

REGIONE SARDEGNA
Provincia di Sassari
Comune di Ossi

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO EOLICO DA 31 MW E DELLE OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI OSSI**

ELABORATO		INDIVIDUAZIONE ED ANALISI DEGLI IMPATTI CUMULATIVI		
A.12				
PROPONENTE:				
 GRV WIND SARDEGNA 3 S.r.l. Via Durini n°9 20122 Milano (MI) grwindsardegna3@legalmail.it segreteria@grvalue.com				
REDAZIONE:				
 www.iatprogetti.it		Gruppo di lavoro Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Enrica Batzella Dott. Andrea Cappai Dott. Antonio Dedoni (Rumore) Dott. Nat. Fabio Schirru (Flora e vegetazione) Ing. Gianluca Melis Ing. Elisa Roych Ing. Emanuela Spiga		
PAGINE: 18				
CODICE ELABORATO: DC_WOSS20_A12				
DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO	APPROVATO
28/09/2021	0	Prima emissione	IAT	Diliberto

SOMMARIO

1	ANALISI DEGLI IMPATTI VISIVI CUMULATIVI.....	3
1.1	PREMESSA	3
1.2	ANALISI QUANTITATIVA DEI FENOMENI CUMULATIVI DI IMPATTO VISIVO	3
1.2.1	PREMESSA.....	3
1.2.2	CRITERIO 1: ESTENSIONE DELLE AREE ESPOSTE A FENOMENI DI VISIBILITÀ DEGLI IMPIANTI EOLICI	6
1.2.3	CRITERIO 2: PEGGIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI VISIBILITÀ NELL'AREA DI STUDIO	9
1.3	ANALISI PERCETTIVA DEI FENOMENI CUMULATIVI DI IMPATTO VISIVO: L'INDICE DI CO-VISIBILITÀ STATICA	11
1.3.1	INQUADRAMENTO METODOLOGICO.....	11
1.3.2	L'INDICE DI CO-VISIBILITÀ STATICA	12

1 Analisi degli impatti visivi cumulativi

1.1 Premessa

Gli impatti cumulativi concernenti la componente visiva del paesaggio sono di seguito affrontati indagando il modo in cui la realizzazione dell'impianto eolico in progetto potrà modificare la percezione degli altri impianti esistenti nel contesto territoriale di analisi. In particolare, si cercherà di definire se, e in che misura, la realizzazione del nuovo impianto produrrà un incremento nell'impatto percettivo già connaturato agli impianti eolici, esistenti e in esercizio, ubicati entro contesti territoriali in relazione visiva con l'area di progetto.

I paragrafi seguenti illustrano il fenomeno della percezione cumulativa seguendo due vie: la prima ha carattere quantitativo ed esplicita la variazione dell'estensione spaziale delle aree di visibilità degli impianti presenti, prima e dopo l'inserimento dell'impianto in studio, nonché le variazioni delle condizioni di visibilità nel bacino visivo del progetto; la seconda mira invece a restituire una valutazione qualitativa del fenomeno percettivo. A tal fine è definito un indicatore (*indice di co-visibilità statica*) che tiene conto del potenziale impatto visivo cumulativo, espresso in funzione dell'angolo visuale e della posizione dell'osservatore rispetto agli impianti esistenti, in relazione visiva con quello in progetto.

1.2 Analisi quantitativa dei fenomeni cumulativi di impatto visivo

1.2.1 Premessa

La prima indispensabile fase di analisi che va condotta al fine di valutare quantitativamente gli impatti cumulativi prodotti da impianti eolici riguarda lo studio del bacino visivo associato all'insieme di impianti considerato; ciò al fine di verificare se vi sia un incremento nelle condizioni di visibilità, attualmente legata agli impianti presenti, derivante dalla prospettata realizzazione del nuovo impianto rispetto allo stato *ex ante*.

In tale ottica si condurranno due tipologie di analisi secondo i seguenti criteri:

- criterio 1: mira a definire, entro l'area di studio dell'impianto in progetto (area entro cui possono manifestarsi gli effetti percettivi del progetto), l'incremento degli effetti visivi, conseguenti alla presenza di impianti eolici, derivanti dall'introduzione del progetto; tale incremento è misurato in termini di estensione di territorio sottoposto a fenomeni di visibilità (unione logica tra le aree di visibilità degli impianti esistenti in relazione visiva e le aree del bacino visivo dell'impianto in progetto);
- criterio 2: ha ad oggetto la valutazione dell'entità del peggioramento delle condizioni di impatto visuale associato alla presenza di impianti eolici all'interno del bacino visivo conseguente all'introduzione delle opere in progetto (intersezione logica tra il bacino visivo dell'impianto in progetto e il bacino visivo degli impianti esistenti in relazione di visibilità).

Il bacino visivo va quindi valutato, oltre che per l'impianto in progetto, per tutti gli impianti esistenti capaci di esplicitare fenomeni visivi cumulativi con quello in esame; a tal fine, il primo passo è definire la porzione di territorio in cui ciascun impianto esistente potrebbe risultare visibile, ossia il limite del bacino visivo potenziale.

I documenti principali a cui ci si è riferiti per la definizione dell'ampiezza teorica del bacino visivo, citati in ordine cronologico, sono due: le linee guida MIBACT del 2007 (*Linee guida per l'inserimento paesaggistico degli impianti eolici*)¹ e le più recenti Linee Guida regionali del 2015 (*Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna*)².

I criteri per definire il bacino di visibilità enunciati nei suddetti documenti sono molto differenti tra loro:

- il primo è legato alla capacità di risoluzione dell'occhio umano, il cui limite fisiologico consente di stabilire la distanza massima alla quale è opportuno spingere le analisi di visibilità dell'opera (MIBACT, 2007);
- il secondo pone l'ampiezza dell'area di studio in relazione di proporzionalità diretta con l'altezza degli aerogeneratori (RAS, 2015); per le analisi sulla visibilità, vengono forniti criteri di correlazione empirica tra i parametri dimensionali dell'aerogeneratore (segnatamente l'altezza al mozzo) e l'ampiezza dell'area di studio, secondo lo schema concettuale riportato in Figura 1.1.

Zona di influenza visiva di un impianto eolico, distanze da considerare.

(elaborazione di S.Guarini, Politecnico di Torino, basata su Newcastle University, 2002).

