

Aree idonee impianti di grandi dimensioni on shore e off-shore

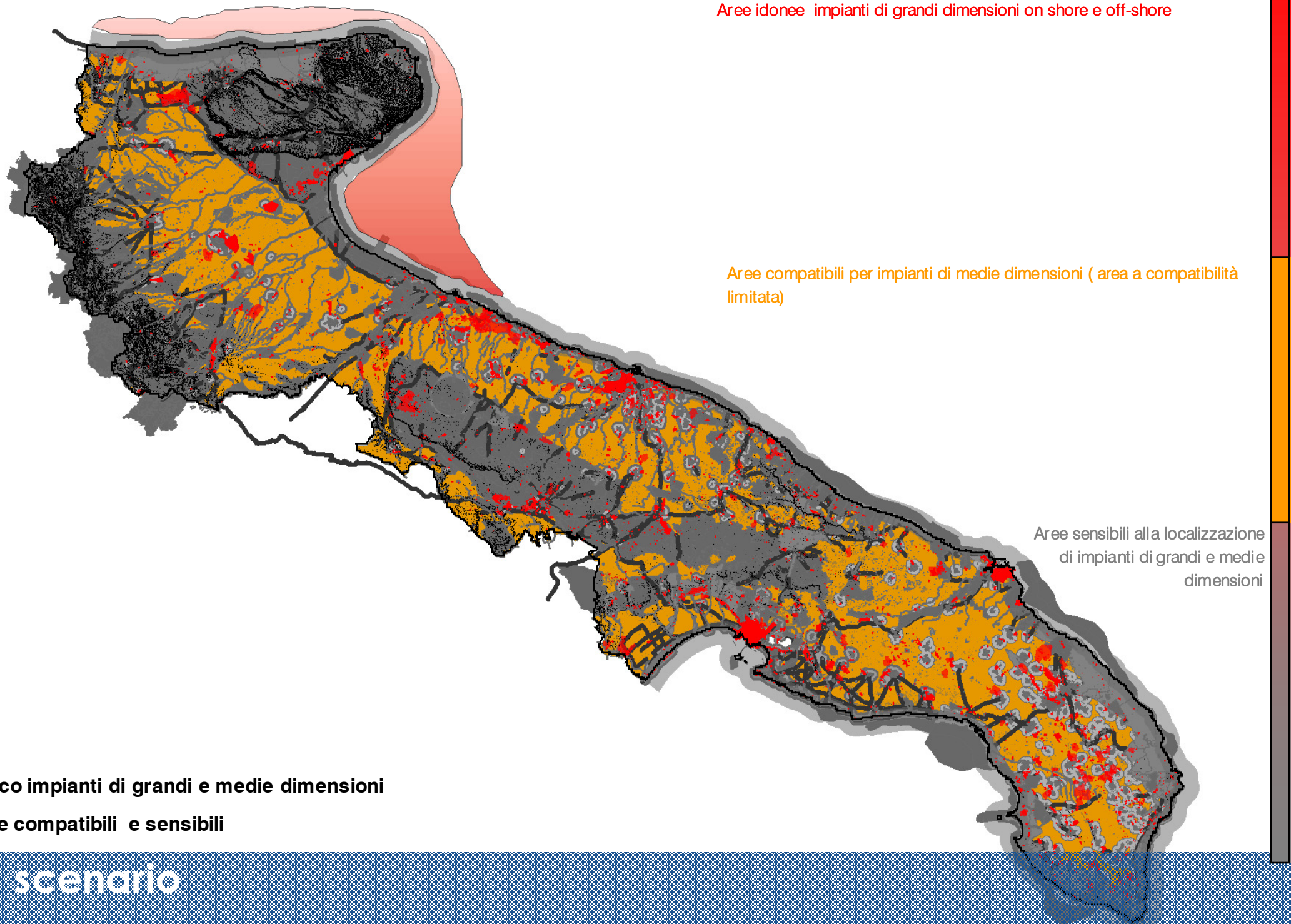
Aree compatibili per impianti di medie dimensioni (area a compatibilità limitata)

Aree sensibili alla localizzazione di impianti di grandi e medie dimensioni

Eolico impianti di grandi e medie dimensioni

Aree compatibili e sensibili

scenario



Eolico impianti di grandi e medie dimensioni

Aree compatibili e sensibili

Aree idonee impianti di grandi dimensioni on shore e off-shore

Aree produttive pianificate

Bacini estrattivi

Aree compatibili per impianti di medie dimensioni (area a compatibilità limitata)

Aree agricole, aree produttive pianificate, bacini estrattivi, campagna urbanizzata, campagna abitata

Aree sensibili

SIC SIN e SIR, SIC mare, Riserve Naturali Statali, Riserve Naturali Orientate regionali, Riserve Marine, Parchi Nazionali, Parchi Naturali Regionali, Important Bird Area, ZPS, Zone Umide Ramsar, Corsi d'acqua pubblici, fasce di pertinenza fluviale (NTA dell'AdB), aree a vincolo paesaggistico (ex L. 1497/39), Vincoli architettonici L. 1089, Aree archeologiche decretate, segnalazione Carta dei Beni + buffer di 500 m, aree con pendenza superiore al 20%, centri urbani + buffer di 1 Km, costa + buffer di 2 km (fatta esclusione delle aree a destinazione industriale), aree naturali (boschi foreste e macchie, aree umide, pascoli) e buffer di 500 m, aree a pericolosità geomorfologica molto elevata, strade di rilevanza paesaggistica reticolo idrografico, lame, gravine, geositi, doline.

