

REGIONE
TOSCANA



LINEE GUIDA
**PER LA VALUTAZIONE
DELL'IMPATTO AMBIENTALE
DEGLI IMPIANTI EOLICI**

REGIONE TOSCANA



Giunta Regionale

Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali
Settore Energia e Risorse Minerarie

Direzione Generale della Presidenza
Area di Coordinamento Programmazione e Controllo
Settore Valutazione Impatto Ambientale



LINEE GUIDA
PER LA VALUTAZIONE
DELL'IMPATTO AMBIENTALE
DEGLI IMPIANTI EOLICI

**LINEE GUIDA
PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO
AMBIENTALE DEGLI IMPIANTI EOLICI**

A cura della

Regione Toscana - Giunta Regionale – Direzione Generale della Presidenza

Area di Coordinamento Programmazione e Controllo

Settore Valutazione Impatto Ambientale:

Lorenzo Galeotti, Simona Grassi, Alberto Ugolini, Fabio Zita.

Coordinamento:

NEMO srl

Aspetti naturalistici

Autori: Dott. Viviana Cherici

Dott. Alberto Chiti-Batelli

Dott. Paolo Sposimo (coordinamento scientifico)

Aspetti paesaggistici e storico-culturali

Autori: Prof. Mauro Agnoletti

Dott. Giacomo Maggiari

Catalogazione nella pubblicazione (CIP) a cura
della Biblioteca della Giunta regionale toscana:

**Linee guida per la valutazione dell'impatto
ambientale degli impianti eolici**

I. Toscana. Direzione generale delle politiche territoriali e ambientali

II. Toscana. Area extradipartimentale valutazione impatto ambientale

1. Energia eolica – Produzione – da parte di Impianti –

Valutazione d'impatto ambientale – Guide

333.9214

REGIONE
TOSCANA



Realizzazione e Stampa:

Centro Stampa Regione Toscana

Via di Novoli 73/a – 50127 Firenze

Febbraio 2004

Copie 1500

Distribuzione gratuita

INDICE

Premessa	7
LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLE COMPONENTI NATURALISTICHE	9
Introduzione	11
I) Individuazione delle tipologie di aree critiche per gli aspetti naturalistici	13
I.1 <i>Sintesi della metodologia seguita</i>	
I.2 <i>Tipologie di aree critiche per aspetti naturalistici</i>	
I.3 <i>Requisiti progettuali</i>	
I.4 <i>Aree non opportune</i>	
II) Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale	18
II.1 <i>Procedura di verifica in aree prive di criticità</i>	
II.2 <i>Procedura di verifica in aree critiche</i>	
II.3 <i>Linee guida per la valutazione d'incidenza</i>	
ALLEGATO A: Elenco delle aree in cui è risultata non opportuna la realizzazione di impianti eolici, per la presenza di elementi naturalistici di elevato valore	27
ALLEGATO B: Aree risultate non opportune per la localizzazione di impianti eolici - Schede sintetiche dei principali elementi di criticità	28
ALLEGATO C: Specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici	43
ALLEGATO D: Impatti ambientali connessi alla realizzazione di impianti eolici: stato delle conoscenze sulla componente naturalistica	44
Bibliografia di riferimento	50
LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SUL PAESAGGIO E SUL PATRIMONIO STORICO, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO	57
1. Premessa	59
2. Impostazione metodologica	60
2.1 <i>Definizione delle aree di studio</i>	
2.2 <i>Strumenti di indagine</i>	
2.3 <i>Categorie oggetto di valutazione</i>	
2.4 <i>Metodi di valutazione</i>	
3. Definizione delle aree di studio	61
3.1 <i>Area dei siti di impianto potenziali (ASIP)</i>	
3.2 <i>Area di impatto locale (AIL)</i>	
3.3 <i>Area di impatto potenziale (AIP)</i>	
3.4 <i>Area di impatto visuale assoluto (AIVA)</i>	

4. La "Metodologia estesa"

68

- 4.1 *Le analisi nell'Area dei Siti di Impianto Potenziali*
- 4.2 *Le analisi nell'Area di Impatto Locale*
 - 4.2.1 *Strumenti di indagine*
 - 4.2.1.1 *Struttura del paesaggio*
 - 4.2.1.2 *Indagine storico ambientale*
 - 4.2.1.3 *Simulazioni*
 - 4.2.2 *Categorie oggetto di valutazione*
 - 4.2.2.1 *Significato storico-ambientale*
 - 4.2.2.2 *Frequentazione del paesaggio.*
 - 4.2.3 *L'analisi della sensibilità*
- 4.3 *Le analisi nell'Area di Impatto Potenziale*
 - 4.3.1 *Strumenti di indagine*
 - 4.3.1.1. *Analisi dell'intervisibilità*
 - 4.3.1.2 *Simulazioni*
 - 4.3.1.3 *Struttura del paesaggio*
 - 4.3.1.4 *Indagine storico ambientale*
 - 4.3.2 *Categorie oggetto di valutazione*
 - 4.3.2.1 *Significato storico ambientale*
 - 4.3.2.2 *Patrimonio culturale*
 - 4.3.2.3 *Frequentazione del paesaggio*
 - 4.3.3 *L'analisi della sensibilità*
- 4.4 *Elaborati e cartografia relativa all'applicazione della "metodologia estesa"*
 - 4.4.1 *Area dei siti di impianto potenziali (ASIP)*
 - 4.4.2 *Area di impatto locale (AIL)*
 - 4.4.3 *Area di impatto potenziale (AIP)*
 - 4.4.4 *Area di impatto visuale assoluto AIVA*

5. "Metodologia semplificata"

90

- 5.1 *L'Area di Impatto Locale (AIL)*
- 5.2 *Analisi nell'Area di Impatto Potenziale*
 - 5.2.1 *Strumenti di indagine*
 - 5.2.1.1 *Analisi dell'intervisibilità*
 - 5.2.1.2 *Simulazioni fotografiche*
 - 5.2.2 *Categorie oggetto di valutazione*
 - 5.2.2.1 *Significato storico ambientale*
 - 5.2.2.2 *Patrimonio. culturale*
 - 5.2.2.3 *Frequentazione del paesaggio*
 - 5.2.3 *Analisi della sensibilità*
- 5.3 *Elaborati e cartografia da produrre per l'applicazione della metodologia semplificata*

6. Alternative e mitigazione

94

- 6.1 *Introduzione*
- 6.2 *L'altezza delle torri eoliche*
- 6.3 *La forma delle torri e del rotore*
- 6.4 *Il colore delle torri eoliche*
- 6.5 *Lo schema di impianto*
- 6.6 *La viabilità*
- 6.7 *Linee elettriche*
- 6.8 *Gli annessi tecnici*
- 6.9 *Le attività di cantiere*
- 6.10 *La sistemazione definitiva dell'area*
- 6.11 *La manutenzione dell'impianto*
- 6.12 *Dismissione e ripristino*

Bibliografia generale	105
APPENDICE I: Metodologia di individuazione di settori di indagine aggiuntivi “t” per l’area di impatto potenziale	109
APPENDICE II: Calcolo degli indici di Shannon, Hill e Sharpe	115
APPENDICE III: Indice storico	118
 ASPETTI GENERALI E CENNI SULLE COMPONENTI ATMOSFERA, CLIMA ACUSTICO, AMBIENTE IDRICO, SUOLO E SOTTOSUOLO	 123
1. Aspetti generali	125
2. Atmosfera	126
3. Rumore e vibrazioni	126
4. Ambiente idrico	127
5. Suolo e sottosuolo	127
6. Salute pubblica	127
7. Attività agro-forestali	128

PREMESSA

Tommaso Franci, *Assessore all'Ambiente e Tutela del Territorio, Protezione Civile, Politiche per la Montagna della Regione Toscana*

Il Consiglio Regionale, con deliberazione n.1 del 18 Gennaio 2000 ha approvato il Piano Energetico regionale (P.E.R.), previsto dall'art. 2 della Legge Regionale 27 Giugno 1997 n.45 "Norme in materia di risorse energetiche".

Nell'ambito dei processi di attuazione delle politiche energetiche contenute nel P.E.R. è stato in seguito necessario promuovere ed attivare specifiche azioni di ricerca e approfondimenti tecnico-scientifici.

Il presente documento si inserisce quindi nella politica di programmazione della produzione energetica regionale da fonti eoliche, al fine di indirizzare e sostenere lo sviluppo di impianti eolici nelle aree più vocate e disciplinare la loro costruzione nelle zone di maggior pregio paesaggistico e naturalistico. Tale politica di pianificazione territoriale trova interessanti e analoghi esempi in campo nazionale (Giunta Regionale Basilicata, 2002; Giunta Regionale Campania, 2001; Giunta Regionale Liguria, 2001; Giunta Regionale Marche, 2002) e continentale (ad es. Scottish Natural Heritage, 2002).

Questo documento intende pertanto esaminare i rapporti tra la realizzazione di impianti eolici ed il territorio regionale toscano, sotto il profilo dei possibili impatti sulle componenti naturalistiche, sul paesaggio e sugli aspetti storico-culturali.

**LINEE GUIDA
PER LA VALUTAZIONE
DELL'IMPATTO AMBIENTALE
DEGLI IMPIANTI EOLICI**

**LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO
SULLE COMPONENTI NATURALISTICHE**

V. Cherici, A. Chiti-Batelli, P. Sposimo

INTRODUZIONE

Le indicazioni raccolte nel presente lavoro costituiscono le linee guida per la realizzazione di impianti eolici, ad uso del proponente, da adottare per la corretta gestione degli adempimenti previsti nel caso di attivazione di una procedura di valutazione disciplinata dalla legge regionale della Toscana (L.R. 79/98).

Queste linee guida sono finalizzate alla limitazione degli impatti ambientali derivanti dalla realizzazione degli impianti eolici sulle componenti naturalistiche, sul paesaggio e sul patrimonio storico-culturale.

Si applicano a impianti eolici costituiti da:

- ➔ uno o più generatori di potenza superiore a 300 kW;
- ➔ un numero di generatori uguale o superiore a 5, a prescindere dalla loro potenza.

Sono pertanto fatti salvi tutti i piccoli generatori eolici ad uso agricolo e altri piccoli impianti rurali.

Integrano inoltre i contenuti minimi della documentazione che il proponente deve fornire all'autorità competente per l'attivazione di una procedura di V.I.A., sia essa:

1. **domanda di attivazione della procedura di verifica**, di cui all'art.11, comma 2 (rif. punto 3.1 delle LINEE GUIDA relative all'attuazione della LR 79/98);

oppure

studio di impatto ambientale (SIA), di cui all'art.12, comma 2 e art. 13, comma 2 (rif. punto 3.3 delle LINEE GUIDA relative all'attuazione della LR 79/98).

Gli obiettivi che questo documento intende raggiungere sono i seguenti:

- individuazione di tipologie di aree “critiche”, dove la realizzazione di impianti eolici è non opportuna o è subordinata al rispetto di requisiti specifici.
- elaborazione di linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale degli impianti eolici.

In considerazione delle finalità dello studio, sono stati presi in esame gli impianti eolici¹ intesi nel loro complesso, costituiti quindi sia dagli aerogeneratori che dalle opere accessorie, quali cabine elettriche, strade di servizio, elettrodotti, ecc. necessarie a garantire il trasferimento dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori all'utenza finale.

¹ tale termine italiano è stato preferito alla traduzione letterale della voce anglosassone *wind farm*, fattorie eoliche.

In considerazione degli impatti potenziali sulle componenti naturalistiche, sul paesaggio e sul patrimonio storico-culturale connessi alla realizzazione degli impianti eolici, nonché delle peculiari caratteristiche del territorio toscano, è consigliabile che il proponente valuti, **preliminarmente all'attivazione della procedura di V.I.A.**, quali sono le eventuali criticità presenti, nell'area individuata per l'installazione dell'impianto proposto, sia sotto il profilo naturalistico che su quello paesaggistico e storico-culturale.

Infatti, così come specificato nelle pagine seguenti, la presenza di **criticità naturalistiche e/o paesaggistiche** nel sito proposto suggerisce la necessità di una procedura di valutazione particolare. In alcuni casi inoltre, le criticità naturalistiche presenti nell'area possono essere tali da ritenere non opportuna l'installazione di impianti eolici.

Il presente documento è suddiviso in due sezioni, relative alle due componenti prese in esame: componente naturalistica (vegetazione, flora, fauna, ecosistemi), paesaggio e aspetti storico-culturali.

Tale suddivisione, oltre che per ovvie necessità di chiarezza e di facilità di lettura, è stata preferita per la differente impostazione espositiva delle due parti, frutto di distinte scelte metodologiche, nel comune intento di rendere chiara ed esaustiva al tempo stesso la trattazione delle due materie. Ove la trattazione prende in esame elementi comuni alle due componenti (vedi ad es. il paragrafo sulla mitigazione degli impatti), si è provveduto a confrontare e, ove possibile, ad armonizzare le differenti soluzioni proposte, evitando di fornire al proponente indicazioni discordanti.

I. Individuazione delle tipologie di aree critiche per gli aspetti naturalistici

I. 1 SINTESI DELLA METODOLOGIA SEGUITA

Sono state preliminarmente esaminate le tipologie di aerogeneratori disponibili sul mercato, da quelli di piccola taglia (con potenza inferiore ai 100 kW) a quelli di grande taglia (con potenza superiore ad 1.000 kW), i relativi aspetti tecnici ed energetici, nonché le relazioni con impatti ambientali riportati in letteratura.

Sulla base delle conoscenze disponibili nella bibliografia di settore e delle informazioni edite ed inedite, sono state individuate le tipologie di aree "critiche", dal punto di vista naturalistico, per la localizzazione di impianti eolici:

- in alcuni casi tali criticità potranno essere superate qualora gli impianti eventualmente previsti in tali aree risponderanno a determinati requisiti;
- in altri casi le criticità sono tali da far ritenere non opportune determinate aree per l'installazione di impianti eolici.

Come affermato recentemente in sede istituzionale europea (Langston e Pullan, 2002) *"è necessario identificare specie e aree di interesse, mappare i siti potenziali e inadatti per lo sviluppo di energia eolica sulle basi delle relazioni con la conservazione della natura, per esempio evitando i punti focali per i flussi migratori."*

Per la stesura del presente documento, ed in particolare per l'individuazione delle tipologie di aree critiche e dei relativi requisiti, nonché per la stesura delle linee guida per la procedura di valutazione di impatto ambientale, è stato tenuto in particolare considerazione il **principio di precauzione**, così come raccomandato ed indicato anche da trattati e altri documenti ufficiali della comunità Europea².

Il ricorso al principio di precauzione in condizioni in cui le informazioni scientifiche sono insufficienti, non conclusive o incerte e vi siano indicazioni che effetti sull'ambiente e sulla salute degli esseri umani, degli animali e delle piante possano essere potenzialmente pericolosi e incompatibili con il livello di protezione prescelto, costituisce un'esperienza acquisita da tempo in campo ambientale³.

In base allo stato delle conoscenze, i documenti disponibili in letteratura sugli impatti ambientali connessi agli impianti eolici nelle diverse fasi dell'opera (costruzione, esercizio e manutenzione, dismissione) concordano comunque nell'individuare possibili impatti negativi, seppur con differente significatività, sulle risorse naturalistiche (vegetazione, flora e fauna).

L'esame di queste informazioni e delle peculiari caratteristiche del territorio toscano, ha permesso la definizione dei criteri per l'individuazione delle tipologie di aree critiche e la conseguente individuazione degli specifici requisiti e delle misure di mitigazione da adottare in relazione a queste aree.

Una rassegna delle informazioni reperite e degli studi editi ed inediti presi in esame viene riportata e commentata nell'Allegato D al presente documento.

² A livello comunitario il riferimento esplicito al principio di precauzione è contenuto nel titolo dedicato all'ambiente del Trattato CE, all'articolo 174: *"...la politica della Comunità in materia ambientale mira a un livello elevato di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni della Comunità. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "che inquina paga"..."*

³ Obiettivo della Comunicazione della Commissione delle Comunità Europee "Sul principio di precauzione", Bruxelles, 2 febbraio 2000, è quello di informare tutte le parti interessate e in particolare il Parlamento europeo, il Consiglio e gli Stati membri, sul modo in cui la Commissione applica o intende applicare il **principio di precauzione** al momento di adottare decisioni collegate alla limitazione dei rischi.

I. 2 TIPOLOGIE DI AREE CRITICHE PER ASPETTI NATURALISTICI

Il sito si trova in area critica se ricade, anche parzialmente, all'interno di una delle tipologie di aree elencate nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 1

Aree critiche per elevata qualità naturalistica	Abbreviazioni
Siti di Importanza Regionale (pSIC, ZPS, SIN, SIR)	SIR
Parchi Nazionali	PN
Riserve Naturali dello Stato	RN
Parchi Regionali (comprese le aree contigue)	PR
Parchi Provinciali	PP
Riserve Naturali Provinciali	RNP
Aree di Importanza Avifaunistica (Important Bird Areas) ⁴	IBA
Zone di Protezione lungo le rotte migratorie	ZP
Valichi montani	VA

Tabella 2

Aree critiche per presenza di significativi e rilevanti flussi migratori e di movimenti giornalieri di avifauna
Colline tra il litorale lucchese e le Alpi Apuane: dal t. Pedogna e dalle Alpi Apuane a nord, dal fiume Serchio a est, dalla pianura al di sotto dei 300 m s.l.m. a ovest e a sud
Valdarno inferiore: fascia simmetrica all'asta fluviale dell'Arno, dalla foce a Signa (larghezza 1 km per lato)
Valdichiana: fascia simmetrica all'asta del Canale Maestro della Chiana (larghezza 1 km per lato)
Fascia costiera: fascia di 3 km di larghezza, dalla linea di costa verso l'entroterra, da Cecina a Castiglion della Pescaia (sono escluse le zone industriali ed urbanizzate)

⁴ individuate da BirdLife International, cfr. Heath e Evans (2000) e Gariboldi et al. (2000).

Per alcuni SIR⁵, l'area da considerare critica ai fini degli impatti sulla componente naturalistica si estende oltre il confine del sito per una fascia di 1 chilometro (tabella 3).

Tabella 3

Aree critiche per aspetti naturalistici con fascia critica di 1 km
per presenza di significativi e rilevanti flussi migratori e di movimenti giornalieri di avifauna

n° SIR	SIR con fascia critica
2	M. Orsaro
3	M. Matto - M. Malpasso
4	M. Acuto – Groppi di Camporaghera
5	M. La Nuda - M. Tondo
9	M. Sillano - P.so Romecchio
10	M. Castellino - Le Forbici
11	Parco dell'Orecchiella - Pania di Corfino – Lamarossa
12	Pania di Corfino
13	M. Romecchio - M. Rondinaio – Poggione
14	M. Prato Fiorito - M. Coronato – V.le dello Scesta
15	Orrido di Botri
22	Monte Corchia - Le Panie
23	Praterie primarie e secondarie delle Apuane
25 B	Lago di Massaciuccoli
31	ZPS Pian degli Ontani
32	Libro Aperto - Cima Tauffi
33	M. Spigolino - M. Gennaio
34	Padule di Fucecchio
35	P.so della Raticosa, Sassi di S. Zanobi e Manteca
37	Conca di Firenzuola
38	Gioigo - Colla di Casaglia
39	Muraglione- Acqua Cheta
45	Stagni della Piana Fiorentina
47	Padule di Suese e Biscottino
62	Selva Pisana
66	Macchia di Tatti – Berignone

n° SIR	SIR con fascia critica
67	Fiume Cecina da Berignone a Ponteginori
68	Complesso di Monterufoli
73	Alta Vallesanta
75	Monte Calvano
76	Sasso di Simone e Simoncello
79	Pascoli Montani e cespuglieti del Pratomagno
81	Ponte a Buriano e Penna
90	Crete di Camposodo e Crete di Leonina
91	Monte Oliveto Maggiore (e crete di Asciano)
94	Lago di Montepulciano
95	Lago di Chiusi
96	Lucciolabella
97	Crete dell'Orcia e del Formone
101	Cornate e Fosini
102	Poggi di Prata
111	Diaccia Botrona
118	Monte Labbro e Alta Valle dell'Albegna
120	Monte Penna, Bosco della Fonte e M. te Civitella
121	Medio corso del fiume Albegna
126	Laguna di Orbetello
SIR B03	Bosco di Tanali e Bottaccio della Visona
SIN B04	Zone calcaree della Val di Lima e del Balzo Nero
SIR B15	La Verna - M. Penna
SIR B18	Podere Moro (a sud dell'Amiata)
SIN B19	Basso corso del F.Orcia
SIN B22	Torrente Trasubbie

Il numero che precede il nome del SIR corrisponde alla numerazione regionale di legge (Del. C.R. 342/98 e LR 56/2000)

Laddove il SIR ricade anche in un'area non opportuna (vedi oltre), la fascia di 1 km oltre il confine del sito è da ritenersi critica. Resta inteso che, dove la perimetrazione dell'area non opportuna differisce da quella del SIR e si sovrappone in parte o totalmente alla fascia di 1 km, ai fini dell'individuazione della tipologia dell'area in esame (non critica / critica / non opportuna) prevalgono i confini e l'estensione dell'area non opportuna.

⁵ I SIR indicati in tabella sono stati definiti in base alla Deliberazione 342/98, in particolare all'Allegato 2 e alla Tabella 1 "Presenza di elementi di valore e implicazioni sulla gestione" (colonna UC - Uccelli) ed alle informazioni edite ed inedite, inerenti anche i territori contermini.

I.3 REQUISITI PROGETTUALI

Per tutti gli impianti eolici che ricadono in area critica per aspetti naturalistici, è opportuno che il progetto rispetti nella maggior misura possibile gli specifici requisiti evidenziati di seguito:

1. è auspicabile che nelle aree critiche siano presenti impianti con un numero di generatori inferiore a 15;
2. nelle aree critiche non è ammissibile una perdita diretta di habitat di interesse regionale superiore al 10 % della superficie ricoperta da tale habitat all'interno dell'intera area critica;
3. nelle aree critiche il sito non dovrebbe occupare una superficie di habitat di una specie di fauna di interesse regionale superiore al 25 % della superficie ricoperta da tale habitat all'interno dell'intera area critica;
4. in ciascun'area critica è ragionevole che non sia presente più di un impianto eolico;
5. è opportuno che le fitocenosi di importanza regionale, individuate nell'ambito del Repertorio Naturalistico Toscano organizzato dall'ARSIA, siano salvaguardate;
6. qualora un habitat o una specie di interesse regionale sia presente (a livello regionale) soltanto nell'area del sito, non è ammissibile alcun danneggiamento diretto o indiretto a loro carico.

I. 4 AREE NON OPPORTUNE

Nell'ambito delle differenti tipologie di aree critiche precedentemente individuate, sono state inoltre evidenziate quelle aree nelle quali l'elevata qualità naturalistica del sito costituisce una criticità tale da fare ritenere *non opportuna* l'installazione di impianti eolici.

In altre parole, la criticità di queste aree in termini di possibili impatti degli impianti eolici sulla componente naturalistica è molto elevata e tale da poter essere eventualmente superata o accettabilmente contenuta solo a seguito di rilevanti limitazioni progettuali e/o di particolari e complesse misure di mitigazione e/o di compensazione.

Dall'esame della bibliografia disponibile e delle caratteristiche ambientali toscane (vedi *Allegato D*), l'individuazione di queste aree non opportune per l'installazione di impianti eolici è stata realizzata secondo i seguenti criteri:

- alto valore avifaunistico⁷ per rapaci o per l'avifauna acquatica;
- alto valore avifaunistico per la presenza di specie vulnerabili o in pericolo di estinzione in Toscana;
- alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna;
- ecosistemi rari perché di alta naturalità complessiva;
- presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione.

A prescindere dalle locali caratteristiche anemologiche, è stato pertanto individuato un elenco di siti di elevato valore naturalistico, in particolare avifaunistico, in cui non è opportuna l'installazione di impianti eolici. Tale inopportunità deriva esclusivamente dagli elevati valori naturalistici che li caratterizzano e prescinde pertanto da qualsiasi valutazione di tipo paesaggistico, storico-culturale o di altro tenore.

Una descrizione sintetica dei principali elementi di criticità di ciascuna delle aree non opportune è riportata nell'*Allegato B*, al fine di fornire al proponente delle prime indicazioni (integrabili) per valutare la percorribilità del progetto e delle eventuali misure di mitigazione e/o di compensazione necessarie.

- L'elenco di tali aree è compreso nell'*Allegato A*.
- Le schede sintetiche dei principali elementi di criticità di ciascuna area non opportuna sono contenute nell'*Allegato B*.
- I confini di tutte le aree non opportune sono riportati, in scala 1:1.000.000 e in scala 1:25.000 (per le dimensioni di alcune aree la scala adottata è 1:35.000), nelle immagini delle cartografie originali e sono contenuti nel CD allegato alle Linee Guida.

⁶ non critica / critica / non opportuna

⁷ Il valore avifaunistico di **tutti i siti** è stato determinato in base a:

- specie citate nelle schede NATURA 2000;
- indicazioni contenute nella Deliberazione 342/98, in particolare nell'*Allegato 2* e nella Tabella 1;
- altre informazioni disponibili sull'avifauna, edite ed inedite.

II. Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale

A completamento della documentazione già richiesta dalle linee guida⁸ relative all'attuazione della LR 79/98, è opportuno che il proponente fornisca, in relazione a ciascun argomento individuato nelle suddette linee guida (paragrafo 3.1), le seguenti ulteriori informazioni e documentazioni.

Progetto preliminare

- Chiara ed esauriente indicazione del numero di generatori, dell'altezza delle torri, dell'altezza massima del generatore (torre + pala), della superficie occupata in fase di costruzione (comprese le aree di cantiere), della superficie occupata in fase di esercizio.
- Indicazione, su cartografia in scala 1:10.000, della disposizione dei generatori, delle opere accessorie (strade, elettrodotti, cabine di trasformazione, ecc.), del punto di allacciamento alla rete elettrica.
- Descrizione delle modalità di trasferimento nel sito dei materiali necessari per la costruzione dell'impianto: tipo di mezzi utilizzati per il trasporto, percorsi utilizzati, eventuale necessità di ingrandire e/o modificare la viabilità esistente ed indicazione dei nuovi tracciati.
- Chiara indicazione delle dimensioni massime delle parti in cui possono essere scomposti i componenti dell'impianto.

Studi sugli effetti urbanistico-territoriali ed ambientali e sulle misure necessarie per migliorare l'inserimento dell'opera nel territorio

La descrizione dell'ambiente dei principali fattori di impatto, nonché una breve descrizione di tutte le misure che il committente propone allo scopo di ridurre, evitare o mitigare gli impatti negativi, per quanto concerne gli aspetti naturalistici e paesaggistici, verranno sviluppate dal proponente, come di seguito indicato, **con procedure e documentazioni distinte a seconda che l'opera ricada o meno in area critica.**

⁸ Quaderni della valutazione di impatto ambientale, n.2.

II. 1 Procedura di valutazione in aree prive di criticità

Descrizione dell'ambiente

È consigliabile che la descrizione dell'ambiente, l'analisi degli impatti, l'analisi delle alternative, le misure di mitigazione, in relazione agli aspetti naturalistici, siano sviluppate dal proponente come di seguito indicato.

Aspetti naturalistici

È opportuno che la realizzazione della fase di analisi si avvalga anche delle segnalazioni contenute nella Banca Dati del Repertorio Naturalistico Toscano curato dall'ARSIA.

È altresì opportuno, al fine di una soddisfacente completezza dello studio analitico, che siano prese in esame le informazioni di maggior significato per gli aspetti naturalistici contenute nel quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale, quali ad es. i Piani Strutturali, i PTCP, i Piani Faunistici Provinciali.

FAUNA (AD ECCEZIONE DELL'AVIFAUNA)

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (sito): è opportuno che si estenda almeno fino a 1.000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere secondarie (strade di accesso, elettrodotti, ecc.).
- Caratterizzazione faunistica dell'area di studio attraverso la descrizione dei popolamenti faunistici vertebrati, con indicazione delle specie presenti (presenza reale o potenziale).
- Individuazione delle specie di fauna classificabili come emergenze naturalistiche.

AVIFAUNA

Analisi dello stato iniziale

- Descrizione dell'avifauna nidificante, migratoria e svernante presente nell'area di studio, con particolare riferimento alle specie ed ai gruppi particolarmente sensibili indicati in *Allegato C*.
- Individuazione delle specie di avifauna classificabili come emergenze naturalistiche.
- Individuazione cartografica a scala adeguata dei SIR, dei valichi e delle zone di protezione lungo le rotte migratorie, degli appostamenti fissi, delle zone umide comprese nell'elenco ufficiale curato dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (Baccetti e Serra, 1994 e successivi aggiornamenti), presenti nell'area vasta.
- Indicazione cartografica in scala adeguata (1:25.000 - 1: 50.000) della direzione dei venti dominanti⁹.

