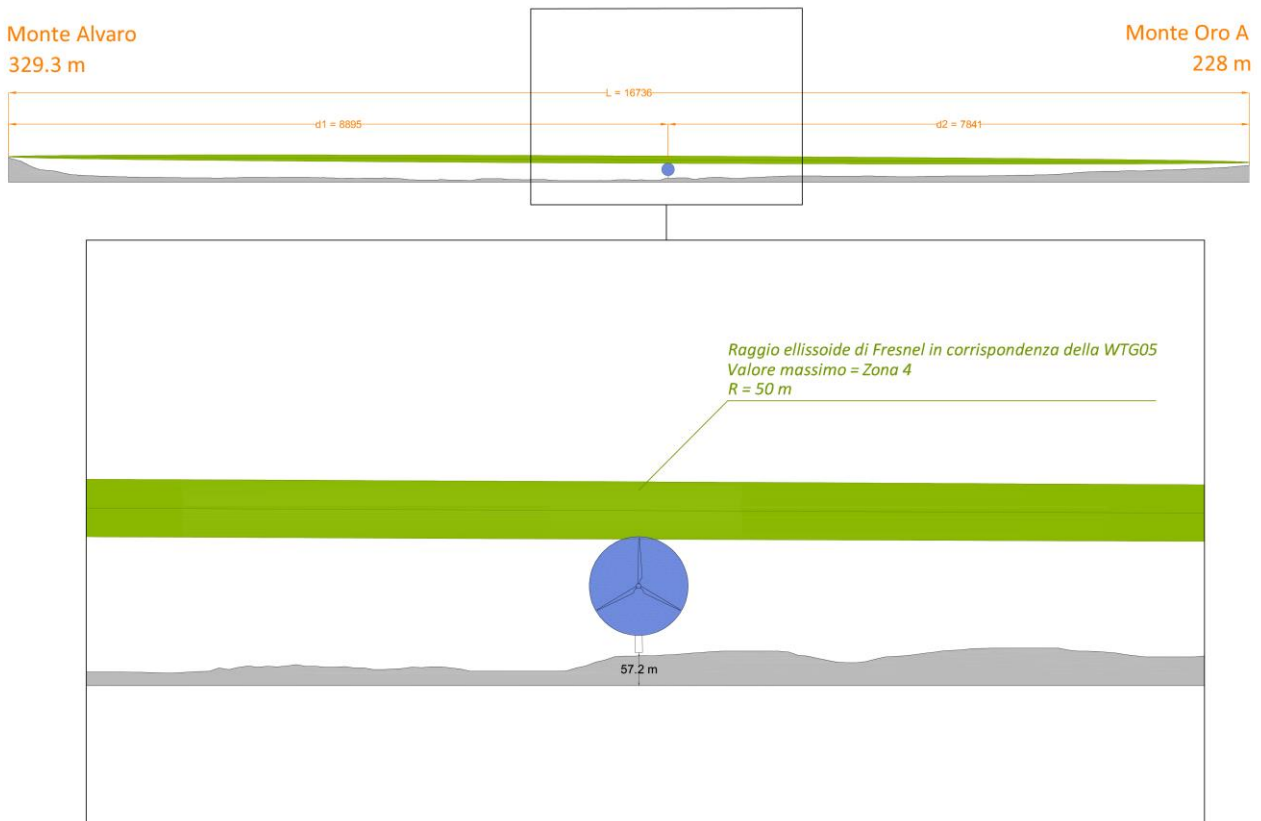


Figura 14: ellissoide di Fresnel del ponte radio Nule - Monte Ortobene sul piano verticale.

Monte Alvaro – Monte Oro B (altezza 15 m)

L'analisi sul piano orizzontale mostra l'assenza di possibili interferenze con la turbina WTG05 e l'ellissoide di Fresnel della suddetta tratta (Figura 15).

I calcoli restituiscono:

Tabella 3: calcolo raggio Ellissoide di Fresnel del ponte Monte Alvaro – Monte Oro B in corrispondenza della turbina WTG05.

Frequenza [Ghz]	Zona di Fresnel	λ [cm]	Raggio zona Fresnel [m]	
2	1	15	R1	25
	2	15	R2	35
	3	15	R3	43
	4	15	R4	50

Dove:

d_1 = la distanza sulla linea di vista della turbina WTG05 dal trasmettitore;

d_2 = la distanza sulla linea di vista della turbina WTG05 dal ricevitore;

λ = la lunghezza d'onda, in metri.

- $n = 4$ (caso peggiore);

- la distanza tra i ponti è 16,75: $d_1 = 8,89$ Km; $d_2 = 7,85$ Km.