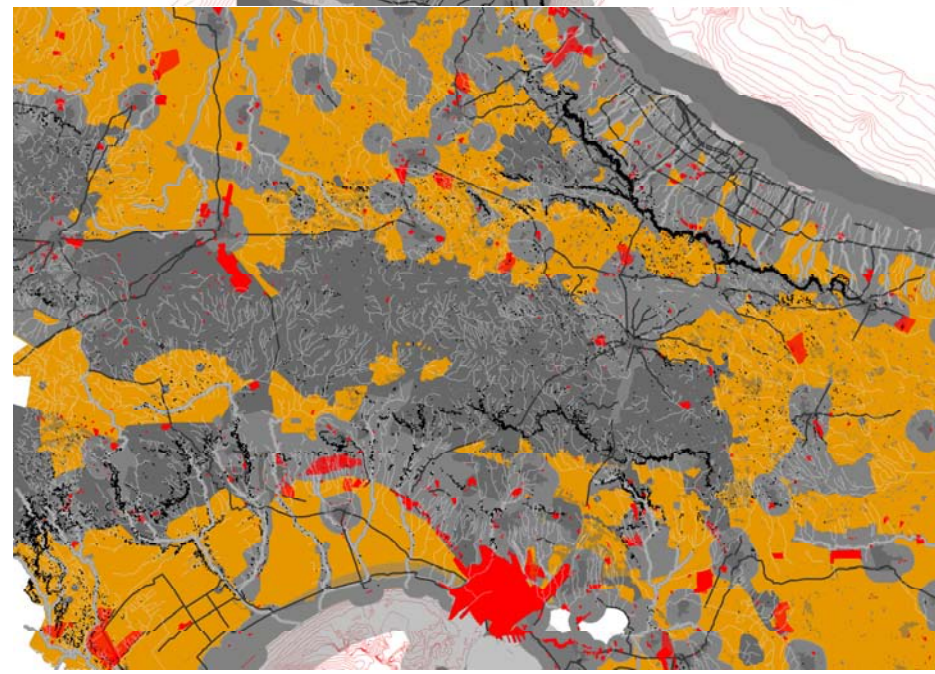
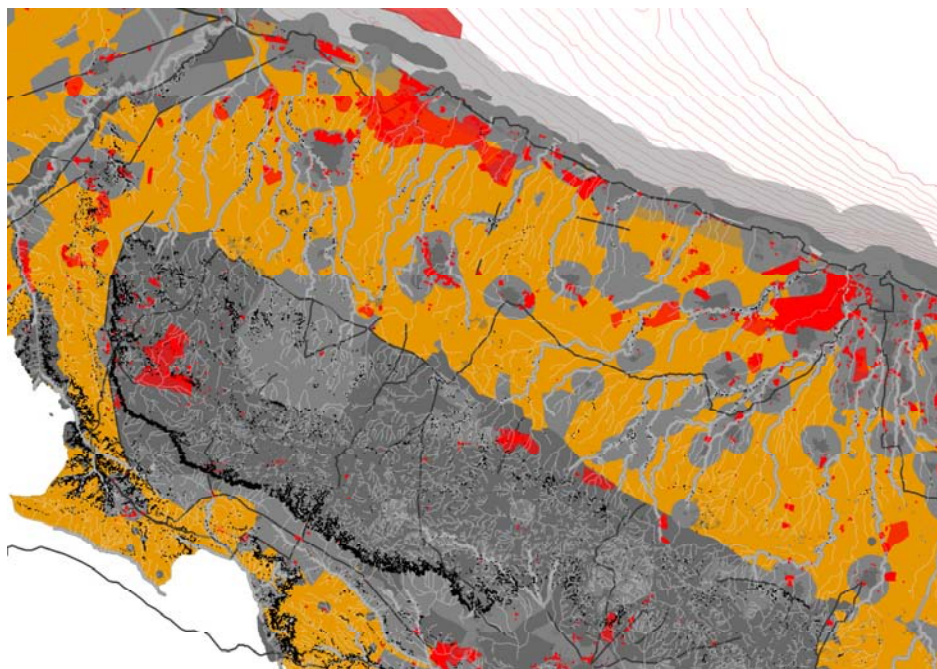
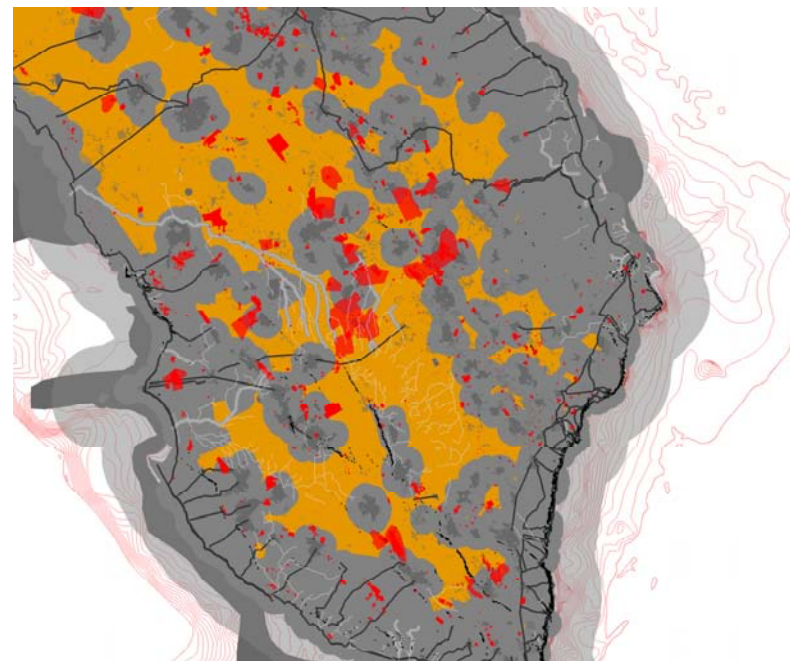
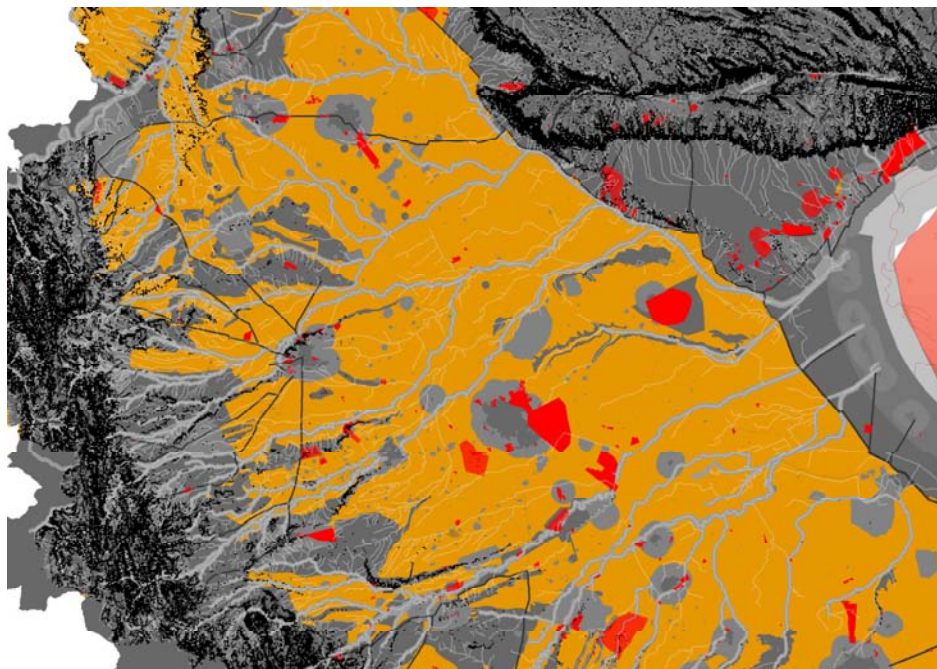
1 Tavoliere e Subappennino dauno