Previsione d'impatto

- Analisi degli impatti distinta per le specie o i gruppi particolarmente sensibili (*vedi tabella riportata in Allegato C*) e per tutte le rimanenti specie.
- Valutazione anche dell'impatto cumulativo sull'avifauna derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici nella medesima area.

⁹ gli uccelli usualmente volano in favore di vento; nella zona di studio, potrebbero sfruttare i venti locali per i loro spostamenti nelle migrazioni o nei voli giornalieri.

VEGETAZIONE E FLORA

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (sito): è opportuno che si estenda almeno fino a 500 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere secondarie (strade di accesso, elettrodotti, ecc.).
- Caratterizzazione vegetazionale e floristica, su base bibliografica, dell'area di studio, attraverso l'individuazione e la descrizione delle tipologie vegetazionali, la loro caratterizzazione floristica ed ecologica e mediante la realizzazione di una cartografia della vegetazione in scala adeguata.
- Individuazione degli habitat e delle specie di flora classificabili come emergenze naturalistiche.

Previsione d'impatto

- Valutazione anche dell'impatto cumulativo sulla vegetazione derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici nella medesima area.

ECOSISTEMI

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (sito): è opportuno che si estenda almeno fino a 1000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere secondarie (strade di accesso, elettrodotti, ecc.).
- Individuazione delle unità ecosistemiche presenti nel territorio interessato dall'intervento e caratterizzazione, almeno qualitativa, della struttura degli ecosistemi stessi, attraverso la descrizione delle rispettive componenti abiotiche e biotiche e della relativa dinamica, con particolare riferimento alle relazioni tra i vari popolamenti faunistici; indicazione del valore naturalistico delle diverse unità ecosistemiche.

Previsione d'impatto

- Particolare attenzione a tutte le unità ecosistemiche particolarmente fragili presenti nell'area di studio (ad es. torbiere, corsi d'acqua, praterie primarie, ecc.).
- Valutazione anche dell'impatto cumulativo di altri impianti eolici previsti nella medesima area.

Misure atte a ridurre, evitare o mitigare gli impatti negativi

Di seguito vengono fornite indicazioni sulle misure di mitigazione attuabili, la cui applicabilità alle opere in progetto sarà oggetto di valutazione da parte del proponente.

- È auspicabile la rimessa in pristino delle condizioni *ante operam* di tutte le aree interessate dalle opere non più necessarie alla fase di esercizio, in particolare piste ed aree di cantiere o di deposito materiali.
- Nell'ambito degli interventi di ripristino e rinaturalizzazione al di fuori delle aree forestali, si ritiene in linea generale inopportuna o dannosa la messa a dimora di arbusti o alberature, ancorché di specie o di ecotipi locali, in alternativa alla ricostituzione di un manto erboso formato da specie autoctone.
- Nella fase di costruzione è opportuno limitare al minimo gli interventi nel periodo riproduttivo delle specie animali (aprile-luglio).
- La disposizione degli aerogeneratori all'interno dell'impianto eolico dev'essere la più opportuna a fini della mitigazione degli impatti, in termini di orientamento, spaziatura ed ubicazione¹⁰.

¹⁰ Ad esempio, nei siti interessati da consistenti flussi di avifauna in migrazione o in alimentazione/spostamento, è opportuno

- Per elettrodotti aerei che attraversano tratti di prati-pascolo o di colture erbacee estensive superiori a 300 m, utilizzati da rapaci diurni o notturni, deve essere valutata l'opportunità di utilizzare spirali in plastica bianca o rossa; in caso di mancato impiego, devono essere motivate le ragioni che hanno portato all'esclusione di questa misura di mitigazione.
- Durante la fase di costruzione dell'impianto è indispensabile individuare ogni soluzione tecnica per ridurre la dispersione di polveri anche in ambienti lontani da luoghi abitati, sia nel sito che nelle aree circostanti.
- Nella scelta del sito è opportuno privilegiare la minima distanza dalla rete elettrica di allacciamento.
- A parità di fattibilità tecnica, è opportuno privilegiare la disposizione di conduttori elettrici interrati rispetto a linee e conduttori aerei.

Misure atte a compensare gli impatti negativi

- Ricostituzione e corretta gestione di superfici di habitat almeno pari a quelle sottratte dagli impianti. Nel sito prescelto occorre effettuare un monitoraggio vegetazionale e avifaunistico per controllare che la soluzione di compensazione soddisfi le caratteristiche richieste.

II. 2 Procedura di valutazione in aree critiche

Descrizione dell'ambiente

È consigliabile che la descrizione dell'ambiente, l'analisi degli impatti, l'analisi delle alternative, le misure di mitigazione, nonché il monitoraggio, in relazione agli aspetti naturalistici e paesaggistici, siano sviluppate dal proponente come di seguito indicato.

Aspetti naturalistici

FAUNA (AD ECCEZIONE DELL'AVIFAUNA)

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (sito): è opportuno che si estenda almeno fino a 1000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere secondarie (strade di accesso, elettrodotti, ecc.).
- Caratterizzazione faunistica dell'area di studio attraverso la descrizione dei popolamenti faunistici vertebrati, con indicazione delle specie presenti (presenza reale o potenziale).
- Individuazione delle specie di fauna classificabili come emergenze naturalistiche.
- Caratterizzazione faunistica dell'area di studio attraverso la sua suddivisione in unità ambientali faunistiche, identificate per la composizione dei popolamenti faunistici e per le funzioni ecologiche svolte dalle principali emergenze (aree di foraggiamento/alimentazione, zone di svernamento, dormitori, zona con concentrazione di esemplari in migrazione, zone di riproduzione, ecc.).
- Individuazione su base bibliografica delle specie di Invertebrati (Insetti, Crostacei e Molluschi) classificabili come emergenze naturalistiche in base a liste e normative regionali, nazionali e comunitarie.

modificare la disposizione dei generatori, lasciando dei corridoi ove i generatori sono più distanti tra loro (diminuzione/abbattimento dell'effetto barriera; cfr. Langston e Pullan, 2002).

AVIFAUNA

Le seguenti indicazioni, relative all'avifauna, si applicano unicamente alle ZPS, ai SIR con fascia critica, alle zone di protezione (art. 14 L.R. 3/94), alle zone interessate da flussi migratori significativi, alle praterie montane (distribuite al di sopra degli 800 m di quota).

Analisi dello stato iniziale

- Descrizione dell'avifauna nidificante, migratoria e svernante presente nell'area di studio, con particolare riferimento alle specie ed ai gruppi particolarmente sensibili (*vedi tabella riportata nell'Allegato C*).

Individuazione delle specie di avifauna classificabili come emergenze naturalistiche.

- Individuazione di un sito di controllo, con caratteristiche ambientali analoghe a quello in esame, ove verranno svolte analisi avifaunistiche identiche nei tempi e nelle modalità a quelle effettuate nell'area vasta, secondo la metodologia anglosassone BACI (Before After Control Impact; Anderson et al., 1999).
- Individuazione cartografica a scala adeguata dei SIR, dei valichi e delle zone di protezione lungo le rotte migratorie, degli appostamenti fissi, delle zone umide comprese nell'elenco ufficiale curato dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (Baccetti e Serra, 1994 e successivi aggiornamenti), presenti nell'area di studio.
- Nelle zone interessate da flussi migratori significativi, nelle zone umide, e nelle zone montane con pareti rocciose, occorre effettuare indagini approfondite su entità e modalità di attraversamento del sito da parte degli uccelli; in situazioni particolari (ad esempio nei pressi di zone umide che ospitano concentrazioni di importanza almeno nazionale di uccelli, su crinali perpendicolari alle rotte migratorie principali) potrà essere necessario effettuare anche indagini notturne con radar.
- Indicazione cartografica in scala adeguata (1:25.000 - 1: 50.000), della direzione dei venti dominanti ¹¹.

Previsione d'impatto

- È auspicabile che il progetto non pregiudichi le caratteristiche del sito che lo hanno portato all'inclusione nelle tipologie di aree critiche per aspetti naturalistici.
- Analisi degli impatti distinta per le specie o i gruppi particolarmente sensibili (*vedi tabella riportata nell'Allegato C*) e per tutte le rimanenti specie.
- Valutazione anche dell'impatto cumulativo sull'avifauna derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici o di altre opere previste nella medesima area.

Fase di esercizio

- Indagini in corso d'opera sull'avifauna nidificante e migratoria e - solamente per le aree critiche che comprendono zone umide - sull'avifauna svernante, con particolare riferimento alle specie ed ai gruppi particolarmente sensibili (*vedi tabella riportata nell'Allegato C*), di durata minima annuale, pluriennale nel caso di accertamento di perdite di individui. È opportuno che i risultati di tale monitoraggio siano trasmessi annualmente agli Uffici competenti della Regione Toscana.
- Monitoraggio avifaunistico in un sito di controllo, identico nei tempi e nelle modalità a quello effettuato nell'area di studio.

VEGETAZIONE E FLORA

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (sito): è opportuno che si estenda almeno fino a 500 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione

¹¹ gli uccelli usualmente volano in favore di vento; nella zona di studio, potrebbero sfruttare i venti locali per i loro spostamenti nelle migrazioni o nei voli giornalieri.

sufficiente a includere anche tutte le opere secondarie (strade di accesso, elettrodotti, ecc.).

- Caratterizzazione vegetazionale e floristica, su base bibliografica, dell'area di studio attraverso l'individuazione e la descrizione delle tipologie vegetazionali, la loro caratterizzazione floristica ed ecologica e mediante la realizzazione di una cartografia della vegetazione in scala adeguata.
- Indagini in campo su habitat e flora e individuazione, anche cartografica, degli habitat e delle specie di flora classificabili come emergenze naturalistiche.

Previsione d'impatto

- È auspicabile che il progetto non pregiudichi le caratteristiche del sito che lo hanno portato all'inclusione nelle tipologie di aree critiche per aspetti naturalistici
- Valutazione anche dell'impatto cumulativo sulla vegetazione derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici o di altre opere nella medesima area.

ECOSISTEMI

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (sito): è opportuno che si estenda almeno fino a 1000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere secondarie (strade di accesso, elettrodotti, ecc.).
- Individuazione, attraverso opportuna cartografia, delle unità ecosistemiche presenti nel territorio interessato dall'intervento e caratterizzazione, almeno qualitativa, della struttura degli ecosistemi stessi, attraverso la descrizione delle rispettive componenti abiotiche e biotiche e della relativa dinamica, con particolare riferimento alle relazioni tra i vari popolamenti faunistici.
- Valutazione dello stato di importanza relativa e degli elementi di criticità attuale delle unità ecosistemiche. Le valutazioni di importanza relativa dipenderanno dal ruolo che le unità ecosistemiche rivestono nell'ecomosaico complessivo e nei flussi di materia e di energia.
- Indicazione del valore naturalistico delle diverse unità ecosistemiche.

Previsione d'impatto

- Particolare attenzione a tutte le unità ecosistemiche particolarmente fragili presenti nel bacino (ad es. torbiere, corsi d'acqua, praterie primarie, ecc.).
- Valutazione dell'impatto complessivo sulle unità ecosistemiche, in base all'intensità della pressione e all'area di incidenza degli elementi di pressione attuali e di quelli conseguenti alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.
- Valutazione anche dell'impatto cumulativo derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici o di altre opere nella medesima area.

Misure di mitigazione

Di seguito vengono fornite indicazioni sulle misure di mitigazione attuabili, la cui applicabilità alle opere in progetto sarà oggetto di valutazione da parte del proponente.

- È auspicabile la rimessa in pristino delle condizioni *ante operam* di tutte le opere non più necessarie alla fase di esercizio, in particolare piste ed aree di cantiere o di deposito materiali.
- Nell'ambito degli interventi di ripristino e rinaturalizzazione al di fuori delle aree forestali, si ritiene in linea generale inopportuna o dannosa la messa a dimora di arbusti o alberature, ancorché di specie o di ecotipi locali, in alternativa alla ricostituzione di un manto erboso formato da specie autoctone.

- Nella fase di costruzione è opportuno limitare al minimo gli interventi nel periodo riproduttivo delle specie animali (aprile-luglio).
- La disposizione degli aerogeneratori all'interno dell'impianto eolico dev'essere la più opportuna a fini della mitigazione degli impatti, in termini di orientamento, spaziatura ed ubicazione¹².
- Per elettrodotti aerei che attraversano tratti di prati-pascolo o di colture erbacee estensive superiori a 300 m, utilizzati da rapaci diurni o notturni, deve essere valutata l'opportunità di utilizzare spirali in plastica bianca o rossa; in caso di mancato impiego, devono essere motivate le ragioni che hanno portato all'esclusione di questa misura di mitigazione.
- Durante la fase di costruzione dell'impianto è indispensabile individuare ogni soluzione tecnica per ridurre la dispersione di polveri anche in ambienti lontani da luoghi abitati, sia nel sito che nelle aree circostanti.
- Nella scelta del sito è opportuno privilegiare la minima distanza dalla rete elettrica di allacciamento.
- A parità di fattibilità tecnica, è opportuno privilegiare la disposizione di conduttori elettrici interrati rispetto a linee e conduttori aerei.

Misure di compensazione

- Ricostituzione e gestione a fini naturalistici di superfici di habitat ricostituibili almeno pari a quelle sottratte dagli impianti. Nel sito prescelto occorre effettuare un monitoraggio vegetazionale e avifaunistico per controllare che la soluzione di compensazione soddisfi le caratteristiche richieste.

III. 3 Linee guida per la valutazione d'incidenza

Le seguenti linee guida sono da considerarsi quali integrazione ed approfondimento di quanto prescritto dal DPR 120/03¹³, in particolare dall'art.6 e dall'allegato G, e dall'art.15 della L.R. 56/2000, di quanto specificato dalla Commissione Europea nella Guida all'interpretazione dell'articolo 6 della direttiva Habitat (Commissione Europea, 2000; European Commission Environment DG, 2002), e di quanto previsto dall'art. 15, comma 1, della L.R. 56/2000.

In base a tali documenti, la necessità di realizzare una valutazione di incidenza si verifica nei seguenti due casi:

<i>Impianti eolici interni a Siti di Importanza Regionale (SIR)</i>	➤ realizzazione della valutazione di incidenza nell'ambito della procedura di impatto ambientale (Studio di Impatto Ambientale)
<i>Impianti eolici esterni a Siti di Importanza Regionale (SIR)</i>	➤ analisi dell'eventuale incidenza su SIR limitrofi nell'ambito della procedura di verifica

¹² Ad esempio, nei siti interessati da consistenti flussi di avifauna in migrazione o in alimentazione/spostamento, è opportuno modificare la disposizione dei generatori, lasciando dei corridoi ove i generatori sono più distanti tra loro (diminuzione/abbattimento dell'effetto barriera; cfr. Langston e Pullan, 2002).

¹³ Decreto del Presidente della Repubblica 12 marzo 2003, n.120 "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n.357 ... (omissis)"

- L'analisi deve essere realizzata ad un livello progettuale definito all'art.3 della L.R.79/98, cioè ad un livello di progetto definitivo, ai sensi della Legge quadro in materia di lavori pubblici ¹⁴.
- La probabilità di incidenze significative su habitat e specie e sull'integrità dei SIR deve essere verificata non solo per la realizzazione di nuove opere ma anche per la loro eventuale dismissione e/o eliminazione e comunque anche nel caso di incidenza positiva.
- L'eventuale incidenza di un'opera deve essere valutata nella fase di costruzione, di esercizio e di dismissione anche relativamente alla loro reversibilità-irreversibilità e, come natura degli impatti, deve esprimersi nel breve, medio e lungo periodo. Ad esempio l'eliminazione di un elettrodotto esistente in un SIR può comportare incidenza negativa durante la fase di costruzione (disturbo alla fauna, realizzazione di piste di accesso ai sostegni, ecc.) ma nel medio-lungo periodo l'intervento può presentare una incidenza positiva (eliminazione ostacoli per l'avifauna, aumento di habitat per ricolonizzazione aree precedentemente interessate dai basamenti dei tralicci, ecc.).
- La probabilità di incidenze significative su habitat e specie e sull'integrità dei SIR può derivare non soltanto da progetti situati all'interno di un sito, ma anche da progetti situati al loro esterno (ad esempio l'avifauna di una zona umida può essere danneggiata da un progetto di impianto eolico situato ad una certa distanza dai confini della zona umida, aree di caccia possono essere abbandonate da rapaci per la realizzazione di impianti eolici nei pressi dei loro siti riproduttivi, ecc.; Commissione Europea, 2000).

Di seguito si riepiloga la documentazione che è auspicabile sia contenuta nelle valutazioni d'incidenza su Siti di Importanza Regionale:

- valutazione preventiva delle alternative;
- descrizione sintetica delle caratteristiche tecniche e fisiche del progetto, delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera e delle motivazioni che ne rendono necessaria la realizzazione;
- individuazione cartografica del sito dell'impianto, comprensiva delle aree occupate durante la fase di costruzione e di esercizio, dell'intera area del Sito di Importanza Regionale (SIR) oggetto della valutazione di incidenza, di eventuali SIR limitrofi e delle Aree Protette istituite o *in itinere*, interessate interamente o parzialmente dal progetto;
- analisi dello stato di conservazione degli habitat e delle specie presenti nei siti;
- individuazione dei livelli di criticità degli habitat e delle specie presenti nei siti;
- valutazione qualitativa e quantitativa degli impatti indotti dalla realizzazione dell'intervento sulle specie, sugli habitat e sull'integrità complessiva del SIR;
- descrizione delle misure progettuali o dei provvedimenti di carattere gestionale che si ritiene opportuno adottare per contenere l'impatto sull'ambiente naturale, nel corso sia della fase di realizzazione che di quella di esercizio, con particolare riferimento alla conservazione degli habitat e delle specie presenti nel SIR;
- descrizione degli eventuali interventi di compensazione volti a riequilibrare possibili scompensi indotti sull'ambiente naturale, con particolare riferimento agli habitat ed alle specie presenti nel SIR.

La relazione deve quindi possedere gli elementi necessari ad individuare e valutare i possibili impatti sugli habitat e sulle specie di interesse comunitario (Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE e loro successive modifiche) e regionale (L.R. 56/2000), per la cui tutela il sito è stato individuato, tenuto conto degli obiettivi di conservazione dei medesimi. Inoltre deve indicare le misure previste per rendere compatibili le soluzioni che il piano assume, comprese le mitigazioni e/o le compensazioni.

¹⁴ Legge 11 febbraio 1994 n.109

L'analisi degli impatti, pur essendo finalizzata ad una valutazione degli effetti su specie ed habitat che hanno portato alla costituzione del SIR, deve fare riferimento al sistema ambientale nel suo complesso, considerando:

- componenti abiotiche;
- componenti biotiche;
- connessioni ecologiche.

Le interferenze debbono tener conto della qualità, della capacità di rigenerazione delle risorse naturali della zona e della capacità di carico dell'ambiente naturale, con riferimento alla cartografia della vegetazione prodotta per il procedimento di VIA.

- Devono essere individuate le azioni ed i fattori di impatto reali e potenziali, gli interventi di trasformazione previsti e le relative ricadute in riferimento agli habitat e alle specie per i quali i siti sono stati designati e alla integrità del sito stesso. Tale analisi deve individuare gli impatti significativi e per questi ne deve essere fornita una caratterizzazione relativa a segno, intensità, dimensione temporale e possibilità di mitigazione e compensazione.
- Deve essere inoltre valutata la compatibilità dell'opera nel contesto di eventuali altre opere realizzate o previste nel SIR, o con eventuali piani di gestione del SIR, realizzati o in corso di realizzazione.
- A fronte degli impatti quantificati devono essere illustrate le misure mitigative che si intendono applicare e le modalità di attuazione (ad es. tempi e date di realizzazione, tipo di strumenti ed interventi da realizzare, aree interessate, verifiche di efficienza ecc.).
- Analogamente, devono essere indicate le eventuali compensazioni previste, ove applicabili a fronte di impatti prodotti, anche di tipo temporaneo. Le compensazioni, perché possano essere valutate efficaci, devono di norma essere in atto al momento in cui il danno dovuto al piano-progetto è effettivo sul sito di cui si tratta, tranne se si possa dimostrare che questa simultaneità non è necessaria per garantire il contributo del sito alla rete NATURA 2000. Inoltre, devono essere funzionalmente ed ecologicamente equivalenti alla situazione impattata, nello stato antecedente all'impatto, a meno di soluzioni di compensazione migliori rispetto allo stato iniziale del sito.
- Per una migliore comprensione dell'incidenza dell'opera deve essere realizzato un archivio fotografico che illustri le caratteristiche del SIR, con particolare riferimento alle zone interessate direttamente o indirettamente dall'opera.

ALLEGATO A

**Elenco delle aree non opportune per la realizzazione di impianti eolici
per la presenza di elementi naturalistici di elevato valore**
(per la localizzazione di tali aree consultare le immagini cartografiche allegate)

n°	Denominazione area		
1	Foce dei Tre Confini	45	Isola di Gorgona
2	Passo dei Due Santi	46	Isola di Capraia
3	Passo del Brattello	47	Padule di Bolgheri
4	Passo della Cisa	48	Promontorio di Piombino e Monte Massoncello
5	Passo del Cirone	49	Padule Orti-Bottagone
6	M. Orsaro	50	Cerboli e Palmaiola
7	M. Matto - M. Malpasso	51	Monte Capanne e Promontorio dell'Enfola
8	Passo di Lagastrello	52	M. Capanello - Cima del Monte
9	M. Acuto - Groppi di Camporaghera	53	Zone Umide del golfo di Mola e di Schiopparello
10	Passo del Cerreto	54	Isola di Pianosa
11	M. La Nuda - M. Tondo	55	Isola di Montecristo
12	Valico Pradarena	56	Fiume Cecina da Berignone a Ponteginori
13	M. Castellino - Le Forbici	57	stagni di Saline di Volterra
14	Orecchiella - Pania di Corfino	58	Crinale M. Falterona - M. Falco – M. Gabrendo
15	M. Romecchio - M. Rondinaio	59	Gioio Seccheta
16	Monte Sagro	60	Monte Calvano
17	Valli glaciali di Orto di Donna e Solco di Equi	61	Sasso di Simone e Simoncello
18	M. Sumbra	62	Invaso di Montedoglio
19	M. Croce - M. Matanna	63	Pascoli montani e cespuglieti del Pratomagno
20	M. Tambura- M. Sella	64	Invaso di Castelnuovo dei Sabbioni
21	M. Corchia - Le Panie	65	Valle dell'Inferno e Bandella
22	Praterie primarie e secondarie delle Apuane	66	Ponte a Buriano e Penna
23	Monte Colegno	67	Monte Oliveto Maggiore (e crete di Asciano)
24	Lago di Porta	68	Lago di Montepulciano
25	Selva Pisana	69	Lago di Chiusi
26	Lago di Massaciuccoli	70	Lucciolabella
27	Orrido di Botri	71	Crete dell'Orcia e del Formone
28	Alta valle del Sestaione - Campolino	72	Cornate e Fosini
29	Valico Montano Abetone	73	Padule di Scarlino
30	Libro Aperto - Cima Tauffi	74	Punta Ala e Isolotto dello Sparviero
31	Zone calcaree della Val di Lima e del Balzo Nero	75	Diaccia Botrona
32	Padule di Fucecchio	76	Tombolo da Castiglion della Pescaia a Marina di Grosseto
33	Bosco di Chiusi e Paduletta di Ramone	77	stagni della Badiola
34	Lago di Sibolla	78	Parco della Maremma
35	Ex alveo del lago di Bientina	79	stagni di S. Bruzio
36	Valico Montano della Collina	80	Medio corso del fiume Albegna
37	Passo della Futa	81	Monte Labbro e Alta Valle dell'Albegna
38	P.so della Raticosa, Sassi di S. Zanobi e Mantasca	82	Torrente Trasubbie
39	Gioio - Colla di Casaglia	83	Basso corso del F.Orcia
40	Invaso di Bilancino	84	Zone umide della bassa Maremma (Lagune di Orbetello, lago di Burano, stagni di S. Donato, Campo Regio)
41	La Calvana	85	Lago Acquato, lago San Floriano
42	Stagni della Piana Fiorentina	86	M. Argentario, I.tto di P.to Ercole e Argentarola
43	Passo del Muraglione	87	Isola del Giglio
44	Padule di Suese e Biscottino	88	Isola di Giannutri

ALLEGATO B

Aree risultate non opportune per la realizzazione di impianti eolici - Schede sintetiche dei principali elementi di criticità

1	Foce dei Tre Confini <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
2	Passo dei Due Santi <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
3	Passo del Brattello <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
4	Passo della Cisa <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale e di specie di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico
5	Passo del Cirone <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
6	M. Orsaro <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • assenza di strade e di elementi antropici al di sopra dei 1.100 m slm • elevata naturalità degli ecosistemi • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale e di specie di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico • territorio di alimentazione del lupo
7	M. Matto - M. Malpasso <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità degli ecosistemi • assenza di strade e di elementi antropici • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • territorio di alimentazione dell'aquila reale e di specie di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico

8	<p>Passo Lagastrello</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
9	<p>M. Acuto – Groppi di Camporaghera</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità degli ecosistemi • assenza di strade e di elementi antropici • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle praterie montane e agli ambienti rocciosi • territorio di alimentazione dell'aquila reale
10	<p>Passo del Cerreto</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
11	<p>M. La Nuda - M. Tondo</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità degli ecosistemi • presenza di una sola strada sterrata (fino a 1600 m slm) e assenza di elementi antropici • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle praterie montane • territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale • territorio di alimentazione del lupo
12	<p>Valico di Pradarena</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • territorio di alimentazione dell'aquila reale • territorio di alimentazione del lupo
13	<p>M. Castellino - Le Forbici</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità degli ecosistemi • scarsa presenza di strade e di elementi antropici • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani • territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale • territorio di alimentazione del lupo

14	<p>Orecchiella - Pania di Corfino <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità degli ecosistemi • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli ambienti rocciosi montani • territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale • territorio di alimentazione del lupo
15	<p>M. Romecchio - M. Rondinaio <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità degli ecosistemi • presenza di una sola strada sterrata di valico (fino a 1700 m slm) e assenza di elementi antropici • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani • territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale • territorio riproduttivo e di alimentazione di specie di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico • territorio di alimentazione del lupo
16	<p>Monte Sagro <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata naturalità del versante orientale (segni di passata attività estrattiva) • assenza di strade e di elementi antropici al di sopra dei 1100 m slm • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di corvidi di valore naturalistico • presenza di numerose zone di rifugio di chiroterri
17	<p>Valli glaciali di Orto di Donna e Solco di Equi <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di corvidi di valore naturalistico • elevata naturalità dei versanti di altitudine del Pizzo d'Uccello e del M. Pisanino • presenza di numerose zone di rifugio di chiroterri

18	<p>M. Sumbra</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> elevata naturalità del versante sud elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di corvidi di valore naturalistico presenza di numerose zone di rifugio di chiroterri
19	<p>M. Croce - M. Matanna</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di corvidi di valore naturalistico presenza di numerose zone di rifugio di chiroterri
20	<p>M. Tambura- M. Sella</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di corvidi di valore naturalistico presenza di numerose zone di rifugio di chiroterri
21	<p>M. Corchia - Le Panie</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> elevata naturalità del complesso montuoso delle Panie assenza di strade nel complesso montuoso delle Panie elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di corvidi di valore naturalistico presenza di numerose zone di rifugio di chiroterri

22	<p>Praterie primarie e secondarie delle Apuane <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci, corvidi e di altre specie di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico dorsali montuose meridionali prevedibilmente interessate dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria presenza di numerose zone di rifugio di chiroterti
23	<p>Monte Colegno <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> rilievi collinari interessati dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di rapaci
24	<p>Lago di Porta <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di rondini e di avifauna acquatica presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione presenza di specie di fauna e di flora di interesse regionale e comunitario elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
25	<p>Selva Pisana <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> area costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
26	<p>Lago di Massaciuccoli <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico valore avifaunistico molto alto elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

27	Orrido di Botri <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> elevata naturalità degli ecosistemi alto valore avifaunistico territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale
28	Alta valle del Sestaione – Campolino <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale e di altri rapaci di alto valore naturalistico territorio di alimentazione del lupo
29	Valico Montano Abetone <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
30	Libro Aperto - Cima Tauffi <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> elevata naturalità degli ecosistemi assenza di strade e di elementi antropici valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci e di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico territorio di alimentazione del lupo
31	Zone calcaree della Val di Lima e del Balzo Nero <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> elevata naturalità degli ecosistemi valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale e di avifauna d'altitudine di alto valore naturalistico
32	Padule di Fucecchio <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> grande area umida interna interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico alto valore avifaunistico elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

