

00	05/10/21	Taormina C	Scarpulla	Alberti	Prima Emissione
REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE	



## PARCO EOLICO OFFSHORE DA 384MW SITUATO NEL GOLFO DI GELA

Definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale

UBICAZIONE

### Golfo di Gela

*Zona d'interesse a terra: Vittoria, Acate,  
Comiso, Chiaramonte Gulfi*

ELABORATO

### RELAZIONE IMPATTO VISIVO

IL PROGETTISTA

*Ing. Alessandro Scarpulla*

I COLLABORATORI

*Ing. Claudio Taormina*

*Ing. Carmelo Antinoro*

*Geol. Angelo Taormina*

*Dott. Vincenzo Scafidi*

*Dott. Fabrizio Castellese*



Apollo Wind S.r.l.  
Via Enzo ed Elvira Sellerio, n. 27  
90141 Palermo  
P.IVA: 06994730825



SCALA

1:XXXX

FORMATO

A4

FOGLIO

1 di 13

007

DEFSIA

R

RELIMP

A

00

NUMERO DOC.  
DEPOSITATO

PROCEDURA

TIPOLOGIA

NUM. DOC.  
DEPOSITATO

PRIVACY  
DOC.

ORDINALE  
PRESENTAZ.



## RELAZIONE IMPATTO VISIVO

## Sommario

1. Considerazioni generali .....	3
2. Analisi visibilità dell'opera .....	3
3. Determinazione della massima distanza visibile .....	3
3.1. Valutazione sintetica dell'impatto visivo.....	5
3.2. Correzione alla massima distanza teorica di visibilità in base alle caratteristiche fisiche del mezzo.....	8
3.3. Comportamento del campo visivo dell'occhio umano.....	10
3.3.1. Il campo visivo orizzontale.....	10
3.3.2. Il campo visivo verticale .....	11
3.3.3. La visibilità basata sul campo visivo orizzontale.....	12
3.3.4. La visibilità basata sul campo visivo verticale.....	12

## 1. Considerazioni generali

La presente relazione si prefigge di valutare l'impatto visivo del progetto all'interno del contesto esistente.

Le strutture offshore del progetto che potrebbero comportare un impatto sul paesaggio sono rappresentate dagli aerogeneratori e dalla sottostazione elettrica offshore (FOSS); la seconda, essendo di dimensioni più contenute non sarà oggetto di analisi.

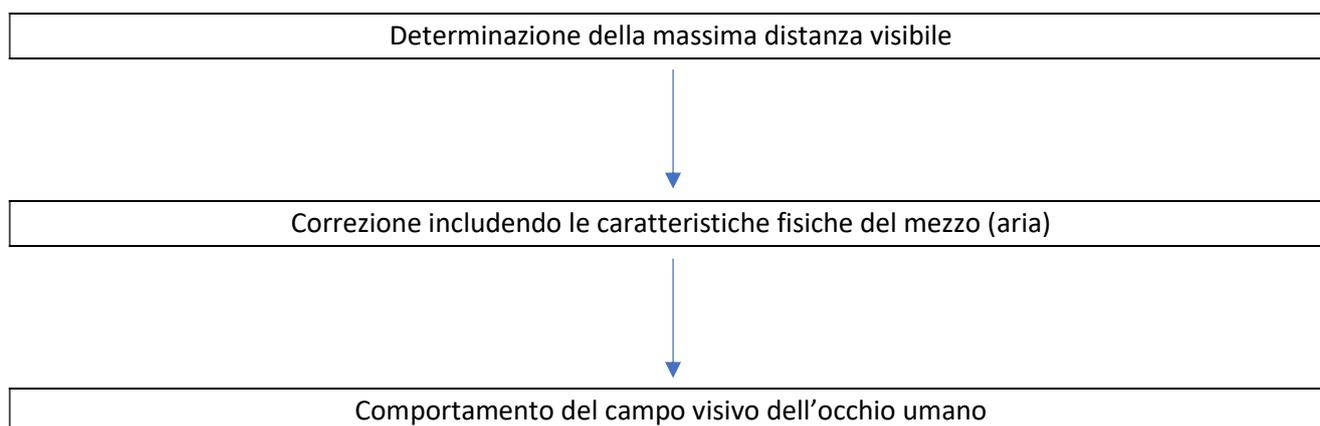
Il sito scelto presenta delle caratteristiche atte a ridurre l'impatto visivo; anzitutto è stato posto a una distanza tra i 13 e i 25 km dalla linea di costa proprio in funzione di una mitigazione visiva dalla costa di Gela.