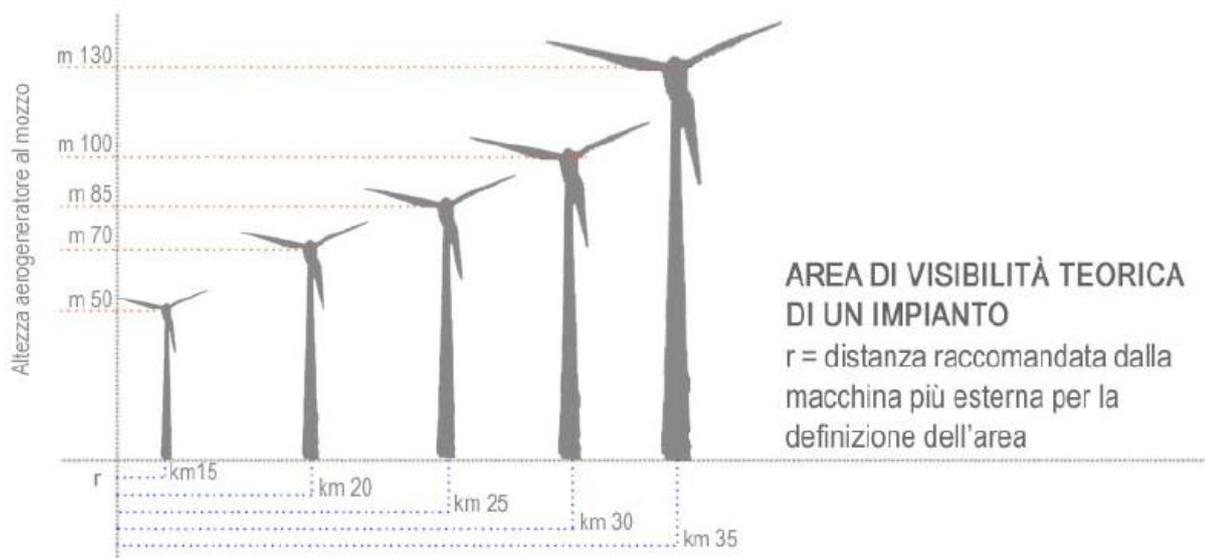


Figura 1.1 - Correlazione tra altezza al mozzo dell'aerogeneratore e ampiezza dell'area di studio secondo le linee guida RAS in accordo alle linee guida Regione Piemonte (Fonte: "Linee guida per l'analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico-

¹ "Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica"

² Queste richiamano sul tema i risultati di uno studio della University of Newcastle "Visual Assessment of Windfarms Best Practice". Scottish Natural Heritage Commissioned Report (F01AA303A, 2002)

La differenza sostanziale tra gli approcci citati è la distinzione del criterio discriminante; infatti, se le linee guida RAS indicano come parametro fondamentale per la visibilità l'elemento verticale, concentrandosi sull'altezza degli aerogeneratori, le linee guida MIBACT attribuiscono maggiore importanza alla fisiologia della visione e considerano come criterio dirimente la capacità visiva dell'occhio. Nel documento MIBACT, infatti, l'ambito di influenza visiva è chiaramente esplicitato e suggerito in funzione del criterio citato: *“Il potere risolutivo dell'occhio umano ad una distanza di 20 km, pari ad un arco di 1 minuto (1/60 di grado), è di circa 5,8 m, il che significa che sono visibili oggetti delle dimensioni maggiori di circa 6 m. Considerato che il diametro in corrispondenza della navicella generalmente non supera i 3 m, si può ritenere che a 20km l'aerogeneratore abbia una scarsa visibilità ad occhio nudo e conseguentemente che l'impatto visivo prodotto sia sensibilmente ridotto.”*

Per le finalità del presente documento, l'ampiezza dell'area di studio su cui individuare l'effettivo bacino visivo delle opere in progetto è stata definita adottando un approccio sincretico rispetto alle posizioni teoriche appena illustrate, ispirato al principio di precauzione: con questa logica il limite dell'area di studio (ossia del bacino visivo potenziale) è stato esteso sino ai 35 km di distanza dagli aerogeneratori periferici del parco eolico in progetto mentre il limite di fisiologica percezione visiva, riconosciuto pari a 20 km dalle LL.GG. MIBACT, può prudenzialmente considerarsi esteso a 25 km dagli aerogeneratori più esterni.

Riguardo agli impianti esistenti le attività da compiere per giungere ad una valutazione quantitativa degli impatti cumulativi seguono lo stesso approccio metodologico; va notato, peraltro, come gli aerogeneratori esistenti nell'ambito territoriale di interesse appartengano ad un'altra generazione, presentando tratti dimensionali significativamente ridotti rispetto a quelli del progetto in esame. Pertanto, appare cautelativo, oltre che adeguato al criterio fisiologico proposto dal MIBACT, spingere sino ai 20 km le analisi di visibilità per gli impianti esistenti.

L'individuazione degli impianti oggi in esercizio in grado di esercitare effetti cumulativi rispetto all'impianto in progetto sarà effettuata quindi in funzione della sovrapposizione geografica tra il bacino visivo di ampiezza 25 km per l'impianto proposto e i bacini visivi di ampiezza 20 km per gli impianti esistenti: ove questa si verifichi l'impianto esistente si riterrà capace di produrre effetti cumulativi sia rispetto al *criterio 1* che al *criterio 2*.

Secondo tali assunti risultano in relazione visiva con l'impianto in progetto vari impianti eolici; questi sono stati, per motivi geografici di prossimità spaziale, raggruppati in 6 cluster, come indicato in Tabella 1.1:

Tabella 1.1 – Impianti capaci di produrre effetti visivi cumulativi

Comuni	Cluster	Altezza <i>tip</i> [m]
Sassari	Cluster 1	125
Nulvi, Tergu	Cluster 2	95
Sedini		125
Nulvi, Ploaghe	Cluster 3	95
Florinas	Cluster 4	125
Bonorva	Cluster 5	125
Tula, Erula	Cluster 6	125

Un'ulteriore censimento riguardante gli impianti simili capaci di esplicare effetti cumulativi si riferisce alla ricognizione degli impianti minieolici presenti nel portale GSE "Atlaimpanti" entro l'areale di massima attenzione del progetto (10.3 km): la ricognizione ha evidenziato la presenza di 29 aerogeneratori (4 dei quali sono erroneamente ubicati entro il tessuto urbano dei centri di Ittiri, Ploaghe e Codrongianos) la cui altezza al *tip* è stata stimata in circa 40m dal piano di campagna. Gli effetti visivi, in coerenza con il criterio che ha imposto di spingere sino ai 35km dall'impianto in progetto il limite dell'area di influenza visiva potenziale, saranno quindi considerati entro l'areale compreso nei 7km da ciascun elemento; tale limite è stato stimato utilizzando il medesimo fattore di proporzionalità che lega altezza degli aerogeneratori e ampiezza del bacino visivo per il progetto in esame.

1.2.2 Criterio 1: estensione delle aree esposte a fenomeni di visibilità degli impianti eolici

Considerato che, secondo le assunzioni compiute, vari altri impianti sono visibili nei territori entro i 35 km dall'impianto, le analisi ispirate al *criterio 1* hanno come obiettivo quantificare di quanto si incrementino le aree potenzialmente esposte alla visibilità degli impianti eolici: si cercherà dunque di misurare i nuovi territori sottoposti alla visione di aerogeneratori in funzione dell'inserimento delle opere in progetto. Ciò equivale, schematicamente a considerare l'unione logica tra le aree di visibilità di tutti gli impianti esistenti in relazione visiva con le aree ricadenti entro l'area di studio dell'impianto in progetto.