33	Bosco di Chiusi e Paduletta di Ramone <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione alto valore avifaunistico presenza di zone di rifugio di chiroterteri
34	Lago di Sibolla <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione
35	Ex alveo del lago di Bientina <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
36	Valico Montano della Collina <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
37	Passo della Futa <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
38	P.so della Raticosa, Sassi di S. Zanobi e Mantasca <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi montani territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico territorio di alimentazione del lupo
39	Giogo - Colla di Casaglia <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria valore avifaunistico molto alto territorio riproduttivo e di alimentazione dell'aquila reale e di altri rapaci di alto valore naturalistico territorio di alimentazione del lupo

40	<p>Invaso di Bilancino <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
41	<p>La Calvana <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • dorsale montuosa interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie pascolate • presenza di numerose zone di rifugio di chirotteri
42	<p>Stagni della Piana Fiorentina <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • aree umide interne interessate dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
43	<p>Passo del Muraglione <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • valico appenninico prevedibilmente interessato dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria
44	<p>Padule di Suese e Biscottino <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
45	<p>Isola di Gorgona <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isola interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata naturalità degli ambienti di costa rocciosa • scarsa presenza di strade e di elementi antropici • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

46	<p>Isola di Capraia</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isola interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata naturalità degli ecosistemi • assenza di strade su gran parte dell'isola • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
47	<p>Padule di Bolgheri</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • elevata naturalità degli ecosistemi • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
48	<p>Promontorio di Piombino e Monte Massoncello</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna
49	<p>Padule Orti-Bottagone</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • presenza di emergenze floristiche, vegetazionali e faunistiche di particolare valore e di ridotta estensione • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
50	<p>Cerboli e Palmaiola</p> <p><i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isolotti interessati dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata naturalità degli ecosistemi • assenza di strade • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • territorio riproduttivo di specie di avifauna delle coste marine rocciose, di alto valore naturalistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

51	<p>Monte Capanne e Promontorio dell'Enfola <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area insulare interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolare di rapaci • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle garighe e alle coste rocciose
52	<p>M. Capanello - Cima del Monte <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area insulare interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle garighe e alle praterie pascolate
53	<p>Zone Umide del golfo di Mola e di Schiopparello <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione
54	<p>Isola di Pianosa <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isola interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • disturbo antropico minimo • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli ambienti agro-pastorali tradizionali e alle coste rocciose • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
55	<p>Isola di Montecristo <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isola interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata naturalità degli ecosistemi • assenza di strade e di disturbo antropico • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

56	Fiume Cecina da Berignone a Ponteginori <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi e ai terrazzi fluviali ghiaiosi
57	Stagni di Saline di Volterra <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • presenza di emergenze avifaunistiche di particolare valore in un'area di ridotta estensione • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
58	Crinale M. Falterona - M. Falco – M. Gabrendo <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • assenza di strade e di elementi di disturbo antropico • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • territorio di alimentazione dell'aquila reale • territorio di alimentazione del lupo
59	Giogo Seccheta <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • territorio di alimentazione del lupo
60	Monte Calvano <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi • territorio di alimentazione del lupo
61	Sasso di Simone e Simoncello <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • scarsa presenza di strade • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle praterie • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico • territorio di alimentazione del lupo
62	Invaso di Montedoglio <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

63	<p>Pascoli montani e cespuglieti del Pratomagno <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • dorsale montuosa interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle praterie montane • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico • territorio di alimentazione del lupo
64	<p>Invaso di Castelnuovo dei Sabbioni <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
65	<p>Valle dell'Inferno e Bandella <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida interna interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
66	<p>Ponte a Buriano e Penna <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida interna interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
67	<p>Monte Oliveto Maggiore (e crete di Asciano) <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle bianche e agli agroecosistemi • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico • territorio di alimentazione del lupo
68	<p>Lago di Montepulciano <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida interna interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

69	<p>Lago di Chiusi <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida interna interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • alto valore avifaunistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
70	<p>Lucciolabella <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle bianche e agli agroecosistemi • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico
71	<p>Crete dell'Orcia e del Formone <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle bianche, agli agroecosistemi e ai sistemi fluviali • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico
72	<p>Cornate e Fosini <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate alle praterie e agli ambienti rocciosi montani • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico
73	<p>Padule di Scarlino <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
74	<p>Punta Ala e Isolotto dello Sparviero <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • scarsa presenza di strade e di elementi antropici • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate a ambienti rocciosi costieri • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna
75	<p>Diaccia Botrona <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • area umida costiera interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

76	Tombolo da Castiglion della Pescaia a Marina di Grosseto <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna • presenza di emergenze avifaunistiche di particolare valore in un'area di ridotta estensione
77	Stagni della Badiola <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • aree umide costiere interessate dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
78	Parco della Maremma <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • aree umide costiere interessate dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
79	Stagni di S. Bruzio <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • aree umide costiere interessate dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
80	Medio corso del fiume Albegna <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi e ai terrazzi fluviali ghiaiosi • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico
81	Monte Labbro e Alta Valle dell'Albegna <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • scarsa presenza di strade • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi montani e agli ambienti rocciosi • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici • presenza di numerose zone di rifugio di chirotteri • territorio di alimentazione del lupo
82	Torrente Trasubbie <i>Principali elementi di criticità</i> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi e ai terrazzi fluviali ghiaiosi

83	<p>Basso corso del F.Orcia <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi e ai terrazzi fluviali ghiaiosi
84	<p>Zone umide della bassa Maremma (Lagune di Orbetello, lago di Burano, stagni di S. Donato, Campo Regio) <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • aree umide costiere interessate dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria, in particolar modo di avifauna acquatica • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
85	<p>Lago Acquato, lago San Floriano <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • alto valore avifaunistico, in particolare per le specie svernanti • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
86	<p>M. Argentario, I.tto di P.to Ercole e Argentarola <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna di valore naturalistico • presenza di emergenze floristiche o vegetazionali di particolare valore e di ridotta estensione • alto valore avifaunistico per la localizzazione lungo rotte di migrazione dell'avifauna • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle garighe e alle pareti rocciose costiere • territorio riproduttivo e di alimentazione di rapaci di alto valore naturalistico
87	<p>Isola del Giglio <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isola interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate agli agroecosistemi e alle pareti rocciose costiere • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici
88	<p>Isola di Giannutri <i>Principali elementi di criticità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • isola interessata dal passaggio di notevoli contingenti di avifauna migratoria • scarsa presenza di strade • elevata concentrazione di specie di flora e di fauna endemiche e/o di alto valore naturalistico • valore avifaunistico molto alto, in particolare per le specie legate alle pareti rocciose costiere • elevata concentrazione di specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici

ALLEGATO C**Specie e gruppi avifaunistici particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici**

Nel seguito, relativamente al territorio toscano, viene riportata una lista di specie o gruppi particolarmente sensibili agli impatti generati dagli impianti eolici (da Langston e Pullan, 2002; modif.).

Nome italiano	Nome specifico o del taxon	IMPATTI		
		Disturbo	Collisione	Perdita/alterazione di habitat
Strolaghe	fam. <i>Gavidae</i>	√	√	
Svassi	fam. <i>Podicipedidae</i>	√		
Berte	fam. <i>Procellaridae</i>	√		
Cormorani	fam. <i>Phalacrocoracidae</i>	√	√	
Aironi, cicogne	ord. <i>Ciconiiformes</i>	√	√	
Fenicotteri	fam. <i>Phoenicopteridae</i>	√	√	
Cigni, oche, anatre	ord. <i>Anseriformes</i>	√	√	
Nibbi, Albanelle, Aquile	ord. <i>Accipitriformes</i>	√	√	√
Falchi	ord. <i>Falconiformes</i>	√		√
Gru	fam. <i>Gruidae</i>	√	√	
Limicoli, Gabbiani, Sterne	ord. <i>Charadriiformes</i>	√		

ALLEGATO D

Impatti ambientali connessi alla realizzazione di impianti eolici: stato delle conoscenze sulla componente naturalistica

Nella presente appendice viene riportata un sintesi dello stato delle conoscenze desunte dalla bibliografia di settore disponibile e dalle informazioni edite ed inedite raccolte, in relazione agli impatti ambientali connessi alla realizzazione di impianti eolici, con particolare riferimento alle componenti naturalistica.

Impatti sulla vegetazione

L'impatto su questa componente ambientale è riconducibile al danneggiamento e/o alla perdita diretta di habitat e di specie floristiche, dovuta alle piazzole delle torri eoliche; impatti sugli habitat e sulla flora possono essere causati anche dall'ampliamento o dalla costruzione di strade, dall'apertura di cantieri, dalla costruzione della cabine di trasformazione dell'energia prodotta, ecc.; a questi, possono essere legati impatti sugli ecosistemi (riduzione della biodiversità, introduzione di specie alloctone o antropofile, perdita di habitat alimentari e riproduttivi per la fauna, ecc.).

Questo tipo d'impatto è presente sia in fase di costruzione dell'impianto eolico, che nella successiva fase d'esercizio; nella fase di costruzione può non essere trascurabile inoltre l'impatto, quale ad esempio la produzione di polvere, correlato al traffico di veicoli pesanti che trasportano materiali e componenti per la costruzione degli aerogeneratori e delle relative opere accessorie.

Impatti sulla fauna

Le principali interferenze che la presenza di impianti eolici può indurre sulla fauna sono riconducibili ai seguenti aspetti:

- perdita di esemplari di uccelli per collisione (con le torri e le pale dei generatori, con la fune di guardia o con i conduttori delle linee elettriche; vd. oltre);
- perdita di esemplari di uccelli per elettrocuzione (folgorazione su linee elettriche a media tensione)
- perdita di esemplari di fauna non ornitica durante la fase di costruzione (per movimenti di terra, per collisione con mezzi da lavoro e trasporto, ecc.)
- scomparsa o rarefazione di specie per perdita o alterazione dell'habitat nel sito e in una fascia ad essa circostante;
- scomparsa o rarefazione di specie per disturbo antropico nel sito e in una fascia ad essa circostante, dovuto a rumore, vibrazioni, riflessi di luce, presenza umana, ecc..

E' infatti opportuno precisare che la realizzazione di impianti eolici può comportare una migliore accessibilità ad ambienti naturali in precedenza esclusi o poco interessati dalla presenza umana, e quindi una fruizione dell'area per un vasto pubblico che, se non gestita correttamente, può introdurre ulteriori impatti negativi sulla fauna e sulle altre componenti ambientali. Anche la mera presenza dei generatori eolici, quali elementi artificiali, può facilmente provocare, in ambienti naturali poco o non antropizzati, una significativa perdita di naturalità dell'ecosistema, con scomparsa o rarefazione di specie.

E' infatti ampiamente riconosciuto che *“aree in cui il valore del patrimonio naturale si accompagna con scarsi segni dell'intervento umano dovrebbero essere salvaguardate da uno sviluppo che diminuisca questi valori”* (Scottish Natural Heritage, 2002).

Possibili danni biologici, non ancora compiutamente studiati, riguardano infine l'esposizione a campi elettromagnetici a bassa frequenza generati dalle opere accessorie dell'impianto eolico, quali cabine e linee elettriche.

Impatti sull'avifauna

In particolare, dall'esame della bibliografia disponibile, è studiato e dimostrato:

- l'impatto degli impianti eolici sull'avifauna per perdita di individui;
- l'impatto degli impianti eolici sull'avifauna per disturbo (allontanamento).

Esistono in letteratura numerosi studi che fanno riferimento a perdita di individui di uccelli, in parte relativi a grandi impianti (sopra i 100 aerogeneratori), realizzati per lo più negli Stati Uniti.

Esistono però in bibliografia anche studi e dati relativi agli impatti con l'avifauna da parte di impianti europei, di minori dimensioni e situati soprattutto in Danimarca, in Olanda e in Spagna; mancano del tutto studi relativi ad impianti eolici localizzati in Italia. Le informazioni ricavabili dalla letteratura specifica non sono pertanto facilmente comparabili con la situazione italiana ed in particolare toscana, dove i popolamenti faunistici e le caratteristiche geografiche sono differenti non solo da quelle americane ma in gran parte anche da quelle europee (con la parziale eccezione della Spagna) e dove è presumibile che la maggior parte degli impianti progettabili siano costituiti da meno di 100 aerogeneratori.

Di seguito vengono riassunti risultati e considerazioni desunte dalla bibliografia di settore disponibile, in merito ai rapporti tra la presenza degli impianti eolici e l'avifauna presente nel territorio (sia sedentaria, che migratrice).

A. Collisione con i generatori (torri e pale)

Dalla bibliografia disponibile, sono ampiamente dimostrati casi di mortalità per collisione con le pale per uccelli di grandi dimensioni (rapaci, anatidi, ardeidi) in Spagna (Lekuona Sánchez, 2001; Luke e Hosmer, 1994; Marti, 1994; Marti Montes, 1995), in Gran Bretagna (Still et al., 1996), in Olanda (Musters et al., 1996), in Belgio, e in California (Anderson et al., 1998 e 2000; BioSystems Analysis, Inc., 1990, California Energy Commission, 1989, Erickson et al., 2001). Si sono pertanto verificati casi di mortalità per collisione in impianti eolici di differente tipologia costruttiva e di varia dimensione.

Un'esauriente analisi bibliografica è riportata in Campedelli e Tellini Florenzano (2002).

In Italia recentemente si è ritenuta un'oggettiva fonte di rischio per gli uccelli, in particolare per i rapaci e per le specie rare o localizzate, la costruzione di impianti eolici su praterie montane (Magrini, 2001; AA.VV., 2002).

Un recente ed approfondito documento inedito commissionato a BirdLife International dal Consiglio d'Europa per il 22° Meeting sulla Convenzione di Berna (Langston e Pullan, 2002), ribadisce la dimostrata significatività del numero di morti per collisione nelle aree con grande concentrazione di uccelli e per alcuni gruppi avifaunistici, quali i migratori, i rapaci e tutte quelle popolazioni di uccelli con bassa produttività annuale ed una maturità sessuale raggiunta dopo il primo anno. Tali collisioni sono più probabili in presenza di impianti eolici estesi in numero e in superficie, mentre pare dimostrato che piccoli impianti, al di sotto dei 5 generatori, non comportino rischi significativi di collisione per l'avifauna (cfr. ad es. Meek et al., 1993). Molti Autori inoltre consigliano di considerare l'impatto dei parchi eolici in modo unitario, poiché, se un singolo impianto può avere effetti trascurabili, molti impianti, realizzati ad esempio in aree sensibili per la presenza di particolari popolazioni, potrebbero risultare molto impattanti.

Il numero di collisioni con generatori monopala, a rotazione veloce, è più alto che con altri modelli, per la difficoltà di percezione del movimento (Hodos et al., 2000).

Molti autori, sia europei (ad es. Winkelman, 1990, 1992b; 1992 a,b; Mejias et al., 2002) che americani (ad es. Bonneville Power Administration, 1987; Hanowski e Hawrot, 1998) concordano sul fatto che il numero delle collisioni aumenti durante la notte e con condizioni meteorologiche particolari (vento forte, nebbia e altre condizioni di scarsa visibilità)¹⁵.

Due studi europei (Janss, 2000; Winkelman, 1992 ab, 1994), concordano su un tasso di mortalità per collisioni pari a 0,03 - 0,09 uccelli/generatore/anno, quindi alto anche per impianti fino a 30 generatori (circa 1 - 3 uccelli morti/anno) se riferito in particolar modo a rapaci; altri due studi, condotti sempre su impianti eolici costruiti in Europa, hanno stimato¹⁶ (Lekuona Sánchez, 2001) tassi di mortalità estremamente più alti, da 0,2 a 8,3 uccelli/generatore/anno e da 4 a 23 uccelli/generatore/anno (Everaert et al, 2002); tale tasso sembra aumentare sensibilmente se nel sito sono presenti zone umide (2 uccelli/generatore/anno; Strickland et al., 1999) e dall'interno verso la costa (23 uccelli/generatore/anno nel porto di Zeebrugge, Belgio; Everaert et al, 2002). Altri Autori rilevano per l'Europa (Winkelman, 1994) e per la California (Erickson et al., 2001; Thelander e Rugge, 2000) tassi estremamente alti per altri uccelli.

L'impatto su popolazioni con un numero ridotto di effettivi quali molti rapaci e alcune specie rare di passeriformi viene segnalato da molti Autori. In particolare, in una comunicazione al I Convegno Italiano sui Rapaci Diurni e Notturni (Preganzio (TV), 10/03/2002), Ferrer (ined.) ha evidenziato come le perdite di individui adulti e di *floaters* (fase intermedia tra subadulto e adulto) riducano notevolmente le capacità riproduttive di una specie, con conseguenze a lungo e medio termine negative per la conservazione di una popolazione¹⁷.

I dati relativi ai rischi di collisione dei passeriformi ed in generale degli uccelli di piccole dimensioni sono contraddittori. Se infatti da un lato sono stati rilevati elevati casi di mortalità in queste specie (cfr. ad es. Erickson et al., 2001; Lekuona Sánchez, 2001¹⁸; Strickland et al., 1998 e 1999), altri studi hanno evidenziato assenza di casi di mortalità per collisione (ad es. DH Ecological Consultancy, 2000), ma il verificarsi di fenomeni di diminuzione di densità di specie (vd. oltre). Interessante uno studio canadese relativo ad un crinale montuoso (Mossop, 1997): grandi volatori acquatici e rapaci non frequentavano il sito di impianto o non ne erano disturbati, ma la presenza sperimentale di un solo generatore limita l'applicabilità di questi risultati ad impianti di 10 o più turbine.

Molti Autori concordano che l'altezza di volo di molti uccelli sedentari o migratori è inferiore a 100 m dal suolo, in particolar modo per uccelli acquatici (Dirksen et al., 1998a,b, per zone umide olandesi): le altezze di volo rientrano al di sotto dei 100 m soprattutto per i rapaci (cfr. Erickson et al., 1999).

Collisione con gli elettrodotti aerei ed elettrocuzione

È parimenti studiato e dimostrato l'impatto degli elettrodotti, in fase di esercizio, sull'avifauna (cfr. Chiozzi e Marchetti, 2000; Faanes, 1987; Ferrer et al., 1993; Ferrer et al. (eds.), 1999; Heijnis, 1980; Penteriani, 1998; Rubolini et al., 2001). Per elettrodotti ad alta tensione l'impatto potenzialmente realizzabile su questo gruppo faunistico è legato

¹⁵ Come riportato in Dooling et al. (2000) da analisi di laboratorio sembra che i predatori notturni abbiano, in generale, un udito migliore rispetto agli altri; inoltre i passeriformi sentono meglio ad alte frequenze rispetto agli altri e viceversa. Il rumore prodotto dalla rotazione delle pale degli aerogeneratori e del vento stesso, rientrano in uno spettro di basse frequenze, inferiori a 1-2 kHz. Ciò comporta che gli uccelli non riescono ad avvertire questi suoni bene come gli esseri umani. Risulta quindi plausibile che un uccello, qualora non riesca ad evitare la collisione per mezzo della vista, non possa ricorrere all'udito.

¹⁶ Tale stima si basa essenzialmente sul numero di carcasse di uccelli rinvenute, sul loro tempo di permanenza sul terreno e sulla percentuale di rilevanza di tali carcasse, ed è espressa attraverso una formula proposta da Winkelman (1992a).

¹⁷ La comunicazione era relativa in particolare all'Aquila imperiale spagnola (*Aquila heliaca adalberti*), ma per le similarità biologiche tali conclusioni possono essere estese a tutte le specie di rapaci.

¹⁸ Questo Autore, in cinque impianti eolici in Navarra (Spagna), ha rilevato per uccelli passeriformi tassi di mortalità variabili tra un minimo di 4,41 uccelli/generatore/anno a un massimo di 53,9 uccelli/generatore/anno.

principalmente al fenomeno della collisione in volo contro i cavi mentre fenomeni di elettrocuzione sono legati quasi esclusivamente agli elettrodotti di media e bassa tensione: nel caso dell'alta tensione la distanza tra i conduttori è tale che non può infatti verificarsi la folgorazione per contatto. I conduttori ad AT sono generalmente ben visibili durante il giorno ed in buone condizioni di visibilità; durante la notte l'effetto corona consente la loro localizzazione anche agli uccelli notturni. La loro localizzazione porta però gli uccelli ad alzarsi leggermente in quota andando ad urtare contro la corda di guardia, molto più sottile e meno visibile; tale elemento è infatti all'origine della maggior parte degli incidenti per collisione con gli elettrodotti a AT (Beaulaurier, 1981; A.M.B.E., 1993) mentre negli elettrodotti a MT sono i conduttori ad essere sottili e meno visibili e quindi causa di impatto.

Disturbo alle specie nidificanti

Interessanti i primi studi effettuati in Spagna sulle popolazioni di rapaci (Janss et al., 2001), che rilevano diminuzione o scomparsa di numerose specie, pur in assenza di collisioni accertate. Kerlinger e Curry (1998) hanno rilevato una diminuzione di passeriformi nidificanti nelle praterie interessate da impianti eolici. Leddy et al. (1997) nel Minnesota prendono in considerazione prevalentemente i passeriformi, mettendo in evidenza come, in generale, la densità degli uccelli sia minore all'interno dei parchi eolici. In particolare si registrano densità minori in una fascia compresa fra 0 e 40 m di distanza dagli aereogeneratori, rispetto ad una fascia compresa fra 40 e 80 m. La densità aumenta gradualmente fino ad una distanza di 180 m in cui non si registrano differenze con le aree campione esterne all'impianto; gli Autori quindi deducono l'esistenza di una relazione lineare fra la densità di uccelli e la distanza dalle turbine.

Nel recente e già citato documento inedito commissionato a BirdLife International dal Consiglio d'Europa, si ribadisce il dimostrato disturbo arrecato dagli impianti eolici all'avifauna, in particolar modo alle specie acquatiche ed a quelle che operano ampi voli territoriali (migratori, rapaci, ecc.). Tali fenomeni sono stati riscontrati anche per impianti di piccole dimensioni. Analoghe considerazioni in Winkelman (1990a,b,c; 1992 a,b) per un impianto eolico olandese, in Kruckenberg e Jaene (1999) per l'impianto di Rheiderland in Germania e in Leddy et al. (1997) per impianti nel Minnesota, con diminuzione o scomparsa di numerose specie entro una fascia di 600 metri dai generatori; Everaert et al. (2002) in Belgio hanno invece riscontrato una distanza minima dai generatori di 150-300 metri.

Il disturbo creato dai generatori risulta essere variabile e specie/stagione/sito specifico (Langston e Pullan, 2002) ed è soggetto a possibili incrementi susseguenti alle attività umane connesse all'impianto.

Va rilevato come molti documenti istituzionali a carattere informativo (Langston e Pullan, 2002; Scottish Natural Heritage, 2002) prescrivono il divieto di localizzare impianti eolici all'interno di pSIC, ZPS, SIN e aree IBA, o segnalano l'assoluta necessità di impedire ogni grave alterazione degli habitat e delle specie presenti in dette zone.

La non opportunità di localizzare impianti eolici in aree protette già istituite (parchi nazionali e regionali, riserve naturali, oasi, SIC, ZPS, ecc.) in quanto caratterizzate da forte naturalità ed integrità, costituisce, anche a livello italiano, un consolidato indirizzo contenuto in differenti Deliberazioni regionali ²⁰.

²⁰ Regione Marche: Deliberazione della Giunta Regionale n°1324 del 16/7/2002; Regione Liguria: Delibera G.R. 5 settembre 2002 n.966; Regione Basilicata: Delibera 24 giugno 2002 n. 1138 "Atto di indirizzo per il corretto inserimento nel paesaggio degli impianti eolici".

Aree importanti per le specie migratrici

Come sottolineato anche nel documento commissionato a BirdLife International dal Consiglio d'Europa (Langston e Pullan, 2002), un gruppo avifaunistico per il quale è stata dimostrata significatività del numero di morti per collisione con gli aerogeneratori è quello dei migratori.

Di particolare importanza ai fini dell'impatto degli impianti eolici risulta quindi l'individuazione delle aree utilizzate dalle specie migratorie per i loro spostamenti dai quartieri di svernamento a quelli di nidificazione.

Le informazioni esistenti sui flussi migratori che interessano la Toscana sono assai incomplete.

Dati utili a questo studio riguardano quasi esclusivamente l'Arcipelago toscano e provengono dal pluriennale "Progetto Piccole Isole", coordinato dall'Istituto Nazionale Fauna Selvatica ed iniziato nel 1988, che ha permesso di acquisire informazioni sulla migrazione dai quartieri africani di svernamento a quelli europei di nidificazione (migrazione primaverile). Le isole dell'Arcipelago Toscano hanno infatti svolto un ruolo fondamentale nell'ambito del progetto, soprattutto nei primi anni quando erano presenti ben tre stazioni di inanellamento: Giannutri, Montecristo e Capraia. Dal 1995 al 2000 l'attività di cattura nell'Arcipelago è stata svolta solo nell'isola di Capraia, dal 2001 nell'isola di Pianosa.

Dai risultati di tale progetto (Cocchi, 2001; Messineo et al., 2001; Paesani e Politi, 2002a) si evidenzia che tutte le isole dell'Arcipelago Toscano dove si è svolto il progetto sono di grande importanza per la sosta degli uccelli migratori che attraversano il Mediterraneo; tali considerazioni si possono ragionevolmente estendere alle altre isole dell'Arcipelago. Le isole di Giannutri e Montecristo sembrano rivestire maggiore importanza dell'isola di Capraia, probabilmente per la loro localizzazione più meridionale (ma non si può escludere che le dimensioni più ridotte, soprattutto per Giannutri, o le diverse caratteristiche ambientali favoriscano le catture degli uccelli indipendentemente dalla loro abbondanza). Pianosa è sinora l'isola dove le catture sono meno numerose (ma comunque rilevanti): ciò può essere dovuto alla sua localizzazione prossima all'Elba (che potrebbe indurre i migratori a proseguire sino a quest'ultima isola) oppure alle peculiari caratteristiche ambientali che rendono più difficoltose le catture. A Pianosa, negli anni 2001 e 2002 sono state effettuate campagne di cattura anche nel periodo autunnale; i dati, sinora elaborati in minima parte (Bini et al., 2001 e 2002, ined.), indicano che l'isola riveste notevolissima importanza per alcune specie di Passeriformi migratori. Non esistono dati analoghi relativi alle isole Giglio, Elba e Gorgona.

Altre informazioni, più scarse, provengono dal progetto Migrants, iniziato nel 1999 su una decina di siti di osservazione lungo tutta la penisola italiana per studiare la migrazione dei rapaci in Italia (Agostini, 2002ab). Dati relativi al territorio toscano riguardano campagne di rilevamenti relative al mese di settembre degli anni 1998 – 2000 e al mese di marzo 2003, effettuate su un basso rilievo alle spalle di Pietrasanta (M.Colegno, 539 m; Premuda, 2002 e 2003). In tale località nel mese di settembre 2000 sono stati osservati in totale 163 individui di biancone (*Circaetus gallicus*), di provenienza sud/sud-est e rotta nord/nord-ovest.

Per l'isola di Pianosa, Paesani e Politi (2002b) hanno rilevato il passaggio di 961 esemplari di 16 differenti specie di rapaci diurni dal 17 al 30 settembre 2002, con punte giornaliere di 408 falchi pecchiaioli e di 121 falchi di palude, per un totale giornaliero di 588 rapaci diurni (19 settembre 2002).

Ai fini del presente documento e in assenza di altre informazioni, sulla base di una serie di conoscenze generali sul fenomeno migratorio, di seguito sommariamente indicate, è opportuno puntualizzare alcune differenze di volo all'interno di particolari gruppi di uccelli migratori:

- I. su isole di ridotte dimensioni dove i migratori notturni si fermano in gran numero, è presumibile che le probabilità di collisione con ostacoli quali le pale eoliche siano particolarmente elevate;
- II. le specie acquatiche seguono generalmente la fascia costiera e il corso dei principali fiumi;
- III. i rapaci sfruttano le correnti ascensionali, in particolar modo quelle presenti lungo le dorsali con affioramenti rocciosi; in periodo riproduttivo la tecnica di caccia li rende vulnerabili all'impatto con ostacoli aerei lineari quali conduttori elettrici o pale eoliche.