L'impianto consta di 32 aerogeneratori da 12 MW cadauno, di altezza pari a circa 260 m (punto più alto), aventi un diametro del rotore di 220 m e posti a una distanza minima di 2000 m tra loro.

A completamento della presente relazione, è stato realizzato un elaborato grafico che illustra i punti di visibilità parziale, completa o nulla non tenendo conto però degli ulteriori effetti descritti nella presente relazione.

## 2. Analisi visibilità dell'opera

Verrà effettuata un'analisi a livelli in cui verrà determinata la massima distanza visibile e dove poi sarà applicato un fattore correttivo che tiene conto delle condizioni di umidità dell'aria nel punto di osservazione, infine verrà valutato il comportamento del campo visivo inerente all'occhio umano:



## 3. Determinazione della massima distanza visibile

Per determinare la massima distanza in cui è visibile un oggetto si farà riferimento al metodo illustrato nelle carte nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina. Tale metodo è utilizzato per capire la massima distanza alla quale un faro può essere avvistato da una barca sulla linea dell'orizzonte.

Tali considerazioni sono di carattere geometrico e legano la distanza tra due punti alla sfericità del globo terrestre e a fenomeni di rifrazione atmosferica dovuti a un raggio luminoso tangente al punto di partenza che incontra il riferimento, nell'ipotesi di densità variabile con la quota.

La distanza massima per l'avvistamento di un oggetto viene definita Portata geografica (indicata con D) ed è data dalla relazione tra diverse componenti:

- elevazione dell'oggetto sul livello del mare (indicata con E);
- elevazione dell'osservatore (indicata con e).

Quindi la formula che mette in relazione i parametri descritti in precedenza è:

$$D = 2,04 * (\sqrt{E} + \sqrt{e})$$

La Portata geografica (D) così risultante è espressa in miglia marine.

L'altezza dell'oggetto sul livello del mare (E) e l'altezza dell'osservatore (e) sono espresse in metri.

Il coefficiente 2,04 è un fattore che tiene conto delle relazioni trigonometriche, dei fenomeni di rifrazione ottica atmosferica e della conversione da metri a miglia nautiche.

La formula presuppone l'assenza di ostacoli tra i due punti.

Nella seguente tabella sono riportate le massime distanze teoriche di visibilità in chilometri degli aerogeneratori, in relazione a diverse quote di un osservatore posto sulla costa e più in alto (fino a 100 m).

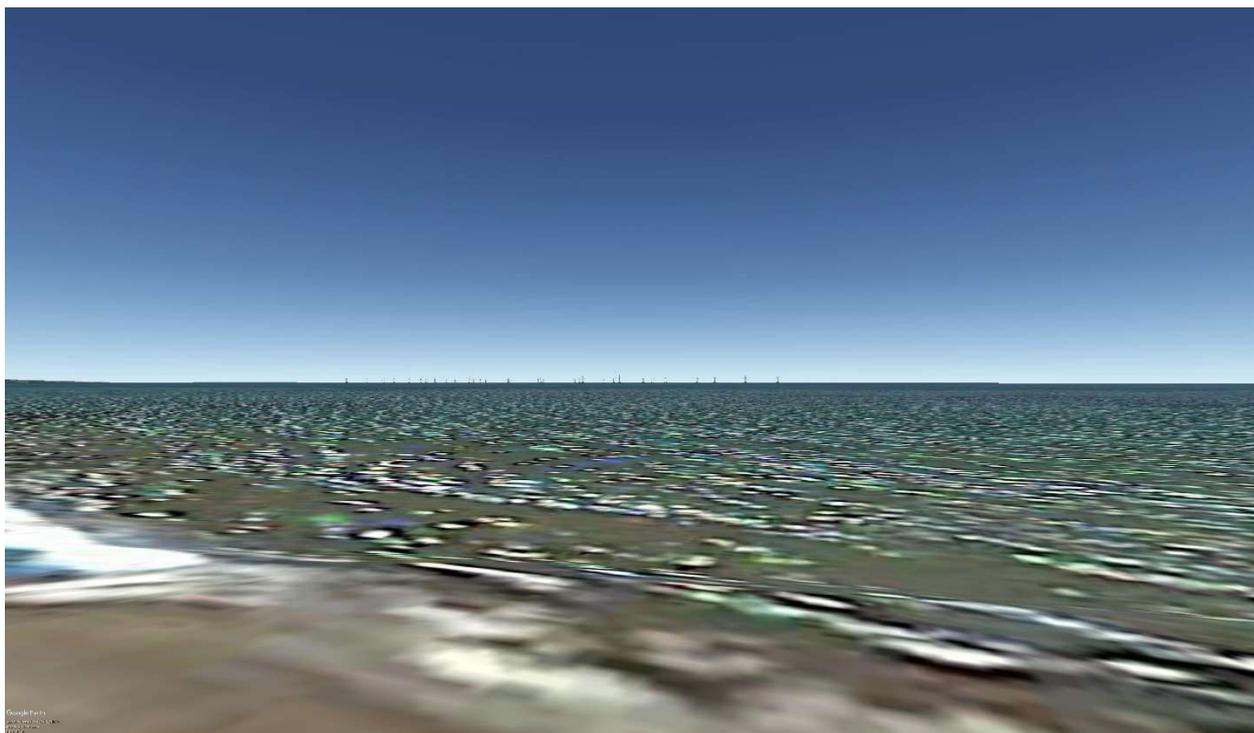
Altezza aerogeneratori (m)	Altezza osservatore (m)	Visibilità (miglia)	Visibilità (km)
260	0	32,89	60,92
260	10	39,35	72,87
260	20	42,02	77,82
260	30	44,07	81,61
260	40	45,80	84,81
260	50	47,32	87,63
260	60	48,70	90,18
260	70	49,96	92,53
260	80	51,14	94,71
260	90	52,25	96,76
260	100	53,29	98,70