Operativamente, attraverso analisi di *viewshed*, si è calcolato il bacino visivo di ogni impianto, giungendo alla somma delle condizioni di intervisibilità dovute ai vari impianti esistenti (anche gli impianti minieolici); a tali aree sono poi state aggiunte le aree esposte alla visibilità delle opere in progetto.

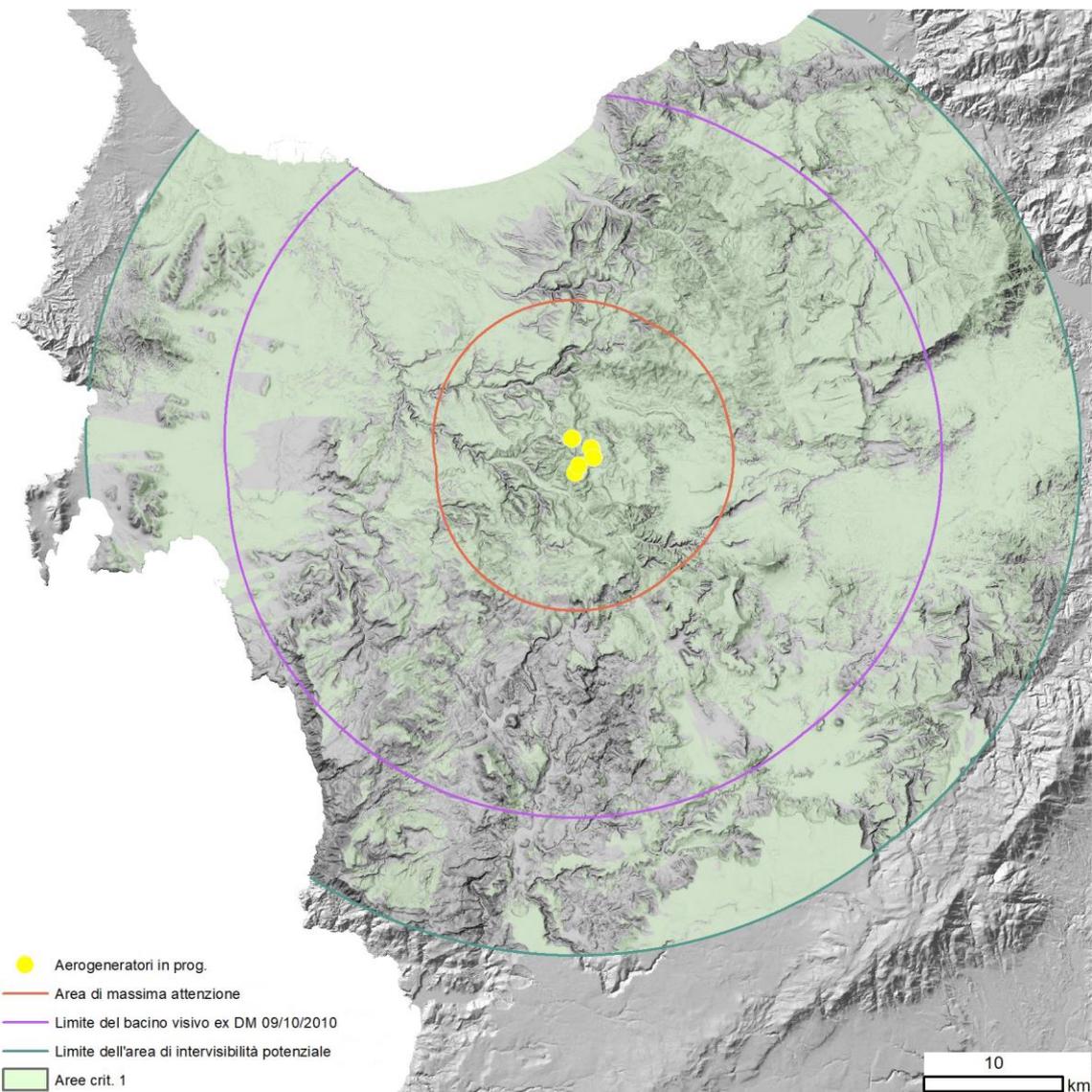


Figura 1.2 – Aree in cui si verificano fenomeni di intervisibilità legati all’impianto in progetto, agli altri impianti eolici in relazione visiva o ad entrambi

La prima considerazione che emerge dalle analisi condotte è che le aree in cui i fenomeni visivi sono ad oggi più intensi in rapporto agli impianti esistenti si trovano nelle porzioni periferiche del bacino visivo delle opere in progetto, in particolare nella regione dell’Anglona, lungo i rilievi del Monte Sassu. Il numero massimo di aerogeneratori teoricamente visibili è pari a 204 ma le aree da cui sono visibili più di 180 aerogeneratori si trovano ai confini del bacino visivo, a circa 32km dall’impianto in progetto; l’inserimento degli ulteriori 5 aerogeneratori proposti innalza dunque a 209 il numero massimo di aerogeneratori visibili nelle medesime aree. La Tabella 1.2 mostra l’incremento areale delle aree di visibilità in tutta l’area entro i 35 km dall’impianto mentre la Tabella 1.3 riporta lo stesso risultato in percentuale.

Tabella 1.2 - Variazioni nell'estensione delle classi di intervisibilità teorica entro i 35 km dall'impianto in progetto

Classe intervisibilità	Area "ex ante" [km ²]	Area "ex post" [km ²]	Δ [km ²]
Zona di invisibilità	1596,4	1143,6	-452,9
Zona ad intervisibilità bassa: aerogen. visibili 25%	1383,4	1832,1	448,7
Zona ad intervisibilità media: aerogen. visibili 50%	383,4	392,0	8,6
Zona ad intervisibilità alta: aerogen. visibili 75%	81,5	77,0	-4,5
Zona ad intervisibilità molto alta: aerogen. visibili >75%	20,6	19,7	-0,9

Tabella 1.3 - Variazioni nell'estensione percentuale delle classi di intervisibilità teorica entro i 35 km dall'impianto in progetto

Classe intervisibilità	Percentuale "ex ante"	Percentuale "ex post"	Δ [%]
Zona di invisibilità	46,07	33,00	-13,07
Zona ad intervisibilità bassa: aerogen. visibili 25%	39,92	52,87	12,95
Zona ad intervisibilità media: aerogen. visibili 50%	11,07	11,31	0,25
Zona ad intervisibilità alta: aerogen. visibili 75%	2,35	2,22	-0,13
Zona ad intervisibilità molto alta: aerogen. visibili >75%	0,59	0,57	-0,03

Il risultato generale vede un incremento delle aree interessate dalla visione di aerogeneratori pari al 13% circa; peraltro, tale incremento è sostanzialmente costituito da zone ad intervisibilità bassa, aree in cui gli aerogeneratori visibili sono in proporzione inferiore al 25% del totale considerato. In un contesto di studio già oggi sottoposto all'influenza visiva degli impianti eolici, pertanto, quantunque l'inserimento dell'impianto in progetto produca inevitabilmente un effetto visivo sinergico, d'altro canto dal punto di vista qualitativo le "nuove" pressioni introdotte si traducono in un incremento delle zone di intervisibilità contraddistinte da minori criticità (ossia quella ad intervisibilità bassa o nulla).