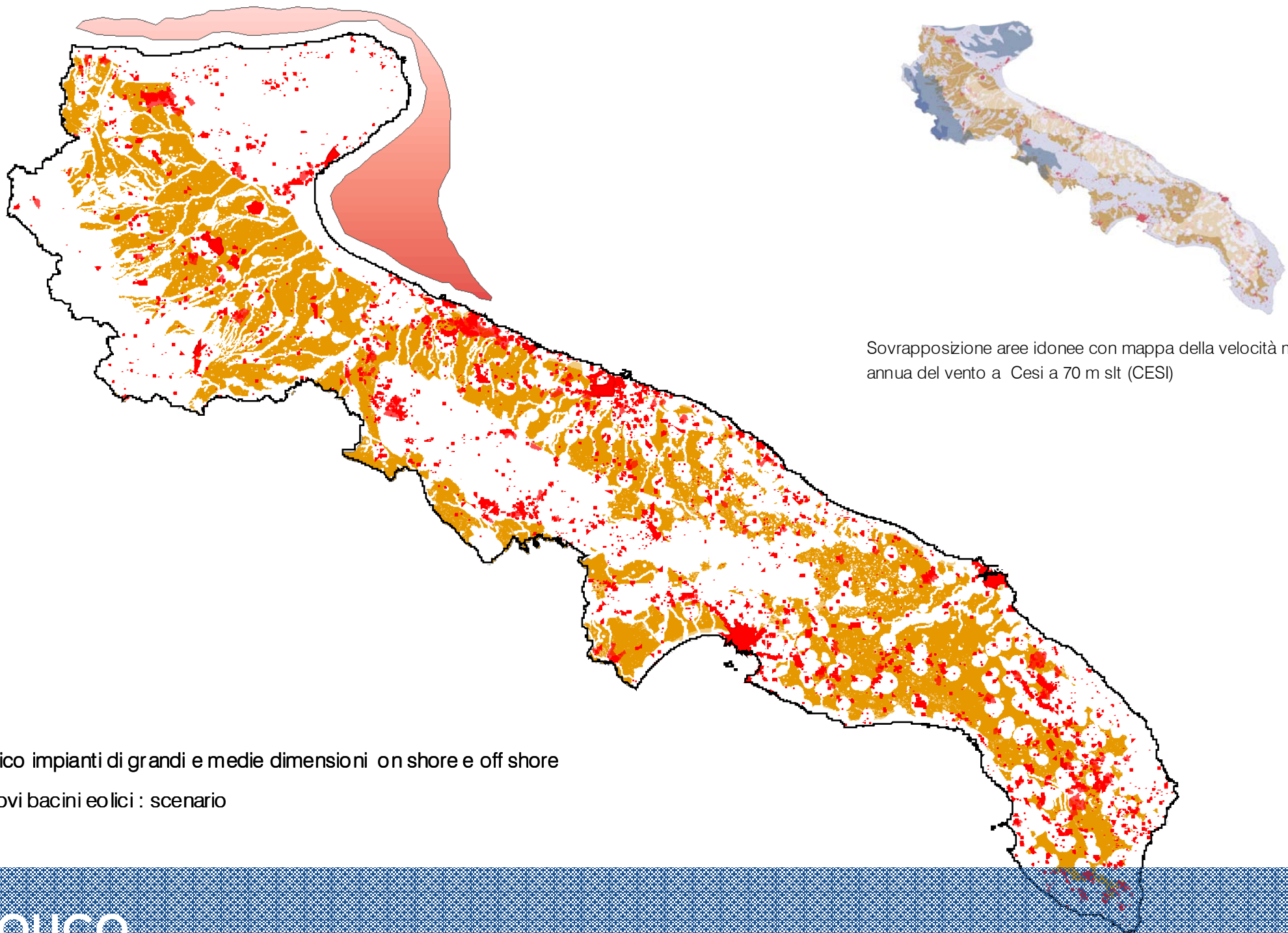
2 Salento

3 Puglia Centrale e Alta Murgia

4 Arco Ionico tarantino e Valle d'Itria

EOLICO



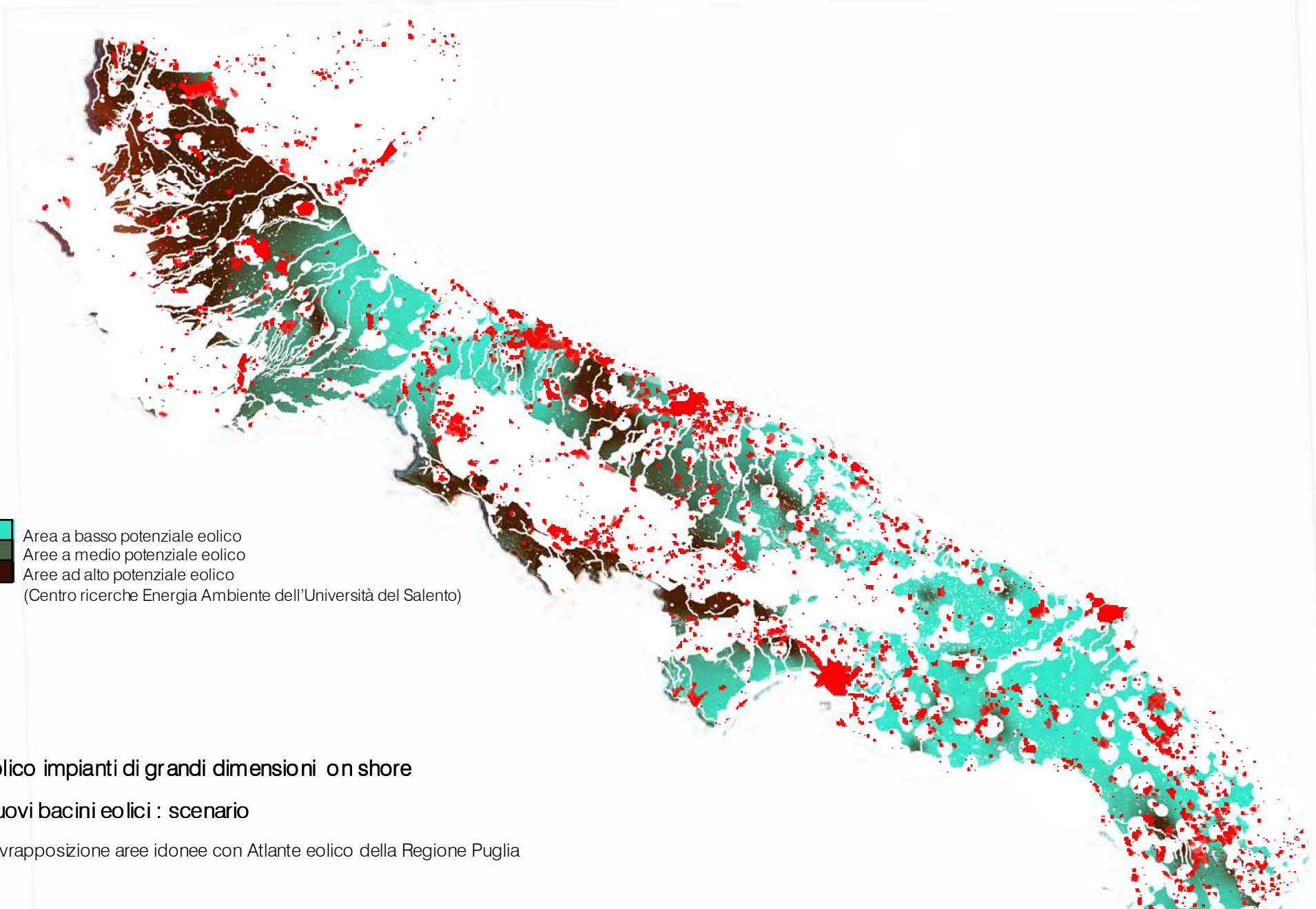


Sovrapposizione aree idonee con mappa della velocità media annua del vento a Cesi a 70 m slt (CESI)

Eolico impianti di grandi e medie dimensioni on shore e off shore

Nuovi bacini eolici : scenario

EOLICO



A map of the Puglia region in Italy, showing the distribution of wind potential and the locations of large onshore wind plants. The map is color-coded to indicate different levels of wind potential: light green for low potential, dark green for medium potential, and brown for high potential. Red dots are scattered across the map, representing the locations of large onshore wind plants. The map is oriented with the coastline of the Adriatic Sea to the east.

Area a basso potenziale eolico
Aree a medio potenziale eolico
Aree ad alto potenziale eolico
(Centro ricerche Energia Ambiente dell'Università del Salento)

Eolico impianti di grandi dimensioni on shore

Nuovi bacini eolici : scenario

Sovrapposizione aree idonee con Atlante eolico della Regione Puglia

scenario

B1.2.5 Raccomandazioni per la progettazione e la valutazione paesaggistica

Le raccomandazioni qui di seguito riportate si applicano indifferentemente ad impianti di grandi, medie e piccole dimensioni, poiché costituiscono dei suggerimenti utili alla progettazione degli impianti ai fini di un loro corretto inserimento nel paesaggio.

b1.2.5.1 Ubicazione

Di prioritaria importanza nella progettazione di uno o più impianti eolici è evitare l'*effetto selva* che provoca disturbo da un punto di vista percettivo a causa della distribuzione disordinata di un numero elevato di pale e della disomogeneità tipologica delle macchine. L'*effetto selva* è anche generato da una non corretta localizzazione dell'impianto rispetto all'orografia del sito e agli usi del territorio nel quale si inserisce.

È necessario dunque controllare alcuni parametri legati all'ubicazione quali ad esempio la *densità*, il *land use*, e la *land form*.

I parametri su cui basare una buona progettazione di impianti eolici sono sia di natura tecnica che territoriale: ai fini di una buona qualità paesaggistica si prenderanno in considerazione i parametri di natura territoriale.

B1.2.5.1.1 Densità

Gruppi omogenei di impianti sono da preferirsi a macchine individuali disseminate sul territorio. Si considera minore infatti l'impatto visivo di un minor numero di turbine più grandi che di un maggior numero di turbine più piccole. Il PPTR propone la concentrazione piuttosto che la dispersione degli impianti. Ad una scala territoriale si consiglia la concentrazione di impianti di grande taglia in aree definite *bacini eolici* potenziali localizzati in prossimità delle aree produttive e dei grandi bacini estrattivi in coincidenza con condizioni anemometriche vantaggiose.

Anche per gli impianti di media e piccola taglia localizzabili per autoconsumo in territorio agricolo si consiglia la concentrazione in sistemi consortili piuttosto che la dispersione di più numerosi impianti individuali.

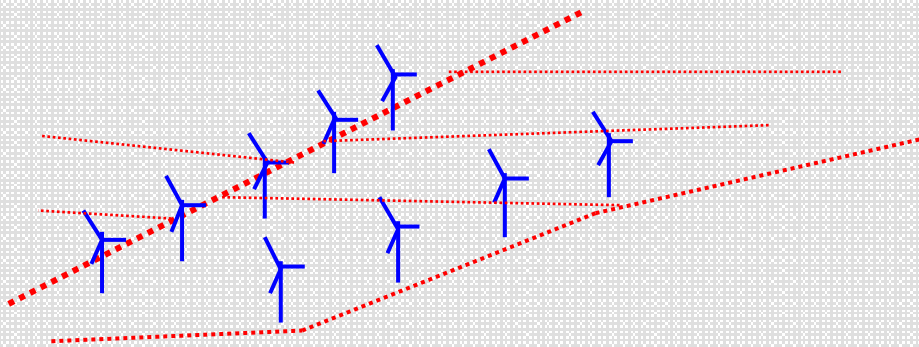
Altro elemento da controllare rispetto al parametro densità è la distanza tra i singoli aerogeneratori e tra i differenti *cluster* di impianti.

La Regione Puglia stabilisce ai fini del parere ambientale richiesto ai sensi della Delibera di GR n.716/2005 per il rilascio dell'Autorizzazione Unica (valutazione integrata) una distanza minima tra gli