Sulla base del calcolo della visibilità teorica, dunque, gli aerogeneratori sono visibili praticamente ad ogni altezza, poiché posti appunto tra i 13 e i 25 km dalla linea di costa.

### 3.1. Valutazione sintetica dell'impatto visivo

Una prima analisi dell'impatto visivo può essere fornita dal software Google Earth mediante l'utilizzo della funzione vista dal suolo, inserendo le pale eoliche tridimensionali nel sito.

In particolare nelle figure seguenti sono mostrati alcuni siti di interessi e il punto di vista a partire dagli stessi. Ovviamente il software non tiene conto degli effetti di umidità e del campo di visione dell'occhio umano che saranno invece illustrati nei capitoli a seguire.



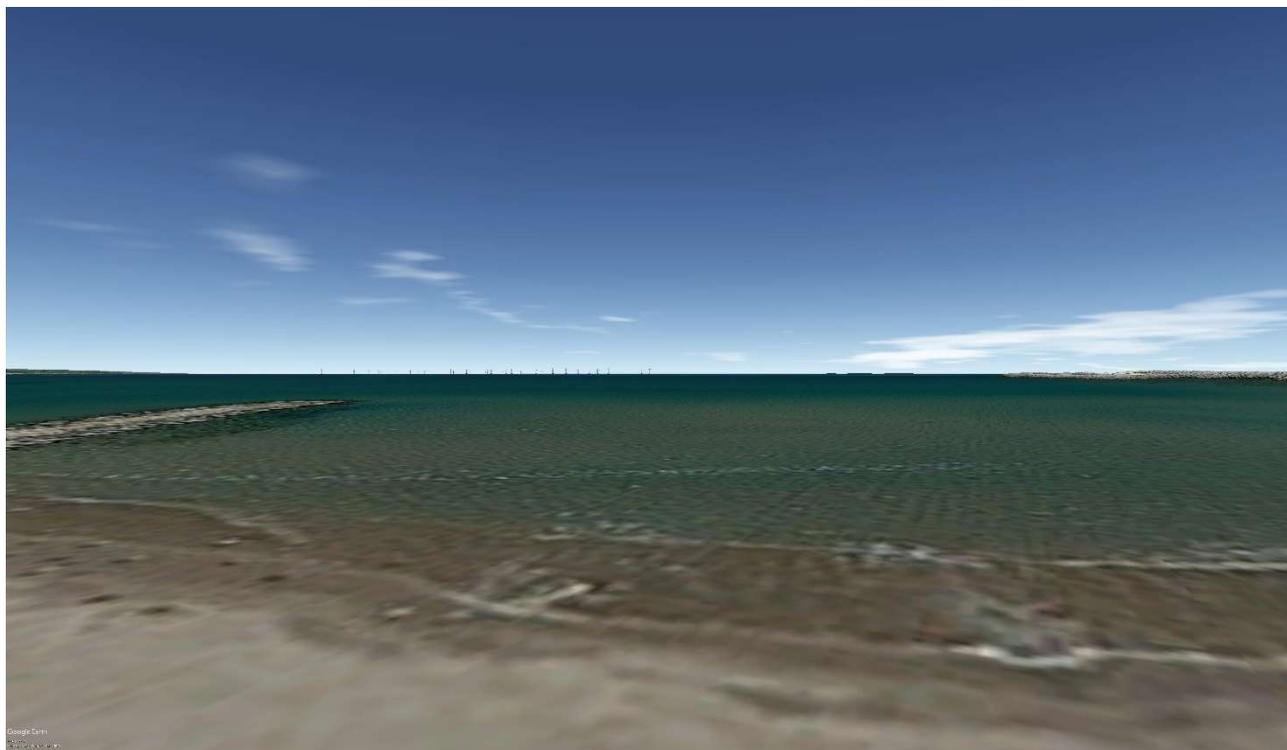
*Figura 1: Falconara (frazione di Butera nel libero consorzio comunale di Caltanissetta)*