Sulla base delle attuali conoscenze in materia (Progetto Piccole Isole, Progetto Migrans) e delle informazioni edite ed inedite in merito, sono stati individuate alcune aree toscane interessate da flussi migratori significativi e rilevanti ai fini del presente lavoro:

- Arcipelago toscano
- fascia costiera (3 km di larghezza) da Cecina al confine toscano-laziale
- Alpi Apuane (versante marittimo)
- Monti della Calvana
- principali dorsali montuose con orientamento nord-sud (per i rapaci diurni)
- Valdarno inferiore
- Valdichiana.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Aspetti naturalistici

- AA. VV., 2002 - *Risoluzione in merito all'impatto degli impianti eolici sui rapaci e sull'avifauna in genere*. I Convegno Italiano sui Rapaci Diurni e Nottturni, Preganziol (TV), 10 marzo 2002.
- Agostini N., 2002a - *La migrazione dei rapaci sul Mediterraneo centrale: stato attuale della ricerca e prospettive*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.
- Agostini N., 2002b - *La migrazione dei rapaci in Italia*. In: Brighetti P., Gariboldi A. L., Manuale di Ornitologia, vol. 3, Edagricole: 157 - 182.
- Allavena S., Panella M., 2002 - *Le centrali eoliche: un pericolo per il paesaggio e gli uccelli rapaci*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.
- A.M.B.E., 1993 - *Ligne à 2 circuits 400 kV Grande-Ile - Piosasco. Impact prévisible sur l'avifaune, mesures de réduction d'impact et mesures compensatoires*. E.D.F. - C.E.R.T..
- Anderson R. L., J. A. Estep, 1988 - *Wind energy development in California: impacts, mitigation, monitoring and planning*. California Energy Commission, sacramento. 12 pp.
- Anderson R. L., W. Erickson, D. Strickland, J. Tom, N. Neumann, 1998 - *Avian Monitoring and risk Assessment at Tehachapi Pass and San Geronio Pass Wind Resource Areas, California: Phase I Preliminary Results*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting III. May 1998, San Diego, California.
- Anderson R. L., W. Erickson, D. Strickland, M. Bourassa, J. Tom, N. Neumann, 2000 - *Avian Monitoring and Risk Assessment at Tehachapi Pass and San Geronio Pass Wind Resource Areas, California*. [abstract and discussion summary only]. Proceedings of national Avian Wind Power Planning Meeting IV. May 16-17, 2000, Carmel, California.
- Anderson R., M. L. Morrison, K. C. Sinclair, and D. M. Strickland, 1999 - *Studying wind energy/bird interactions: a guidance document. Metrics and methods for determining or monitoring potential impacts on birds at existing and proposed wind energy sites*. Prepared for the Avian Subcommittee and National Wind Coordinating Committee, by RESOLVE, Inc., Washington, DC.
- Arcos F., and R. Salvadores, 2002 (ined.) - *Harriers (Genus Circus) and Wind Farm Facilities in Galicia (NW Spain)*. Atti del 4th Congresso Eurasiatico Rapaci. Settembre, 25-29, 2001. Siviglia, Spagna.
- Association of Bay Area Governments, 1987 - *Small but powerful: a review guide to small alternative energy projects for California local decisions*. Okland, California. 66 pp..
- Beaulaurier D.L., 1981 - *Mitigation of bird collisions with transmission lines*. Benneville Power Administration, Portland, Oreg.
- Bini A., Sposimo P., Benucci S., 2001 (ined.) - *Progetto Piccole Isole 2001 a Pianosa. Aprile -Maggio 2001*. Centro Ornitologico Toscano, WWF Toscana.
- Bini A., COT, WWF Toscana, 2002 (ined.) - *Progetto Piccole Isole 2002. Inanellamento degli uccelli durante la migrazione primaverile sull'isola di Pianosa nel Parco Nazionale Arcipelago Toscano, 16 Aprile - 14 Maggio 2002*. Centro Ornitologico Toscano, WWF Toscana. Settembre 2002.
- BioSystems Analysis, Inc., 1990 - *Wind turbine effects on the activities, habitat, and death rate of birds*. Prepared for Alameda, Contra Costa Counties , California. 2 pp..

- Bonneville Power Administration, 1987 - *Cape Blanco wind farm feasibility study: Final report*. Bonneville Power Administration, U.S. Dept. of Energy. Portland, Oregon. DOE/BP-11191-14. 187 pp..
- Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli F., Petretti F. e Sarrocco S., 1998 - *Libro Rosso degli animali d'Italia. Vertebrati*. 210 pp.; WWF Italia, Roma.
- California Energy Commission, 1989 - *Avian mortality at large wind energy facilities in California: identification of a problem*. Staff report no. P700-89-001. California Energy Commission, Sacramento. 43 p..
- Campedelli T., Tellini Florenzano G., 2002 (ined.) - *Indagine bibliografica sull'impatto dei parchi eolici sull'avifauna*. Centro Ornitologico Toscano
- Castellanos M. d L., 2002 - *Comparative Study of the Bird Behavior in a wind Farm and Two Adjacent Areas in Tarifa (Spain)*. Atti del 4th Congresso Eurasiatico Rapaci. Settembre, 25-29, 2001. Siviglia, Spagna.
- Catorci A., Ventrone F., 2002 - *Elementi per gli studi di impatto ambientale negli habitat pascolivi dell'Appennino umbro-marchigiano*. Scaletta relazione convegno 22 marzo 2002.
- Chiozzi G., Marchetti G., 2000 - *Elevata mortalità di Poiane, Buteo buteo, per folgorazione lungo una linea elettrica*. Riv. Ital. Orn., 70 (2): 172-173.
- Cocchi L., 2001 - *Aspetti della migrazione primaverile dei Passeriformi attraverso il Mediterraneo: il Progetto Piccole Isole a Capraia*. Avocetta, 25: 192.
- Commissione Europea, 2000 - *La gestione dei siti della rete Natura 2000. Guida all'interpretazione dell'articolo 6 della direttiva «Habitat» 92/43/CEE*. Lussemburgo, Ufficio per le pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, 69 pp..
- European Commission Environment DG, 2002 - *Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites. Methodological guidance on the provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive*. European Commission, Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites. Lussemburgo, Ufficio per le pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, 76 pp..
- Commissione delle Comunità Europee, 2000 - *Comunicazione della Commissione sul principio di precauzione*. COM (2000)1, Bruxelles
- DH Ecological Consultancy, 2000 - *Windy Standard Wind farm, Dumfries & Galloway*. Breeding Bird Surveys 1994 - 2000.
- Dirksen S., A. L. Spaans, J. V.d. Winden. 1998a - *Studies on nocturnal flight paths and altitudes of waterbirds in relation to wind turbines: a review of current research in the Netherlands*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting III. May 1998, San Diego, California. Prepared for the avian subcommittee of the National wind Coordination Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., and LGL Ltd., King City, Ontario; pp. 97-109.
- Dirksen, S.J., Spaans, A.L. and Van der Winden, J. 1998b - *Nocturnal collision risk of birds with wind turbines in tidal and semi-offshore areas*. In: Wind Energy and Landscape. Proceedings of the International Workshop on Wind energy and Landscape. Pp. 98-108. Edited by Ratto, C. F. and Solari, G. Balkema, Rotterdam, The Netherlands.
- Dooling R. J., Ph. D. and B. Lohr, 2000 - *The Role of Hearing in Avian Avoidance of Wind Turbines*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting IV. May 16-17, 2000, Carmel, California.
- ENEA, 2000 - *Energia eolica: aspetti tecnici, ambientali e socio-economici*. Editore da ENEA Unità Comunicazione e Informazione.
- Enel Green Power: *Rapporto con l'ambiente*, in:
http://enelgreenpower.enel.it/it/energia/eolico/rapp_ambiente.html, accesso del 1 novembre 2002.

- Enel Green Power: *Tecnologia*, in: <http://enelgreenpower.enel.it/it/energia/eolico/tecnologia.html>, accesso del 1 novembre 2002.
- Enel Green Power: *Terminologia impianti eolici*, in: <http://enelgreenpower.enel.it/it/energia/eolico/terminologia.html>, accesso del 1 novembre 2002.
- Enel Green Power: *Il Miniwind*, in: http://enelgreenpower.enel.it/it/edicola/novita/detail_certif_miniwind.html, accesso del 1 novembre 2002.
- Enel Green Power: *Progetti Enel per le "isole minori"*, in: http://enelgreenpower.enel.it/it/servizi/tec_innovative_isole_minori.html, accesso del 1 novembre 2002.
- Energy Efficiency and Conservation Authority (EECA) of New Zealand: *Energy-Wise Renewables Guidelines for Renewable Energy Development Wind Energy*, in: http://www.energywise.co.nz/contentew_renewables/renewable/wind/, accesso del 6 novembre 2002.
- Erickson W. P., G. D. Johnson, M. D. Strickland, D. P. Young, jr, K. J. Sernka, and R. E. Good, 2001 - *Avian collision with Wind Turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States*. National Wind Coordinating Committee (NWCC) Resource Document, by Western EcoSystem Technology Inc., Cheyenne, Wyoming. 62 pp.
- European Wind Energy Association: *Wind Energy: European best practice guidelines for wind energy development*, in: <http://www.ewea.org/src>, accesso del 2 novembre 2002.
- European Wind Energy Association: *Wind Energy: Wind energy and the environment*, in: <http://www.ewea.org/src>, accesso del 2 novembre 2002.
- European Wind Energy Association: *Wind Energy: Wind energy in Europe – the facts, report 1997*, in: <http://www.ewea.org/src>, accesso del 3 novembre 2002.
- Everaert, J., Devos, K. & Kuijken, E., 2002 - *Wind turbines and birds in Flanders (Belgium): preliminary study results in a European context*. Report Institute of Nature Conservation R.2002.03., Brussels. 76 pp. Dutch, English Summary.
- Forconi P., Fusari M., 2002a - *Analisi dell'impatto degli impianti eolici sulla fauna e criteri di mitigazione*. Convegno "L'eco-compatibilità delle centrali eoliche nell'Appennino umbro-marchigiano". Centro Studi Eolici. Fossato di Vico (PG). 22/3/2002.
- Forconi P., Fusari M., 2002b - *Linee guida per minimizzare l'impatto degli impianti eolici sui rapaci*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.
- Gariboldi A., Rizzi V., Casale F., 2000 - *Aree Importanti per l'avifauna in Italia*. LIPU, Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, 528 pp..
- Giunta Regionale della Regione Marche, 2002 - *Deliberazione 16 luglio 2002 n. 1324. Procedure di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA): Impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento. Criteri ed indirizzi per la loro valutazione*.
- Giunta Regionale della Regione Campania, 2001 - *Deliberazione 15 novembre 2001 n. 6148. Approvazione delle procedure ed indirizzi per l'installazione di impianti eolici sul territorio della Regione Campania*.
- Giunta Regionale della Regione Liguria, 2002 - *Delibera 5 settembre 2002 n.966. Criteri per l'elaborazione della relazione di verifica/screening di cui all'art.10 della L.R. 38/98 per impianti eolici*.
- Giunta Regionale della Regione Basilicata, 2002 - *Delibera 24 giugno 2002 n. 1138. Atto di indirizzo per il corretto inserimento nel paesaggio degli impianti eolici*.

- Guillemette M., J. K. Larsen, and I. Clausager, 1999 - *Assessing the impact of the Tuno Knob wind park on sea duck: the influence of food resource*. Neri Technical Report No. 263. 22 pp.
- Hanowski J. M., and R. Y. Hawrot, 1998 - *Avian Issues in the Development of Wind energy in Western Minnesota*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting III. May 1998, San Diego, California. Prepared for the avian subcommittee of the National wind Coordination Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., and LGL Ltd., King City, Ontario; pp. 80-87.
- Heath M.F., Evans M.I. (eds), 2000 - *Important Birds Areas in Europe: priority sites for conservation. 2: Southern Europe*. BirdLife Conservation Series n° 8, BirdLife International, Cambridge, UK.
- Hodos W., A. Potocki, T. Storm and M. Gaffney, 2000 - *Reduction of Motion Smear to reduce avian collision with Wind Turbines*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting IV. May 16-17, 2000, Carmel, California.
- Hunt W. G., R. E. Jackman, T. L. Brown, D. E. Driscoll, and L. Culp. J. G. Gilardi, 1995 - *A pilot golden eagle population study in the Altamont Pass Wind Resource Area, California*. Report to National Renewable Energy Laboratory, Subcontract No. XCG-4-14200 to the Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz, California.
- Hunt W. G., R. E. Jackman, T. L. Hunt, D. E. Driscoll, and L. Culp, 1998 - *A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind resource Area: population trend analysis 1997*. Report to National Renewable Energy Laboratory. Subcontract XAT-6-16459-01, NREL/SR-500-26092. Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.
- Iowa Energy Center: *Wind Energy Manual*, in: <http://www.energy.iastate.edu/WindManual/>, accesso del 15 novembre 2002.
- Janss G., A. Lazo, J. M. Baqués, and M. Ferrer, 2001 - *Some evidence of changes in use of space by raptors as a result of the construction of a wind farm*. Atti del 4th Congresso Eurasiatico Rapaci. Settembre, 25-29, 2001. Siviglia, Spagna. Integrato da: Janss G. Some Evidence of Changes in Use of Space by Raptors as a Result of the Construction of a Wind Farm.
- Kerlinger P., 1998 - *An Assessment of the Impacts of Green Mountain Power Corporation's Seasburg, Vermont, Wind Power Facility on Breeding and Migration Birds*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting III. May 1998, San Diego, California. Prepared for the avian subcommittee of the National wind Coordination Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., and LGL Ltd., King City, Ontario; pp. 90-96.
- Kruchenberg H. and J. Jaene, 1999 - *Zum einfluss eines windparrks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen)*. Natur und Landschaft 74: 420-427 pp.
- Kyed Larsen J. and M. Jasper, 2000 - *Effects of wind Turbines and other Physical Elements on Field Utilization by Pink-Footed Geese (Anser brachyrhynchus): A Landscape perspective*. Landscape Ecology 15: 755-764.
- Langston R.H.W., Pullan J.D., 2002 (ined.) - *Windfarms and birds: an analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assesment criteria and site selection issues*. BirdLife report.
- Lazzeri M., 2002 - *Metodologie per lo studio dell'uso dello spazio in Aquila chrysaetos nell'Appennino Lucchese*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.
- Lazzeri M., Turini R., 2002 - *La comunità di rapaci diurni (Accipitriformes, Falconiformes) nidificanti nell'Oasi di protezione faunistica toscana dell'Orrido di Botri (Lucca)*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.

- Leddy K. L., K. F. Higgins, and D. E. Naugle, 1997 - *Effects of Wind Turbines on Upland Nesting Birds in Conservation reserve program Grasslands*. Wilson Bulletin 111 (1) 100-104 pp.
- Lekuona Sánchez J. M., 2001 – *Uso del espacio por l'avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Informe final*. Direccion General de Medio Ambiente, Departamento de Medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Vivienda, Gobierno de Navarra. In: http://www.iberica2000.org/textos/LEKUONA_REPORT.pdf
- Luke, A., Hosmer, A. W., 1994 - *Bird deaths prompt rethink on wind farming in Spain*. WindPower Monthly 10 (2):14-16. (Abstract)
- Magrini M., 2001 - *Considerazioni sull'importanza delle praterie montane dell'Umbria per l'avifauna e prima analisi bibliografica sull'impatto degli impianti eolici*. Relazione preparata da OIKOS Studio Naturalistico. 11 pp..
- Marti R., 1994 - *Bird/wind turbine investigations in southern Spain*. In: Proceedings of the national avian-wind power planning meeting, Lakewood, Colorado, 20-21 July 1994. Prepared by LGL Ltd., environmental research assrae di Studioociates, King City, Ontario, Canada. Author's address: Sociedad Española de Ornitología, Ctra. de H£mera No. 63-1, 28224 Pozuelo, Madrid, Spain: 48-52 (Abstract).
- Marti Montes R., 1995 - *Effects of wind turbine power plants on the avifauna in the Campo de Gibraltar region. Summary of final report commissioned by the Environmental Agency of the Regional Government of Andalusia. Summary of Final Report*, SEO/BirdLife.
- Meek E. R., Ribbands J. B., Christer W. G., Davy P. R., Higginson I., 1993 – *The effects of aero-generators on moorland bird populations in the Orkney Islands, Scotland*. Bird Study 40:140-143. RSPB, Orkney Office, Smyril, Stenness, Orkney, United Kingdom.
- Mejias J. F., H. G. Iovino, M. S. Lobon Garcia, 2002 - *Flying Heights for Common Vulture (Gyps fulvus) at Campo Gibraltar, Cádiz (Spain) and Efficiency of Bird Watching in Order to Decrease the Mortality at Wind Parks*. Atti del 4th Congresso Eurasiatico Rapaci. Settembre, 25-29, 2001. Siviglia, Spagna.
- Messineo A., Grattarola A., Spina F., 2001 - *Dieci anni di progetto piccole isole*. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, 240 p..
- Messineo A., Mantovani R., Spina F., 2001 - *Progetto piccole isole: risultati 1998-1999*. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, 146 p..
- Mossop D. H., 1997 - *Five years of monitoring bird strike potential at a mountain-top wind turbine, Yukon territory*. Annual Canadian Wind Energy Conference & Exhibition 197-211.
- Musters C. J. M., M. A. W. Noordeveilt and W. J. Ter Keurs, 1996 - *Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary*. Bird Study 43, pp. 124-126.
- Osborn R. G., C. D. Dieter, K. F. Higgins, R. E. Usgaard, and R. D. Nieger, 2001 - *Bird mortality associated with wind turbines at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota*. American Midland Naturalist. 143: 41-52 pp.
- Paesani G., Politi P. M., 2002a - *Prime osservazioni sulla migrazione autunnale dei rapaci diurni sull'isola di Pianosa nel Parco Nazionale Arcipelago Toscano*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.
- Paesani G., Politi P. M., 2002b – *Monitoraggio della migrazione autunnale dei rapaci diurni nell'isola di Pianosa (LI), Parco Nazionale Arcipelago Toscano*. Informamigrans, 10: 6.
- Premuda G., 2002 - *Primi dati sulla migrazione post-riproduttiva del Biancone, Circaetus gallicus, nelle Alpi Apuane*. Riv. Ital. Orn., 71 (2): 181 - 186.
- Premuda G., 2003 – *La migrazione primaverile del Biancone nelle Alpi Apuane (MS), Toscana*. Infomigrans, 11: 10.

- Quaglierini A., 2002 - *Censimento, densità e preferenze ambientali del Falco di palude Circus aeruginosus nidificante in alcune zone umide costiere della Toscana*. In: AA.VV., 2002 - 1° Convegno Italiano rapaci diurni e notturni, Villa Franchetti, Preganziol (TV), 9-10 marzo 2002. Abstracts. Associazione Faunisti Veneti, Centro Italiano Studi Ornitologici, Provincia di Treviso.
- R.E.E. Red Electrica de Espana, 1993 – *Senalizacion de lineas de alta tension para la proteccion de la avifauna (Linea Valdecaaballeros – Guillena)*.
- Rossetti A., s.d.i. - *Aspetti critici nella realizzazione di centrali eoliche nell'Appennino umbro-marchigiano*. Comitato Nazionale del Paesaggio.
- Rossi R., Merendi G. A., Vinci A., 1994 – *I sistemi di paesaggio della Toscana*. regione Toscana, Giunta Regionale, Dipartimento Agricoltura e Foreste.
- Rubolini D., Gustin M., Garavaglia R., Bogliani G., 2001 – *Uccelli e linee elettriche: collisione, folgorazione e ricerca in Italia*. Avocetta, 25: 129.
- Scottish Natural Heritage, 2002 (ined.) - *Policy Statement. Strategic location guidance for onshore wind farms in respect of the natural heritage*. Policy Statement n° 02/02.
- Sposimo P., Tellini G., 1997 - *Valutazione della situazione dell'avifauna in Toscana. Lista Rossa degli uccelli nidificanti*. Atti I Conferenza sullo Stato dell'Ambiente in Toscana. 6: 273-288. Regione Toscana. Giunta Regionale.
- Still, D., Little, B. & Lawrence, S., 1996 - *The Effect of Wind Turbines on the Bird Population at Blyth Harbour, Northumberland*. ETSU W/13/00394/REP
- Strickland M. D., G. D. Johnson, W. P. Erickson, S. A. Sarappo, and R. M. Halet, 1998 - *Avian use, flight behavior and mortality on Buffalo Ridge, Minnesota, Wind resource Area*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting III. May 1998, San Diego, California. Prepared for the avian subcommittee of the National wind Coordination Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., and LGL Ltd., King City, Ontario; pp. 70-79.
- Strickland M. D., G. Jhonson, W. P. Erickson, and K. Kronner, 1999 - *Avian Studies at wind plants located at Buffalo Ridge, Minnesota and Vansycle Ridge, Oregon*. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting IV. May 16-17, 2000, Carmel, California. Prepared for the avian subcommittee of the National wind Coordination Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C. pp. 38-52.
- Tellini Florenzano G., S. Gualazzi, A. Gabellini e M. Valtriani, 2001 - *Quadro conoscitivo sulla fauna vertebrata (mammiferi e uccelli) e sulla flora e la vegetazione dell'area M. Ferro Rotondo – M. Linguaro – M. Vermenone*. Dream Italia srl, Poppi (AR), relazione inedita, pp. 40. Area di studio: Marche, Italia.
- Thelander G. C., L. Rugge, 2000 - *Avian risk Behavior and fatalities at the Altamont Pass wind Resource Area*. Report to National Renewable Energy Laboratory. Subcontract TAT-8-18209-01, NREL/SR-500-27545. BioResource Consultants, Ojai, California.
- Tucker G.M., M.F. Heath, 1994 - *Birds in Europe. Their conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International (BirdLife Conservation Series n°3).
- Winkelman J. E., 1990 - *Nachtelijke aanvaringskansen voor vogels in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.)* (Nocturnal collision risks for and behavior of birds approaching a rotor in operation in the experimental wind park near Oosterbierum, Friesland, The Netherlands; English summary). Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem. RIN-Rapport 90/17. (Abstract)
- Winkelman J. E., 1992a - *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3. Aanvliegedrag overdag* (The impact of the Sep Wind Park Near Oosterbierum [Fr.], The Netherlands, on birds, 3. Flight behavior during daylight). English Summary Only. Pages 65-69. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, The Netherlands. RIN-Rapport 92/4. (Abstract)
- Winkelman J. E., 1992b - *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2. Nachtelijke aanvaringskansen* (The impact of the Sep Wind Park near Oosterbierum [Fr.],

The Netherlands, on birds, 2. Nocturnal collision risks.) ENGLISH SUMMARY ONLY. Pages 118-120. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, the Netherlands. RIN-Rapport 92/3. (Abstract)

Winkelman J. E., 1994 - *Bird/wind turbine investigations in Europe*. In: Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting, Lakewood, Colorado, 20-21 July 1994. Proceedings prepared by LGL Ltd., environmental research associates, King City, Ontario. Author's address: Birdlife/ Vogelbescherming Nederland, Driebergweg, The Netherlands. NREL/SP-441-7814: 43-47 (Abstract).

WWF: *ecocompatibilità degli impianti eolici*, in: <http://www.wwf.it/lavoro/impiantieolici/>, accesso del 31 ottobre 2002.

WWF: *garanzie procedurali*, in: <http://www.wwf.it/lavoro/impiantieolici/>, accesso del 31 ottobre 2002.

WWF: *la terra può salvare l'uomo*, in: <http://www.wwf.it/lavoro/impiantieolici/> , accesso del 31 ottobre 2002.

WWF: *Hearth Policy Institute (traduzione in italiano a cura del WWF Italia)*, in: <http://www.wwf.it/ambiente/hearthpolicy/> , accesso del 31 ottobre 2002.

**LINEE GUIDA
PER LA VALUTAZIONE
DELL'IMPATTO AMBIENTALE
DEGLI IMPIANTI EOLICI**

**LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO
SUL PAESAGGIO E SUL PATRIMONIO STORICO,
ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO**

M. Agnoletti^(*), G. Maggiari^(*)

^(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Facoltà di Agraria, Università di Firenze

M. Agnoletti: coordinamento, impostazione scientifica e metodologica;

G. Maggiari: elaborazioni ed applicazioni informatiche.

Si ringraziano

G. Chirici del Geolab (www.geolab.unifi.it) e A. Mastronardi dello Studio GM per le simulazioni video.

1. PREMESSA

La crescente attenzione del pubblico e degli amministratori per la “risorsa paesaggio” si scontra non solo con la difficoltà di governare i conflitti legati alla conservazione di questa risorsa, ma anche con la necessità di elaborare strumenti sempre più raffinati per la valutazione degli impatti. In merito alle centrali eoliche la normativa vigente, nazionale e regionale, presenta alcune problematiche che è necessario tentare di risolvere, non solo per l'applicazione del Piano Energetico Regionale, ma anche per procedere ad un adeguamento dell'impianto concettuale degli strumenti di valutazione. La metodologia qui proposta rappresenta un approfondimento ed una integrazione alla Legge Regionale n 79/98 sulla V.I.A, ma introduce alcuni elementi che possono essere applicati anche alla valutazione degli impatti derivanti da altre opere.

Come è noto, l'entrata in vigore del decreto legislativo 29 ottobre 1999, n 490, intitolato “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali” ha coordinato e rielaborato la normativa precedente in materia. Dal punto di vista del concetto di “vincolo paesaggistico” è stato opportunamente superato l'aspetto puramente estetico, trasformandolo in vincolo paesaggistico-ambientale, ma allo stesso tempo è stato introdotto un concetto di “ambiente naturale” che in realtà non esplicita pienamente il valore di integrazione fra attività antropiche e fattori naturali rappresentato dal paesaggio italiano. Effettivamente, sia l'articolo 139 che il successivo articolo 146, suddividendo i beni tutelati in due diverse categorie, sembrerebbero sostenere una diversa natura dei beni oggetto di tutela, elencando beni materiali di esclusiva origine antropica (beni materiali, immobili, giardini, parchi e bellezze panoramiche) da quelli di tipo ambientale (montagne, coste, laghi, boschi ecc.). Sappiamo invece che nessun elemento del patrimonio naturale è stato immune dall'impatto antropico e che gli elementi classificati come “naturali” sono in realtà caratterizzati da una maggiore o minore influenza dell'uomo, che ne condiziona le caratteristiche ecologiche, oltre ai significati culturali.

La classificazione operata dalla legge, se da un lato permette di individuare facilmente i beni culturali ed ambientali, in realtà vincola vaste aree del territorio indipendentemente da una oggettiva valutazione del valore paesaggistico. In linea di principio ciò porterebbe ad un'automatica individuazione di “aree di esclusione” o “aree di criticità” paesaggistica per gli impianti eolici, peraltro non prevista dalla normativa vigente, che di fatto esclude la possibilità di realizzare impianti nelle riserve naturali integrali e fissa solo “fasce di rispetto” per i beni culturali e paesaggistici di “assoluto rilievo”. Il problema diventa se possibile più complesso se a questi vincoli si sommano gli strumenti di governo del territorio vigenti in Toscana, visto che le indicazioni presenti nei PTCP e nei PRG sono infatti caratterizzate da una certa disomogeneità nella individuazione delle zone di interesse paesaggistico.

Tutto questo rende ovviamente problematico non solo l'individuazione dei diversi valori paesaggistici presenti nel territorio regionale, ma anche l'opera delle amministrazioni pubbliche e degli organi regionali preposti alla Valutazione di Impatto Ambientale. Per questi motivi, e per l'impossibilità di procedere ad una preventiva individuazione cartografica delle aree critiche tenendo conto di tutti i provvedimenti in materia, si propone di individuare tali aree attraverso una “procedura di autovalutazione”. Il proponente dovrà sempre applicare tale procedura utilizzando inizialmente una “metodologia semplificata”, mentre l'uso di una “metodologia estesa” è suggerito quando si rende necessario approfondire le eventuali criticità così individuate. Tale metodo consente di valutare “caso per caso” se l'area proposta per l'impianto possa essere definita critica per il paesaggio e per il patrimonio culturale, utilizzando criteri di valutazione che permettano di indirizzare il progetto all'interno delle procedure previste dalla normativa regionale.

- *Nel caso in cui il risultato dell'autovalutazione mostri la **non criticità** dell'area proposta, i risultati dell'applicazione della **metodologia semplificata** costituiranno già i contenuti richiesti dalla procedura di verifica.*
- *Per contro, nel caso in cui ci si trovi in **area critica**, la valutazione dell'impatto sugli aspetti paesaggistici verrà condotta applicando la **metodologia estesa**.*

2. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

L'impatto paesaggistico è considerato in letteratura come il più rilevante fra quelli prodotti dalla realizzazione di una fattoria eolica. La principale caratteristica di tale impatto è normalmente considerata l'intrusione visiva, dato che gli aerogeneratori per la loro configurazione sono visibili in ogni contesto territoriale in relazione alle loro caratteristiche costruttive, alla topografia, alla densità abitativa e alle condizioni meteorologiche. Per questo motivo e per le caratteristiche dell'incarico affidato, non sono state prese in considerazione nel presente studio matrici paesaggistiche complesse, considerando tutte le categorie di indicatori del paesaggio oggi considerate nella letteratura specializzata. Non sono stati quindi analizzati né gli impatti specifici sull'assetto idrogeologico dovuti a fondazioni, strade ecc., né quelli legati agli elettrodotti. E' stato solo operato un approfondimento su aspetti specifici, individuando alcuni strumenti di indagine e categorie oggetto di valutazione che sono state articolate in una metodologia di valutazione adeguata al caso dell'eolico.