1.2.3 Criterio 2: peggioramento delle condizioni di visibilità nell'area di studio

Le analisi ispirate al *criterio 2* concentrano l'attenzione sul bacino visivo dell'impianto in progetto (aree entro i 35 km dai proposti aerogeneratori soggette alla visione dell'impianto), ragionando su quali aree siano ad oggi già soggette alla visione di impianti eolici esistenti e come tale situazione vari con l'inserimento delle opere in progetto.

A tal fine, attraverso analisi di *viewshed*, si è calcolata l'intervisibilità teorica di ogni impianto, pervenendo successivamente alla somma delle condizioni di intervisibilità dovute ai vari impianti esistenti. Sono state poi estratte le aree di sovrapposizione con il bacino visivo delle sole opere in progetto (intersezione logica il bacino visivo dell'impianto in progetto e il bacino visivo di tutti gli impianti esistenti in relazione di visibilità con esso).

Il risultato è rappresentato nella Figura 1.3.

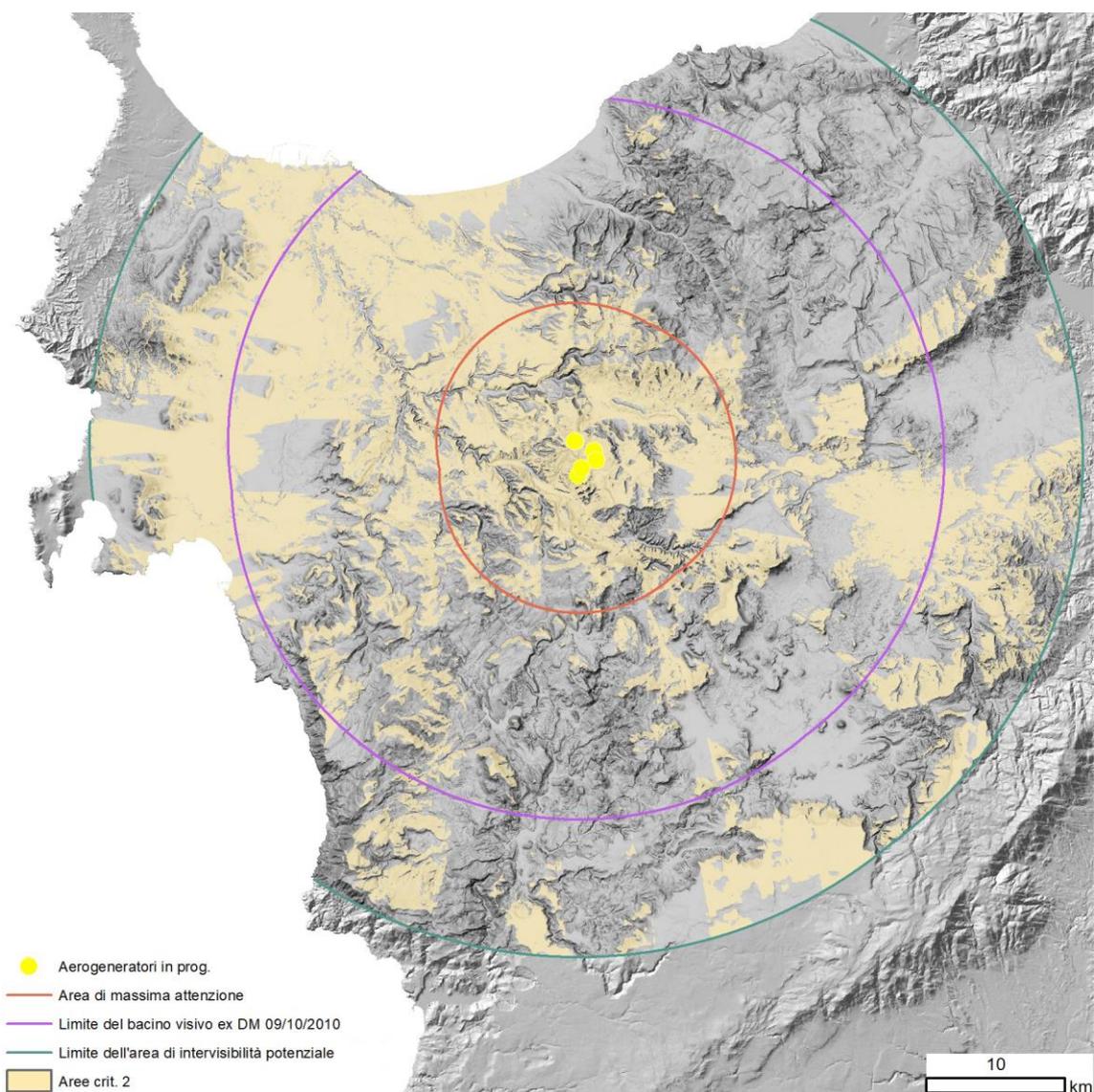


Figura 1.3 – Aree in cui si verificano contemporaneamente fenomeni di intervisibilità legati all'impianto in progetto e agli impianti eolici esistenti in relazione visiva

La Tabella 1.4 mostra la variazione areale delle classi di intervisibilità nel bacino visivo dell'impianto mentre la Tabella 1.5 riporta lo stesso risultato in percentuale.