Coordinate punto di vista: 37° 6'28,93"N 14° 3'2,88"E



*Figura 2: Gela (nel libero consorzio comunale di Caltanissetta)*

Coordinate punto di vista: 37° 4'5,61"N 14°13'27,17"E



*Figura 3: Licata (nel libero consorzio comunale di Agrigento)*

Coordinate punto di vista: 37° 5'55,41"N 13°56'49,82"E



*Figura 4: Manfria (frazione di Gela nel libero consorzio comunale di Caltanissetta)*

Coordinate punto di vista: 37° 5'59,39"N 14° 7'41,19"E



*Figura 5: Marina di Acate (frazione di Acate nel libero consorzio comunale di Ragusa)*

Coordinate punto di vista: 36°59'2,19"N 14°21'27,05"E

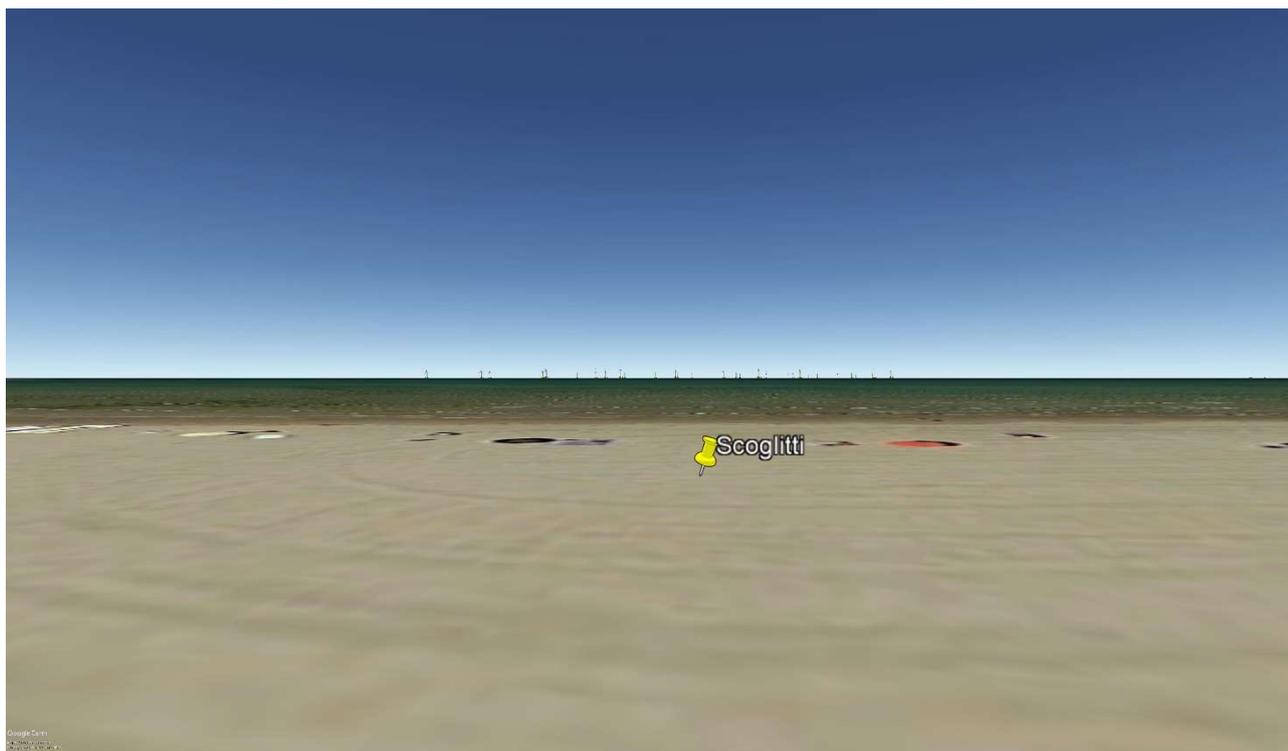


Figura 6: Scoglitti (frazione di Vittoria nel libero consorzio comunale di Ragusa)