L'intrusione visiva degli aerogeneratori esercita il suo impatto non solo da un punto di vista meramente "estetico", ma su un complesso di valori oggi associati al paesaggio, che sono il risultato dell'interrelazione fra fattori naturali e fattori antropici nel tempo. Tali valori si esprimono nell'integrazione di qualità legate alla morfologia del territorio, alle caratteristiche potenziali della vegetazione naturale, e alla struttura assunta dal mosaico paesaggistico nel tempo. E' stato quindi ritenuto opportuno introdurre un concetto che esprimesse questi valori, sintetizzabile nel termine di "significato storico-ambientale", con il quale si definisce una delle categorie essenziali oggetto di indagine, al quale si affianca "l'indagine storico-ambientale", come strumento conoscitivo fondamentale nell'analisi paesistica. Particolare attenzione è stata prestata alla struttura del mosaico paesistico e cioè a quella "diversità di ambienti" che costituisce una qualità ormai riconosciuta a livello internazionale del paesaggio toscano. Si tratta di un valore descritto anche nelle direttive europee in materia di conservazione della natura, come elemento costitutivo della biodiversità complessiva, sia nell'ambito dei beni culturali, ma fino ad oggi poco valorizzato dal punto di vista applicativo.

Il metodo di valutazione proposto si articola in quattro capitoli principali:

- 2.1 aree di studio
- 2.2 strumenti di indagine
- 2.3 categorie oggetto di indagine
- 2.4 metodi di valutazione

2.1. Aree di studio

Gli strumenti di indagine, le categorie oggetto di indagine e i metodi di valutazione, si applicano con modalità diverse nelle diverse *aree di studio* individuate per l'analisi dell'impatto paesaggistico. Le aree sono così definite:

- a. *area dei siti di impianto potenziali (ASIP)* - l'area geografica su cui si individuano due o più siti potenziali proposti per la realizzazione della fattoria eolica;
- b. *area di impatto locale (AIL)* - è quella occupata dal sito di impianto, il cui perimetro include le torri eoliche, gli annessi tecnici e la rete stradale interna di servizio;

- c. *area di impatto potenziale (AIP)* - l'area circolare all'interno della quale è prevedibile si manifestino gli impatti più importanti;
- d. *area di impatto visuale assoluto (AIVA)* - un'area circolare di raggio pari alla massima distanza da cui l'impianto eolico risulta teoricamente visibile nelle migliori condizioni atmosferiche, secondo la sensibilità dell'occhio umano e le condizioni geografiche.

2.2 Strumenti di indagine

Gli strumenti di indagine contemplano una serie di analisi necessarie a fornire i dati per la valutazione delle diverse categorie oggetto di studio:

- a. *analisi dell'intervisibilità* - l'analisi della distribuzione nello spazio dell'intrusione visiva, secondo le sue diverse caratteristiche di intensità ed estensione;
- b. *simulazioni* – fotoinserimenti, filmati e immagini virtuali per simulare l'impatto visivo delle centrali eoliche nei diversi punti del territorio;
- c. *struttura del paesaggio* – le caratteristiche complessive del mosaico paesaggistico e delle singole tessere che lo caratterizzano, in relazione alla morfologia del territorio;
- d. *indagine storico-ambientale* – l'analisi dell'evoluzione storica del territorio volta a chiarire le dinamiche sociali, economiche ed ambientali che hanno definito l'identità culturale dell'area di studio.

2.3 Categorie oggetto di valutazione

Le categorie oggetto di valutazione rappresentano le componenti su cui i progettisti sono chiamati ad esprimere la valutazione di impatto e sono limitate a quelle di pertinenza di questa parte delle linee guida:

- a. *patrimonio storico, architettonico e archeologico* – gli elementi materiali presenti nel territorio oggetto di studio appartenenti a queste categorie di beni culturali;
- b. *significato storico-ambientale* - complesso di valori legati alla struttura del mosaico paesaggistico, alla morfologia del territorio e alla loro evoluzione storica;
- c. *frequentazione del paesaggio* – la riconoscibilità sociale del paesaggio, rappresentata dalla qualità e quantità dei flussi antropici nei punti panoramici più importanti legati ai centri urbani, alla rete stradale, alle località di interesse turistico.

2.4 Metodi di valutazione

Il metodo di valutazione proposto è quello dell'analisi della sensibilità. Esso si basa sull'attribuzione di valori numerici a due parametri definiti con il termine di valore intrinseco e vulnerabilità. Tali parametri vengono impiegati per il calcolo della sensibilità di ciascuna categoria e per il calcolo complessivo della sensibilità dell'area analizzata.

3. DEFINIZIONE DELLE AREE DI STUDIO

Qualsiasi struttura realizzata nel territorio esercita un impatto legato all'occupazione del suolo e alle sue caratteristiche costruttive, questo impatto si diffonde nello spazio circostante in funzione delle caratteristiche topografiche. L'altezza è un elemento di fondamentale importanza nel caso delle torri eoliche, che influenza anche i criteri per l'individuazione delle aree di studio. Sono state perciò definite una serie di aree che partendo dal sito di impianto prendono progressivamente in considerazione porzioni più ampie di territorio:

- a. Area dei siti di impianto potenziali (ASIP)
- b. Area di impatto locale (AIL)
- c. Area di impatto potenziale (AIP)
- d. Area di impatto visuale assoluto (AIVA)

A ciascuna di queste aree corrispondono fasi successive del progetto e diversi livelli di approfondimento delle analisi. Tali analisi possono evidenziare reciproche interferenze tra le aree, che potrebbero portare a rivedere le impostazioni iniziali, adattandole alle esigenze individuate nelle analisi di dettaglio e dalla valutazione della sensibilità.

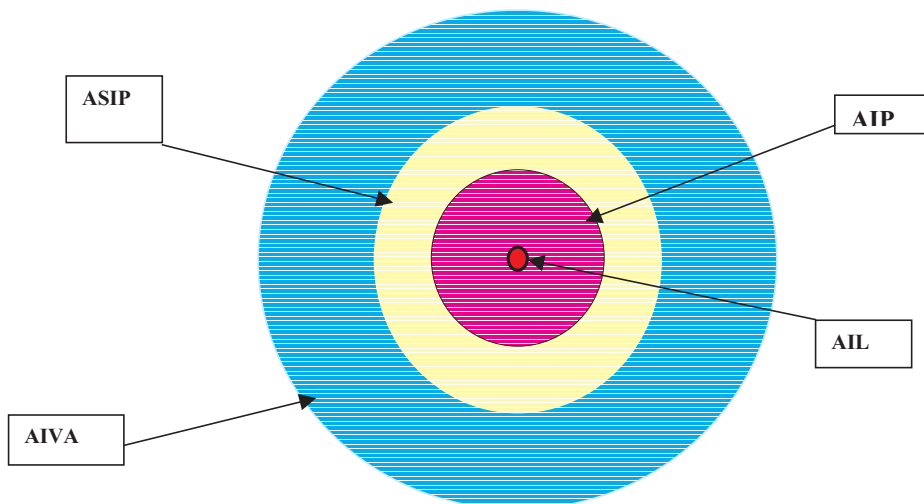


Fig 1: struttura delle aree di studio

3.1 Area dei siti di impianto potenziali (ASIP)

Con questo termine si indica un settore geografico dato, in cui i promotori del progetto individuano almeno due o più siti in grado di poter ospitare una fattoria eolica, per poter disporre di diverse alternative progettuali. La sua definizione avviene in una fase molto preliminare del progetto, ed ha un valore strategico per la scelta del sito definitivo, data la sua influenza su tutte le altre aree di studio. Questa fase del lavoro metterà in evidenza la filosofia prescelta per la localizzazione dell'impianto, che può ad esempio favorire una collocazione in una area isolata a bassa densità demografica, ma paesaggisticamente fragile, o un'area industrializzata in cui l'impianto può inserirsi in modo positivo. La scelta dell'ASIP porterà a problematiche assai diverse, secondo la collocazione in zone montane, collinari o di pianura. In questa fase è bene tenere presente che in conseguenza del ruolo dell'altezza degli aerogeneratori, l'impatto visivo delle fattorie eoliche sarà molto più esteso se queste vengono sistemate sulle linee di crinale delle montagne, rispetto alle colline e alla pianura.

Le dimensioni dell'ASIP possono essere assai variabili. Visto che le iniziative per la creazione di fattorie eoliche fanno capo ai comuni, la loro area totale potrebbe in qualche caso anche identificarsi con quella del territorio comunale. E' auspicabile che per gli impianti eolici si prendano in considerazione siti idonei a minimizzare gli impatti, sacrificando le esigenze di collocazione all'interno di un singolo territorio comunale. In effetti, le intervisibilità molto elevate delle fattorie eoliche possono dar luogo a contenziosi con popolazioni residenti in altri comuni, su cui potrebbero scaricarsi impatti negativi importanti.

Le fasi del lavoro all'interno dell'ASIP prevedono una prima proposta di alcuni siti (es. A, B e C in Fig. 2) per l'impianto eolico e successivamente l'abbandono di alcune ipotesi (es. A e B). Il sito A può infatti evidenziare la vicinanza eccessiva con zone di particolare pregio, con la compresenza di elementi importanti del patrimonio culturale e flussi turistici che rendono

incompatibile la fattoria eolica. Il sito B, può invece trovarsi in prossimità di zone residenziali, in cui le popolazioni residenti potrebbero manifestare una decisa opposizione alla realizzazione dell'impianto. In questo caso solo il sito C merita uno studio più approfondito, che può ad esempio suggerire alcune *varianti* quali la sua dislocazione al di sotto di una linea di crinale per limitare la sua intervisibilità all'interno dell'area di impatto potenziale. Tale procedura può portare anche a scartare ASIP che si scontrino con problematiche che rendono l'impianto incompatibile, in questo caso sarà necessario individuare una nuova ASIP.

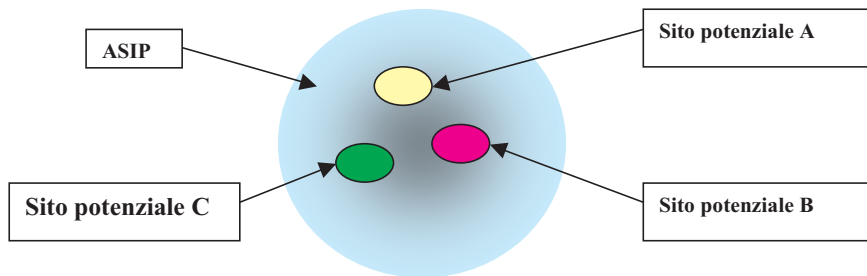


Fig 2: Area dei Siti di Impatto Potenziali

3.2 Area di impatto locale (AIL)

L'Area di Impatto Locale corrisponde al sito di impianto. Il suo perimetro, chiaramente delimitato sul terreno, include le torri eoliche, gli annessi tecnici e la rete stradale interna di servizio. La sua estensione e forma viene stabilita in base alle caratteristiche tecniche degli aerogeneratori e alla configurazione prescelta, ma la delimitazione fisica del suo perimetro esterno non potrà essere posta a distanza inferiore a quella di tre volte il diametro del rotore, misurata dalla base di tutte le torri. Al suo interno e nelle sue immediate pertinenze, entro una distanza dal perimetro esterno pari a tre volte il diametro del rotore, indipendentemente dalla forma geometrica dall'AIL, non devono essere presenti elementi di pregio del patrimonio culturale. All'interno di tale area si devono realizzare una serie di indagini per la valutazione della sua sensibilità. Particolare importanza assumono gli aspetti tecnico-costruttivi dell'impianto, la modalità di esecuzione dei lavori, la sistemazione definitiva del suo perimetro e delle immediate adiacenze. Lo studio di quest'area assume un ruolo cruciale non solo per i suoi riflessi a livello locale, ma anche per l'influenza sull'*Area di Impatto Potenziale*, il cui studio può a sua volta condizionare la struttura dell'AIL, rendendo l'analisi di queste due aree sostanzialmente interdependente.

Dalle caratteristiche tecniche dell'impianto dipende la possibilità di *assimilare* la fattoria eolica nel territorio, cioè di renderlo meno visibile possibile nel caso questo sia considerato l'obiettivo più desiderabile, e la sua *integrazione*, cioè la possibilità di inserire il parco eolico negli elementi strutturali del paesaggio attuale. Questi ultimi possono essere rappresentati non solo da aspetti legati agli assetti del territorio (morfologia, colture agricole e forestali ecc.), ma anche dalla presenza di aree urbane o industriali. Le caratteristiche dell'impianto dovranno consentire una corretta fase di *dismissione*, consentendo di riportare l'area allo stato precedente una volta raggiunta la fine della sua vita tecnica, o quando venga deciso di interrompere definitivamente il suo funzionamento.

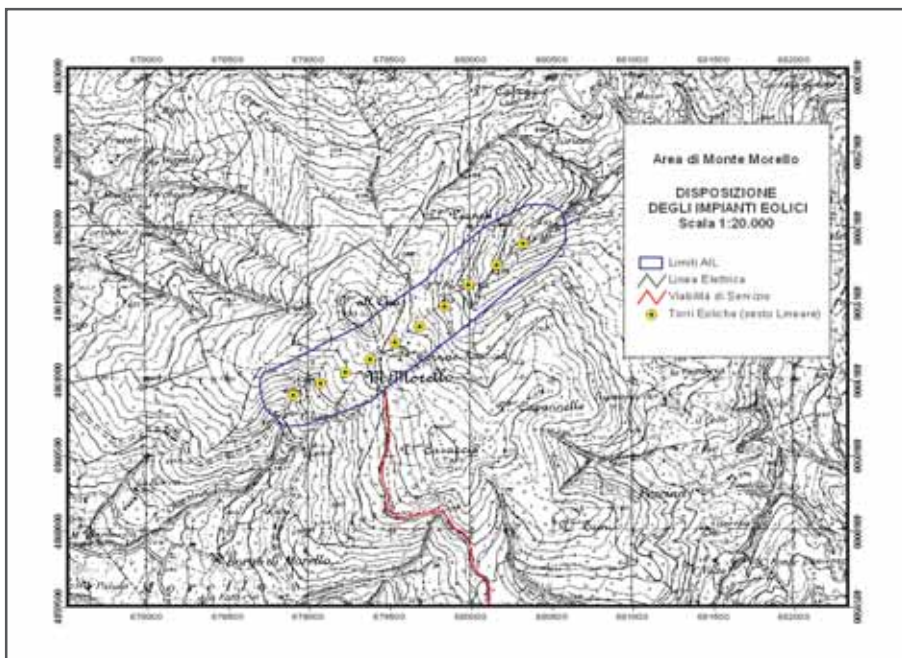


Fig3: struttura di un'Area di Impatto Locale con disposizione lineare degli Aerogeneratori





Fig.4: nel fotoinserimento della pagina a fianco si osserva una torre eolica di altezza pari a 100 metri localizzata su Monte Morello, vista dal Piazzale Michelangelo, posto a 13 km in linea d'aria. Qui sopra una torre eolica della stessa altezza vista dallo stesso punto di osservazione e posta sul Monte Ceceri, a 5km di distanza.

3.3 Area di impatto potenziale (AIP).

L'area di impatto potenziale rappresenta lo spazio geografico all'interno del quale è prevedibile si manifestino in modo più evidente gli impatti, al suo interno si concentrano la maggior parte delle analisi. La sua collocazione viene individuata dopo aver localizzato il sito di impianto proposto, definito l'altezza degli aerogeneratori da impiegare e la configurazione prescelta.

Vari metodi sono utilizzabili per individuare il perimetro dell'AIP. Generalmente si svolgono analisi preventive della struttura del paesaggio, della sua frequentazione, degli elementi del patrimonio culturale su un'area generalmente assimilabile a quella dell'ASIP. Una certa indeterminatezza in tale procedura, nonché la necessità di poter offrire certezze sia ai proponenti, sia alle autorità preposte alla valutazione di compatibilità, suggerisce però di adottare un metodo più oggettivo per calcolare con una certa sicurezza la sua estensione. La possibilità di adottare un metodo standard nasce dalla considerazione che il più rilevante impatto degli aerogeneratori è sicuramente quello visivo. A fronte di questa considerazione è stata presa in considerazione una formula speditiva presente in letteratura per la determinazione del raggio dell'Area di Impatto Potenziale, che mette in rapporto il numero dei generatori eolici che compongono l'impianto con la loro altezza:

$$R = (100 + E) \times H$$

in cui:

R: raggio dell'area di studio

E: numero degli aerogeneratori

H: altezza degli aerogeneratori (al rotore)

Secondo questa formula l'AIP viene assimilata ad una circonferenza al centro della quale si trova la fattoria eolica, anch'essa supposta di forma circolare, che esprime la sua influenza visiva in modo uniforme su tutto l'orizzonte, assimilabile ad un angolo giro di 360°.

A titolo di esempio, considerando un'altezza delle torri eoliche di 100 metri, ed un parco eolico di 10 aerogeneratori, avremmo un raggio dell'AIP di 11.000 metri, pari ad un'area circolare di circa 379,94 kmq di superficie.

La formula proviene da esperienze pratiche, secondo le quali oltre tale distanza le torri eoliche hanno un impatto visivo marginale, dipendente dalle condizioni meteorologiche, e che a questa distanza un parco eolico occupa una piccola porzione del campo visivo, a sua volta influenzata dalla posizione dell'osservatore rispetto alla fattoria eolica. La struttura matematica della formula assegna un rilievo minore al numero delle torri eoliche e allo schema di impianto, rispetto alla loro altezza. Infatti, se triplicassimo il numero delle torri da 10 a 30, il raggio dell'AIP aumenterebbe solo del 18%, passando da 11.000 a 13.000 metri, mentre triplicando l'altezza delle torri il raggio dell'area arriverebbe a 33.000 metri, con un aumento del 300%. Viene perciò riconosciuta dalla formula la maggiore importanza della taglia degli aerogeneratori, rispetto al loro numero, per l'estensione dell'area di impatto potenziale e quindi dell'Area di Impatto Visuale Assoluta. Altro elemento che non viene considerato è la dimensione della torre e la forma del rotore, che ha un impatto estetico assai diverso nel caso di rotori a pale tradizionali o rotori cilindrici a sviluppo verticale. Effettivamente, la distanza da cui un oggetto posto sulla linea dell'orizzonte è visibile è determinata soprattutto dalla sua altezza piuttosto che dalla larghezza, oltre che da quella dell'osservatore, ma va tenuto presente che nel caso di un allineamento, raddoppiare o triplicare, il numero delle torri eoliche, raddoppierebbe o triplicherebbe la porzione del campo visivo occupata dall'impianto, anche questa variabile a seconda della distanza dell'osservatore.

Per questi motivi, ed in considerazione del fatto che la formula in questione è stata sviluppata per situazioni diverse da quelle della Toscana, dove il paesaggio assume un valore particolare, è opportuno introdurre una correzione che individua un porzione di territorio "T" aggiuntiva,

che può aumentare il raggio dell'Area di Impatto Potenziale. Tale porzione sarà più o meno estesa, a seconda della presenza nell'area dell'ASIP di punti di "eccezionalità", cioè di alta riconoscibilità e di elevato valore per il paesaggio, all'esterno del confine dell'AIP definito con la formula standard, che verranno individuati dagli esperti incaricati della valutazione. Questo permette di considerare aree di impatto potenziale più estese di quelle calcolabili con la formula standard, individuabili sulla base di un'analisi della situazione locale da parte dei progettisti che si assumeranno la responsabilità di individuare tali punti.

Applicando la formula standard potremmo infatti avere un caso in cui il sito di impianto si trova in una zona pochissimo abitata, come il Poggio all'Aia (Monte Morello - FI), ma che in presenza di torri eoliche di 100 m. di altezza, farebbe ricadere il confine dell'AIP verso il centro cittadino Firenze, posto a circa 11000 metri di distanza. Tale limite però non includerebbe il Piazzale Michelangelo, posto circa a 13000 metri dall'impianto, che costituisce un punto panoramico di straordinaria importanza, sui cui l'impianto eserciterebbe un impatto sicuramente da valutare (vedi fig. 4). Ciò giustifica la necessità di elaborare una metodologia che consenta di modificare l'ampiezza dell'AIP in funzione delle emergenze paesaggistiche rilevate nell'ASIP. Il procedimento per il calcolo del settore aggiuntivo "T" è indicato in appendice.

3.4 Area di impatto visuale assoluto (AIVA)

L'area di impatto visuale assoluto rappresenta un'area circolare, di raggio pari alla massima distanza da cui l'impianto eolico risulta teoricamente visibile nelle migliori condizioni atmosferiche, secondo la sensibilità dell'occhio umano e le condizioni geografiche. Si tratta di un'area con una estensione teoricamente molto elevata, visto che una torre eolica di 100 metri altezza posta in un territorio pianeggiante e senza ostacoli frapposti con l'osservatore, può essere visibile anche a decine di chilometri di distanza. L'individuazione dell'AIVA può avvenire solo dopo la definizione dell'altezza delle torri eoliche e rappresenta in pratica una estensione nello spazio dell'AIP. Per la variabilità delle condizioni atmosferiche ed orografiche, delle caratteristiche e posizione dell'osservatore, è difficile definirne con esattezza il perimetro, per tale motivo può sufficiente una rappresentazione di massima di tale area. L'utilità di considerare l'area di impatto visuale assoluto risiede nella possibilità di valutare la vicinanza all'impianto, e alla sua area di impatto potenziale, di centri urbani, aree protette, parchi, agglomerati urbani o industriali e aree di grande valore paesaggistico, di cui può essere opportuno valutare la reciproca interferenza visiva, ma anche le implicazioni socio-economiche. Oltre a questo, la definizione dell'AIVA risulta utile per calcolare l'eventuale prossimità di altre fattorie eoliche, e se tali impianti possono risultare contemporaneamente visibili da punti panoramici facilmente individuabili nel territorio.

Dal punto di vista teorico, secondo i parametri dell'anatomo-fisio-patologia ottica, la relazione che permette di determinare il raggio dell'AIVA è la seguente:

$$R_A = H_T * 600$$

dove:

R_A = raggio dell'Area di Impatto Visuale Assoluto espressa in metri

H_T = altezza torre eolica espressa in metri.

La formula è molto semplice rispetto ad altre presenti in letteratura, ma nel complesso sufficiente per l'individuazione speditiva del perimetro dell'AIVA, tenendo conto che la visibilità è strettamente dipendente da fattori non sempre facilmente quantificabili, come le condizioni atmosferiche e la posizione dell'osservatore. Per tali motivi sarà sufficiente una rappresentazione di massima di tale area su una carta in scala 1:250.000.

Un elemento che può essere parametrizzato, una volta definito il raggio dell'AIVA, riguarda i caratteri orografici del territorio. Nel caso sia ritenuto opportuno potrebbe essere utile operare

uno studio della intervisibilità, al fine di valutare l'effettiva possibilità di percepire altri impianti eolici presenti sul territorio e per avere la stima del valore panoramico del sito di impianto proposto. La cartografia prodotta deve permettere di avere una percezione immediata del complesso territoriale interessato e non necessità di particolari scale di dettaglio. Si consiglia quindi la realizzazione di un output che includa in un foglio formato A0 tutta l'AIVA in scala 1:250.000, adatta a contenere un'area circolare con raggio fino a 100 Km.

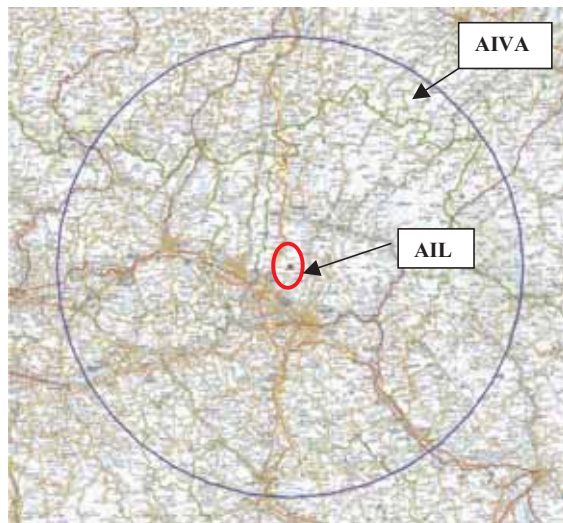


Fig. 5: individuazione dell'AIVA con al centro l'AIL

4. LA “METODOLOGIA ESTESA”

4.1 Le analisi nell'Area dei Siti di Impianto Potenziali

I rilievi all'interno dell'ASIP sono di tipo sintetico. Una volta individuata l'ASIP più idonea per la fattoria eolica verranno individuati alcuni siti potenziali (almeno due) localizzandoli su una cartografia 1:100.000. Verranno quindi valutati sinteticamente tutti gli elementi caratteristici della zona con riferimento agli aspetti socioeconomici e paesaggistici. In questa fase è utile un confronto con le cartografie allegate ai PTCP per individuare le aree sottoposte a vincolo (idrogeologico, paesaggistico, ecc.) e le zone di espansione urbana dei comuni.

Per ciascuno dei siti potenziali sarà tracciata in modo speditivo l'**Area di Impatto Potenziale**, utile per un'immediata percezione degli impatto visivi e delle interferenze con opere a grande impatto visivo (come altre fattorie eoliche), per le quali andrà valutato l'eventuale effetto cumulato. Appare opportuno in questa fase preliminare condurre una indagine fra la popolazione locale volta a valutare il livello di accettabilità dell'impianto eolico e la percezione dell'impatto paesaggistico attraverso una serie di interviste. La percezione del paesaggio è legata a fattori soggettivi che possono variare molto in funzione della età, ceto sociale, livello di istruzione, attività lavorativa, luogo di residenza ecc., può essere quindi opportuno accertare la sensibilità sociale verso un problema che riguarderà soprattutto le comunità locali. Tale indagine andrebbe svolta indipendentemente dai confini amministrativi dei comuni all'interno dei quali si intende realizzare l'impianto, poiché l'impatto visivo può andare ben oltre tali limiti, interessando popolazioni residenti in altri comuni. Una volta acquisiti i risultati di questa indagine verranno effettuati dei sopralluoghi

per verificare la situazione emersa dall'insieme delle osservazioni e valutate le seguenti opzioni:

- a) selezione del sito definitivo proposto per la fattoria eolica
- b) abbandono dell'ASIP individuata

Nel caso "a", potranno essere già individuate eventuali misure "riduttive" o "compensative" che potrebbero rendersi necessarie nel prosieguo del progetto. Nel caso "b" si dovrà invece scegliere una nuova ASIP o abbandonare del tutto il progetto.

Gli elaborati da produrre in questa fase riguarderanno:

- 1. l'individuazione dell'ASIP e dei siti di impianto potenziali su cartografia 1:100.000
- 2. indicazione definitiva del sito di Impianto proposto su ortofotocarta a colori
- 3. Breve relazione tecnica che dovrà giustificare la scelta dell'ASIP in relazione ad altre ASIP possibili; la scelta dei i siti di impianto potenziali proposti; l'area definitiva prescelta su cui proseguire il lavoro, tenendo conto degli elementi indicati ai punti 1-7; il livello di accettabilità sociale.

4.2 Le analisi nell'Area di Impatto Locale

4.2.1 Strumenti di indagine

4.2.1.1 Struttura del paesaggio

L'analisi ha carattere comparativo e punta a mettere in luce l'evoluzione della struttura del mosaico paesaggistico, gli assetti che presentano una maggiore persistenza storica e la variazione della loro superficie in relazione alla morfologia del territorio. Essa viene svolta analizzando nel dettaglio la struttura del paesaggio in tre momenti storici fondamentali: l'inizio dell'800, il secondo dopoguerra e l'attualità¹.