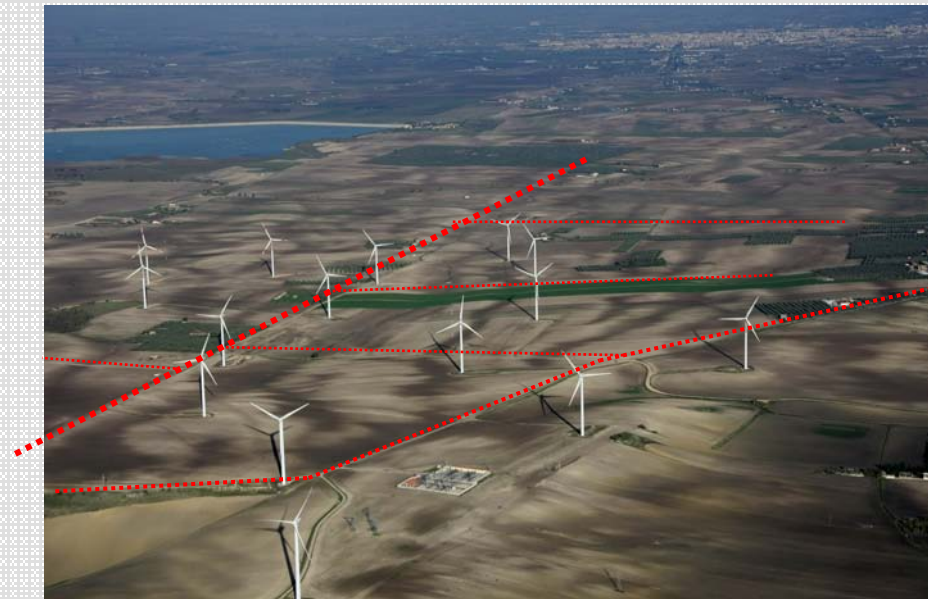
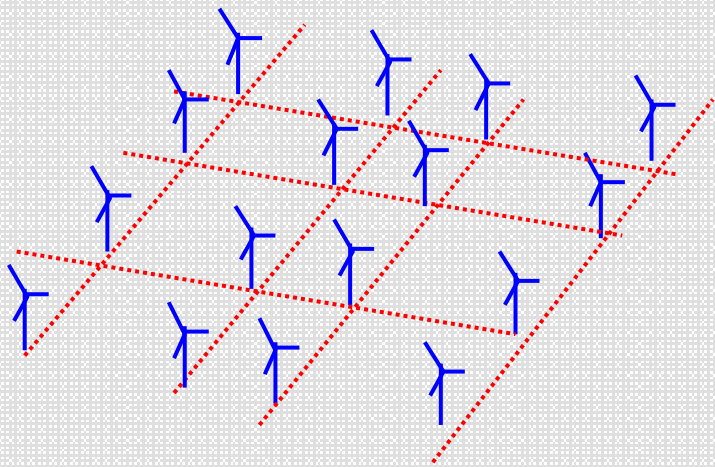


Effetto Selva





Simulazioni di diverso posizionamento delle pale sulla base dei principali elementi che strutturano il paesaggio (strade, muri, divisioni interpoderali, ecc.)



Impianti eolici nel Tavoliere



Best practices

aerogeneratori pari a 3-5 volte il diametro del rotore sulla stessa fila e 5-7 volte il diametro su file parallele.

A prescindere dalle regole già fissate dalla normativa regionale, un buon esempio a questo proposito sono le linee guida danesi e tedesche. Le prime suggeriscono in presenza di siti sensibili di collocare le macchine in gruppi di non più di 8 turbine con una distanza relativamente ampia tra gli stessi. Le indicazioni tedesche, invece, stabiliscono una distanza tra un impianto e l'altro di almeno 5 km: è importante la giusta distanza tra i *cluster* per consentire di avere zone intermedie dove la percezione dell'impianto si riduca al minimo.

B1.2.5.1.2 Distanze

Un parametro importante nella progettazione di nuovi impianti riguarda le distanze da oggetti e manufatti già presenti sul territorio. Queste sono spesso regolate sia da fattori di tipo tecnico che prendono in considerazione fenomeni di *ombreggiamento* sia da considerazioni di tipo paesaggistico che impongono delle distanze dai siti sensibili per evitare forti interferenze percettive. In questo caso la distanza è spesso regolata da un *buffer* di diversa ampiezza.

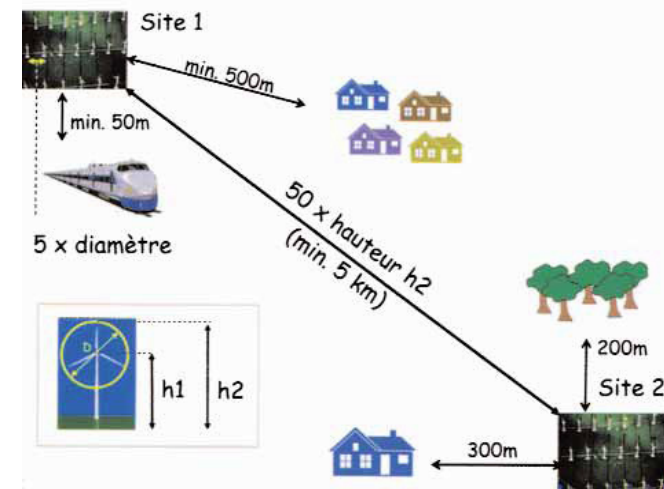
La Regione Puglia nel Regolamento per la Realizzazione di impianti eolici (4-10-06) finalizzato alla redazione dei PRIE comunali aveva già stabilito delle distanze da rispettare. Ad esse le linee guida aggiungono altre indicazioni.

La costa va ad esempio protetta:

- con un buffer di 300 m da impianti di qualsiasi dimensione e numero di aerogeneratori, fatte salve le aree industriali e portuali, da regolamentare in modo opportuno in funzione dell'estensione e della collocazione delle stesse nel territorio,
- con un buffer di 2 km da impianti con potenza maggiore di 1 MW

I centri abitati vanno protetti da un buffer di 1000 m sia per ragioni percettive che urbanistiche: E' necessario prevedere un ampio range intorno alle città per eventuali future espansioni dell'urbanizzato. Ferma restando la necessità di concordare le presenti linee guida con norme e regolamenti di settore, dal punto di vista paesaggistico si ritiene che da tale buffer di 1000 m possano essere stralciate le aree produttive considerate idonee alla localizzazione degli impianti.

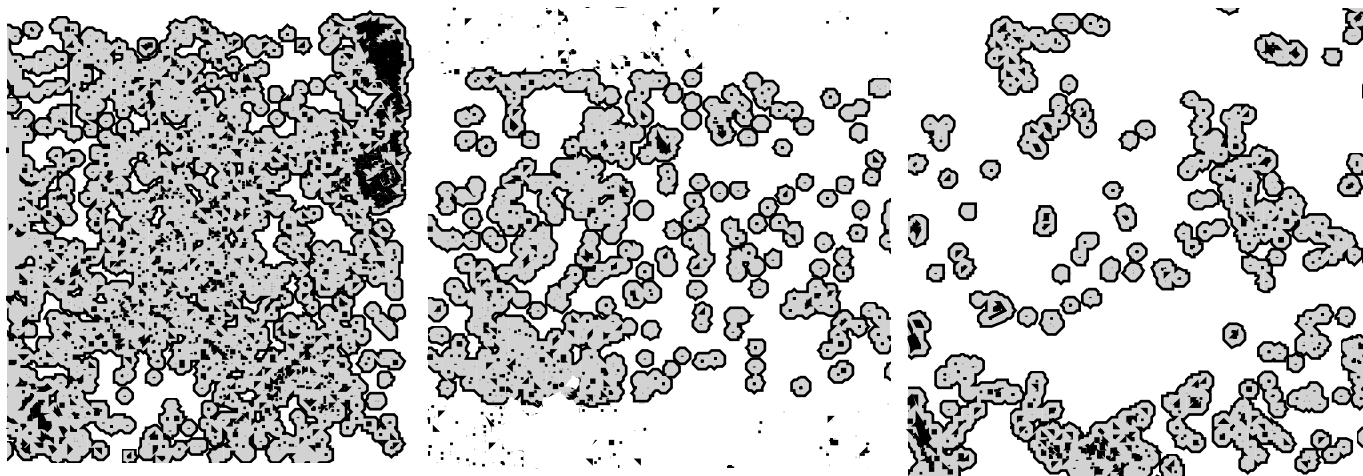
Le aree a vincolo architettonico ed archeologico saranno invece protette da un buffer di 500 m.



Norme di distanza utilizzate in Germania. (da Ministero per i Beni e le Attività Culturali, *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*.)

A queste distanze vanno aggiunte quelle determinate da ragioni tecniche . Ad esempio , per contesti contraddistinti da edificato sparso, gli impianti di grande taglia, fermo restando il rispetto della compatibilità acustica ed i criteri di sicurezza (R.R. 16/2006), dovranno avere una distanza da ogni singola abitazione, salvo ruderi privi di valenza architettonica ed archeologica, non inferiore a 2,5 volte l'altezza complessiva della macchina (altezza del mozzo più lunghezza della pala). Per impianti di piccola taglia è, invece, opportuno considerare una distanza di circa 30-50 metri dall'casa per evitare l'effetto ombreggiamento e una drastica riduzione del rendimento energetico.

Di altro tipo sono, invece, le distanze entro le quali conviene rientrare nella scelta del sito idoneo alla localizzazione di nuovi impianti. La distanza dalla rete di alta e media tensione è di fondamentale importanza per evitare problemi di sovrainfrastrutturazione del territorio. La distanza tra impianto e punto di connessione, definito dalla soluzione di connessione fornita dai gestori di rete ed accettata dal proponente dell'impianto, non deve essere superiore a 8 km. I cavidotti a servizio dell'impianto dovranno essere interrati, secondo le disposizioni della normativa vigente in materia.