Coordinate punto di vista: 36°53'49,25"N 14°25'30,01"E

### 3.2. Correzione alla massima distanza teorica di visibilità in base alle caratteristiche fisiche del mezzo

Come anticipato nel precedente paragrafo, il coefficiente 2,04 tiene conto delle relazioni trigonometriche tra i punti di stazionamento dell'osservatore e dell'oggetto osservato, dei fenomeni di rifrazione ottica atmosferica e della conversione da metri a miglia nautiche. In particolare, il valore di 2,04 prevede che il valore del coefficiente relativo alla rifrazione atmosferica sia quello medio giornaliero, che consiste in un fattore adimensionale pari a 0,13.

È possibile affinare la formula teorica (a) introducendo un fattore moltiplicativo che tenga in considerazione l'influenza della percentuale di umidità relativa presente nell'aria.

Tale fattore moltiplicativo, denominato  $c$ , è correlato all'umidità relativa dell'aria secondo la seguente legge:

$$c = \exp\left[-\left(\frac{\varphi - 30}{\varphi}\right)\right]$$

Dove:

- 30 rappresenta il limite minimo di umidità relativa nell'aria;
- $\varphi$  indica il valore dell'umidità relativa rilevato.

La formula precedente corretta con il fattore c e moltiplicata per il numero adimensionale 1852, che tiene conto del fattore di conversione tra miglia marine e metri, porta alla formula:

$$D = 3,778 * c * (\sqrt{E} + \sqrt{e})$$

dove:

- D è la distanza di massima visibilità corretta espressa in metri;
- E è l'altezza dell'oggetto da osservare in metri s.l.m.;
- e è l'altezza dell'osservatore in metri s.l.m.;

3,778 è il coefficiente che tiene conto delle relazioni trigonometriche e della conversione da metri a miglia nautiche.

Per poter applicare correttamente la formula (c) è stata considerata la serie storica delle medie mensili dell'umidità relativa registrata a Gela tra gli anni 1993 e 2007, come riportato nella seguente tabella.

Medie mensili dell'umidità relativa registrata a Gela tra gli anni 1993 e 2007														
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Max	Min
1993	80,7	72,6	76,5	78,1	78,9	74,6	80,8	80,5	82,7	85,2	73,2	76,2	85,2	72,6
1994	71,7	70,5	72,5	72,8	71,7	68,3	68,5	70,1	73,2	74,3	72,9	73,6	74,3	68,3
1995	72,3	73,9	71,7	74,2	74,2	73,6	77,1	79,3	79,2	77,9	73,9	79,4	79,4	71,7
1996	81,6	79	81,2	77,7	77,7	77,1	74	78,2	74,7	74,5	74,9	72,3	81,6	72,3
1997	73,4	67,4	69,9	68,8	70,3	68,1	73	76,8	73,6	70,8	76,8	71,9	76,8	67,4
1998	80,6	80,9	76,3	78,9	78	81,4	73	83,4	87,1	73,5	73,9	71,9	87,1	71,9
1999	74,9	73,1	75,5	72,8	71,3	70,2	78,6	71,2	72,6	72,6	75,8	80,6	80,6	70,2
2000	79,5	73,2	74,8	61	61,2	63,7	62,4	61,5	66,2	68,3	64,6	68,7	79,5	61
2001	71,1	63,5	66,3	63	61	65,4	65,4	64,9	68,4	69,9	69,3	69,2	71,1	61
2002	72,6	72,2	63,2	74,1	70,9	73,8	74,6	79,6	81,2	82,6	81,4	81,8	82,6	63,2
2003	81,3	76,4	76,6	79,9	72	77,3	77,8	79,2	82,3	79	78,7	74,2	82,3	72
2004	72,4	75,8	77,7	73,2	76,3	80,3	-	-	-	79,8	80,4	80,9	80,9	72,4
2005	75,9	77,6	83,2	89,5	85	82,8	69,8	79,1	83,8	83,8	84,6	80,6	89,5	69,8
2006	85	83,4	86,3	77,3	81,5	72,1	82,6	80,6	82,2	82,9	77,4	86,1	86,3	72,1
2007	86,2	82,3	82,6	81,1	82,6	80,9	80,7	82,5	79,7	79,9	74,4	75	86,2	74,4

Dalla precedente tabella si evince che il valore minimo di umidità relativa media registrato in Gela tra gli anni 1993 e 2007 corrisponde al 61%, mentre il valore massimo corrisponde all'89,5%. Per tali valori di umidità relativa, si ottengono i seguenti valori del coefficiente c:

Umidità relativa (%)	c
89,50	0,514374094
61,00	0,601579417

Introducendo tali valori nella formula (c) si ottengono i valori della distanza massima di visibilità in condizioni di massima e minima umidità.