Per l'area di studio verranno investigati i dati relativi al Catasto Generale Toscano del 1832, le foto aeree del 1954 e le foto aeree del volo più recente, che verranno interpretate per la ricostruzione dell'uso del suolo. Nel caso il catasto non fosse disponibile si potranno utilizzare i successivi aggiornamenti o i dati del primo catasto nazionale rinvenibili presso gli archivi di stato competenti, o gli uffici tecnici provinciali. Lo scopo è comunque quello di reperire la descrizione dell'uso del suolo più antica per l'area di studio. Tramite i sistemi informativi geografici verranno realizzate mappe dell'uso del suolo alle tre date, e i dati confrontati per analizzare la variazione delle superfici e delle qualità di coltura. Per ogni zona verranno individuati:

- a) i paesaggi storici alle date considerate
- b) le trasformazioni avvenuti nell'arco temporale considerato
- c) ripartizione percentuale dei tipi di uso del suolo alle tre date
- d) persistenza storica di ciascun uso del suolo
- e) la variazione di estensione di ciascun uso del suolo nel tempo

Le fasi tecniche del lavoro sono così sintetizzabili:

- 1) acquisizione georeferenziata del materiale ortofotografico e delle cartografie storiche per le tre date;
- 2) realizzazione delle cartografie tematiche dell'uso del suolo per fotointerpretazione e digitalizzazione on-screen in ambiente GIS degli strati informativi georiferiti.
- 3) realizzazione di un modello 3D
- 4) analisi statistiche

¹ Tale intervallo potrà essere soggetto a periodici aggiornamenti che in considerazione delle mutate condizioni, sociali, economiche ed ambientali, possono prevedere l'ampliamento dell'intervallo fra il secondo dopoguerra e "l'attualità", o la prescrizione di ulteriori analisi in un terzo periodo da stabilirsi.

I primi tre punti si rifanno alle metodologie dei sistemi informativi geografici, per il punto 4 si fa invece riferimento ad alcuni indici per il cui calcolo si rimanda agli esempi contenuti nell'appendice a loro dedicata. I dati relativi ai punti *d* ed *e* consentono poi di arrivare al calcolo dell'indice storico (Agnoletti, 2002), attraverso il quale si potrà mettere a punto una gerarchia di valori legati a ciascun uso del suolo e realizzare una mappa delle emergenze storiche presenti nel territorio, necessarie anche per definire il significato storico-ambientale. Il metodo di calcolo dell'indice è illustrato nella specifica appendice.

4.2.1.2 Indagine storico-ambientale

L'indagine storica è ormai entrata a fare parte integrante della pianificazione paesistica e della valutazione di impatto ambientale. Nel caso in esame si tratta però di sviluppare una indagine che impieghi fonti e metodi più ampi rispetto all'indagine storica tradizionale, in considerazione dei recenti sviluppi della storia ambientale, soprattutto per quanto riguarda l'ecologia storica e la storia forestale. L'indagine qui proposta deve giustificare le dinamiche del mosaico paesistico, valutare il momento evolutivo in cui si pone la creazione della fattoria eolica e la direzione verso cui il "sistema paesistico" analizzato si sta evolvendo. Dovranno essere chiarite le relazioni fra sistema sociale, economico e ambientale nel tempo, ed il loro contributo alla costruzione del paesaggio, individuando i rapporti con le dinamiche demografiche ed economiche, l'evoluzione delle colture agricole e forestali e gli aspetti vegetazionali più rappresentativi dell'area di studio, nonché il loro rapporto con la cultura locale. Si tratta quindi di individuare "l'identità culturale" del territorio che si esprime nelle relazioni fra fattori antropici e fattori naturali nel tempo, utilizzando anche i risultati dell'analisi della *struttura del paesaggio*. L'indagine nell'AIL dovrà integrarsi con quella da svolgere per l'Area di Impatto Potenziale, facilitando così la realizzazione di una indagine di ampio respiro che prenda in considerazione le due zone, attraverso un'*analisi contestuale*, che metta in evidenza il significato dell'AIL in rapporto alla più ampia estensione dell'AIP.

In sintesi, l'indagine dovrà analizzare:

1. dinamica storica e tendenze evolutive
2. significato attuale nel contesto locale e regionale dell'AIL
3. valore paesaggistico

E' utile ricordare brevemente le fonti ed i metodi per portare a termine tale indagine:

Fonti manoscritte reperibili in:

1. archivi pubblici (stato, regioni, province, comuni)
2. archivi privati (aziende, privati, altre istituzioni)

Documenti a stampa reperibili in:

1. biblioteche pubbliche (stato, regioni, province, comuni)
2. biblioteche private (aziende, privati, altre istituzioni)
3. enti diversi (uffici tecnici erariali, camere di commercio)

Documenti materiali:

1. elementi del mondo vegetale
2. popolamenti forestali
3. singoli elementi arborei o arbustivi
4. colture agricole
5. manufatti di uso agricolo o forestale

Fonti orali:

1. contadini
2. boscaioli
3. pastori
4. proprietari
5. altre categorie sociali legate al territorio in esame

Il risultato dell'indagine dovrà essere presentato sotto forma di relazione scritta.

4.1.2.3 Simulazioni

Nella valutazione di impatto assumono fondamentale importanza le simulazioni che possono dividersi in:

- fotoinserimenti
- immagini virtuali
- animazioni
- modelli

L'obiettivo della simulazione è di mostrare come apparirà la struttura definitiva dell'Area di Impatto Locale una volta realizzato l'impianto. Essa dovrà consentire di mostrare la disposizione definitiva degli aerogeneratori, delle loro fondazioni, della rete stradale, dei locali di servizio e la sistemazione del sito di impianto. Nella simulazione dovrà inoltre essere mostrato l'eventuale disposizione degli elettrodotti di servizio e l'effetto dell'ombra delle torri, che in certe condizioni possono andare ad interessare centri abitati, case isolate ecc.

Il fotoinserimento presenta una precisa visualizzazione del modo in cui il parco apparirà, giocando quindi un ruolo essenziale per presentare correttamente il progetto. Allo scopo di dettagliare meglio la sistemazione definitiva del sito di impianto è comunque necessario realizzare anche una immagine virtuale, utilizzando vari tipi di software disponibili con una visualizzazione 3D dell'AIL e di tutte le componenti dell'impianto, che però può essere sostituita da un modello in scala 1:1000.

Nel realizzare un fotoinserimento bisogna tenere presente che l'apparenza di un impianto eolico è condizionata da:

- posizione dell'osservatore
- topografia
- condizioni meteorologiche
- direzione dei venti dominanti
- insolazione (variabile secondo l'ora e la stagione)
- caratteristiche del paesaggio secondo la variabilità stagionale

Le simulazioni fotografiche, essendo solo rappresentazioni visive da un luogo dato ad un istante preciso di un'immagine fissa, non possono dare la percezione visiva del movimento delle pale.

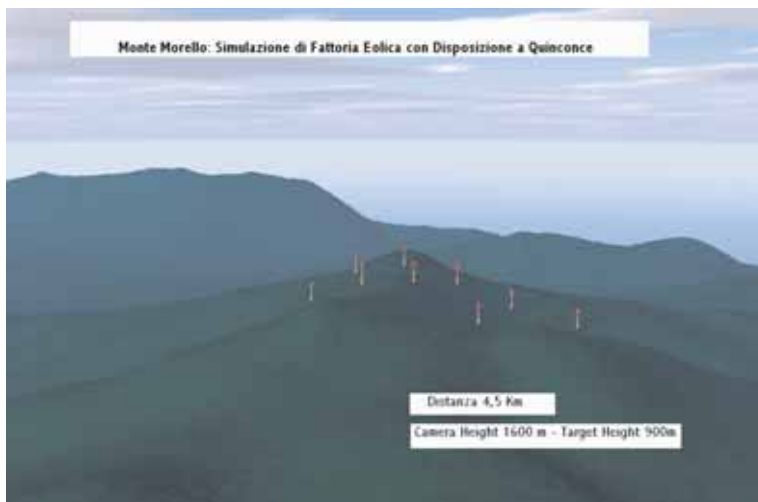


Fig.6: immagine virtuale di un paesaggio con un impianto eolico a quinconce.

4.2.2 Categorie oggetto di valutazione

4.2.2.1 Significato storico ambientale

Il significato storico-ambientale può essere definito come l'espressione del valore dell'interazione dei fattori naturali e antropici nel tempo. Esso si valuta attraverso l'analisi della struttura del mosaico paesaggistico prendendo in considerazione la sua frammentazione, la qualità delle singole tessere che lo compongono e combinandolo con la morfologia del territorio e le caratteristiche vegetazionali. Si tratta di un'analisi sofisticata che deve valutare ed integrare le informazioni provenienti dalle indagini precedenti. In alcuni casi potremmo trovarci in presenza di paesaggi molto frammentati, cioè formati da un insieme di molte tessere con un numero molto elevato di usi del suolo, legati ad una lunga persistenza storica di particolari forme culturali, come accade in aree agricole. Questo paesaggio potrebbe avere un *valore intrinseco* elevato, grazie alla sua frammentazione ed al suo significato storico, specie se gli assetti sono caratterizzati da notevole persistenza storica. Al contrario, in presenza di frammentazione dovuta all'espandersi del tessuto urbano o di infrastrutture industriali recenti, il *valore intrinseco* sarebbe invece assai più basso. Possono ovviamente verificarsi una vasta gamma di casistiche intermedie, come la presenza di paesaggi poco frammentati caratterizzati da ampie zone a pascolo o a bosco, con dominanza di poche grandi unità culturali, ma una lunga persistenza storica. In questi casi un minore valore della frammentazione può essere controbilanciato da un grande valore scenico legato agli aspetti panoramici che possono essere valutati anche attraverso il modello digitale del terreno.

L'analisi porterà ad esprimere la valutazione del *valore intrinseco* da attribuire a questa categoria che sarà il risultato della somma di una gamma di *criteri*: qualità della frammentazione del mosaico paesaggistico, persistenza storica dei singoli usi del suolo, unicità del paesaggio, la sua integrità, il valore scenico. L'integrità si riferisce allo stato di conservazione ed alla estensione geografica di un paesaggio storico che può apparire ridotta rispetto al passato. Tipico il caso dei castagneti da frutto il cui abbandono vede spesso il progressivo contrarsi della loro estensione fino alla estinzione. A questi criteri potranno aggiungersene altri ritenuti utili dal progettista. Per la definizione del valore intrinseco è utile valersi dell'indice storico, descritto in appendice III, mettendo in luce le porzioni del territorio dove attualmente si concentrano le principali emergenze storiche e rendendo più oggettive le valutazioni. Altro elemento da definire è invece la *vulnerabilità* che andrà valutata sulla base della fragilità dell'area all'impatto derivante dalla centrale eolica, e alla sistemazione definitiva prevista, considerando gli aerogeneratori, le fondazioni, la rete stradale, gli annessi tecnici. Ambedue i parametri vengono valutati con una scala numerica da 0 a 3, per raggiungere un valore medio finale come esposto nell'esempio in tabella, e più estesamente nel capitolo riguardante la metodologia di valutazione.

Per una valutazione esaustiva dell'AIL è necessario introdurre un concetto importante che riguarda l'*analisi contestuale*. L'*analisi contestuale* prevede il confronto fra i risultati dell'indagine nell'Area di Impatto Locale con quelli dell'Area di Impatto Potenziale. La specificità di un'area, sia che si tratti di un sito eolico, di un'area naturale protetta, o di un parco, può essere meglio valutata solo in base ad un confronto con il territorio circostante che ne metta in evidenza le caratteristiche specifiche. Nel nostro caso la presenza di una AIL e di una AIP consente di effettuare un confronto per valutare ad esempio la particolarità del mosaico paesaggistico del sito di impianto con quello dell'Area di Impatto Potenziale, consentendo una più precisa attribuzione di valore intrinseco e vulnerabilità. Se infatti la costruzione del sito portasse alla perdita di caratteristiche di unicità del paesaggio dell'AIL rispetto a quello dell'AIP, la sensibilità dell'area del sito sarebbe molto elevata.

Tab.1: esempio di calcolo del "valore intrinseco" per la categoria "significato storico-ambientale" attraverso l'individuazione di una serie di criteri

Codice criterio	Criterio	Valore intrinseco
V ₁	frammentazione	3
V ₂	persistenza	1
V ₃	unicità	2
V ₄	integrità	1
V ₅	valore scenico	2
Valore intrinseco totale		9
Valore medio		1,8

4.2.2.2 Frequentazione del paesaggio

La sensibilità di un sito di impianto è legata anche alla sua riconoscibilità sociale, in particolare alla sua frequentazione e ai motivi di tale frequentazione, come luogo di interesse per motivi culturali, naturalistici, scenici ecc.. Potremo quindi avere una frequentazione regolare o irregolare, a seconda della collocazione geografica del sito e della sua importanza, ma caratterizzata da diverse tipologie di frequentatori, i quali a seconda della loro cultura hanno una diversa percezione di quel paesaggio.

L'introduzione di questo elemento all'interno delle categorie oggetto di valutazione è motivato dalla necessità di considerare anche l'importanza della percezione sociale del valore di un bene, la cui compromissione può essere causa di conflitti. In conseguenza delle motivazioni che portano il pubblico ad apprezzare un dato paesaggio potremo avere una frequentazione regolare o irregolare, con diverse intensità e caratteristiche di frequentatori. Il **valore intrinseco** di un sito sarà quindi dipendente dalla qualità e quantità della frequentazione, la sua **vulnerabilità** è invece legata a quello che si prevede sarà l'impatto del sito sugli aspetti qualitativi e quantitativi, che può presentare caratteristiche non necessariamente negative. Come mostrato da numerosi studi la creazione della fattoria eolica può tradursi anche in un'attrattiva turistica con impatti positivi a livello locale anche in aree sensibili, come nel caso dell'impianto del Mont-Crosin nel cantone di Berna in Svizzera, che attira circa 40.000 turisti all'anno. Ciò porterebbe a valutare positivamente l'effetto della centrale sulla percezione sociale. Anche per la frequentazione del paesaggio verrà realizzato un calcolo della sensibilità, con una semplice tabella dove verranno calcolati valore intrinseco e vulnerabilità.

4.2.3 L'analisi della sensibilità

La traduzione dei dati grezzi in sensibilità è il momento essenziale della procedura della valutazione di impatto che deve poter arrivare ad esprimere dei valori quantitativi e delle soglie per definire la compatibilità. Esistono molti modi per arrivare ad una valutazione della sensibilità, un compromesso accettabile fra analisi di dettaglio e necessità di sintesi, suggerisce di prendere in considerazione due *parametri* ben conosciuti in letteratura e definibili come **valore intrinseco (V)** e **vulnerabilità (U)**.

Il **valore intrinseco (V)** è dato dal significato assoluto dell'elemento analizzato, che può essere stabilito prendendo in considerazione la somma di una gamma di *criteri* decisi dagli esperti coinvolti nella valutazione di impatto. A ciascun *criterio* si associano dei valori numerici in modo che il valore intrinseco totale dell'*elemento* analizzato sia uguale alla sommatoria dei valori dei singoli criteri considerati ($V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$) diviso per il numero di criteri considerati.

La **vulnerabilità (U)** costituisce invece la *fragilità* dell'elemento analizzato all'impianto eolico considerando tutti gli impatti, non solo quello dovuto all'intrusione visiva, ma anche quelli dovuti alle fondazioni, alla rete stradale o agli eventuali elettrodotti. Anche la vulnerabilità può essere composta dalla sommatoria dei valori numerici attribuiti ad una serie di *criteri*. Nella valutazione si deve tenere conto che un valore di vulnerabilità potenzialmente elevato può essere anche annullato ad esempio dalla vicinanza con zone già degradate dallo sviluppo urbano o industriale, indipendentemente dal valore intrinseco.

L'attribuzione del **valore intrinseco** e della **vulnerabilità** farà riferimento ad una scala numerica definita in modo arbitrario. Abbiamo previsto l'uso di quattro livelli per semplificare il lavoro, ma potrebbero essere adottate anche scale più ampie, da 0 a 10, da 0 a 100, ecc. L'importante è che la stessa scala sia adottata per tutti gli elementi analizzati. Nel caso della scala su quattro livelli abbiamo:

0 = nullo

1 = basso

2 = medio

3 = massimo

Sia nel caso del **valore intrinseco** che nel caso della **vulnerabilità**, ad ogni *criterio* preso in considerazione dall'esperto, all'interno di ogni *categoria generale*, deve essere assegnato un valore in base alla scala stabilita. Perciò, per ogni *categoria*, avremo un numero *N* di elementi analizzati e quindi un numero *N* di valori, sempre che esistano diverse categorie di beni, che per alcune categorie generali analizzate possono non sussistere.

A questo punto verrà calcolato un valore medio per ognuna delle *categorie generali* analizzate all'interno dell'area di studio, separatamente, per *vulnerabilità* e *valore intrinseco*:

$$V_{\text{medio}} = \frac{\sum_{i=1 \text{ to } N} \text{Valori di Categoria}}{N}$$

La sensibilità totale verrà quindi calcolata secondo una semplice media dei valori totali di *V* e *U* per ogni *categoria generale*, mentre la sensibilità totale sarà la media dei valori di *sensibilità* di ogni *categoria*:

$$(\text{valore intrinseco} + \text{vulnerabilità}) / 2 = \text{sensibilità}$$

Ad esempio:

Tab. 2: esempio di calcolo della sensibilità

Categorie generali	V media	U media	Sensibilità
Significato storico-ambientale	2	3	2.5
Frequentazione	1	1	1
Valore Totale Sensibilità			1.75

La semplice metodologia proposta assegna un peso identico alle *categorie generali* utilizzate per l'esempio di calcolo della sensibilità in tabella 3, visto che ciascuna di esse può avere al massimo un valore uguale a 3. Si potrebbe verificare il caso in cui l'analisi mostra ad esempio l'assoluta prevalenza di elementi storici del mosaico paesaggistico rispetto al valore di

frequenzazione. Per questo motivo, e per consentire ai progettisti di variare lo schema previsto in funzione del contesto locale secondo la filosofia seguita già per la determinazione del raggio dell'AIP, può essere utile introdurre un coefficiente ponderale “**K**” da applicare al calcolo della sensibilità delle varie categorie generali. Tale coefficiente, variabile da 1 a 2, può essere applicato a quelle *categorie generali* di cui si ritiene utile aumentare l'importanza, mentre invece un valore di K pari ad 1 lascerebbe ovviamente invariata la sensibilità già calcolata.

In modo ancora più analitico si potrebbe applicare un coefficiente di correzione anche ai singoli valori di *vulnerabilità* e *valore intrinseco* attribuito ad ogni bene. Se ad esempio fra i criteri per il calcolo del valore intrinseco del “significato storico-ambientale” il “valore scenico” fosse largamente prevalente (vedi tabella 1) si potrebbe variarne il peso relativo. La soggettività dell'assegnazione dei *pesi* ai vari elementi rende obbligatoria una **chiara esplicitazione** da parte dell'esperto dei motivi che lo portano a scegliere il tipo di procedura e l'attribuzione dei valori.

Tab. 3: esempio di applicazione del coefficiente “K” al calcolo della sensibilità

Categorie generali	V media	U media	Sensibilità parziale	Coefficiente “K”	Sensibilità finale
Valore storico-ambientale	2	3	2,5	1	2,5
Frequenzazione	1	1	1	1,2	1,2
Valore Totale Sensibilità AIL					1,85

Il calcolo della sensibilità permette di valutare non solo la sensibilità totale dell'AIL ma anche la sensibilità espressa da ciascuno dei criteri analizzati all'interno delle due categorie, con la possibilità di capire meglio su cosa incidono gli impatti e le eventuali misure di mitigazione necessarie.

4.3 Le analisi nell'Area di Impatto Potenziale

L'Area di Impatto Potenziale è quella più importante per lo studio dell'impatto della centrale eolica visto che rispetto alla limitata superficie del sito di impianto, e quindi dell'AIL, l'impatto della centrale si estende su una porzione di territorio molto più estesa, richiedendo analisi più complesse ed impegnative da parte dei progettisti.

4.3.1 Strumenti di indagine

4.3.1.1 Analisi dell'intervisibilità

Considerando l'importanza dell'impatto visivo delle centrali eoliche la valutazione relativa alla sensibilità del paesaggio dell'AIP in tutte le sue componenti deve tenere conto dello studio dell'intervisibilità, che viene condotto per primo. Tale studio permette infatti di accertare le **Aree di Impatto effettive**, cioè le porzioni dell'AIP effettivamente influenzate dall'effetto visivo dell'impianto, visto che la morfologia del territorio può consentire la vista dell'impianto da alcuni punti dell'AIP e non da altri, indipendentemente dalla distanza.

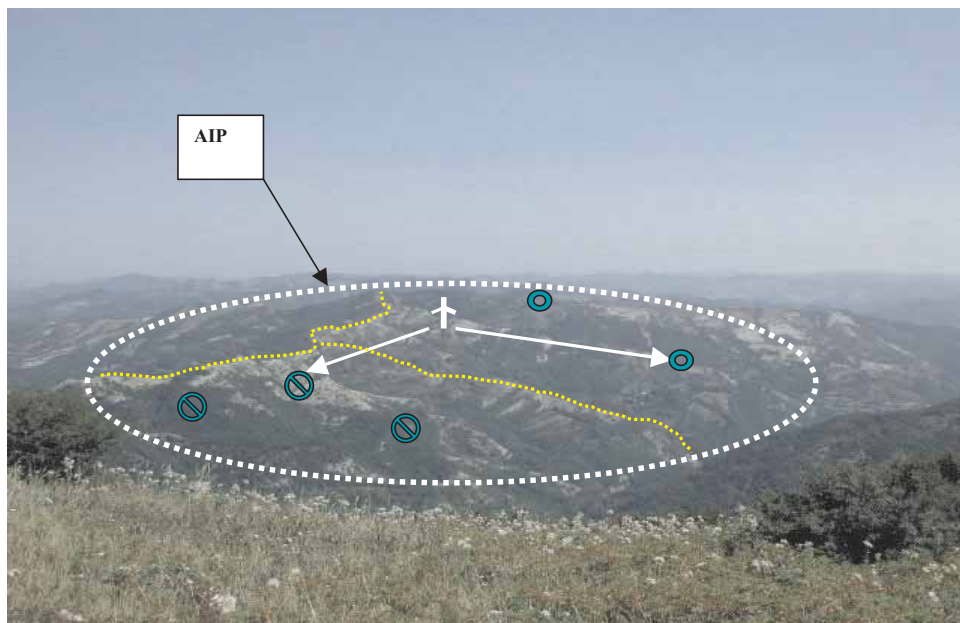


Fig. 7: la visibilità di un impianto eolico è fortemente condizionata dalla morfologia del territorio come indicato nella simulazione (Ø = località di cui l'impianto non è visibile; O = località da cui l'impianto è visibile).

Per “carta di intervisibilità” si intende una cartografia riferita ad una determinata area di studio all'interno della quale siano evidenziati tutti i punti del territorio dai quali è visibile un elemento contenuto all'interno dell'area stessa. La carta deve essere elaborata in base ai dati piano-altimetrici caratterizzanti l'area di studio, prescindendo dall'effetto di occlusione visiva della vegetazione e di eventuali strutture mobili esistenti, in modo da consentire una mappatura non legata a fattori stagionali, soggettivi o contingenti.

Nel caso di una centrale eolica, l'area di impatto visivo ad essa riferito si identifica con l'area di **Area di Impatto Potenziale (AIP)**. Il complesso eolico è sempre posizionato al centro dell'AIP. Il tipo di Intervisibilità da calcolare è la **Intervisibilità Proporzionale (IP)**. Essa è intesa come l'insieme dei punti dell'area da cui il complesso eolico è visibile, considerando però *classi percentuali di intervisibilità (CPI)* definite dalla porzione del gruppo di aerogeneratori percepibile da un determinato punto, sempre in relazione alla morfologia del territorio.

Le classi percentuali di intervisibilità relative all'**IP** hanno valori compresi tra 0 e 1, quindi, nel produrre tutte le simulazioni, è consigliabile raccoglierle in 10 classi così distribuite:

Tab. 4 : schema tipo per la classificazione delle aree in base alla intervisibilità proporzionale

Classe di intervisibilità	Campo di variazione	Percentuale di visibilità dell'impianto
Classe 0	0	Non visibile
Classe 1	(0<0.1)	0-10%
Classe 2	(0.1<0.2)	10-20%
Classe 3	(0.2<0.3)	20-30%
Classe 4	(0.3<0.4)	30-40%
Classe 5	(0.4<0.5)	40-50%
Classe 6	(0.5<0.6)	50-60%
Classe 7	(0.6<0.7)	60-70%
Classe 8	(0.7<0.8)	70-80%
Classe 9	(0.8<0.9)	80-90%
Classe 10	(0.9<1)	90-100%

Gli strati informativi necessari per la produzione della cartografia indicata sono:

- **Modello Digitale del Terreno** relativo all'Area di Impatto Potenziale, di risoluzione non inferiore ai 5 metri (questo limite è consigliabile e definito semplicemente dall'esperienza in relazione alla scala del lavoro che deve essere svolto)².
- **File dei punti relativi alla posizione delle torri eoliche** sul territorio.

Alcuni programmi informatici per il calcolo della intervisibilità permettono di inserire l'altezza degli elementi di cui si vuole studiare l'intervisibilità, nonché il raggio di indagine rispetto agli elementi considerati³. Dalla cartografia prodotta è possibile ricavare tutte le statistiche di riferimento, calcolando la percentuale di area intervisibile all'interno dell'AIP, dimensionando l'AIE ed individuando tutte le aree relative alle diverse classi di intervisibilità percentuale, coincidenti con aree a diverso livello di impatto visivo.

Operando più simulazioni, considerando aree diverse e impianti di diversa entità, è possibile tramite le **CPI** fare statistiche ed osservazioni relative alla loro diversa distribuzione. Ciò ha un riflesso importante nella valutazione del posizionamento di un impianto eolico in un determinato punto del territorio. E' infatti possibile derivare un file vettoriale in base al quale il territorio risulta suddiviso in aree distinte caratterizzate dalla una specifica classe percentuale di intervisibilità. La cartografia che ne scaturisce permetterà agli esperti di valutare la *vulnerabilità* delle *categorie generali* oggetto di indagine, e dei singoli elementi considerati (vedi tab.4).

² Alcuni uffici tecnici regionali (es. il SIT della Regione Toscana) hanno già disponibile la base cartografica informatizzata necessaria all'elaborazione del modello digitale del terreno. Nel caso questa non sia presente, sarà necessario costruire tale modello con una procedura di digitalizzazione delle curve di livello presenti nella cartografia disponibile (raster o cartacea), con le procedure dei Sistemi Informativi Geografici. Sono disponibili a livello nazionale modelli digitali del terreno per le zone non coperte dalla CTR della Regione Toscana (Ministero dell'Ambiente), anche se le distanze fra le curve di livello possono essere superiori.

³ Uno dei software in grado di compiere elaborazioni su base "raster" per lo studio sopradescritto è **IDRISI 32 RELEASE 2**, che contiene all'interno dei **"Context Operators"** il modulo di G.I.S. Analysis **"Viewshed"**. Tale modulo permette la produzione della cartografia relativa all'**IP** di una determinata area di studio rispetto ad uno o più punti.

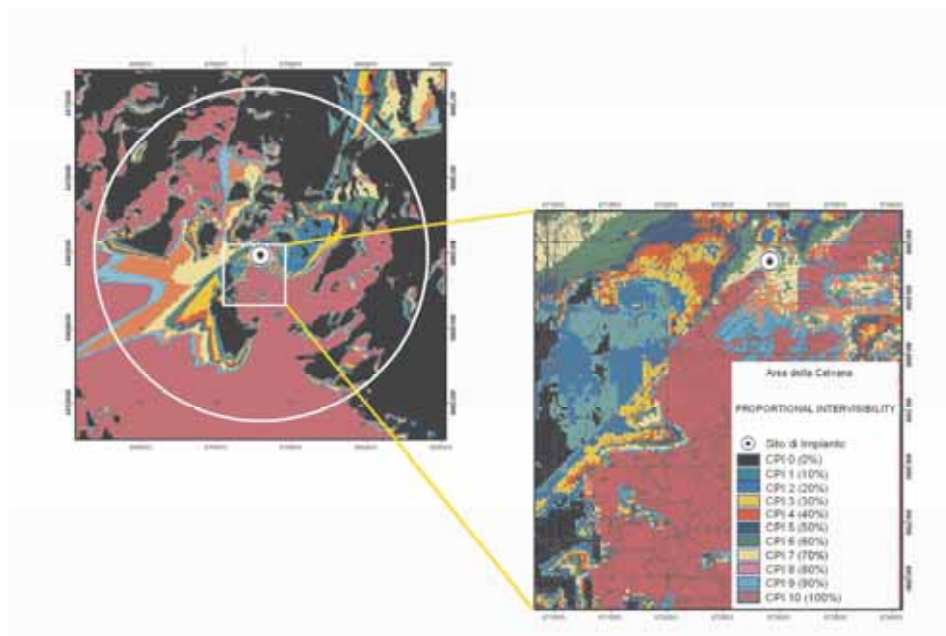


Fig.8: esempio di cartografia per la rappresentazione della Intervisibilità Proporzionale, i colori nella legenda della figura a destra mostrano diverse classi di visibilità dell'impianto. Il colore nero che contraddistingue la classe 0 (0%) rappresenta una porzione di territorio da cui l'impianto non è visibile. Il colore violetto che contraddistingue la classe 10 (100%) rappresenta le porzioni di territorio da cui l'impianto è interamente visibile.