Distanze nella progettazione di impianti eolici e interazione tra densità edilizia ed aree idonee alla localizzazione di impianti eolici: alcuni esempi di tessuti insediativi dispersi nel Salento. Considerata una distanza del generatore di piccola taglia dalla casa di 50 m appare evidente che in tessuti dove più alta è la densità vi sono meno aree disponibili all'installazione di impianti di piccola taglia. In queste situazioni è consigliabile prevedere impianti eolici di media taglia di tipo consortile. (da Luigia Capurso , *Scenari energetici e costruzione del paesaggio contemporaneo. Un progetto per il Salento*)

Parametri tecnici per la progettazione di impianti eolici

Per progettare un impianto eolico è necessario in primo luogo verificare i potenziali eolici della zona interessata, assicurarsi attraverso degli accurati rilievi che il vento abbia una velocità minima annua e che sia abbastanza costante in modo da assicurare il funzionamento dell'impianto per il maggior numero possibile di ore all'anno e garantire la massima produttività. (rif. Regolamento regionale per la realizzazione di impianti eolici nella Regione Puglia, 23-06-2006)

La valutazione della idoneità allo sviluppo eolico di un sito, non può prescindere da un'attenta stima della *densità energetica* disponibile e da un'approfondita analisi della fattibilità tecnica d'impianto, intesa quest'ultima anche come indagine sulle potenziali criticità strutturali che potrebbero compromettere la vita utile dei singoli aerogeneratori e quindi inficiarne drasticamente l'efficienza.

Un sito ritenuto idoneo per le condizioni del vento potrebbe non esserlo per la presenza di un tessuto insediativo compatto o per vincoli di altra natura legati alle condizioni morfologiche del sito piuttosto che a quelle anemometriche.

Progettare un impianto eolico significa confrontarsi con un paesaggio urbano radicalmente cambiato caratterizzato dalla presenza di molti oggetti, case, industrie, strade che si alternano sul territorio senza soluzione di continuità.

Un primo elemento di valutazione è quello che utilizza il concetto di *rugosità* per valutare il grado di idoneità di un sito alla costruzione di impianti. La conformazione del terreno influenza infatti la velocità del vento e la presenza di ostacoli ne riduce la sua intensità. Un terreno rugoso è un terreno che presenta brusche variazioni di pendenza, oppure un terreno caratterizzato dalla presenza di boschi, città, insediamenti sparsi. La Wind Europe Map individua differenti classi di rugosità; alla classe 0 corrisponde, ad esempio un suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose, alla classe 3, invece, un suolo rugoso caratterizzato dalla presenza di boschi e/o città.

Un altro importante parametro da controllare è quello della distanza, tra gli stessi generatori ma anche tra generatori ed edifici, vegetazione,

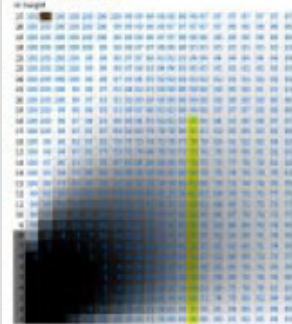
strade e rete di distribuzione dell'energia.

Tra gli indicatori che si considerano nella valutazione delle distanze vi sono la *densità*, la *porosità*, le *emissioni sonore*.

Gli ostacoli, ad esempio provocano la riduzione della velocità del vento ed un effetto ombreggiamento che riduce l'efficienza dell'impianto. Ovviamente quanto più alto e compatto sarà l'ostacolo tanto più il generatore subirà una perdita di energia. Ad esempio per generatori alti 70 metri disposti ad una distanza di 50 metri da abitazioni isolate alte circa due piani, la perdita di energia risulta minima. Ad una stessa distanza un impianto di piccola taglia alto 20 metri sarebbe inefficiente. La perdita di energia dipende anche dalla porosità degli ostacoli che il vento incontra. Ad esempio vi è una notevole differenza tra una alberatura rada ed una fitta collocate in prossimità di un aerogeneratore; i boschi e la vegetazione più compatta presentano resistenze maggiori e comportano un notevole abbassamento del rendimento energetico se il generatore non viene collocato ad una distanza adeguata.

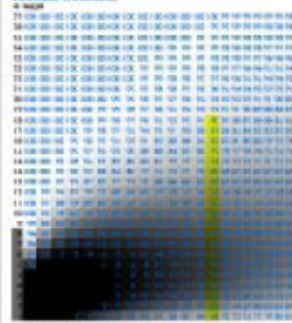
Un altro fattore spesso considerato importante è il rumore provocato dalla rotazione delle pale. Questo problema si è molto ridimensionato grazie a tecniche di produzione sempre più raffinate; ad ogni modo la letteratura indica come opportuna, una distanza da generatori di grande taglia di circa 150-180 metri ed è stabilito che il rumore proveniente da un generatore debba essere inferiore ai 45 dB in prossimità delle abitazioni, valore considerato corrispondente ad una conversazione a bassa voce.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



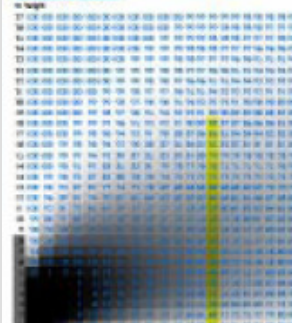
Graph 1: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



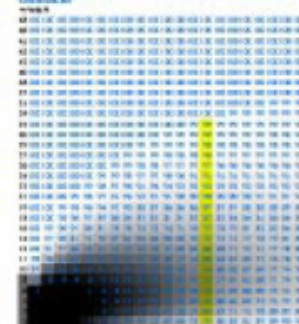
Graph 2: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



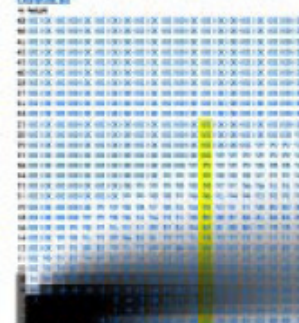
Graph 3: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



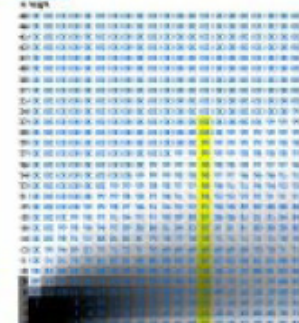
Graph 4: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



Graph 5: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



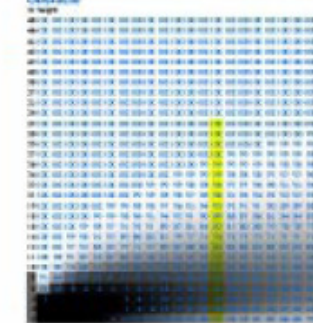
Graph 6: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



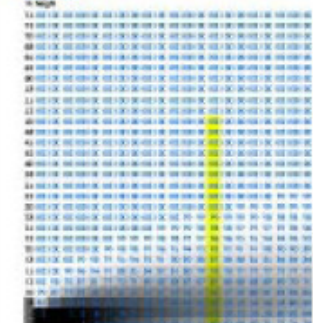
Graph 7: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



Graph 8: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



Graph 9: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



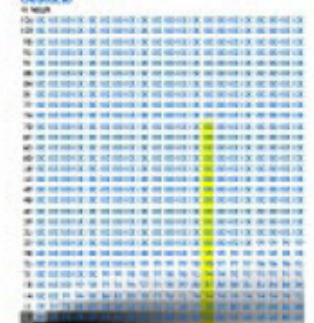
Graph 10: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



Graph 11: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle



Graph 12: Wind Energy in per cent of Wind Energy Without Obstacle. The graph shows a vertical profile of wind energy percentage versus height. The y-axis ranges from 0 to 100, and the x-axis ranges from 0 to 100. A vertical line at height 0 represents the obstacle. The energy percentage is 100% for heights above 100 and decreases to 0% at the obstacle height.

Danish Wind Industry Association, 1998, 2003,

Ombreggiamento: possibili interazioni tra aerogeneratori e ostacoli, con conseguente riduzione del rendimento

I diversi grafici mostrano in percentuale la perdita di rendimento energetico di una pala eolica rispetto all'altezza e alla porosità degli ostacoli prossimi ad essa.

B1.2.5.1.3 *Land form*

L'andamento altimetrico del suolo è un elemento di fondamentale importanza nelle scelte localizzative degli aerogeneratori. Se la forma del paesaggio domina il punto di vista l'impianto appare come elemento inferiore, non dominante e quindi più accettabile da un punto di vista percettivo. Al contrario se la wind farm non si relaziona alle forme del paesaggio ma si pone in contrasto diviene elemento predominante che genera disturbo visivo piuttosto che integrazione con il territorio circostante.

Un andamento altimetrico ondulato ad esempio può generare confusione nella localizzazione di impianti. E' preferibile in questi casi un impianto lineare piuttosto che a *cluster* che segua l'andamento delle isoipse. In un sito invece pianeggiante è possibile progettare impianti sia di tipo lineare che a cluster.