Altezza aerogeneratori (m)	Altezza osservatore (m)	Visibilità teorica (miglia)	Visibilità teorica (km)	Visibilità a minima umidità (miglia)	Visibilità a massima umidità (miglia)	Visibilità a minima umidità (km)	Visibilità a massima umidità (km)
260	0	32,89	60,92	36,65	31,33	67,87	58,03
260	10	39,35	72,87	43,83	37,48	81,18	69,41
260	20	42,02	77,82	46,81	40,03	86,69	74,13
260	30	44,07	81,61	49,10	41,98	90,93	77,74
260	40	45,80	84,81	51,02	43,63	94,49	80,79
260	50	47,32	87,63	52,72	45,08	97,63	83,48
260	60	48,70	90,18	54,25	46,39	100,47	85,91
260	70	49,96	92,53	55,66	47,59	103,09	88,14
260	80	51,14	94,71	56,98	48,72	105,52	90,22
260	90	52,25	96,76	58,21	49,77	107,80	92,18
260	100	53,29	98,70	59,37	50,77	109,96	94,02

### 3.3. Comportamento del campo visivo dell'occhio umano

Il grado con cui un determinato elemento antropico può essere chiaramente percepito all'interno di un contesto ambientale è definito "visibilità" (viewshed). La visibilità di un elemento è strettamente dipendente dalle caratteristiche fisiche intrinseche dell'elemento (altezza, larghezza) e dal campo visivo dell'osservatore.

Secondo il criterio generalmente adottato, la visibilità di un elemento all'interno di un determinato contesto è limitata ai casi in cui l'elemento occupa almeno il 5% del campo visivo completo dell'occhio dell'osservatore.

La misura del campo visivo dell'occhio umano si basa su parametri che forniscono la base per valutare e interpretare l'impatto di un elemento, valutando la misura in cui l'elemento stesso occupa il campo centrale di visibilità dell'occhio (sia in orizzontale, che in verticale).

#### 3.3.1. Il campo visivo orizzontale

Il campo visivo di ciascun occhio preso singolarmente varia tra un angolo di 94 e 104 gradi, a seconda delle persone. Il massimo campo visivo dell'occhio umano è quindi caratterizzato dalla somma di questi due campi e spazia quindi tra 188 e 208 gradi.

Il campo centrale di visibilità per la maggior parte delle persone copre invece un angolo compreso tra 50 e 60 gradi. All'interno di questo angolo, entrambi gli occhi osservano un oggetto contemporaneamente. Ciò crea un campo centrale di grandezza maggiore di quella possibile con ciascun occhio separatamente.

Questo campo centrale di visibilità è definito 'campo binoculare'; in questo campo le immagini risultano nitide, si verifica la percezione della profondità e la discriminazione tra i colori.