Tabella 1.4 - Variazioni nell'estensione delle classi di intervisibilità teorica entro il bacino visivo dell'impianto in progetto (si noti che le aree di invisibilità non sono state considerate per l'ipotesi di lavorare entro il bacino di visibilità delle opere in progetto)

Classe intervisibilità	Area "ex ante" [km ²]	Area "ex post" [km ²]	Δ [km ²]
Zona di invisibilità	452,1	0,0	-452,1
Zona ad intervisibilità bassa: aerogen. visibili 25%	579,8	1027,1	447,3
Zona ad intervisibilità media: aerogen. visibili 50%	101,1	105,9	4,8
Zona ad intervisibilità alta: aerogen. visibili 75%	15,6	15,7	0,0
Zona ad intervisibilità molto alta: aerogen. visibili >75%	10,2	10,2	0,0

Tabella 1.5 - Variazioni nell'estensione percentuale delle classi di intervisibilità teorica entro il bacino visivo dell'impianto in progetto (si noti che le aree di invisibilità non sono state considerate per l'ipotesi di lavorare entro il bacino di visibilità delle opere in progetto)

Classe intervisibilità	Percentuale "ex ante"	Percentuale "ex post"	Δ
Zona di invisibilità	39,01	0,00	-39,01
Zona ad intervisibilità bassa: aerogen. visibili 25%	50,04	88,63	38,60
Zona ad intervisibilità media: aerogen. visibili 50%	8,72	9,14	0,41
Zona ad intervisibilità alta: aerogen. visibili 75%	1,35	1,35	0,00
Zona ad intervisibilità molto alta: aerogen. visibili >75%	0,88	0,88	0,00

L'inserimento del progetto produce una perdita del 39% nelle aree di invisibilità, comprese strettamente entro le aree in cui l'impianto risulta visibile; peraltro, il progetto produrrà un incremento unicamente nella classe delle aree interessate da fenomeni di intervisibilità bassa, ovvero inferiore al 25% degli aerogeneratori visibili, mentre restano praticamente invariate le estensioni spaziali delle altre classi di intervisibilità.

1.3 Analisi percettiva dei fenomeni cumulativi di impatto visivo: l'indice di co-visibilità statica

1.3.1 *Inquadramento metodologico*

Il punto di partenza del ragionamento per la valutazione del fenomeno degli impatti percettivi cumulativi è fornito dalle Linee Guida MIBACT, che indicano sostanzialmente una loro classificazione, relativamente alla componente visuale, articolata secondo due categorie interpretative, si parla infatti di:

- effetti statici (detti di co-visibilità), che si verificano quando l'osservatore può cogliere più impianti da uno stesso punto di visuale;
- effetti dinamici (detti sequenziali), che si verificano quando l'osservatore deve muoversi in un altro punto del territorio per cogliere i diversi impianti.

Si è in questa sede inteso approfondire gli effetti statici, di co-visibilità, dato che per il particolare assetto morfo-strutturale dell'area di studio, il campo di visibilità dell'impianto in progetto è fortemente frammentato in aree spesso di difficile accessibilità e lontane dalla comune fruizione.

Le Linee Guida MIBACT, inoltre, suddividono la co-visibilità in due grandi classi a seconda che il fenomeno visivo di percezione cumulativa abbia, ragionando per un osservatore fermo in una posizione ben precisa, connotati legati alla staticità o dinamicità del campo visivo. Si parla così di:

- co-visibilità in combinazione, quando diversi impianti sono simultaneamente compresi nel campo di visione dell'osservatore;
- co-visibilità in successione, quando l'osservatore deve effettuare dei movimenti del capo per spostare il suo campo visivo in modo da inquadrare i diversi impianti.

Ai fini di una valutazione dell'impatto sulla percezione visiva umana appare più interessante ragionare sulla prima tipologia, quella cioè in cui tutti gli impianti possono, potenzialmente, essere compresi nel campo visivo dell'osservatore senza che questo debba spostare lo sguardo per coglierli tutti. È infatti l'assenza di volontarietà a definire nel modo più completo l'impatto, termine che contiene in sé l'accezione di qualcosa di subito in cui non trova spazio la volontarietà del soggetto. In altre parole, dato che non avrebbe senso parlare di un "impatto volontario", quale sarebbe quello dovuto ad un osservatore che sposta lo sguardo per cogliere tutti gli aerogeneratori, si sceglie in questa sede di studiare la co-visibilità in combinazione come il peggior caso possibile nel ventaglio degli effetti cumulativi di percezione visiva su un osservatore non in movimento.

1.3.2 L'indice di co-visibilità statica

Ricordando che l'ampiezza dell'area di studio su cui individuare l'effettivo bacino visivo delle opere in progetto è stata spinta sino ai 35 km di distanza dagli aerogeneratori periferici e che il limite di fisiologica percezione visiva, riconosciuto pari a 20 km dalle LL.GG. MIBACT, è stato prudenzialmente esteso a 25 km dagli aerogeneratori più esterni, entro gli areali compresi tra i 25 e i 35 km di distanza dall'impianto (scelti per essere aderenti al solo criterio di delimitazione del bacino visivo proposto dalle Linee Guida Paesaggi Industriali RAS) gli effetti percettivi possono considerarsi fortemente attenuati secondo le Linee Guida MIBAC, e saranno condizionati da particolari situazioni contingenti di visibilità (ora del giorno, posizione del sole, limpidezza dell'aria, etc.).

Per le predette finalità di analisi, pertanto, le valutazioni saranno spinte fino ai 25 km dall'impianto in progetto, ove si verificano sovrapposizioni con i bacini visivi degli altri impianti esistenti.

Trattandosi di un campo di analisi estremamente complesso, alcune assunzioni di base consentono di definire la metodologia di valutazione capace di guidare l'analisi percettiva dei fenomeni visivi cumulativi.

In primo luogo, si assume che l'impianto in progetto, per produrre un incremento dell'impatto percettivo, **debba essere riconoscibile e non mascherato dagli altri impianti esistenti**. Si possono definire due situazioni di interferenza: l'osservatore ha l'impianto in progetto in primo piano e gli aerogeneratori esistenti sullo sfondo, oppure l'osservatore ha in primo piano l'esistente e l'impianto in progetto si trova al di là. Nel primo caso la discriminante è la distanza: se questa è contenuta saranno preponderanti gli impatti relativi al solo impianto, più che al totale degli effetti con l'esistente; viceversa, se la distanza è sufficientemente elevata per non dare il risalto appena descritto al progetto, allora quest'ultimo si "perderebbe" all'interno del totale dell'esistente, fondendosi percettivamente con esso.

Il secondo assunto riguarda il **rapporto tra l'angolo di visione e l'ampiezza del campo visivo umano**; per le ipotesi fatte si riterranno impattate solo le porzioni di territorio in cui l'angolo visivo totale non superi l'ampiezza del campo visivo umano denominato "periferico vicino" (Figura 1.4). Si escluderanno le porzioni denominate "periferico lontano" per il fatto che i due impianti sottoposti ad analisi di co-visibilità, sebbene teoricamente visibili, in quel caso si troverebbero in una posizione tale da produrre una minima "consapevolezza visiva" della loro presenza, come nel caso di oggetti di cui si percepisce la presenza solo con "la coda dell'occhio" ma che impongono una rotazione del capo per una loro maggiore focalizzazione e visione vera e propria. Ciò sposterebbe il problema nel campo della co-visibilità in successione che si è scelto di non indagare.