Si è ottenuto, dunque, che il raggio dell'ellissoide al centro sia pari a **R = 50 m**.

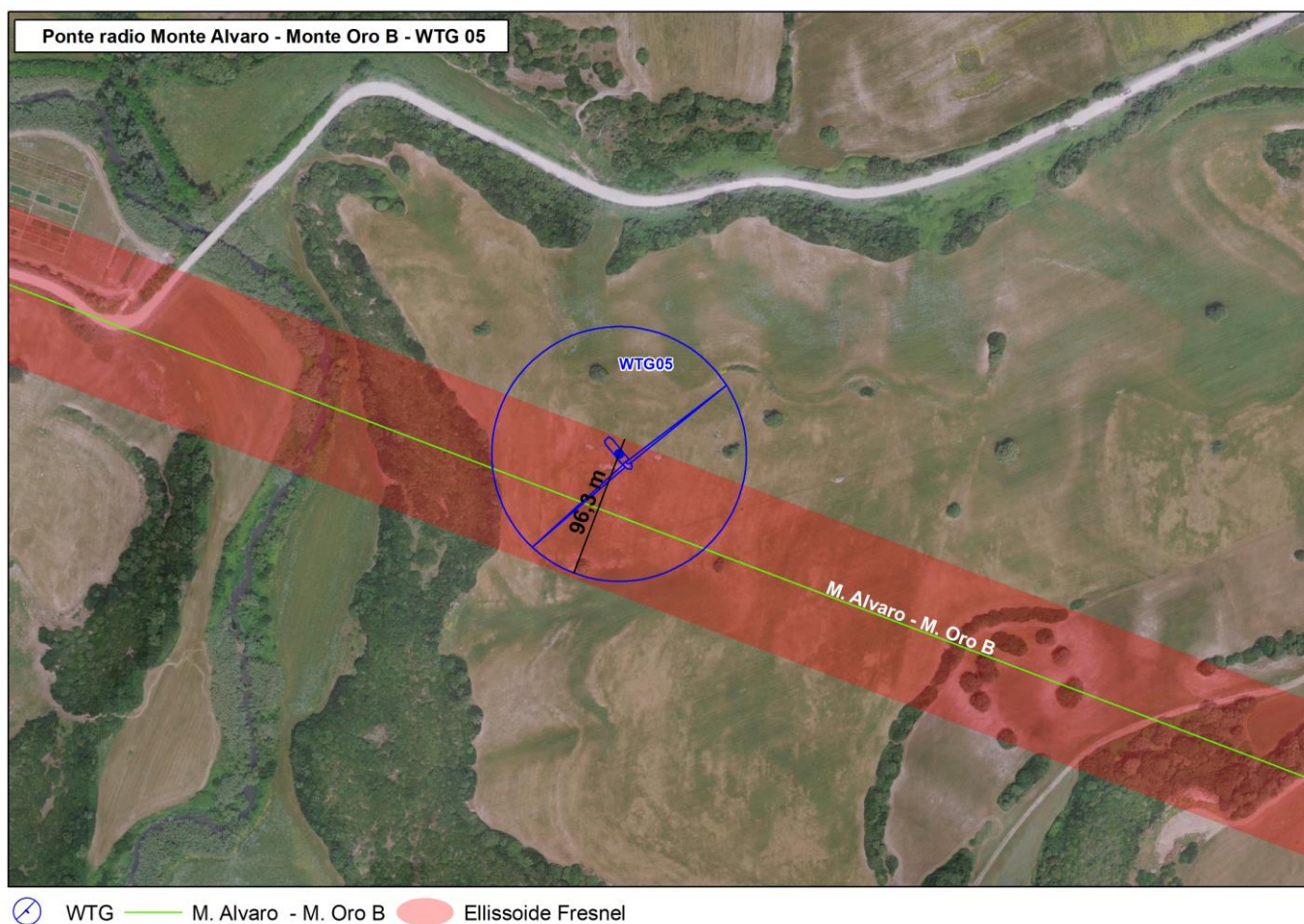


Figura 15: interferenza sul piano orizzontale dell'ellissoide di Fresnel del ponte radio Monte Alvaro – Monte Oro B con la WTG05.