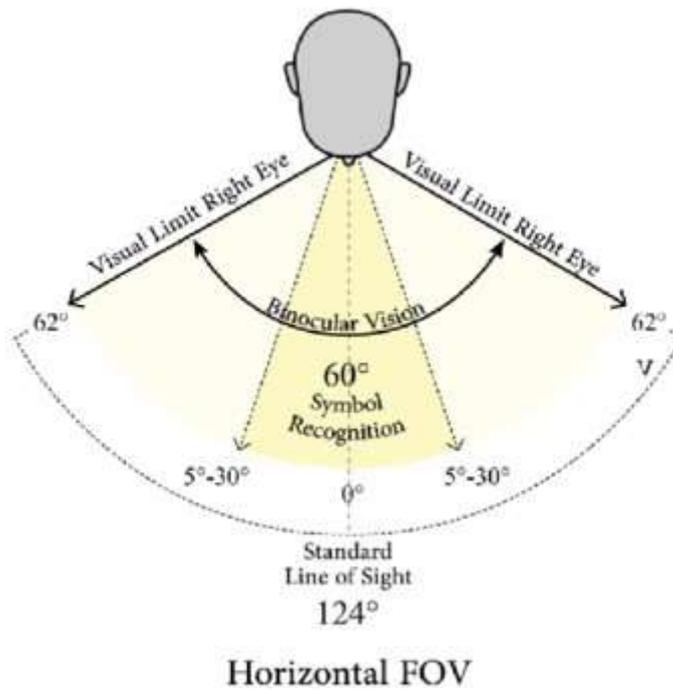


Figura 7: Campo visivo orizzontale

L'impatto visivo di un elemento sul campo visivo orizzontale dell'uomo dipende quindi dalla modalità con cui questo elemento impatta il campo centrale di visibilità. Un elemento che occupi meno del 5% del campo centrale binoculare risulta di solito insignificante al fine della valutazione del suo impatto nella maggior parte dei contesti nei quali è inserito (5% di 50 gradi = 2,5 gradi).

### 3.3.2. Il campo visivo verticale

Valutazioni simili a quanto descritto per il campo visivo orizzontale dell'occhio umano possono essere fatte per il campo visivo verticale.

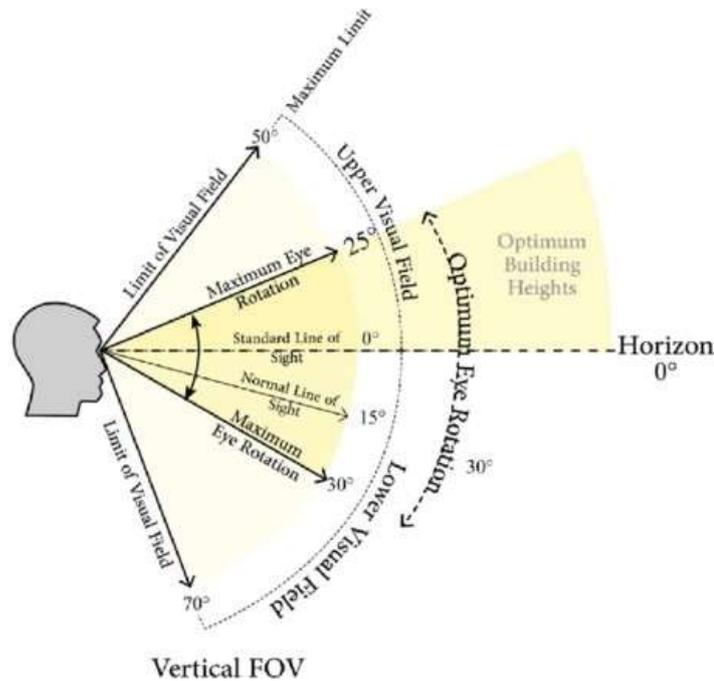


Figura 8: Campo visivo verticale

Come mostrato in figura, il campo visivo verticale dell'occhio umano corrisponde ad un angolo di 120 gradi (50 gradi sopra la linea visiva standard, che si attesta a 0 gradi, e 70 gradi sotto la linea visiva standard). Il campo centrale di visibilità ha un'ampiezza di 55 gradi, mentre il cono visivo normale varia tra 10 gradi al di sotto della linea visiva standard se l'osservatore è in piedi e 15 gradi al di sotto della linea visiva standard se l'osservatore è seduto.

L'impatto visivo di un elemento sul campo visivo verticale dell'uomo dipende quindi dalla modalità con cui questo elemento impatta il campo centrale di visibilità, come per il campo visivo orizzontale. Un elemento che occupi meno del 5% del cono visivo normale occupa una minima porzione del campo visivo verticale e risulta quindi visibile solo qualora ci si concentri direttamente sull'elemento (5% di 10 gradi = 0,5 gradi).

### 3.3.3. La visibilità basata sul campo visivo orizzontale

L'impatto visivo delle strutture offshore in progetto sul campo visivo orizzontale viene valutato considerandone il massimo ingombro orizzontale, rappresentata dal diametro del rotore, pari a 220 m nel caso degli aerogeneratori scelti.

A partire dalle dimensioni dell'oggetto e dai valori soglia degli angoli, sulla base di semplici relazioni trigonometriche, si evince che dalla costa di Gela, l'angolo in cui viene inquadrato il singolo aerogeneratore (il rotore) è al di sotto di 0,5° quindi il disturbo al paesaggio introdotto dagli stessi può essere considerato insignificante, in quanto è limitato ad una porzione minima del campo visivo orizzontale.