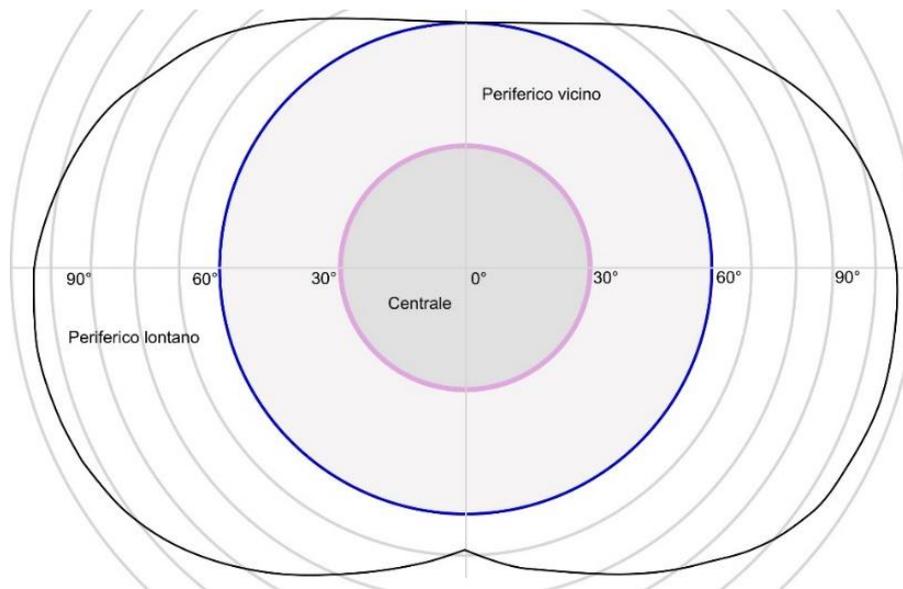


Figura 1.4 – Rappresentazione schematica dell'ampiezza del campo visivo umano

Altra importante considerazione - che discende dalle assunzioni fatte per la definizione dell'estensione del campo visivo - riguarda la **distanza** alla quale spingere le analisi relative alla visione simultanea dell'impianto in progetto e degli impianti simili capaci di produrre impatti visivi cumulativi. Poiché si possa parlare di tali impatti la visione dell'impianto in progetto e degli altri impianti deve essere chiara e non sfumata o attenuata dalla elevata distanza o dalle condizioni meteo. Il punto di partenza è che, ex DM 10/09/2010, il concetto di bacino visivo deve incorporare, oltre l'intervisibilità teorica, quello di "chiara visibilità"; in accordo alle assunzioni precedentemente espresse tale limite sarà di 25km per l'impianto in progetto e 20km per gli impianti esistenti, in ragione delle loro differenti caratteristiche dimensionali.

Per la definizione operativa e per la successiva modellizzazione dei tre assunti enunciati, è stato necessario ragionare iterativamente sulle coppie formate dall'impianto in progetto e via via ciascun cluster di aerogeneratori esistenti capace di produrre effetti percettivi cumulativi, associando a ciascuna coppia un segmento definito "quinta visuale" (Figura 1.5).

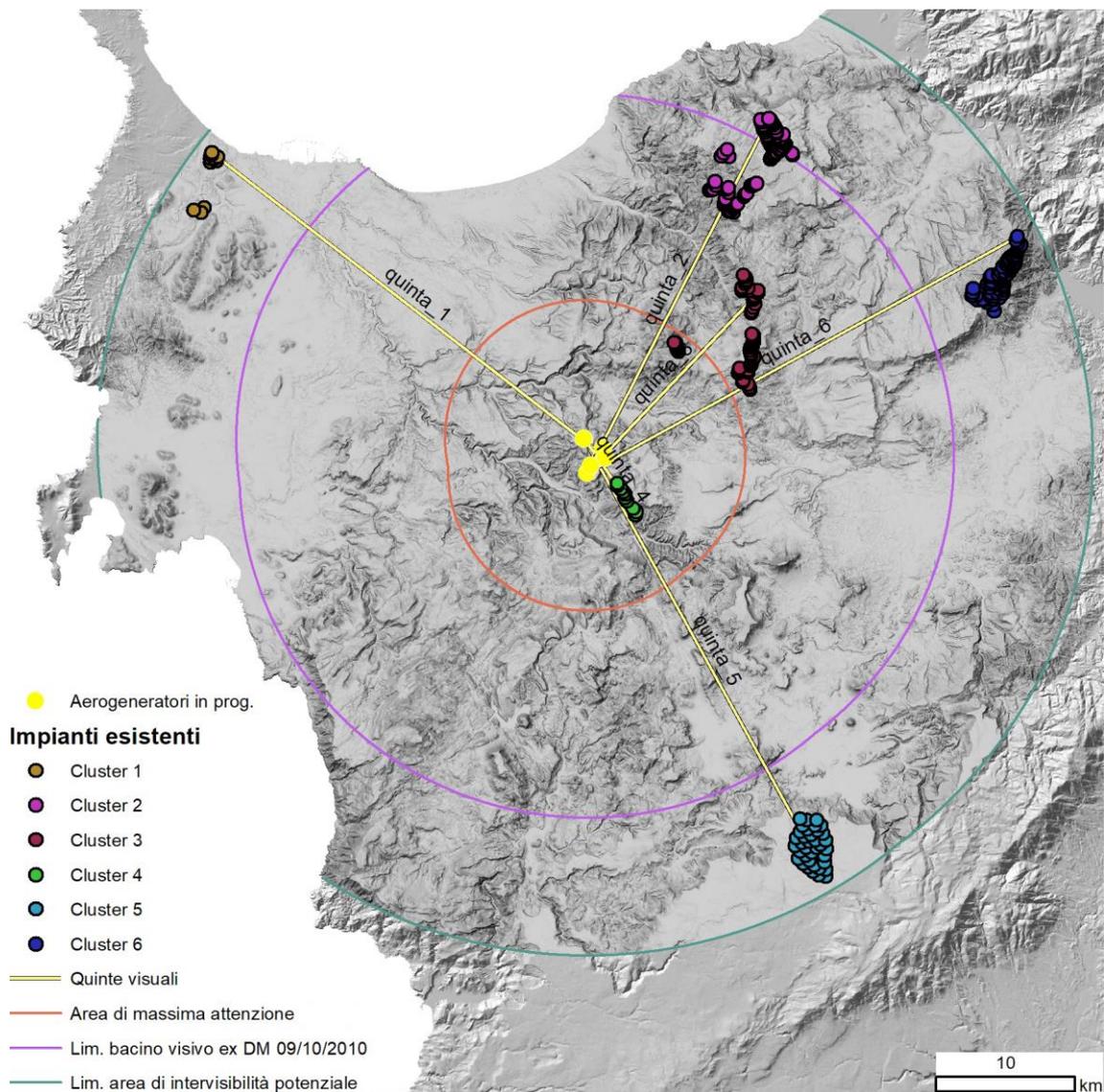


Figura 1.5 – Rappresentazione delle quinte visuali e dei cluster degli impianti esistenti

Operativamente i tre assunti si traducono in altrettanti criteri geografici di esclusione, oltre quello dell'appartenenza delle aree alle zone di intervisibilità dell'impianto in progetto:

- il primo assunto produce l'esclusione di tutte le porzioni di territorio in cui gli impianti sono visti in "sovrapposizione",
- il secondo l'esclusione di quelle in cui l'angolo visuale che sottende la quinta visiva è superiore ai 120° (dimensione media del campo visivo periferico vicino statico azimutale umano)
- il terzo impone che gli ipotetici osservatori si trovino ad una distanza simultaneamente inferiore ai 25km dall'estremo della quinta visiva corrispondente all'impianto in progetto e 20km dall'estremo della quinta visiva corrispondente al singolo cluster via via considerato.