Le Linee Guida sulla progettazione e valutazione paesaggistica di impianti eolici redatte dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, suggerisce inoltre il posizionamento delle macchine a cavallo del crinale piuttosto che su crinale in modo che l'altezza delle macchine sia in parte coperta dal fianco del rilievo.

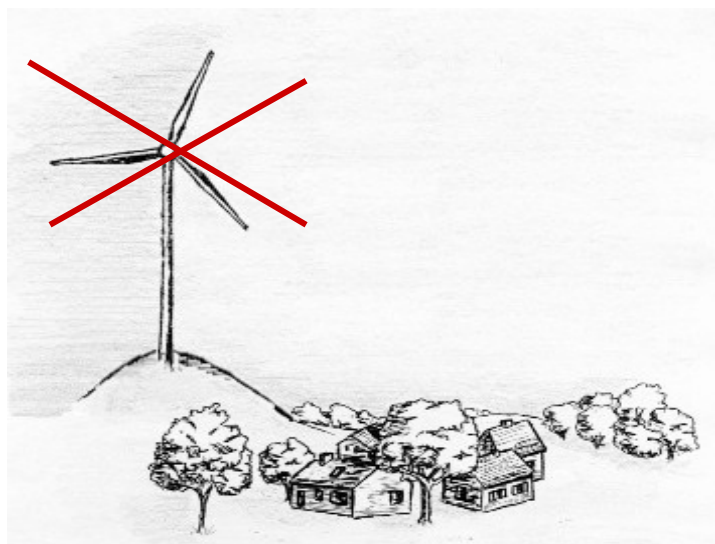
Importante infine considerare la posizione altimetrica rispetto agli insediamenti limitrofi. Se posizionato su un crinale posto a ridosso di un centro abitato l'impianto appare incombente. E' preferibile in questo caso disporre gli aerogeneratori a valle dell'nucleo abitato.



Macchine della stessa altezza, installate a quote differenti generano comunque disturbo visivo

Da Préfecture de la Moselle

Les Parcs éoliens dans les paysages de Moselle



Posizione problematica degli aerogeneratori rispetto agli insediamenti. Aerogeneratore posizionato su una collina a ridosso del nucleo abitato. (da *Les Parcs éoliens dans les paysages de Moselle*)



Roseto Valfortore (FG) Gli aerogeneratori disposti sulla collina a ridosso dell'abitato appaiono incombenti.



Esempi di impianti eolici di grandi dimensioni di tipo lineare e a cluster contraddistinti da uno studio attento alle forme del paesaggio

Land form

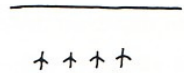


Windfarm creates focal point in relation to surrounding landform scale and vegetation.

Landform remains dominant focus, windfarm appearing as inferior element.

Location of windfarm heightened by visual lead of road.

Windfarm relates to linear space, and appears as inferior element.



Windfarm is unrestrained by flat landscape, ordered by its repetition of elements.



Windfarm relates to landform as inferior element.



Windfarm does not relate to landform character, appearing to dominate it.

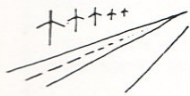


Visual confusion may result from the location of a windfarm on an undulating landform due to varying visual relationship.



Windfarm layout simply relates to dominant landform edge.

Land use



Windfarm directly relates to road.



Road may encourage viewing of windfarm due to visual lead.



Windfarm seen with quick glimpse.



Windfarm in mid-ground encourages detailed view but involves the 'removal of eyes' from the road.



Visual confusion of turbines either side of road with no obvious rationale for location.



Windfarm relates to landform but conflicts with plantation.



Windfarm relates to woodland as similar line/grid form, but contrasts with landform.



Wind turbine as added element - terminal focus.



Windfarm as focus within enclosed space.

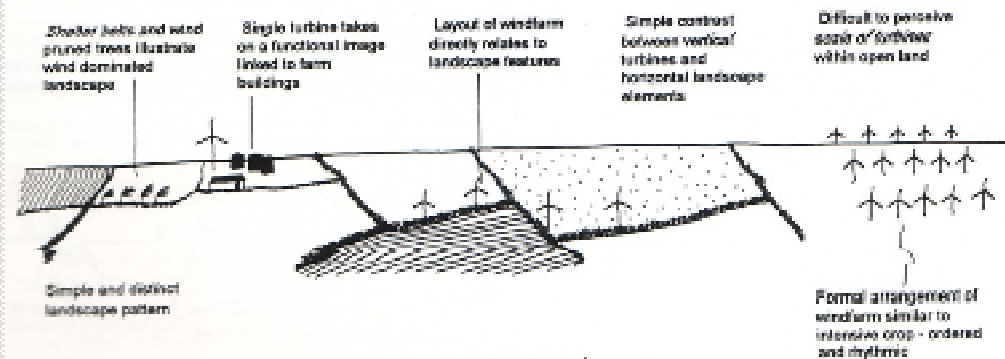
Caroline Stanton, 1996, *The landscape impact and visual design of windfarms* Edinburgh college of Art, Edinburgh

Interessante la ricerca svolta da Caroline Stanton dell'università di Edimburgo sull'impatto visivo di centrali eoliche. Il documento contiene alcuni schemi qui riportati sulla migliore posizione delle windfarm rispetto ad alcuni parametri considerati. Tra questi la land form, e il lad use sui quali sono suggeriti alcuni comportamenti ed alcuni indicatori per una corretta progettazione.

Infine il lavoro sintetizza le indicazioni per un corretto inserimento dell'eolico nel paesaggio rispetto ad acuni paesaggi tipo: quello costiero, rurale, industriale, insediativo a bassa densità.

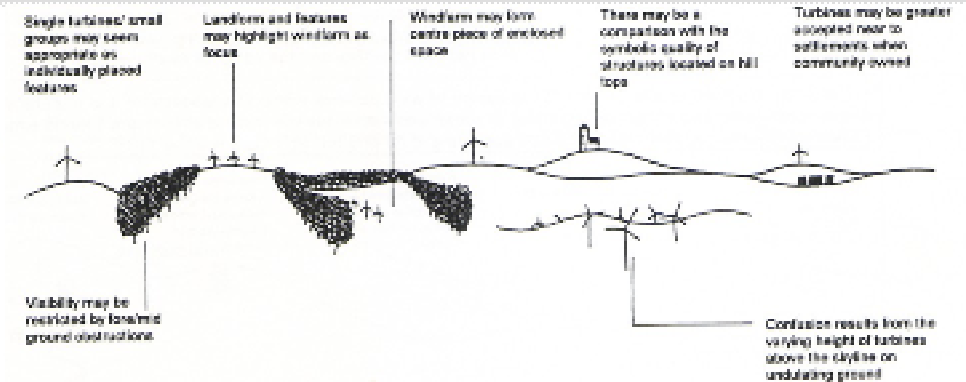
La ricerca contiene anche una ricca bibliografia sull'argomento.

PAESAGGIO AGRICOLA

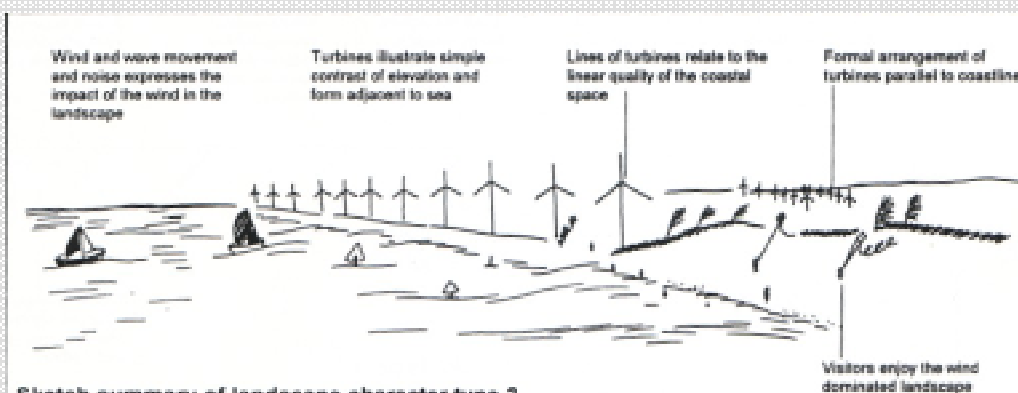


Sketch summary of landscape character type 1

PAESAGGIO INSEDIATIVO A BASSA DENSITA'

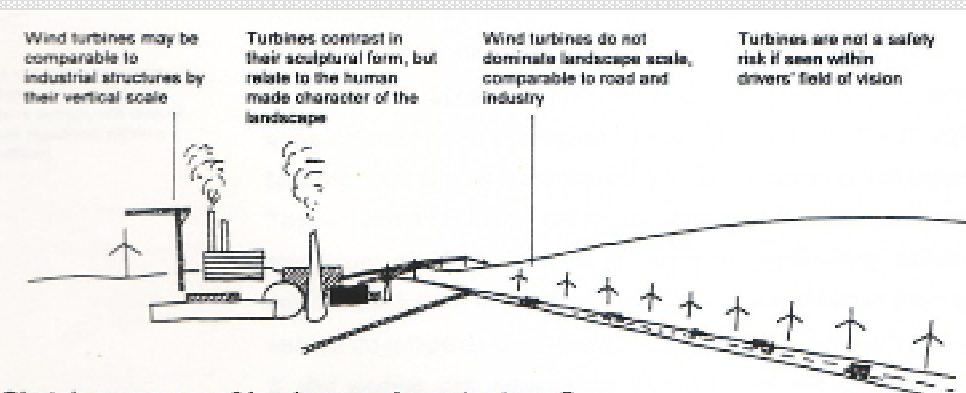


PAESAGGIO COSTIERO



Sketch summary of landscape character type 2

PAESAGGIO INDUSTRIALE



Sketch summary of landscape character type 5

B1.2.5.1.4 Land use

Nella progettazione di nuovi impianti eolici vanno assecondate le geometrie consuete del territorio.