Si esamina, quindi, la turbina sul piano verticale per verificare la presenza della possibile intersezione. Considerando la quota delle due stazioni radio (Monte Alvaro 329,3 m s.l.m. e Monte Oro A 228 m s.l.m.) e che la turbina è ad una quota di 57,2 m sul livello del mare e il raggio massimo dell'ellissoide è di 50 m, **si rileva che esiste un'intersezione sul piano verticale di 19 m tra l'ellissoide di Fresnel del ponte radio e l'area spazzata dalle pale della WTG05 (Figura 14).**

Sezione longitudinale Monte Alvaro - Monte Oro (B) - WTG 05

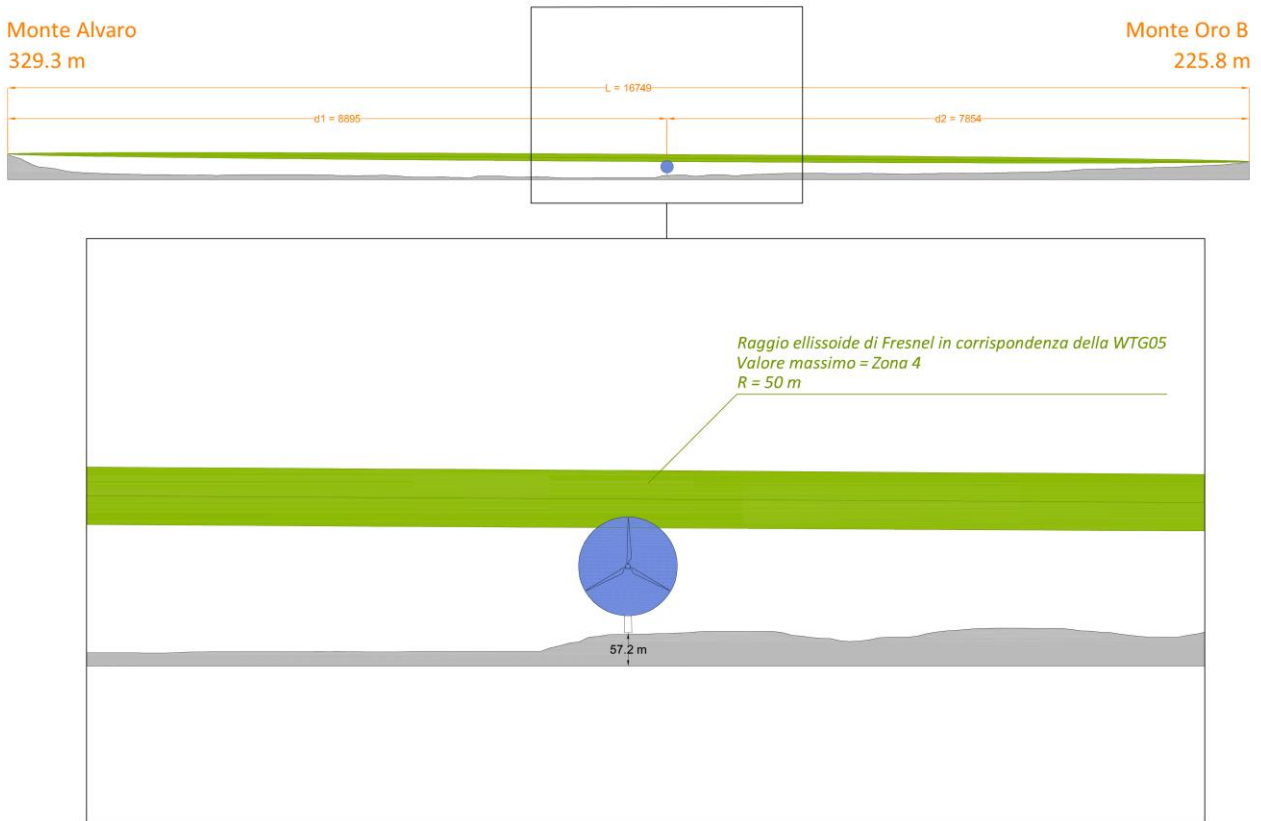


Figura 16: ellissoide di Fresnel del ponte radio Monte Alvaro - Monte Oro B sul piano verticale.

Si ritiene pertanto opportuno, a titolo cautelativo, chiedere un parere preventivo su un'eventuale insorgenza di disturbi nella ricezione del segnale direttamente all'Ente gestore dell'impianto ripetitore Monte Oro, in quanto non sono stati reperiti dati che confermino o escludano il fatto che le due antenne siano in comunicazione tra loro.

Monte Alvaro – Monte Oro C (altezza 15 m)

L'analisi sul piano orizzontale mostra la presenza di possibili interferenze con la turbina WTG05 e l'ellissoide di Fresnel della suddetta tratta (Figura 15).

I calcoli restituiscono:

Tabella 4: calcolo raggio Ellissoide di Fresnel del ponte Monte Alvaro – Monte Oro B in corrispondenza della turbina WTG05.