Relativamente agli impianti di cui alla Tabella 1.1 e alla Figura 1.5, applicando i tre criteri di esclusione appena elencati, si verifica che per 3 dei 6 cluster (cluster 1 ricomprensente gli impianti nel Comune di Sassari; cluster 5 ricomprensente gli impianti nel Comune di Bonorva ; cluster 6 ricomprensente gli impianti nei comuni di Tula Erula) non risultano aree di visibilità dell'impianto in progetto residue: l'applicazione dei tre criteri produce un insieme vuoto (non ci sono aree che non risultino escluse per almeno uno dei criteri) e non saranno quindi considerati capaci di produrre effetti cumulativi secondo gli assunti descritti in precedenza.

Le analisi si sono quindi concentrate sui restanti tre cluster: cluster 2 ricomprensente gli impianti nei comuni di Nulvi, Tergu e Sedini, cluster 3 ricomprensente gli impianti nei comuni di Nulvi e Ploaghe, cluster 4 ricomprensente gli impianti nel Comune di Florinas (Figura 1.5).

Per riuscire a descrivere i fenomeni percettivi visivi cumulativi legati alla realizzazione dell'impianto in esame, ragionando sul contesto relazionale costituito, dall'impianto in progetto e dagli impianti eolici esistenti schematizzati in cluster così come indicato in Tabella 1.1, è stato elaborato un indice sintetico (indice di co-visibilità statica - ICS) che si basa sul principio operativo secondo il quale l'impatto percettivo cumulativo consiste in una sorta di processo di "saturazione" del campo visivo conseguente alla realizzazione dell'impianto in progetto in relazione agli impianti esistenti. Tale indice sarà calcolato per ciascuna delle 5 quinte visive individuate.

Al fine di descrivere compiutamente il percorso operativo e le grandezze analizzate per il calcolo dell'indice di co-visibilità statica (ICS), è necessario definire alcuni assunti di base.

Per la singola quinta visuale sono state valutate due grandezze che, moltiplicate, costituiscono il nucleo dell'indice di co-visibilità statica (ICS): gli angoli di visione della quinta e un coefficiente di posizione individuato attraverso il rapporto tra le distanze della generica posizione dell'osservatore dagli estremi delle quinte (vedi Figura 1.6), entrambi valutati attraverso opportuni algoritmi di analisi *raster*, per ciascun punto del territorio in esame.

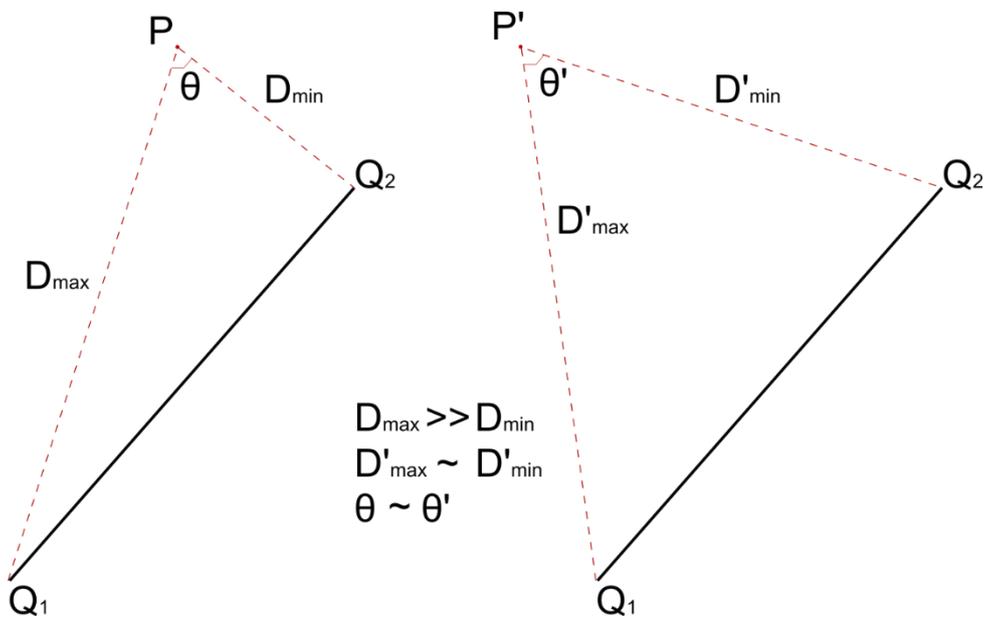


Figura 1.6 - Schema esplicativo delle grandezze componenti l'indice di co-visibilità statica per due osservatori differenti posti in posizione P e P'.

La Figura 1.6 mostra quale sia il significato del coefficiente di posizione: le due situazioni illustrano la medesima quinta visuale e l'angolo di visione che la sottende per due osservatori in posizione differente. A parità di angolo di visione, il rapporto tra le distanze consente di tenere conto della diversa posizione, più o meno defilata rispetto alla suddetta quinta, e il prodotto delle due grandezze enfatizza ancora di più i casi in cui l'osservatore è maggiormente esposto all'impatto cumulativo (frontalmente secondo gli assunti seguiti). Il prodotto è stato calcolato per ogni punto del bacino visivo dell'impianto in progetto secondo la relazione:

$$ICS = \left(\frac{D_{min}}{D_{max}} \cdot \theta \right)$$

Le grandezze in gioco per la quinta visuale e per ciascuna posizione dell'osservatore, intesa come la cella di un raster con passo 10m, sono:

- D_{min} = distanza dal più vicino degli estremi della quinta visuale
- D_{max} = distanza dal più lontano degli estremi della quinta visuale
- θ = angolo visuale che sottende la quinta.