4.3.1.2 Simulazioni

Come già detto nel capitolo dedicato all'AIP le simulazioni possono dividersi in:

- fotoinserimenti
- immagini virtuali
- animazioni
- modelli

L'obiettivo delle simulazioni all'interno dell'AIP è più impegnativo rispetto all'AIP in quanto deve mostrare come si inserirà il parco eolico all'interno del territorio. Deve essere mostrato come apparirà l'impianto da diversi punti "sensibili" individuati, ed i livelli di "prossimità" dell'impianto da questi, permettendo la valutazione dell'impatto, oltre a mettere in evidenza la rete stradale di accesso e gli elettrodotti. L'analisi della struttura del paesaggio determinerà quali siano i punti visuali da prendere in considerazione, che obbligatoriamente comprenderanno i siti inerenti al patrimonio culturale e i punti più importanti per la frequentazione del paesaggio, individuati con le indagini specifiche. Per l'individuazione dei punti sensibili è essenziale l'uso dei risultati dell'analisi dell'intervisibilità che mostrerà in via preventiva dove è presente un impatto visivo e la percentuale di visibilità dell'impianto. Ciò individuerà immediatamente i luoghi dove è necessaria una simulazione fotografica per valutarne meglio l'importanza e quelli in cui questa è esclusa. Nella simulazioni dovrà inoltre essere mostrata al disposizione nell'AIP degli eventuali elettrodotti di servizio e l'effetto

dell'ombra delle torri, che in certe condizioni può andare ad interessare centri abitati, case isolate ecc

Il **fotoinserimento**, realizzato con la tecnica del “prima e dopo”, presenta una precisa visualizzazione del modo in cui il parco apparirà da un luogo particolare rispetto ad uno stato precedente. Esso gioca un ruolo essenziale per presentare correttamente il progetto, per l'accettazione sociale della fattoria eolica e nell'anticipare l'evoluzione futura del paesaggio. Una corretta analisi del sito potrà esser svolta solo con ripetute campagne fotografiche svolte in vari periodi dell'anno, i cui risultati dovranno essere allegati alla valutazione.

Nel realizzare un fotoinserimento bisogna tenere presente che numerose variabili intervengono nel modo in cui un impianto eolico appare ad un istante preciso in un luogo dato:

- posizione dell'osservatore
- topografia
- condizioni meteorologiche
- direzione dei venti dominanti
- insolazione (variabile secondo l'ora e la stagione)
- caratteristiche del paesaggio secondo la variabilità stagionale

L'apparenza di un impianto eolico è a sua volta condizionata da:

- numero relativo di torri eoliche percepite
- angolo relativo di percezione in rapporto all'allineamento
- distanza e posizione relativa dell'osservatore

Le simulazioni fotografiche, essendo solo rappresentazioni visive da un luogo dato ad un istante preciso di un'immagine fissa, non possono dare la percezione visiva del movimento delle pale, mentre sono più adatte a mostrare le caratteristiche estetiche del parco. Nel caso dell'AIP anche le **immagini virtuali**, in realtà, offrono un contributo parziale alla realistica rappresentazione dell'impatto dell'impianto. Per questo motivo e per consentire la migliore comprensione dell'impatto visivo è utile realizzare delle **simulazioni**, cioè filmati riproducibili a video, con vari decompressori oggi disponibili sul mercato. Con tali simulazioni è possibile mostrare modelli digitali del terreno, utilizzando foto aeree o satellitari che danno una visione realistica del territorio. Per la valutazione del progetto è quindi utile un filmato che mostri tutto il territorio dell'AIP, le caratteristiche visive del sito di impianto ed il suo inserimento nel paesaggio da quote e distanze variabili. Molto utile per definire la rotta del “volo” simulato e la sua estensione è la struttura dell'AIVA, cioè tutta la porzione di territorio sottoposta all'impatto visivo della fattoria eolica e l'analisi dell'intervisibilità per le zone critiche. *

* vedi il filmato AVI nel cd allegato



Fig. 9: fotoinserimento di torri eoliche a traliccio nel Parco dell'Uccellina

4.3.1.3 Struttura del paesaggio

L'analisi ha carattere comparativo e punta a mettere in luce l'evoluzione della struttura del mosaico paesaggistico, gli assetti che presentano una maggiore persistenza storica e la variazione della loro superficie. Essa viene svolta analizzando nel dettaglio la struttura del paesaggio in due momenti storici fondamentali il secondo dopoguerra e l'attualità⁴.

Per l'area di studio verranno investigate le foto aeree del 1954, o di altri voli disponibili per gli anni '50, e le foto aeree del volo più recente, che verranno interpretate per la ricostruzione dell'uso del suolo. Tramite i sistemi informativi geografici saranno realizzate mappe dell'uso del suolo per le due date, e i dati confrontati per analizzare la variazione delle superfici e delle qualità di coltura. Per ogni zona saranno individuati:

- a - paesaggi storici alle date considerate
- b - le trasformazioni avvenuti nell'arco temporale considerato
- c - ripartizione percentuale dei tipi di uso del suolo alle due date
- d - persistenza storica degli usi del suolo
- e - variazione di estensione geografica di ciascun uso del suolo

Le fasi tecniche del lavoro sono così sintetizzabili:

1. acquisizione georeferenziata del materiale ortofotografico e delle cartografie per le due date.
2. realizzazione delle cartografie tematiche dell'uso del suolo per fotointerpretazione e digitalizzazione on-screen in ambiente GIS degli strati informativi georiferiti.
3. realizzazione di un modello 3D.
4. analisi statistiche.

⁴ Tale intervallo potrà essere soggetto a periodici aggiornamenti che in considerazione delle mutate condizioni, sociali, economiche ed ambientali, possono prevedere l'ampliamento dell'intervallo fra il secondo dopoguerra e "l'attualità", o la prescrizione di ulteriori analisi in un terzo periodo da stabilirsi.

Come già indicato per l'AIL, i primi tre punti si rifanno alle metodologie dei sistemi informativi geografici, per il punto 4 si fa invece riferimento ad alcuni indici di ecologia del paesaggio illustrati nell'appendice II. I dati relativi ai punti *d* ed *e* consentono poi di arrivare al calcolo dell'indice storico.

4.3.1.4 Indagine storico ambientale

L'indagine storico ambientale è già stata descritta nel capitolo dedicato alle analisi nell'Area di Impatto Locale, essa deve giustificare le dinamiche del mosaico paesistico per consentire di valutare il momento evolutivo del paesaggio locale e la direzione verso cui il sistema si sta evolvendo. Come nel caso dell'AIL si tratta quindi di chiarire "l'identità culturale" del territorio che si esprime nelle relazioni fra fattori antropici e fattori naturali nel tempo, utilizzando anche i risultati dell'analisi della struttura del mosaico paesaggistico. Come già ricordato questa indagine si integra con quella svolta per l'AIL, si suggerisce quindi di svolgere contestualmente le due ricerche, per chiarire le reciproche relazioni fra i due territori considerati.

L'indagine dovrà analizzare i seguenti elementi utilizzando le fonti di indagine già citate:

4. dinamica storica e tendenze evolutive
5. significato attuale nel contesto locale e regionale
6. valore paesaggistico

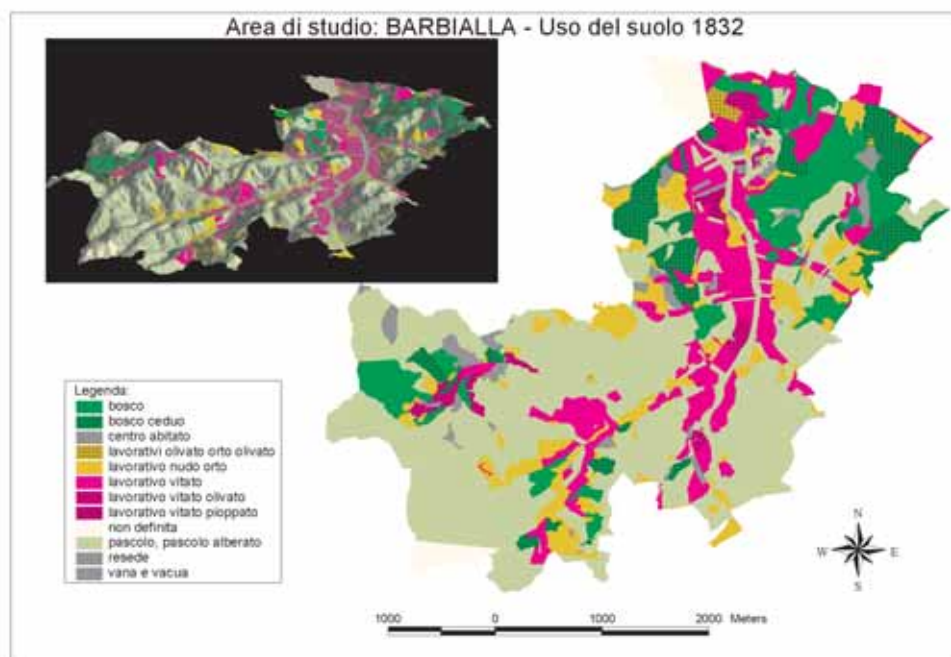


Fig. 10: rappresentazione della struttura di un paesaggio del 1832 con modello 3d e planimetria (Agnoletti 2002)

4.3.2 Le categorie oggetto di valutazione

4.3.2.1 Significato storico ambientale

Questa categoria è già stata descritta nelle analisi prescritte per l'AIL. Lo studio porterà ad esprimere una valutazione del *valore intrinseco* e della *vulnerabilità*. La seconda andrà valutata sulla base della fragilità dell'area all'impatto derivante dalla centrale eolica, strade ed elettrodotti compresi, ma anche calcolando l'impatto dell'AIL sul mosaico paesaggistico dell'AIP. In altre parole, la realizzazione di un sito di impianto, costituendo una nuova grande "tessera" del mosaico paesaggistico dell'AIP, andrà a modificare sia la frammentazione, considerata come i rapporti spaziali fra tutte le tessere, sia l'aspetto qualitativo del mosaico, introducendo un elemento nuovo che sarebbe del tutto estraneo ad un mosaico di tipo rurale, oppure integrarsi in un mosaico di tipo industriale. L'alterazione apportata potrà essere valutata con gli indici di ecologia del paesaggio, mentre il suo valore storico può essere stimato con l'indice storico (App. III). Come nel caso dell'AIL ambedue i parametri, *vulnerabilità* e *valore intrinseco*, vengono valutati con una scala numerica da 0 a 3, per raggiungere un valore medio finale e visualizzati in una tabella, come esposto nel capitolo riguardante la metodologia di valutazione.

4.3.2.2 Patrimonio culturale

L'analisi del patrimonio, pur tenendo conto dei beni materiali indicati nel Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, di cui al decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490, provvederà in ogni caso al censimento dei beni presenti nell'AIP, individuandone l'esatta localizzazione, ed evidenziando i sistemi di relazione dei singoli beni con il contesto territoriale. A tale scopo dovrà essere realizzata una apposita legenda che operi una diversificazione per il patrimonio storico, architettonico, archeologico ed i beni etno-antropologici. E' perciò necessario raccogliere le informazioni disponibili per ciascuno dei beni censiti, in modo da poterne meglio definire il significato nel contesto dell'area di riferimento basandosi anche sui risultati dell'indagine storica.

L'attuale concezione di patrimonio culturale ha ampliato molto la categoria di beni ad esso afferenti ed anche le modalità di fruizione. Per cui, accanto a siti di consolidato interesse, si dovranno considerare elementi quali ad esempio gli itinerari storico-didattici in cui essi possono essere inseriti e che rendono più complessa la valutazione. Esempi di tale tipologia possono essere i percorsi didattici organizzati da musei etno-antropologici, oppure porzioni di progetti più ampi quali la Via Francigena, che si sviluppa nel territorio con tappe che uniscono luoghi di diversa importanza, ma su cui la presenza della fattoria eolica può esercitare un impatto. La cartografia del censimento, in scala 1:25.000, dovrà sottolineare in modo opportuno le zone di intervisibilità in cui si trovano i beni censiti, e sarà accompagnata da fotoinserti che mostrino la visibilità dell'impianto eolico.

La traduzione dei risultati dell'indagine in *valore intrinseco* e *vulnerabilità* è legata soprattutto all'impatto visivo dell'impianto eolico, ma non si può trascurare l'impatto dovuto alla realizzazione della rete stradale ed elettrica di servizio. Viste le diverse categorie di beni oggetto di valutazione è necessario valutare separatamente il *valore intrinseco* e la *vulnerabilità*, per ogni elemento della *sotto categoria* considerata. Per ciascun bene dovrà essere utilizzata una simbologia da indicare sulla cartografia, ed allegare un fotoinserto per simulare l'impatto visivo dell'impianto eolico, se questo è visibile.

Come già accennato nei metodi di calcolo della sensibilità nell'AIL per l'analisi del patrimonio potrebbe essere utile applicare un coefficiente al calcolo della sensibilità di ciascun bene, come illustrato nell'esempio in tabella 6, relativamente ad i beni appartenenti alla sottocategoria "patrimonio archeologico". Ciò è consigliabile quando ci troviamo in zone con un'elevata presenza di beni culturali, ma in cui alcuni abbiano un "peso" relativo

superiore rispetto ad altri. Alla fine avremo una sensibilità media della sottocategoria, ottenuta dalla media aritmetica degli elementi valutati, che verrà inserita nella tabella di sintesi, come esemplificato in tabella 7. Si tratta di un sistema già descritto in letteratura per valorizzare un elemento all'interno di una stessa categoria. Un risultato che può essere ottenuto anche con un coefficiente di valore inferiore ad uno, che si applica a tutti gli altri elementi eccetto quello che si vuole valorizzare. Il problema di questa metodologia è la difficoltà nella scelta del valore del coefficiente e dell'elemento a cui applicarlo, che deve necessariamente coinvolgere degli esperti. Visto che le presenti linee guida hanno però valore di indirizzo, abbiamo ritenuto utile suggerire questa possibilità per investire il progettista della responsabilità di considerare tutti gli elementi, e di applicare tutte le cautele che rendano più efficace la valutazione.

Tab 5: esempio di calcolo per la sottocategoria "Patrimonio archeologico"

Numero d'ordine	Descrizione	V	U	Sensibilità parziale	Fattore K	Sensibilità Totale
1	Tomba IV sec.	3	1	2	1	2
2	Insediamento medievale	2	3	2,5	1	2,5
3	Chiesa romanica	3	0	1,5	1,3	1,95
sensibilità media della sottocategoria						2,15

Come abbiamo visto, la valutazione del *valore intrinseco* e della *vulnerabilità* può essere a sua volta il risultato di una somma di criteri, per ciascuno di essi potremmo di nuovo esprimere un *valore intrinseco* ed una *vulnerabilità*. In questo caso, il valore intrinseco finale relativo all'elemento n.3 della tabella 5 (Chiesa romanica), sarà dato dalla media calcolata sul numero dei criteri esemplificati in tabella 6. Anche per ciascuno di questi criteri potremmo applicare un coefficiente di correzione K.

Tab.6: esempio di criteri usati per il calcolo del valore intrinseco dell'elemento n 3 (gineceo etrusco) della tabella 6.

Criterio	Descrizione	Valore intrinseco parziale	"K"	Valore intrinseco Finale
V ₁	Valore scientifico	3	1	3
V ₂	Integrità	2	1	2
V ₃	Unicità	3	1,5	4,5
Valore intrinseco medio				3,1

In definitiva, il calcolo della sensibilità per il patrimonio culturale nell'Area di Impatto Potenziale potrà essere sintetizzato con tabelle riassuntive, nel caso di pochi beni interessati dall'impatto della centrale (vedi tabella n.7), che però possono rimandare a tabelle più complesse che giustifichino il valore trovato. Nel caso di una ridotta presenza di elementi del patrimonio potremo avere solo una tabella di sintesi senza tabelle di dettaglio.

Tab. 7: Esempio di tabella di sintesi per l'insieme del patrimonio storico, architettonico, archeologico

Sotto categoria	Simbologia	Sensibilità
Patrimonio archeologico	■	2
Patrimonio Museale	●	2,5
Patrimonio Architettonico	▲	1,5
Sensibilità media totale		2

4.3.2.3 Frequentazione del paesaggio

L'analisi della frequentazione ha un ruolo particolare nel caso toscano, visto che oltre a zone contraddistinte da elevata densità della popolazione vi sono molte zone di fruizione turistica e si presenta più complessa nel caso dell'AIP rispetto a quella dell'AIL. Il paesaggio dell'AIP sarà tanto più osservato e conosciuto quanto più si troverà situato in prossimità di grandi centri urbani, vie di comunicazione importanti e luoghi di interesse turistico. Gli studi in materia di turismo mostrano l'importanza dei beni paesaggistici diffusi nel territorio, un fenomeno che sfugge dalle statistiche sulle presenze ufficialmente registrate, ma che contribuisce in modo importante alla offerta turistica complessiva regionale. Questa fruizione si basa su una percezione abbastanza chiara del valore del paesaggio, anche se frequentemente non accompagnata da una conoscenza approfondita dei suoi elementi costitutivi. In questo ambito, assieme alle città d'arte, le zone termali e quelle balneari, bisogna considerare il ruolo crescente dell'agriturismo, ed i percorsi escursionistici, quali ad esempio la G.E.A. sull'Appennino che si basano largamente sulla fruizione dei beni paesaggistici, anche se caratterizzati da flussi quantitativamente limitati. L'alterazione del paesaggio dell'AIP causata dall'impianto eolico può essere quindi importante visto che tutti i fruitori dei beni paesaggistici regionali vedono abbastanza chiaramente il nesso fra la qualità della vita e qualità delle risorse paesaggistiche. Un elemento che fra l'altro caratterizza la Toscana in ambito nazionale ed internazionale.

L'analisi della frequentazione nell'AIP dovrà individuare la presenza dei principali *centri urbani e punti di interesse turistico* da cui l'impianto eolico è visibile, valutando il loro *valore intrinseco* in base al numero dei residenti ed ai flussi turistici. Per il calcolo potranno essere considerate *sotto categorie* legate alla tipologia dei centri urbani (es. città, comuni, frazioni, case isolate), e dei punti turistici (es. punti panoramici, luoghi legati al patrimonio culturale, strutture ricettive ecc.). Anche in questo caso è necessario partire dalla mappa dell'intervisibilità per valutare le zone da cui l'impianto è visibile, individuando al loro interno la presenza dei punti sensibili. A questa fase seguiranno i fotoinserimenti che aiuteranno a valutare l'intervisibilità dell'impianto e quindi la *vulnerabilità*.

Per i centri urbani è utile fare riferimento alle banche dati regionali, mentre la valutazione dei siti di interesse turistico oltre a queste potrà appoggiarsi alle pubblicazioni specifiche (guide turistiche ecc.), alle informazioni fornite dalle APT e alla precedente individuazione degli elementi del patrimonio storico, architettonico e archeologico. In questo caso però non si tratterà di valutare sottocategorie come il significato scientifico, integrità ecc., ma solo la frequentazione, che può essere anche molto bassa, come spesso avviene, indipendentemente dal valore intrinseco del bene.

Tab 8: esempio di calcolo della sensibilità per la sottocategoria “centri urbani” presente in tabella 9

Elemento	Valore intrinseco	Vulnerabilità	Sensibilità
Città	3	2	2,5
Comune	2	0	1
Frazione	1	1	1
Punto panoramico	0	1,5	0,75
	Sensibilità media		1,31

L'apprezzamento del valore paesaggistico, e quindi la riconoscibilità sociale, sarà notevolmente diversa a seconda degli aspetti qualitativi della frequentazione. Alcune indagini svolte in varie località toscane hanno mostrato una diversa percezione del paesaggio fra residenti e turisti, con ulteriori differenziazioni a seconda se il luogo di residenza sia in una area rurale o urbana, ed in funzione di altri parametri quali sesso, età, lavoro, istruzione ecc.. E' quindi opportuno apportare dei correttivi nella valutazione della sensibilità che tengano conto delle diversità fra popolazione residente e flussi turistici. I turisti, intendendo con questi anche gli stessi toscani visto l'importanza del turismo intraregionale, sono i primi fruitori non solo di beni del patrimonio (città d'arte, musei, luoghi di culto ecc.) o di località turistiche (zone termali, balneari ecc.) per il quali il paesaggio rappresenta un elemento del contesto, ma anche i principali frequentatori di punti panoramici, percorsi escursionistici o zone agrituristiche direttamente legate all'apprezzamento del paesaggio. Anche in questo caso l'applicazione di un coefficiente “K” alla sotto categoria *centri urbani* o ai punti di *interesse turistico* consentirà di valorizzare la qualità della frequentazione modificando il peso reciproco delle categorie. L'utilità di tale operazione è evidente se si pensa a zone scarsamente popolate con la presenza di paesaggi di particolare valore scenico, con punti di interesse panoramico importanti, conosciuti e frequentati. In presenza invece di zone isolate a bassa densità demografica la sensibilità legata alla frequentazione regolare del paesaggio potrebbe essere nulla, oppure legata solo ad un apprezzamento turistico stagionale.

Tab.9: esempio di tabella di sintesi per il calcolo della sensibilità per la categoria frequentazione

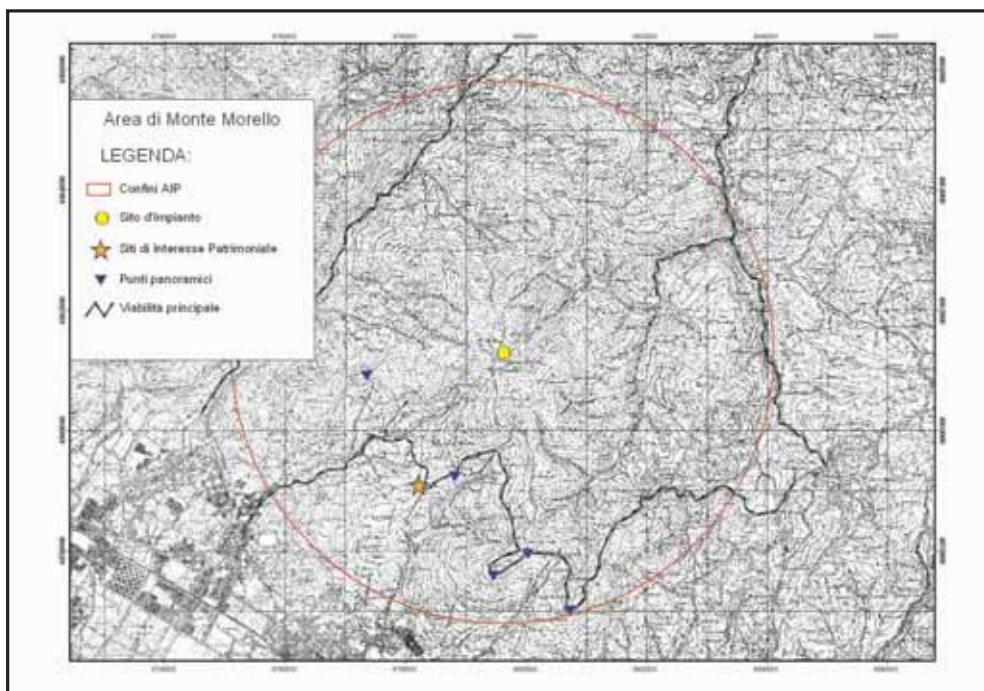
Sotto categorie	Sensibilità Parziale	K	Sensibilità Finale
Centri urbani	1,31	1,1	1,44
Punti panoramici	1	1	1
	Sensibilità media		1,22

4.3.3. L'analisi della sensibilità

I valori di sensibilità calcolati per le tre categorie: significato storico ambientale, patrimonio culturale e frequentazione verranno raccolti in una tabella unica. La media ponderale dei tre valori costituirà il valore di *sensibilità totale* dell'AIP alla fattoria eolica. Anche in questo caso è possibile applicare un coefficiente K direttamente alla sensibilità parziale per variare il valore relativo delle tre categorie come indicato in tabella 10.

Tab.10: esempio di tabella per il calcolo della sensibilità totale dell'AIP.

Categorie	Sensibilità Parziale	K	Sensibilità Finale
Significato storico ambientale	2	1	2
Patrimonio	2	1	2
Frequentazione	1,22	1,5	1,83
Sensibilità generale dell'AIP			1,94

**Fig.10: mappa dell'AIP con indicati punti panoramici ed elementi del patrimonio.**

4.4 Elaborati e cartografia relativa all'applicazione della "metodologia estesa"

4.4.1 Area dei siti di impianto potenziali (ASIP):

1. Cartografia scala 1:100.000 con l'indicazione dei *siti di impianto potenziali*;
2. Relazione con descrizione delle motivazioni per scelta dei siti potenziali e di quello definitivo.

4.4.2 Area di impatto locale (AIL)

1. Cartografia in scala 1:5.000 rappresentativa dei confini dell'Area di Impatto Locale, della configurazione dell'impianto prevista, strutture e viabilità di servizio, mettendo in evidenza le eventuali peculiarità evidenziate dalle analisi svolte (oltre alla viabilità di accesso e linee elettriche), con relativa base cartografica (CTR 1:5.000);

2. Produzione della cartografia tematica di uso del suolo scala 1:5.000 per le tre date, tramite il Catasto Generale Toscano del 1832 (o altro periodo immediatamente successivo disponibile), le foto aeree del 1954 e le foto aeree del volo più recente con le seguenti caratteristiche:
 - a. unità minima cartografabile 1500 mq
 - b. output in shape file di Archview
 - c. legenda con rilievo dei seguenti elementi
 - seminativi (nudi, arborati)
 - oliveti (promiscui, sesto regolare, irregolare)
 - vigneti (monocolture, promiscui, terrazzati)
 - pascoli (nudi, arborati, cespugliati)
 - boschi (cedui, alto fusto, boschi pascolati, cespugliati)
 - rimboschimenti
 - alberature
 - siepi
 - alberi isolati
 - agglomerati urbani e resedi
 - infrastrutture
 - case isolate
 - manufatti di uso rurale
 - elementi attinenti al patrimonio storico, architettonico, archeologico
 - viabilità
 - reticolo idrografico
 - sistemazioni del terreno (terrazzamenti, ciglioni ecc.)

Per quanto riguarda la categoria boschi dovranno essere rilevate nel dettaglio tutte le tipologie forestali, relativamente a densità, struttura e composizione specifica. In tal senso, oltre alla mappatura delle formazioni forestali dovranno essere descritte la presenza di strutture particolari relative a gruppi di piante o singoli individui, quali le piante monumentali, presenza di capitozze, sgamollo o altre tecniche tradizionali. Dovrà essere indicato l'eventuale schema di impianto in presenza di alberature o culture promiscue.

3. Produzione di un modello digitale del terreno tramite l'utilizzo della Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5.000 per la realizzazione di simulazioni 3d.
4. realizzazione di matrici di cross-tabulation per le diverse epoche storiche (1832-1954; 1954-attualità)
5. istogrammi dell'uso del suolo per le due date con indicazione della persistenza storica degli usi del suolo (periodo storico espresso in anni per cui ogni uso risulta presente)
6. rappresentazioni 3d del territorio dell'AIL, con l'impianto in scala proporzionale.

		2000									
GARGONZA		antropizzato	arbusteto	castagneto da frutto	ceduo	pineta	pineta e ceduo	rimboschimento	seminativo	Totale (Ha)	
1954	antropizzato	0.80								0.80	Forestazione
	ceduo		1.28	1.28	119.68	3.76	85.33	4.43		116.29	Deforestazione
	palina di castagno		0.10		32.06			0.00		32.06	Intensivizzazione
	pineta	0.04	1.28	1.28	7.40	1.28	85.33	16.13		56.91	Estensivizzazione
	pineta e ceduo		1.28		1.28		32.06	0.00		39.94	Antropizzazione
	rimboschimento				3.76	1.28	1.28	7.40		9.77	Condoramento
	seminativo	0.10						0.80	16.90	16.90	Immerso
Totale complessivo		0.80	17.54	1.28	119.68	3.76	85.33	32.77	11.50	272.66	Non definibile*

Tab. 11: matrice di cross tabulation

7. Rappresentazione grafica della distribuzione dei diversi usi del suolo
8. Calcolo dell'indice storico
9. Indici di ecologia del paesaggio per le tre date:
 - a. indice di dominanza di Shannon e Weaver
 - b. numero di diversità di Hill
 - c. change index di Sharpe
 - d. numero delle tessere che compongono il mosaico paesaggistico
 - e. superficie medie delle tessere
10. Relazione scritta con la descrizione generale dell'AIL e i risultati dell'indagine storico-ambientale.
11. Fotoinserimento, secondo la tecnica del "prima e dopo", per la simulazione dell'AIL prima e dopo la realizzazione dell'impianto.
12. Tabelle con il calcolo della sensibilità per le categorie oggetto di valutazione, con allegata giustificazione dei valori scelti per il calcolo del coefficiente K, se impiegato.