Frequenza [Ghz]	Zona di Fresnel	λ [cm]	Raggio zona Fresnel [m]	
2	1	15	R1	25

Frequenza [Ghz]	Zona di Fresnel	λ [cm]	Raggio zona Fresnel [m]	
	2	15	R2	35
	3	15	R3	43
	4	15	R4	50

Dove:

d_1 = la distanza sulla linea di vista della turbina WTG05 dal trasmettitore;

d_2 = la distanza sulla linea di vista della turbina WTG05 dal ricevitore;

λ = la lunghezza d'onda, in metri.

- $n = 4$ (caso peggiore);

- la distanza tra i ponti è 16,69: $d_1 = 8,89$ Km; $d_2 = 7,79$ Km.

Si è ottenuto, dunque, che il raggio dell'ellissoide al centro sia pari a **R = 50 m**.

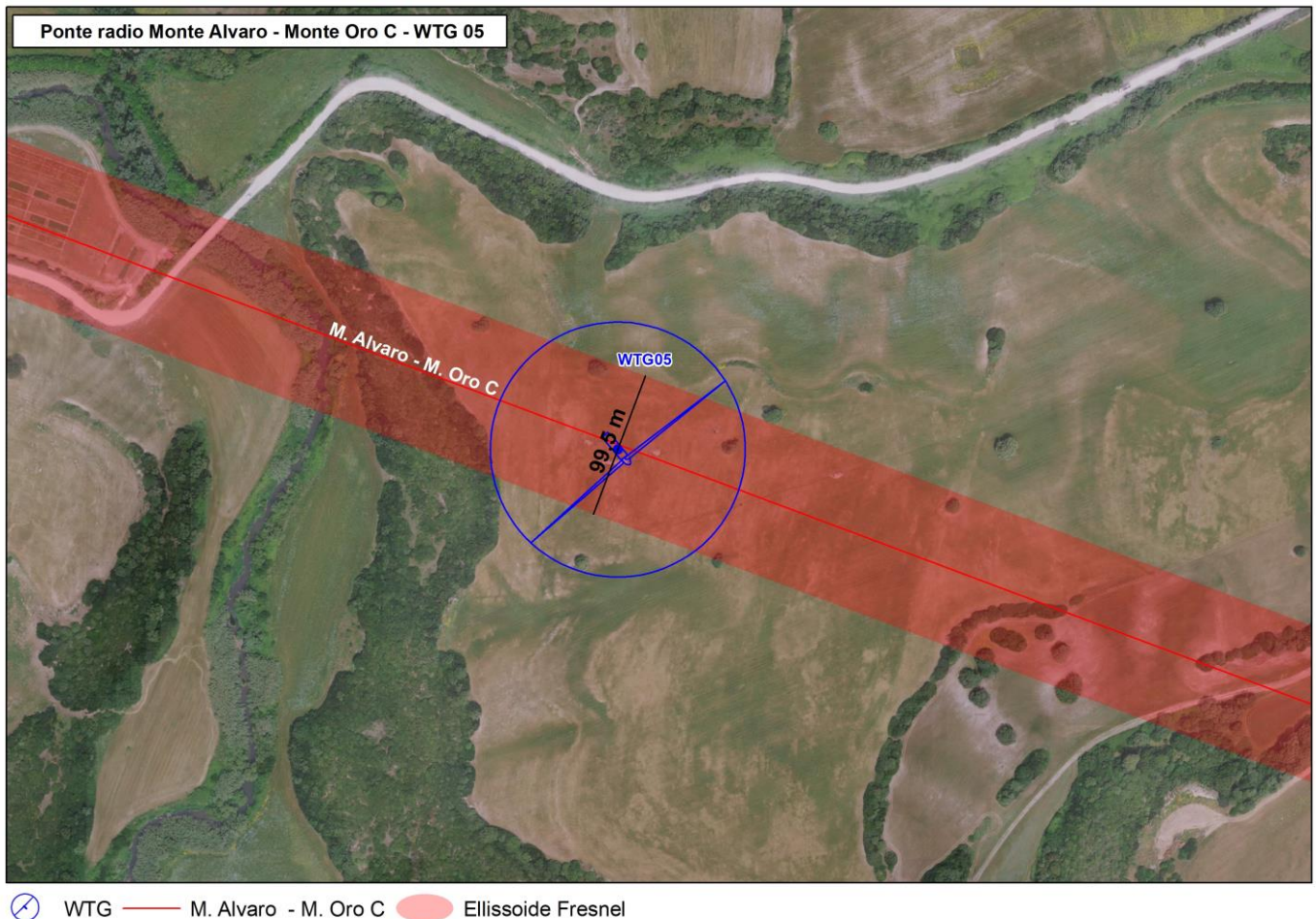


Figura 17: interferenza sul piano orizzontale dell'ellissoide di Fresnel del ponte radio Monte Alvaro – Monte Oro C con la WTG05.