Rispetto al paesaggio agricolo: un gruppo omogeneo di macchine può essere accettato dal punto di vista visivo se percepito come una singola isolata immagine in un luogo aperto. L'impianto localizzato in un paesaggio monoculturale scarsamente segnato da elementi del paesaggio agrario appare come singolo elemento scultoreo se composto da un solo generatore, se invece è composto da più generatori deve avere un impianto regolare a griglia non un andamento casuale e disordinato.

In un paesaggio agrario caratterizzato da una forte parcellizzazione fondiaria e da un diverso uso colturale il posizionamento delle turbine dovrà seguire i confini formali e gli elementi che li contraddistinguono quali muri a secco, recinzioni, siepi, strade interpoderali secondo un andamento preferibilmente lineare. Rispetto alle aree di naturalità ed in particolare alle superfici boscate: è consigliabile seguire le linee esterne del bosco o delle aree naturali per esaltarne il valore paesaggistico anche da un punto di vista percettivo.

Rispetto alle strade sono consigliate localizzazioni disposte parallelamente alle strade pur conservando le distanze di sicurezza previste dalla normativa regionale.

Rispetto agli insediamenti gli impianti non devono essere localizzati in asse con la viabilità storica principale del centro abitato.



Posizione problematica degli aerogeneratori rispetto agli insediamenti. Pala localizzata in asse con la viabilità storica principale del centro urbano. (da *Les Parcs éoliens dans les paysages de Moisselle*)

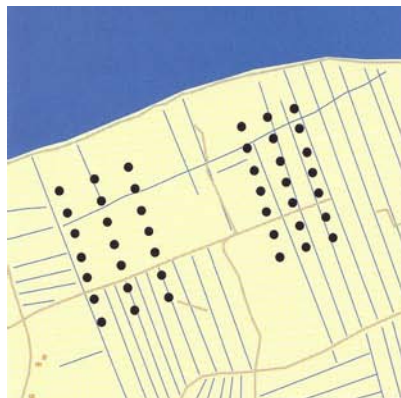


Alcuni impianti costruiti in Danimarca

Si tratta di impianti che partono da uno studio del paesaggio esistente e ne rafforzano gli elementi strutturanti. La rete dei canali, la presenza di una diga, i moli di attracco delle imbarcazioni, la rete viabilistica sono alcuni degli elementi che definiscono la struttura del progetto oltre agli indici di ventosità. Il progetto dell'impianto diventa in questo caso anche progetto di paesaggio. La densità e la vicinanza delle 16 torri (alte 22m e con un diametro del rotore da 16m, 1985) da 55 MW disposte lungo un molo ad Ebeltoft sottolineano il segno di un'infrastruttura perpendicolare alla linea di costa rendendolo ancor più visibile dal mare. Allo stesso modo le 21 torri alte 41 metri disposte linearmente a ridosso di una diga a Kappel demarcano con forza la linea di costa sullo sfondo di un paesaggio rurale punteggiato da poche fattorie.

Interessante anche il caso della centrale di Avedøre costruita nel 1992 in prossimità di una zona industriale alla quale fornisce energia. I 12 aerogeneratori da 300 kW sono disposti lungo la linea di costa in una fascia libera tra il mare e le industrie. Spesso si utilizzano per la localizzazione di impianti anche aree marginali a ridosso di infrastrutture viarie come a Thyholm (1985, 20 turbine da 55 kW alte 22m con un diametro di rotore di 16m) o ad Oddesund (25 turbine da 95 kW alte 24 metri e 19,4 di diametro) tra la ferrovia ed una linea ad alta tensione.

Nei rapporti tra densità e nella diversa disposizione delle torri rispetto al contesto si definisce il diverso rapporto con il paesaggio. In alcuni casi i segni del paesaggio esistente definiscono le regole, il progetto ne sottolinea e rafforza alcuni elementi, in altri casi l'impianto si sovrappone alla struttura viaria esistente ed ai segni del paesaggio agrario non alterandone il senso, ne rafforzandolo, ma semplicemente disegnando sul territorio un nuovo segno, una griglia che quasi con un processo di astrazione si poggia sul terreno integrandosi con una logica differente al paesaggio esistente. Questo si verifica spesso con impianti caratterizzati da una bassa densità del cluster.



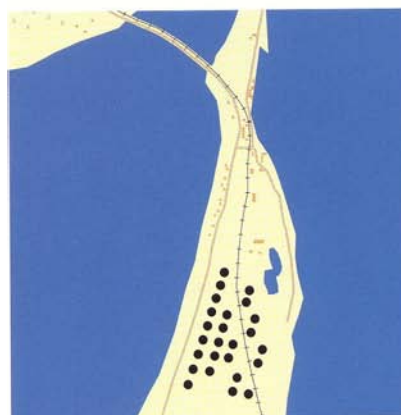
16. Nørreker Yder Enge, 42 Nordtank tube tower turbines, 300 kW, 1990, hub: 31 m, dia: 28 m. Flat, dammed, cultivated area, canal structure, close to the coast.



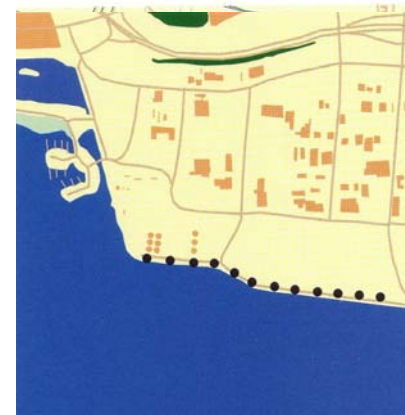
19. Rejsby, 40 Micon tube tower turbines, 600 kW, 1995, hub: 45 m, dia: 38 m. DK's most recent & most powerful wind farm, tight quadratic network, independent of roads and vegetation, flat terrain.



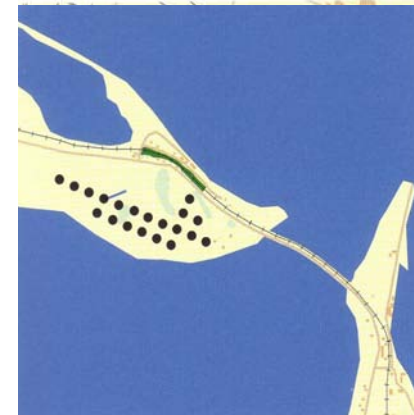
5. Ebeltoft, 16 galvanised Nordtank tube tower turbines, 55 kW, 1985, hub: 22 m, dia: 16 m. Perpendicular to the coast, pier construction related to harbour, short turbine spacing.



17. Oddesund, 25 Bonus tripod wind turbines, 95 kW, 1985-86, hub: 24 m, dia: 19.4 m. Broken row system, railway and high-tension transmission line.



1. Avedøre, 12 Bonus tube tower turbines, 300 kW, 1992-93, hub: 33.5 m, dia: 31 m. Follows the coastline, connected to Avedøre power station, industrial technical features.



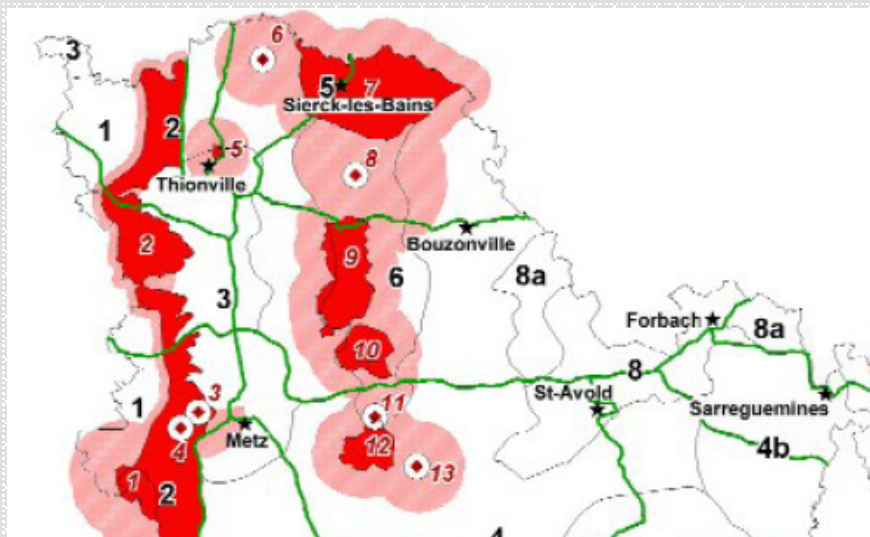
25. Thyholm, 20 Vestas/Bonus lattice tower turbines, 55 kW, 1985, hub: 22 m, dia: 16 m. Main structure: rows interplay with power poles and infrastructure.