Il calcolo dell'indice per i 3 cluster mostra come gli effetti visivi principali si esplicano lungo l'asse perpendicolare alla quinta visuale. Tale risultato è perfettamente in linea con le caratteristiche del fenomeno che è stato considerato: direttamente proporzionale all'angolo visuale che sottende la quinta e tanto maggiore quanto più

l'osservatore si trova in posizione "sfavorevole" rispetto alla percezione dei due impianti, cioè in posizione tale per cui la sua linea visuale sia perpendicolare alla quinta. Muovendosi lungo la suddetta direzione l'impatto diminuisce con la distanza per l'effetto della diminuzione dell'angolo visuale che sottende la quinta; mantenendo questa inalterata invece e ipotizzando un movimento circolare dell'osservatore rispetto alla quinta visuale, il valore dell'indice decresce più rapidamente per l'effetto combinato della diminuzione dell'angolo e del coefficiente di posizione (decresce il numeratore e cresce il denominatore).

Nel caso dei rapporti di visione tra l'impianto in progetto e il cluster 2 ricomprendente gli impianti nei comuni di Nulvi, Tergu e Sedini (distanza dal sito di progetto di circa 25km), l'indice ICS mostra valori elevati in un'area di dimensioni molto ridotte, esterna ai centri abitati, in prossimità del Comune di Sennori.

Riguardo ai rapporti di visione tra l'impianto in progetto e il cluster 3, ricomprendente gli impianti posti nei comuni di Nulvi e Ploaghe ad una distanza di circa 15km dal sito di progetto, l'ICS mostra i valori peggiori in due areali disposti simmetricamente rispetto alla quinta visuale corrispondente. Il primo dei due areali si trova tra la periferia est di Sassari e il centro di Osilo e non interessa zone abitate, mentre il secondo interessa le aree ricomprese tra il centro di Ploaghe (parzialmente interessato) e la stazione Terna di Codrongianos.

Nel caso dei rapporti di visione tra l'impianto in progetto e il cluster 4 relativo all'impianto di Florinas (il più vicino, adiacente al sito di progetto), le aree in cui l'indice ICS assume i valori peggiori sono suddivise in due comparti prossimi alle aree di progetto: uno interessa le aree di Chizzoneddu e del Monte Radu, mentre l'altro interessa marginalmente il centro abitato di Florinas.

Gli areali che risultano interessati dai fenomeni di visione cumulativa presentano tra loro complesse sovrapposizioni ed è quindi lecito cercare una visione sinergica dei risultati ottenuti attraverso il calcolo dell'ICS per ciascuna quinta visuale; questa è stata ottenuta come somma degli indici ICS per ogni singola quinta visuale: gli areali relativi ai cluster 2, 3 e 4 si sovrappongono in una porzione di territorio compresa tra i centri di Sorso e Sennori e il centro di Ploaghe ove si situano gli effetti sinergici di entità media, alta e molto alta.

Si può quindi affermare che l'areale maggiormente esposto agli impatti cumulativi è quello appena identificato (Figura 1.7).

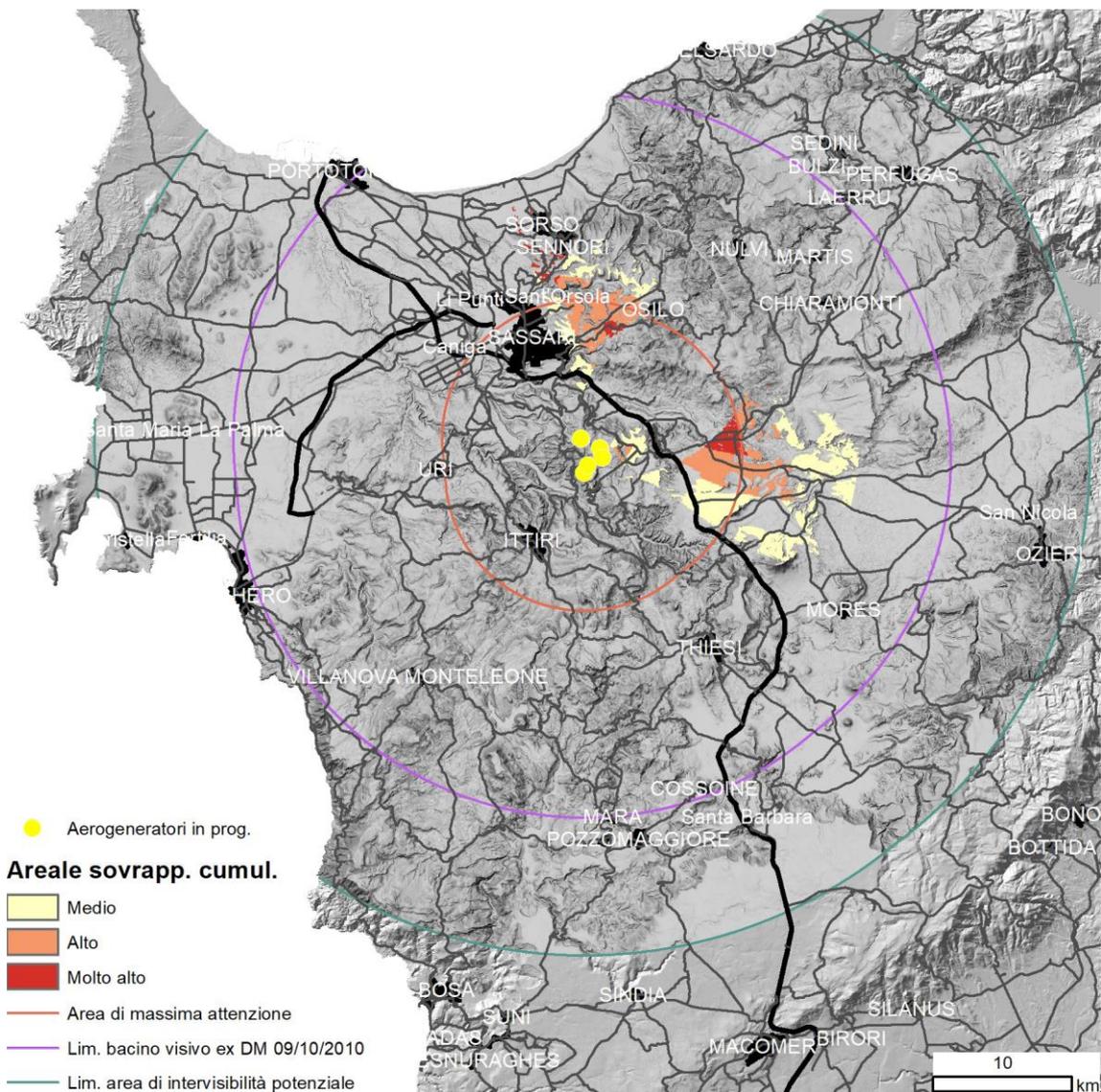


Figura 1.7 - Areale di sovrapposizione tra le aree esposte agli effetti di impatto cumulativo, sono evidenziate le aree con effetti sinergici di entità media, alta e molto alta

Va comunque ricordato che tutte le considerazioni effettuate hanno il difetto di non tener conto né degli effetti di attenuazione atmosferica né delle condizioni di visibilità locali, e risultano pertanto fortemente cautelative.