Si esamina, quindi, la turbina sul piano verticale per verificare la presenza della possibile intersezione. Considerando la quota delle due stazioni radio (Monte Alvaro 329,3 m s.l.m. e Monte Oro A 225 m s.l.m.) e che la turbina è ad una quota di 57,2 m sul livello del mare e il raggio massimo dell'ellissoide è di 50 m, **si rileva che esiste un'intersezione sul piano verticale di 19,7 m tra l'ellissoide di Fresnel del ponte radio e l'area spazzata dalle pale della WTG05 (Figura 14).**

Sezione longitudinale Monte Alvaro - Monte Oro (C) - WTG 05

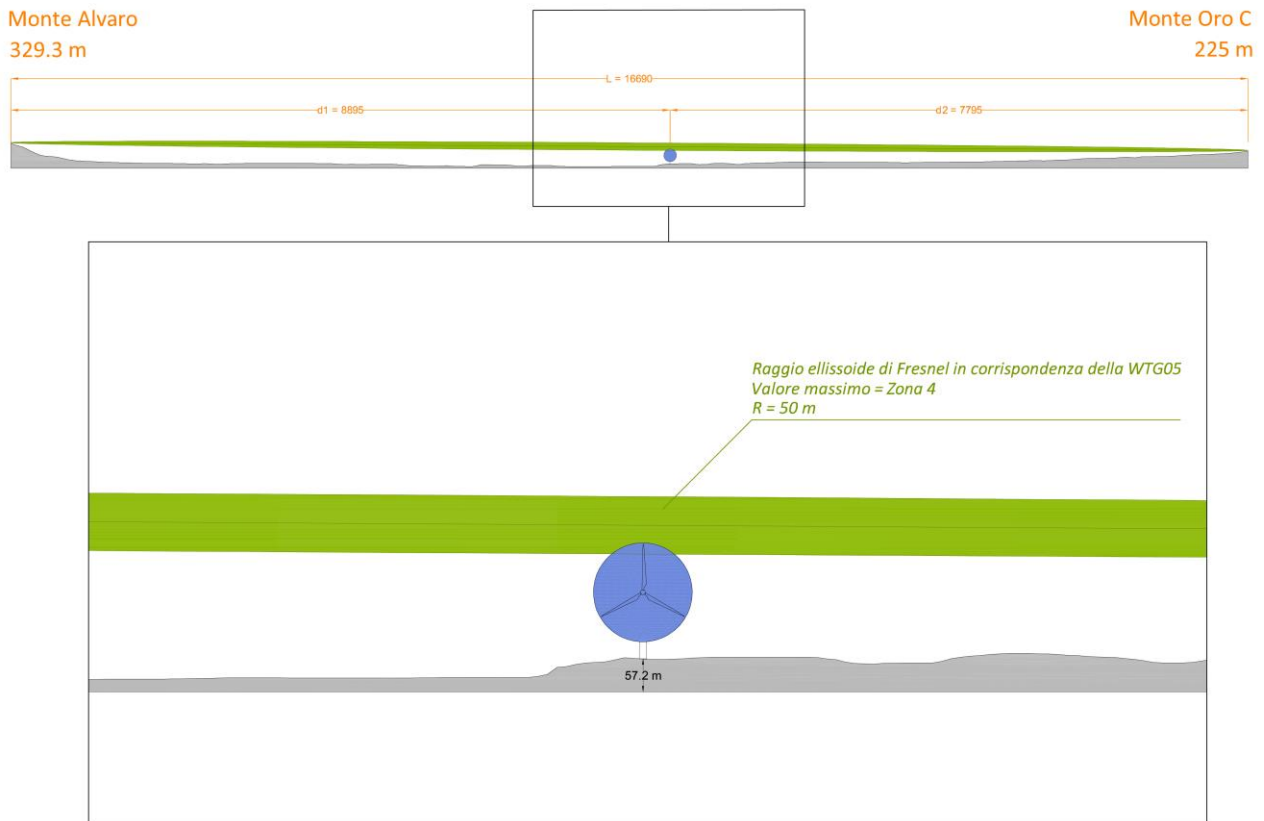


Figura 18: ellissoide di Fresnel del ponte radio Monte Alvaro - Monte Oro B sul piano verticale.

Anche in questo caso, dunque, si ritiene opportuno, a titolo cautelativo, chiedere un parere preventivo su un'eventuale insorgenza di disturbi nella ricezione del segnale direttamente all'Ente gestore dell'impianto ripetitore Monte Oro, in quanto non sono stati reperiti dati che confermino o escludano il fatto che le due antenne siano in comunicazione tra loro.