### 3.3.4. La visibilità basata sul campo visivo verticale

Un analogo ragionamento può essere condotto per il campo visivo verticale, al fine di verificare a quale distanza l'elemento considerato si riduce ad una componente impercettibile del campo di vista. Il calcolo

trigonometrico è stato condotto considerando le altezze massime delle strutture offshore, ovvero l'altezza di 260 m degli aerogeneratori.

Analogamente a quanto emerso per il campo di vista orizzontale, il risultato dell'analisi del campo di vista verticale mostra che, alla distanza a cui sono poste le strutture offshore, il disturbo al paesaggio introdotto dalle stesse può essere considerato insignificante, in quanto è limitato ad una minima percentuale del campo visivo verticale. Anche in questo caso l'aerogeneratore ricopre un angolo inferiore a  $0,5^\circ$ .

Va a completare la presente relazione l'elaborato progettuale dell'analisi di visibilità riportato anche di seguito:

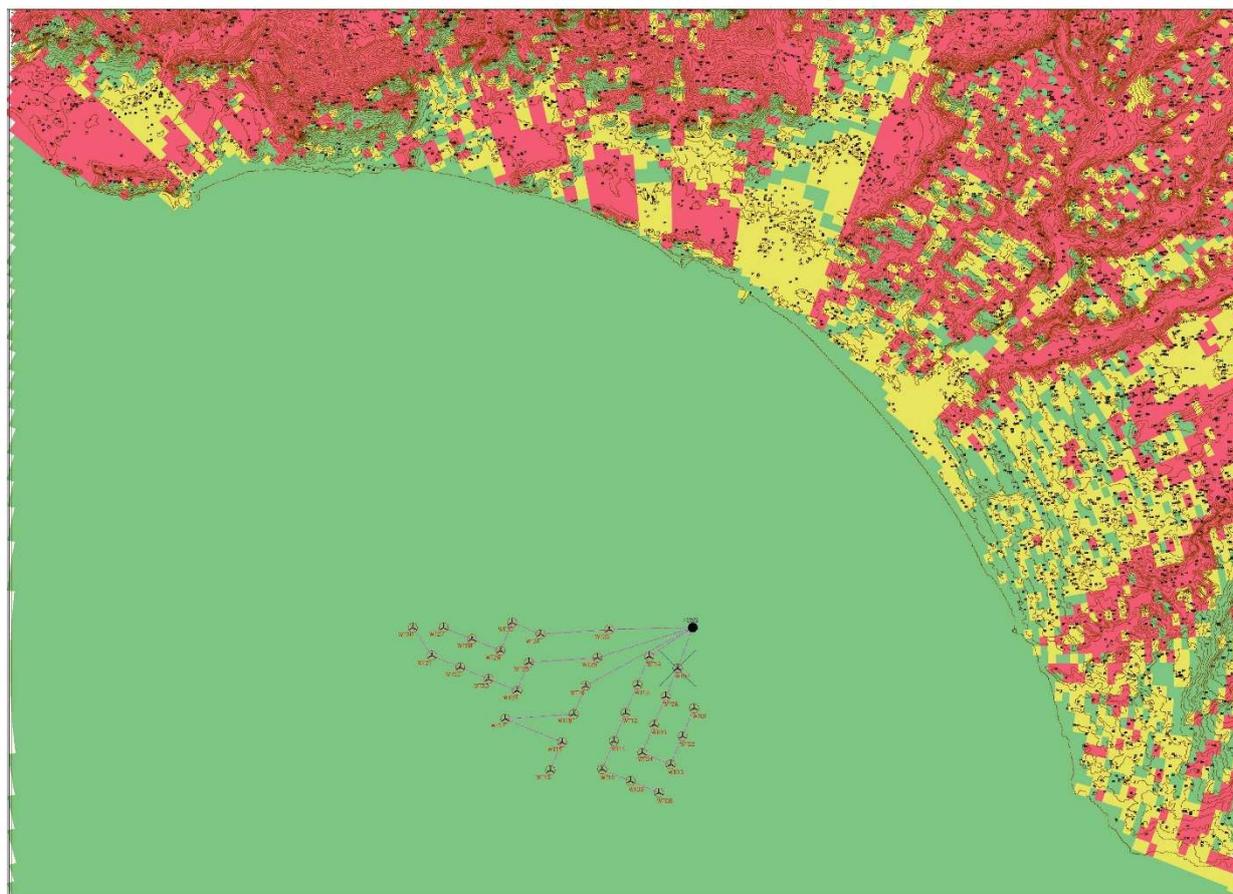


Figura 9: Layout inserito nell'elaborato di visibilità