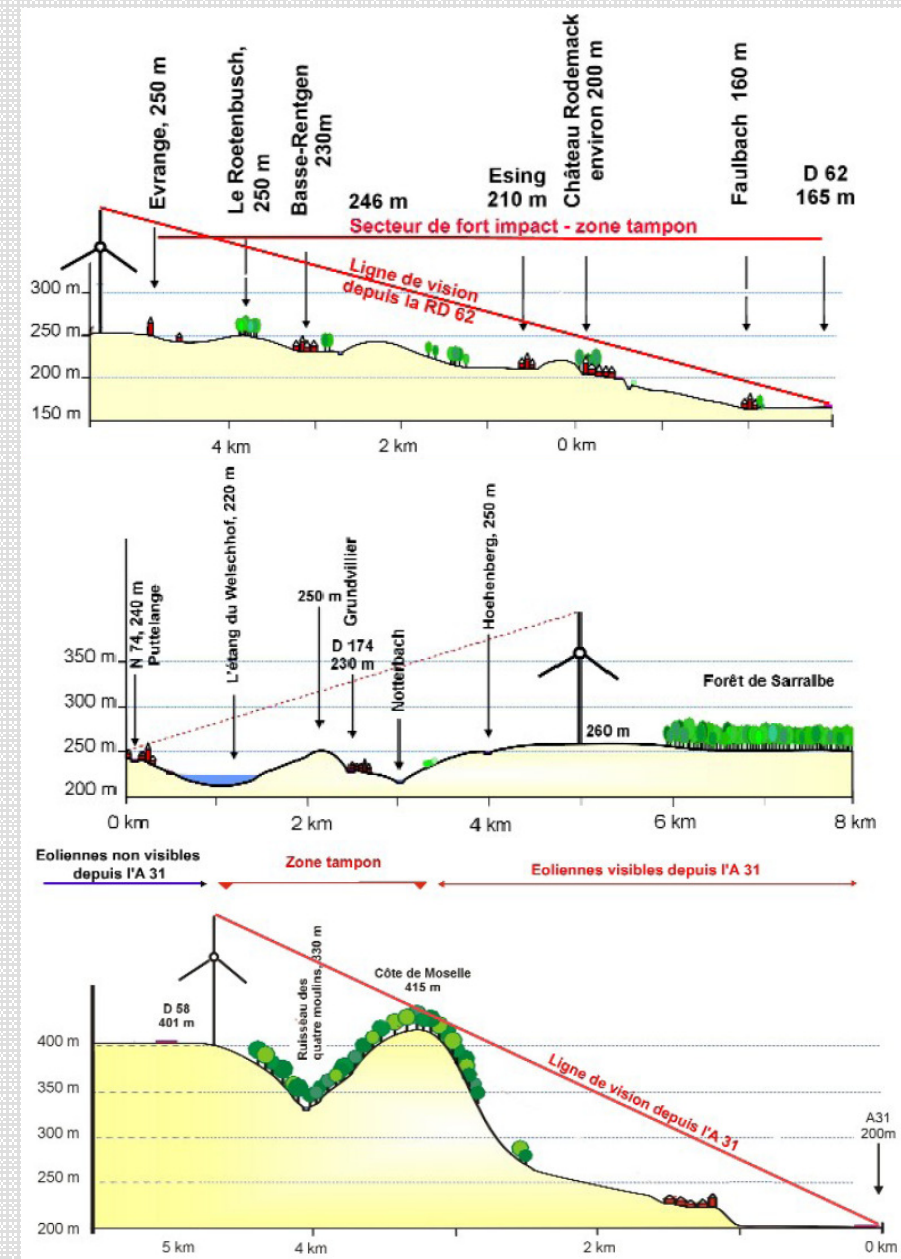


Visualizzazioni delle posizioni consigliate e sconsigliate dalle linee guida per impianti composti da più aerogeneratori

Le linee Guida redatte dalla Prefettura della Moselle sulla scorta delle guide del Ministero Francese (*Guide de l'étude d'Impact sur l'environnement des parcs éoliens*), si strutturano in due parti: la prima riguarda raccomandazioni generali alla progettazione di impianti eolici finalizzata ad un corretto inserimento nel paesaggio (su distanze, dimensioni dei parchi eolici, taglia dei generatori, relazioni con l'abitato). La seconda parte, invece, definisce la compatibilità dei parchi eolici con il paesaggio della regione. Per ciascuna unità di paesaggio si individuano i siti emblematici e si definiscono delle zone tampone di protezione (di estensione variabile tra 1 e 10 km) all'interno delle quali non è possibile localizzare impianti eolici. Ciascuna Unità di paesaggio viene analizzata nelle sue componenti identitarie rispetto ai caratteri morfologici, all'urbanizzato, ai caratteri vegetazionali, al patrimonio culturale per arrivare con una valutazione di compatibilità, a definire aree emblematiche e zone tampone e per ciascuna unità raccomandazioni specifiche rispetto alle condizioni di contesto per i progetti da localizzare nelle aree definite compatibili.



Estratto della carta sull'individuazione dei siti emblematici e sulle aree tampone.



Esempi di suggerimenti sulle distanze degli aerogeneratori dai nuclei abitati per unità di paesaggio.

B1.2.5.2 Tipologia

B1.2.5.2.1 Macchine

Le tipologie delle macchine oggi presenti sul mercato sono molteplici . Si possono distinguere macchine ad asse orizzontale o verticale e tra queste mono-pala, bi-pala, tri-pala.

Non si preclude l'uso di una tipologia rispetto ad un'altra che verrà valutata in base a criteri tecnici di convenienza. Va piuttosto controllato l'uso di differenti tipologie in uno stesso contesto geografico.

Si preferisce una omogeneità tipologica degli impianti in uno stesso ambito territoriale. L'uso di tipologie differenti genera confusione e disturbo visivo. Comuni ed enti che condividono uno stesso bacino eolico devono accordarsi sulla tipologia di impianto da localizzare nel proprio territorio.

B1.2.5.2.2 Dimensione

Ai fini di una visione armoniosa dell'impianto rispetto al paesaggio in cui si inserisce, impianti limitrofi dovranno avere similari: altezze delle torri, diametro del rotore, distanza degli aerogeneratori.

B1.2.5.2.3 Colore

Non vi sono particolari indicazioni sul colore da utilizzare per gli aerogeneratori al di là di alcune disposizioni aeronautiche. Esistono tuttavia applicazioni interessanti del colore al traliccio e al rotore delle macchine eoliche. Da un punto di vista paesaggistico , considerare il colore sulla base dello sfondo su cui si colloca l'impianto potrebbe metterlo in risalto oppure mitigarlo. Sono ammesse sperimentazioni in questo senso purchè motivate da scelte progettuali e da valutazioni di carattere paesaggistico.



Turbina eolica multipala utilizzata come pompa idraulica a servizio dell'attività agricola.



Impianti eolici ad asse verticale



Impianti eolici ad asse orizzontale : bipala, tripala, multipala.

B1.2.5.4 Mitigazione impianti

Riguarda soprattutto le nuove vie d'accesso, le linee elettriche e le cabine di trasformazione. Vanno minimizzati prevedendo linee elettriche e cabine di trasformazione interrati.

E' necessario evitare l'apertura di nuove strade, piuttosto si dovranno riutilizzare quelle esistenti prevedendo un loro adeguamento ai fini del trasporto delle macchine. L'intervento sulla viabilità esistente diviene pretesto per il miglioramento della viabilità locale e per l'adeguamento alla normativa di sicurezza prevista dal Codice della Strada.

Per la viabilità di servizio all'impianto dovranno essere utilizzati materiali permeabili.

Dovrà essere previsto un sistema di regimazione delle acque meteoriche cadute sul piano viabile e le scarpate stradali al termine dei lavori devono essere inerbite. (rif. Regolamento Regionale 4-10-2006).

B1.2.5.5 Dismissione/sostituzione impianti

Il progetto del nuovo impianto dovrà prevedere anche la fase di smantellamento dell'impianto e di ripristino e sistemazione del sito (rif. Regolamento Regionale 4-10-2006).



Diverse sperimentazioni per la colorazione delle torri e dei rotori

Eolico in ambiente urbano: diverse applicazioni



EOLICO