4.3 Impatti sulle telecomunicazioni TV

Relativamente ai **segnali televisivi** alle utenze finali, anche essi possono essere soggetti a distorsioni causate dalla riflessione generata dal movimento delle pale e ad attenuazioni nel caso di passaggio attraverso le turbine. Nel primo caso, le distorsioni possono generare dei segnali ombra (ghosting) o delle variazioni continue su contrasto e nitidezza video.

Questi effetti sono differenti nel caso di trasmissione del segnale analogico o digitale. L'abbandono della TV analogica per quella digitale ha ridotto notevolmente le interferenze dovute ai parchi eolici in quanto il segnale digitale ha la caratteristica di essere molto più "pulito" di quello analogico, grazie alla complessa tecnologia di soppressione del rumore e dei disturbi.

Dallo studio dei recettori emerge in via preliminare che non si prevedono interferenze con il sistema di telecomunicazioni radio-TV dovuto alla presenza del parco eolico, per via della distanza (**almeno 200 m dei recettori più vicini, e oltre 2 km dai centri abitati**) e del fatto che nessun recettore risulta schermato dalle turbine in tutte le direzioni.

Dato il carattere preliminare di questa analisi (poiché non si conoscono i dettagli tecnici dei vari apparati di ricezione), non si possono escludere totalmente delle possibili interferenze ai ricettori, ad oggi non valutabili. Tali interferenze sono tuttavia facilmente risolvibili successivamente alla realizzazione dell'impianto attraverso le seguenti azioni:

- Installazione di un'antenna ricevente di migliore qualità o con una maggiore direzionalità rispetto a quelle omnidirezionali;
- Riposizionamento dell'antenna e/o variazione della direzione verso altre stazioni trasmettenti;
- Utilizzo di una connessione satellitare (TVSat) come mostrato in Figura 19.

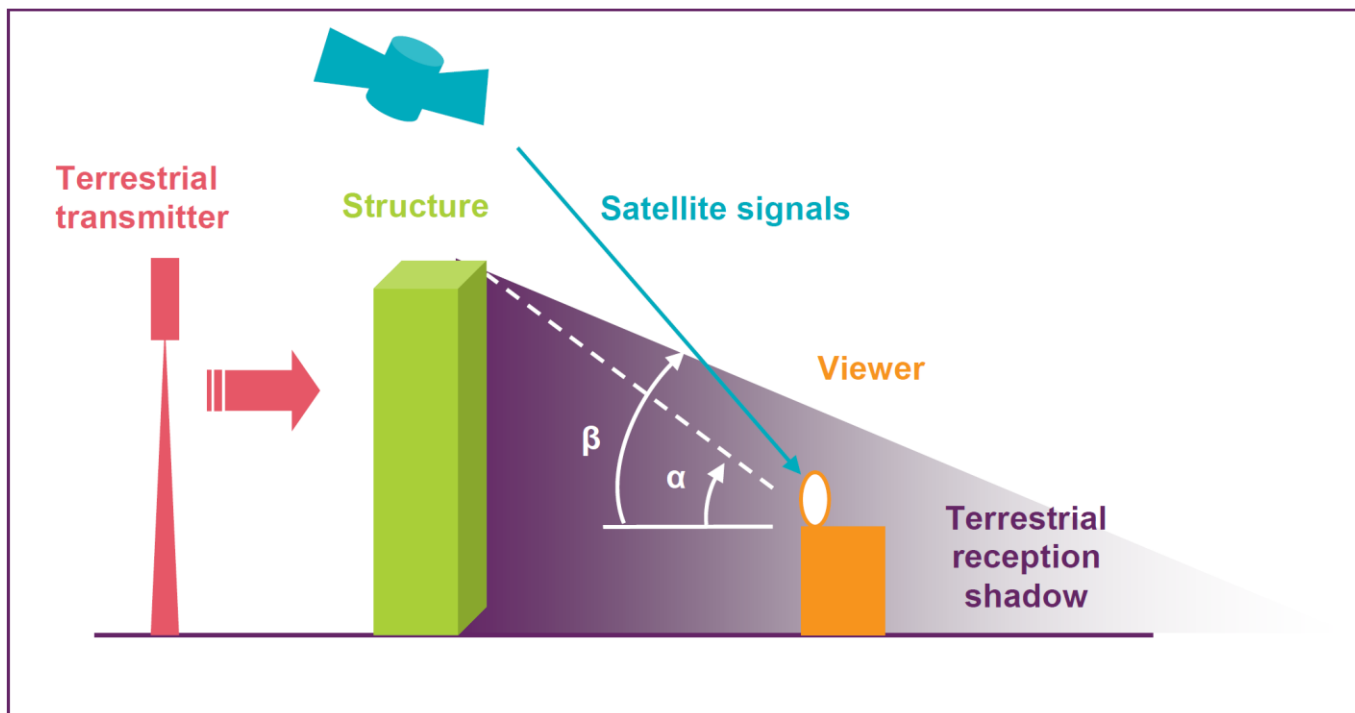


Figura 19: la ricezione satellitare non è compromessa dalle nuove strutture. Fonte: Tall structures and their impact on broadcast and other wireless services. Ofcom, agosto 2009.

4.4 Impatti sui segnali radio

A differenza delle telecomunicazioni e dei segnali a microonde, poiché **i trasmettitori radio sono omnidirezionali**, le turbine, a meno che non siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'antenna, non costituiscono alcun ostacolo ai segnali radio.

L'onda elettromagnetica può seguire più percorsi dal trasmettitore al ricevitore ad esempio sfruttando, oltre alla linea diretta, la riflessione da parte del terreno o degli edifici. A tale forma di propagazione si dà il nome di multipropagazione (*multipath*)³.

Il multipath è particolarmente sentito anche nelle trasmissioni radiomobili come le reti cellulari dove il mutare della posizione del terminale mobile rispetto alla stazione radio base, specie con ambiente urbano di radiopropagazione, determina continue variazioni degli effetti di riflessione e diffrazione e quindi un multipath variabile in maniera non predicibile ovvero aleatoria. Pur tuttavia il multipath nel canale radiomobile permette la ricezione anche non in linea di vista.

³ Si intende come multipath la presenza contemporanea di due o più percorsi attraverso cui la potenza viaggia tra l'antenna trasmittente e quella ricevente. Si è già visto come tale effetto può essere prodotto dalla contemporanea presenza di: cammino diretto, riflessioni dal terreno, riflessioni dovute a forti gradienti dell'indice di rifrazione. Le fluttuazioni dell'indice di rifrazione possono costituire un ulteriore contributo. I campi dovuti ai diversi cammini si ricombinano in prossimità dell'antenna ricevente con diverse relazioni di fase, variabili nel tempo. Ne conseguono oscillazioni della potenza ricevuta che possono essere anche molto intense. Tale effetto è denominato fading.

Si assume che non vi sia alcun impatto se la turbina è posizionata ad oltre 1 km di distanza da un trasmettitore omnidirezionale, o se posizionata ad oltre 3 km da un trasmettitore monodirezionale⁴.

In caso contrario vi può essere anche la formazione di correnti di radio frequenza che si propagano lungo le strutture metalliche della turbina, che possono causare elettrocuzione o perdita di equilibrio sul personale addetto alla manutenzione della stessa (particolarmente pericolosa per chi lavora all'esterno della navicella).

Nel caso in esame si esclude totalmente qualsiasi interferenza, in quanto come detto, l'apparato di trasmissione più vicino, dista oltre 5 km dall'aerogeneratore ad esso più vicino.

4.5 Impatti sulle comunicazioni telefoniche

Nell'area in esame sono presenti diverse antenne dei principali operatori telefonici, dislocate in modo da favorire in particolare la copertura dei centri abitati e le principali vie di comunicazione, come rappresentato in Figura 20.

I trasmettitori sono omnidirezionali. La rete cellulare è una rete per cui la copertura geografica è realizzata con una tassellazione a celle: porzioni di area geografica che unite ricoprono perfettamente una zona. La stazione base trasmette dando la possibilità agli utenti che si trovano entro il suo raggio di copertura di comunicare. Inizialmente (anni '70) le regioni di copertura erano molto grandi (raggio di alcuni km) e si utilizzava, per una sola stazione, l'intero spettro delle frequenze. Oggi, invece, le stazioni coprono aree più piccole quindi, a differenza di prima, le antenne erogano una potenza minore. Inoltre celle vicine usano frequenze diverse per evitare interferenze.

Per la telefonia mobile il raggio di possibile interferenza interno ai trasmettitori è inferiore a 1 km. A distanza maggiore, la presenza degli aerogeneratori non crea alcun problema al sistema di telecomunicazione che è notoriamente adatto a funzionare in condizioni dinamiche.

Come rappresentato in Figura 20 le distanze dal parco superano i 2 km, pertanto si può escludere qualunque tipo di interferenza con questi segnali.

⁴ Alcuni studi definiscono 500 m come distanza dalle antenne necessaria ad evitare interferenze. Fonte: Tall structures and their impact on broadcast and other wireless services. Ofcom, agosto 2009.

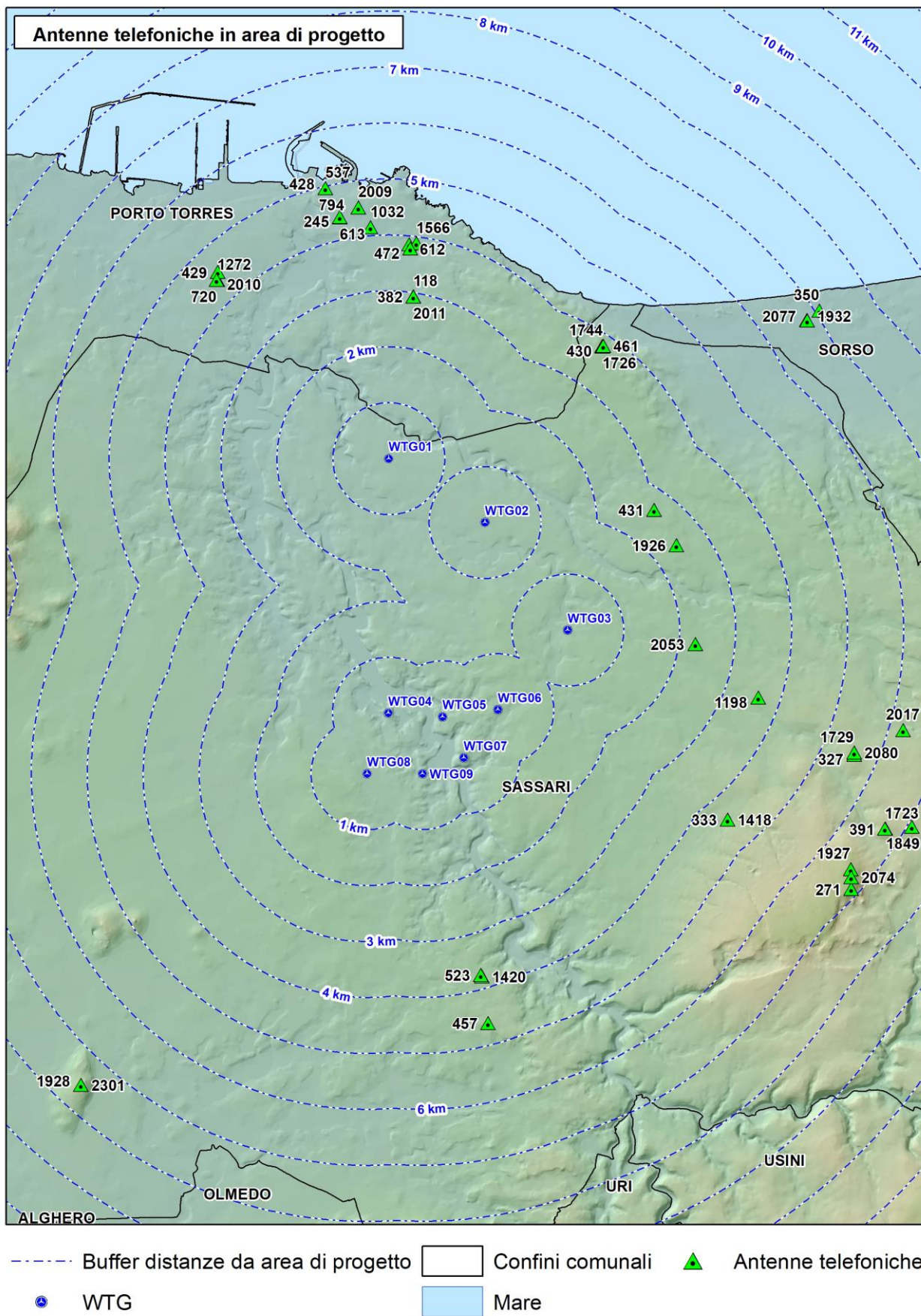


Figura 20: individuazione antenne rete mobile.

5. Conclusioni

In questa fase preliminare si possono escludere interferenze con i sistemi di comunicazioni radar, radio e rete di telefonia mobile per i quali sono state fatte delle ipotesi cautelative. Tuttavia non si può escludere in assoluto qualche interferenza sui sistemi di ricezione TV, a causa della non conoscenza di tutte le caratteristiche degli apparati di trasmissione e ricezione presenti nell'area, peraltro facilmente mitigabili.

Sono possibili invece delle interferenze con il ponte radio Monte Alvaro – Monte Oro. Il segnale a microonde potrebbe essere disturbato dalle pale della WTG05. Sarà, quindi, opportuno verificare che l'antenna posta sul Monte Alvaro sia in comunicazione con Monte Oro; se l'eventualità del disturbo fosse verificata, la soluzione potrebbe essere quella di spostare le turbine interferenti di qualche decina di metri, in modo da eliminare l'intersezione tra le pale e gli ellissoidi di Fresnel.