4.4.3 Area di impatto potenziale (AIP)

1. Breve descrizione delle motivazioni per la scelta dei limiti dell'AIP.
2. Rappresentazione dell'intervisibilità (**Proportional Intervisibility**), in scala adeguata per mostrare l'intera AIP (1:50.000 -1:100.000) con individuazione dell'Area di Impatto Locale, degli elementi del patrimonio culturale, dei punti relativi alla frequentazione, viabilità principale e di accesso all'impianto.
3. Cartografia in scala 1:25.000 con relativa base cartografica (IGM 1:25.000 o affini) rappresentativa dell'Area di Impatto Potenziale con localizzazione dell'AIL, viabilità di servizio per l'impianto, indicazione degli elementi afferenti al Patrimonio Storico, Architettonico ed Archeologico, nonché altri elementi di significato storico-ambientale, evidenziati durante i vari processi di analisi. Rilievo della viabilità principale e di quella di servizio per l'impianto. Evidenziazione dei punti di interesse turistico e dei centri urbani.
4. Produzione della cartografia tematica di uso del suolo per le due date, con l'utilizzo di strati informativi disponibili (cartacei o vettoriali) presso la Regione, in output scala 1:25.000, tramite le foto aeree del 1954 e alle foto aeree del volo più recente, con le seguenti caratteristiche:

- unità minima cartografabile 7.500 mq
 - output in formato vettoriale
 - legenda con rilievo degli elementi indicati per l'AIL
5. Produzione di un modello digitale del terreno (*con utilizzo della Cartografia Tecnica Regionale scala 1:10.000, o 1:25.000 se non disponibile*) per la realizzazione di simulazioni 3d.
 6. Realizzazione di matrici di cross-tabulation per le due epoche storiche (1954-attualità)
 7. Diagrammi relativi agli usi del suolo nel 1954 e all'attualità
 8. Rappresentazioni 3D del territorio dell'AIP, con localizzazione dell'impianto
 9. Calcolo dell'indice storico
 10. Rappresentazione grafica della distribuzione dei diversi usi del suolo degli indici di ecologia del paesaggio:
 - a. Indice di dominanza di Shannon & Weaver
 - b. Numero di diversità di Hill
 - c. Change index di Sharpe
 - d. numero delle tessere che compongono il mosaico paesaggistico
 - e. superficie medie delle tessere
 11. Relazione scritta con una descrizione generale dell'area ed i risultati dell'indagine storico-ambientale.
 11. Relazione scritta con i risultati dell'indagine sul Patrimonio Culturale con il censimento dei beni presenti nell'AIP con relativa tipologia.
 12. Relazione scritta con i risultati dell'analisi della frequentazione
 13. Fotoinserimenti nella quantità e con le caratteristiche necessarie per mostrare l'impatto dell'AIP dai punti evidenziati nelle analisi delle categorie relative al patrimonio culturale e alla frequentazione.
 14. Fotoinserimenti che mostrino l'impianto visto dalle eventuali zone di eccezionalità che hanno motivato l'ampliamento dei confini dell'AIP.
 15. Fotoinserimenti che mostrino l'impianto dai confini dell'AIP, almeno da quattro punti cardinali calcolati rispetto alla configurazione prescelta.
 16. Immagine virtuale tridimensionale basata sul modello digitale del terreno che mostri la porzione dell'AIP interessata dall'impianto, con gli aerogeneratori disposti secondo lo schema di impianto previsto, nella scala di altezza adeguata, con la rete stradale, gli eventuali elettrodotti e gli annessi tecnici.
 17. Filmato riproducibile a video (durata min. 120 sec.) per mostrare tutta l'AIP con la simulazione dell'impianto con pale in movimento, rotta circolare intorno all'AIP e close-up sull'impianto.
 18. Tabelle con il calcolo della sensibilità finale totale per l'AIP e parziale per le categorie e sottocategorie oggetto di indagine.

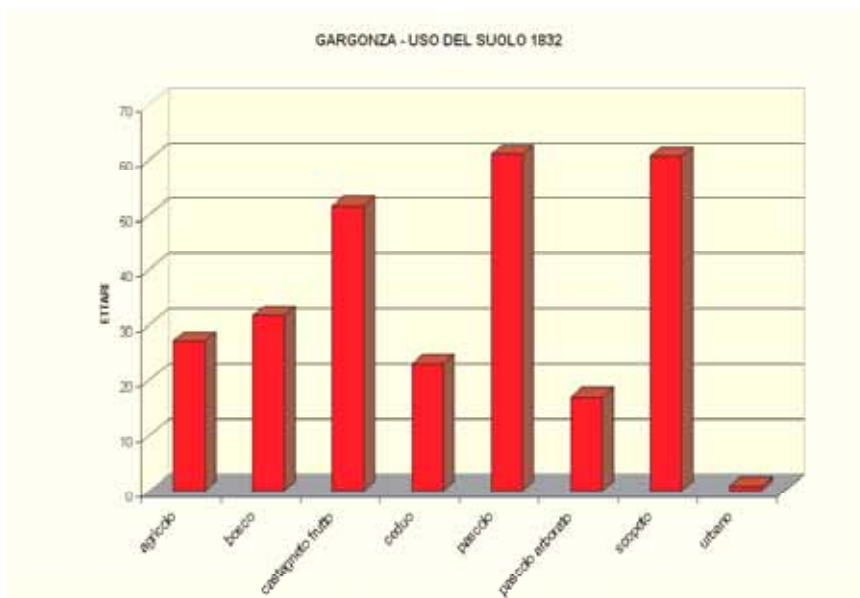


Fig. 11: esempio di diagramma relativo agli usi del suolo

4. 4.4 Area di impatto visuale assoluto AIVA

1. Rappresentazione di massima in scala 1:250.000 dell'Area di Impatto Visuale Assoluto, con individuazione del limite dell'AIP e dell'AIL, con individuazione di altre eventuali fattorie eoliche e altre opere a grande impatto visivo.

5. “METODOLOGIA SEMPLIFICATA”

5.1 L'Area di Impatto Locale (AIL)

Nella fase preliminare del progetto è necessario che i proponenti indichino alcuni siti potenziali, quindi delle AIL all'interno dell'Area dei Siti di Impianto Potenziali, allo scopo di poter disporre di alternative progettuali nel caso che il sito proposto possa non dimostrarsi compatibile. La delimitazione dell'AIL e la determinazione delle caratteristiche tecniche proposte per l'impianto sono necessarie per la definizione del perimetro dell'Area di Impatto Potenziale al cui interno saranno effettivamente svolte le analisi per la determinazione della criticità. Come già indicato l'Area di Impatto Locale corrisponde al sito di impianto proposto, il cui perimetro includerà le torri eoliche, gli annessi tecnici e la rete stradale interna di servizio. La sua estensione e forma viene stabilita in base alle caratteristiche tecniche degli aerogeneratori e alla configurazione prescelta, ma la delimitazione fisica del suo perimetro esterno non potrà essere posta a distanza inferiore a quella di tre volte il diametro del rotore, misurata dalla base di tutte le torri. Al suo interno e nelle sue immediate pertinenze, indipendentemente dalla forma geometrica dall'AIL, non devono essere presenti elementi del patrimonio storico, architettonico ed archeologico entro una distanza dal perimetro esterno pari a tre volte il diametro del rotore. Nella metodologia semplificata la sua descrizione è integrata all'interno di quella dell'AIL.

5.2 Analisi nell'Area di Impatto Potenziale

L'Area di Impatto Potenziale viene individuata con la tecnica già descritta.

5.2.1 Strumenti di indagine

5.2.1.1 analisi dell'intervisibilità

5.2.1.2 simulazioni fotografiche

5.2.2 categorie oggetto di valutazione

5.2.2.1 significato storico ambientale

5.2.2.2 il patrimonio

5.2.2.3 frequentazione

5.2.3 analisi della sensibilità

5.2.1 Strumenti di indagine

5.2.1.1 Analisi dell'intervisibilità

Lo studio permetterà di accertare le **Aree di Impatto effettive**, cioè le porzioni dell'AIP effettivamente influenzate dall'effetto visivo dell'impianto, svolgendo tutte le analisi precedentemente indicate per l'AIP nella metodologia estesa.

5.2.1.2 Simulazioni fotografiche

L'obiettivo delle simulazioni all'interno dell'AIP è di mostrare come si inserirà il parco eolico all'interno del territorio in alcuni punti "sensibili" individuati dai proponenti, ed i livelli di "prossimità" dell'impianto da questi, permettendo la valutazione dell'impatto secondo le avvertenze indicate nel capitolo sulle simulazioni fotografiche presente nella metodologia estesa. L'analisi della struttura del paesaggio determinerà quali siano i punti visuali da prendere in considerazione che, obbligatoriamente, comprenderanno i siti inerenti al "patrimonio" e i punti più importanti per la frequentazione del paesaggio individuati con le indagini specifiche. Per l'individuazione dei punti sensibili è essenziale l'uso dei risultati dell'intervisibilità che mostrerà in via preventiva dove è presente un impatto visivo, e la percentuale di visibilità dell'impianto. Ciò consentirà di individuare i luoghi dove è necessaria una simulazione fotografica e quelli in cui questa può essere omessa.

5.2.2 Categorie oggetto di valutazione

5.2.2.1 Significato storico ambientale

Il significato storico-ambientale viene valutato in modo semplificato rispetto alla metodologia estesa, tenendo comunque presenti i concetti lì espressi per questa categoria. Per giungere ad una stima di questo valore dovrà essere svolta un'indagine per studiare le colture agricole e forestali presenti, e gli elementi più tipici della vegetazione nell'area di studio. Una breve indagine storica dovrà definire il rapporto di queste componenti con la cultura locale, cercando di attribuire dei valori legati ad una gamma di *criteri* quali unicità, integrità, qualità del mosaico paesaggistico, valore storico ed il valore scenico del sito legato alla topografia del territorio. Per l'analisi è utile il confronto fra due fotografie aree relative al secondo dopoguerra e all'attualità, per osservare le caratteristiche principali dell'evoluzione avvenuta nel paesaggio locale. Si suggerisce inoltre la consultazione della bibliografia storica, etno-antropologica, botanica e forestale disponibile per la zona che può aiutare a stabilire il valore del territorio in esame.

L'analisi porterà ad una sintetica valutazione del *valore intrinseco* complessivo da attribuire a questa categoria, che sarà il risultato della somma di una gamma di *criteri*: qualità della frammentazione del mosaico paesaggistico, persistenza storica dei singoli usi del suolo, unicità del paesaggio nel contesto locale e regionale, la sua integrità, il valore scenico. La

vulnerabilità andrà invece valutata sulla base della potenziale fragilità dell'area all'impatto derivante dalla centrale eolica e alla sistemazione definitiva prevista. In altre parole, la realizzazione di un sito di impianto costituendo una nuova grande "tessera" del mosaico paesaggistico dell'AIP, andrà a modificare sia la frammentazione, considerata come i rapporti spaziali fra tutte le tessere, sia il l'aspetto qualitativo del mosaico introducendo un elemento nuovo che potrebbe essere del tutto estraneo ad mosaico di tipo rurale, oppure integrarsi in un mosaico di tipo industriale. Nella valutazione si deve tenere conto che un valore di vulnerabilità potenzialmente elevato può essere anche annullato, ad esempio, dalla vicinanza con zone già degradate dallo sviluppo urbano o industriale, indipendentemente dal valore intrinseco.

Tab 12: Esempio di tabella di sintesi per il calcolo della sensibilità della categoria "significato storico-ambientale"

Categoria	Valore intrinseco	Vulnerabilità	Sensibilità
Valore storico-ambientale	3	1	2

5.2.2.2 Patrimonio culturale

E' necessario provvedere ad una ricognizione dei beni del patrimonio presenti nell'AIP, individuandone la localizzazione spaziale ed i sistemi di relazione dei singoli beni con il contesto territoriale. A tale scopo dovrà essere realizzata una apposita legenda che operi una diversificazione per il patrimonio storico, architettonico, archeologico così come indicato nel capitolo sul patrimonio culturale nella metodologia estesa. Va ricordato che il sito di impianto, e quindi l'AIL, non può includere elementi del patrimonio.

La traduzione dei risultati dell'indagine in *valore intrinseco* e *vulnerabilità* è legata soprattutto alla stima del potenziale impatto visivo, e quindi alla vicinanza all'impianto eolico, ma anche al possibile impatto dovuto alla realizzazione della rete stradale ed elettrica di servizio. Ciò può essere opportunamente stimato tramite l'intervisibilità. E' utile valutare separatamente il *valore intrinseco* e la *vulnerabilità*, per ciascun bene utilizzando una simbologia diversa da indicare sulla cartografia ed allegare un fotomontaggio per simulare la visibilità dell'impianto eolico. Il valore finale sarà dato dalla media calcolata sul numero degli elementi, che a loro volta possono derivare da una più analitica valutazione di *vulnerabilità* e *valore intrinseco*.

Tab 13: Esempio di tabella di sintesi per il calcolo della sensibilità della categoria "patrimonio storico, architettonico, archeologico"

N	Sotto categoria	Simbologia	Descrizione	Valore intrinseco	Vulnerabilità	Sensibilità
1	Patrimonio archeologico	■	Tomba etrusca	3	1	2
2	Patrimonio Museale	●	Museo etnografico	2,33	3	2,6
3	Patrimonio Architettonico	▲	Castello	3	0	1,5
			Sensibilità media della categoria			2,03

5.2.2.3 Frequentazione del paesaggio

La frequentazione analizza il livello di riconoscibilità sociale del paesaggio, indipendentemente dal significato storico, ma tenendo presente la percezione attuale del

pubblico. Un paesaggio sarà tanto più osservato e conosciuto quanto più si troverà situato in prossimità di grandi centri urbani, vie di comunicazione importanti e luoghi di interesse turistico. Nei primi due casi si tratterà di una frequentazione regolare, negli altri casi di una frequentazione irregolare, ma caratterizzata da diverse tipologie di frequentatori, i quali a seconda della loro cultura hanno una diversa percezione di quel paesaggio.

L'analisi della frequentazione ha un ruolo particolare nel caso toscano, visto che oltre a zone contraddistinte da elevata densità della popolazione vi sono molte zone di fruizione turistica. Gli studi in materia di turismo mostrano l'importanza dei beni paesaggistici diffusi nel territorio, un fenomeno che sfugge dalle statistiche sulle presenze ufficialmente registrate, ma che contribuisce in modo importante alla offerta turistica complessiva. Questa fruizione si basa su una percezione abbastanza chiara del valore del paesaggio, anche se non accompagnata da una conoscenza approfondita dei suoi elementi costitutivi. In questo ambito, assieme alle città d'arte, le zone termali e quelle balneari, bisogna considerare il ruolo crescente degli agriturismo, ed i percorsi escursionistici, quali ad esempio la G.E.A. sull'Appennino che si basano largamente sulla fruizione dei beni paesaggistici, anche se caratterizzati da flussi quantitativamente più limitati.

L'analisi della frequentazione dovrà individuare la presenza dei principali *centri urbani* e *punti di interesse turistico* (es. punti panoramici) da cui l'impianto eolico è visibile, valutando il loro *valore intrinseco* in base al numero dei residenti ed ai flussi turistici. Per il calcolo potranno essere considerate *sotto categorie* legate alla tipologia dei centri urbani (es. città, comuni, frazioni, case isolate), e dei punti turistici (es. punti panoramici, luoghi legati al patrimonio, strutture ricettive ecc.). Anche in questo caso è necessario partire dalla mappa dell'intervisibilità per valutare le zone da cui l'impianto è visibile, individuando al loro interno la presenza dei punti sensibili.

Per i centri urbani è utile fare riferimento alle statistiche demografiche, mentre la valutazione dei siti di interesse turistico potrà appoggiarsi alle statistiche regionali, alle pubblicazioni specifiche (guide turistiche ecc.), alle informazioni fornite dalle APT.

Tab 14: esempio di tabella di sintesi per il calcolo della sensibilità per la categoria frequentazione.

Sotto categorie	Valore intrinseco	Vulnerabilità	Sensibilità
Centri urbani	2	1	1,5
Punti turistici	3	1	2
Sensibilità della categoria			1,75

5.2.3 Analisi della sensibilità

La sensibilità complessiva dell'area viene calcolata secondo una semplice media dei valori totali di *Vulnerabilità* e *Valore intrinseco* per ogni *categoria generale* secondo la formula generale:

$$(\text{valore intrinseco} + \text{vulnerabilità}) / 2 = \text{sensibilità}$$

I risultati saranno visualizzati in una tabella riassuntiva:

Tab.15 : esempio di tabella riassuntiva per il calcolo della sensibilità

Categorie generali	Sensibilità
Valore storico-ambientale	2
Patrimonio	2,03
Frequentazione	1,75
Sensibilità dell'AIP	1,92

Una volta calcolata la sensibilità per le categorie generali ed effettuata la somma algebrica dei valori avremo un valore totale di sensibilità per l'area considerata. Tale valore andrà diviso per il numero delle categorie ed il valore risultante rappresenterà la sensibilità media dell'area e potrà variare fra 0 e 3 secondo la scala:

0 = nulla; 1 = bassa; 2 = media; 3 = alta;

L'area si considera **critica** se il valore di **sensibilità media** ottenuto è superiore o uguale a 1.

5.3 Elaborati e cartografia da produrre per l'applicazione della metodologia semplificata

1. Relazione in cui si giustifichi la scelta del sito di impianto proposto in relazione ad altri potenziali siti di impianto dell'ASIP, con descrizione generale dell'AIP.
2. Rappresentazione dell'intervisibilità (**Proportional Intervisibility**) in scala adeguata per mostrare l'intera AIP (1:50.000 -1:100.000) e le **Aree di Impatto Effettive** con individuazione di:
 - Area di Impatto Locale
 - Rete stradale principale proposta per l'accesso all'impianto
 - Eventuali elettrodotti di servizio dell'impianto
 - Principali centri urbani
 - Elementi del patrimonio, storico, architettonico e archeologico
 - Principali punti panoramici
 - Elementi del mosaico paesaggistico di maggiore interesse
3. Cartografia in scala 1:5.000 rappresentativa dei confini dell'Area di Impatto Locale, della configurazione dell'impianto prevista e delle infrastrutture annesse mettendo in evidenza le eventuali peculiarità evidenziate dalle analisi svolte (oltre alla viabilità di accesso e linee elettriche), con relativa base cartografica (CTR 1:5.000).
4. Fotoinserimenti nella quantità e con le caratteristiche necessarie per mostrare l'impatto dell'impianto dai punti evidenziati nelle categorie relative al patrimonio culturale e alla frequentazione.
5. Fotoinserimento, secondo la tecnica del "prima e dopo", per la simulazione dell'AII prima e dopo la realizzazione dell'impianto.
6. Fotoinserimenti che mostrino l'impianto dai confini dell'AIP, almeno dai quattro punti cardinali rispetto alla configurazione prescelta.
7. Relazione scritta con i risultati dell'indagine storico-ambientale. In questa dovranno essere chiaramente evidenziati la somma dei valori storici ed ambientali rappresentati dal territorio dell'AII e dell'AIP con particolare riguardo alla evoluzione del mosaico paesaggistico ed ai valori da esso rappresentati.
8. Relazione con i risultati dell'indagine sul Patrimonio Culturale ed il censimento dei beni culturali materiali presenti nell'AIP con relativa tipologia.
9. Relazione scritta con i risultati dell'analisi della frequentazione.
10. Tabelle con il calcolo della sensibilità totale dell'AIP e parziale per le singole categorie oggetto di indagine.

6. ALTERNATIVE E MITIGAZIONE

6.1 Introduzione

La valutazione delle alternative progettuali e delle misure di mitigazione non può prescindere da un chiarimento di alcuni concetti utili a definire le caratteristiche degli impatti. E' intanto opportuno distinguere fra **effetti** ed **impatti** quando si considerano le conseguenze

dell'impianto eolico sul paesaggio. Gli *effetti* sono le conseguenze oggettive del progetto, ad esempio il fatto che l'impianto produce una intrusione visiva nel territorio è un effetto certo, mentre invece l'uccisione di un esemplare dell'avifauna è "potenziale". Si parlerà di impatto quando invece si trasportano le conseguenze della realizzazione dell'impianto su una scala di valori, come la quantità visibile dell'impianto nelle varie zone.

A loro volta gli *effetti* potranno essere *diretti* o *indiretti*. I primi sono le conseguenze immediate del progetto, quali lo sconvolgimento delle condizioni originarie del sito di impianto, i secondi sono le conseguenze degli effetti diretti del progetto, ad esempio il manifestarsi di fenomeni erosivi che modificano il paesaggio. Potremo inoltre avere degli effetti a catena nel tempo che possono ulteriormente dividersi in:

-effetti immediati

-effetti a breve termine

-effetti a lungo termine

Alcuni degli effetti sono **temporanei**, come ad esempio alcuni di quelli derivanti dalla fase di cantiere, mentre altri effetti sono **permanenti**. Altre caratteristica degli effetti è il loro grado di riducibilità, cioè la possibilità attraverso appropriate misure di mitigarne l'effetto nel tempo e nello spazio. Non va poi dimenticato che la valutazione d'impatto deve prendere in considerazione anche gli **impatti positivi**, quando presenti, non solo quelli negativi.

Le **alternative progettuali** possono in primo luogo considerare una diversa localizzazione dell'impianto. Se infatti le analisi dell'AIL e della relativa AIP mostrano una sensibilità troppo alta si può considerare una diversa collocazione dello stesso. Un'accorta procedura preliminare, soprattutto in merito all'individuazione dell'Area dei Siti di Impianto Potenziali, dovrebbe portare alla identificazione di siti alternativi o alla messa a fuoco della probabile impossibilità di realizzare l'impianto nella ASIP proposta. Vi sono comunque una serie di accorgimenti per limitare gli impatti di cui bisogna tenere conto nella fase di progettazione e in quella realizzativa per ridurre gli impatti.

I principali obiettivi progettuali da tenere presente riguardano rispettivamente **l'assimilazione** e **l'integrazione**. Nel primo caso si tratta di limitare la visibilità delle torri eoliche giocando sulla topografia e sulla funzione di schermo della vegetazione, ma anche sull'altezza e posizionamento delle torri eoliche, per cercare di rendere l'impianto eolico meno visibile da luoghi di interesse particolare, creando anche apposite alberature. Si tratta di un obiettivo spesso irrealizzabile visto che la fattoria eolica sorge sempre in luoghi elevati e quindi molto visibili.

Nel secondo caso si tratta di invece di inserire nel modo migliore l'impianto nella struttura del paesaggio, valutando la complementarietà della forma delle torri con il rilievo del terreno, o di integrarlo con infrastrutture già presenti come quelle degli impianti industriali, dove sono presenti elementi verticali importanti come torri, ciminiere, gru ecc. Si deve in ogni caso cercare sempre di assicurare una certa **armonia ed equilibrio visuale**, curando la coerenza del parco soprattutto nei rapporti spaziali e costruttivi, rendendo l'impianto semplice e facilmente **leggibile**. Tutti questi aspetti si concretizzano specifiche attenzioni nella fase progettuale di cantiere, che possiamo analizzare nel dettaglio.



Fig. 12: L'integrazione di un impianto eolico all'interno di un tessuto industriale è molto più facile rispetto ad un paesaggio rurale con una sensibilità più alta .

6.2 L'altezza delle torri eoliche

Lo sviluppo in altezza delle torri degli aerogeneratori è uno degli elementi principali che influenzano l'impatto sul paesaggio. La formula standard utilizzata per calcolare il raggio dell'**area di impatto potenziale** attribuisce un peso determinante allo sviluppo in altezza piuttosto che al numero complessivo degli aerogeneratori, per questo motivo al variare dell'altezza si avrà una diversa ampiezza dell'**AIP**. La maggiore importanza attribuita all'altezza è legata anche alle caratteristiche dell'occhio umano, il cui campo visivo totale occupa circa 180° in senso orizzontale e 150° in senso verticale. Ciò significa che lo stesso oggetto posto in posizione verticale occupa uno spazio relativo più grande rispetto alla posizione orizzontale. Rispetto al campo visivo totale dell'occhio, il campo visivo di percezione dei dettagli è però di soli 40°, per cui se un oggetto è tanto alto da uscire da questo campo, l'osservatore è portato ad alzare il punto di messa a fuoco e l'impressione di altezza ne risulta accentuata. Il valore dell'impatto visivo degli aerogeneratori sarà quindi influenzato, in assenza di altri fenomeni, soprattutto dall'altezza delle torri e dalla distanza e posizione dell'osservatore, anche se la presenza di molti generatori affiancati li rende ancora più visibili. Nel corso degli ultimi dieci anni vi è stata una corsa al continuo aumento dell'altezza delle torri. Rispetto alla taglia media di 30-40 metri utilizzata all'inizio degli anni '90, le torri più moderne possono arrivare anche a 100 metri, con rotori di 80 metri di diametro. Questo significa ad un'altezza totale di 140 metri, ed un raggio dell'**AIP** di circa 14.000 metri. Se poi l'impianto viene realizzato sulle linee di crinale delle montagne, rispetto alle colline o alla pianura, l'impatto visuale assoluto verrà ulteriormente incrementato. Torri eoliche molto alte non sono sempre una esigenza tecnica assoluta, ma sono spesso il frutto di scelte economiche, è quindi possibile scegliere torri più basse per ridurre l'impatto visivo in paesaggi particolarmente sensibili. Altri impatti dovuti alla taglia delle torri eoliche sono legati all'interazione con il percorso e l'altezza del sole sull'orizzonte nelle giornate serene, che

determina un'ombra molto lunga, soprattutto alle latitudini elevate, che potrebbe disturbare abitazioni di civile abitazione o luoghi di interesse pubblico ad esempio collegati al patrimonio culturale.

Tale effetto si moltiplicherà secondo il numero totale degli aerogeneratori e della configurazione dell'impianto, è comunque possibile scegliere generatori con rotori a cilindro elicoidale che riducono sensibilmente la dimensione delle ombre. La taglia degli aerogeneratori ha inoltre una certa influenza sulla dimensione delle fondazioni che sorreggono le torri, a sua volta importanti per il paesaggio dell'AIL, e sui lavori necessari alla futura dismissione. Circa le fondazioni si suggerisce di realizzarle in modo che alla fine dei lavori esse rimangano al di sotto della superficie del terreno, così che le torri appaiano "appoggiate" direttamente sul suolo, che potrà essere anche lavorato. Per lo stesso motivo sono da evitare piedistalli per le torri.



Fig. 13: l'integrazione di un parco eolico all'interno di un paesaggio rurale complesso con un alto valore storico ambientale è molto problematica

6.3 La forma delle torri e del rotore

Dal punto di vista visivo la forma di un aerogeneratore, oltre che per l'altezza, si caratterizza per il tipo di torre, per la forma del rotore e per il numero delle pale. E' indubbio che lo sviluppo tecnologico non ha per ora proposto un gamma di soluzioni tecniche studiate per un migliore inserimento nel paesaggio di questi impianti, tanto che ancora ad oggi le alternative sembrano ridursi alle torri a traliccio e a quelle tubolari. Le torri a traliccio, sul tipo di quelle usate per le linee elettriche ad alta tensione, attualmente sembrano soppiantate da quelle a sezione tubolare, particolarmente adatte ai generatori di taglia medio-grande. Ciò nondimeno, sebbene il dibattito tecnico su questo argomento appaia concluso, vale la pena soffermarsi sulle diverse caratteristiche di impatto paesaggistico dei due modelli, per valutare i rispettivi vantaggi e svantaggi.

Le torri a traliccio hanno una trasparenza piuttosto accentuata, e sono poco visibili nella visione da media e lunga distanza. Nella visione ravvicinata le diversità di struttura fra le pale del rotore, realizzate in un pezzo unico, ed il traliccio crea però un certo contrasto.

Le torri tubolari non sono trasparenti e risultano piuttosto visibili sia a media che a lunga distanza. La relativa continuità di struttura fra la torre e le pale conferisce una sorta di maggiore omogeneità all'insieme, facendole considerare superiori dal punto di vista dello stile architettonico.

Anche le caratteristiche costruttive delle pale e della rotazione hanno un impatto visivo importante. I rotori mono pala o bipala producono un moto meno armonico e più veloce, che risulta di maggiore disturbo per l'occhio dell'osservatore, aspetto importante soprattutto per le popolazioni che vivono costantemente in prossimità dell'impianto. I rotori tripala, attualmente quelli maggiormente impiegati per le torri medio-grandi, hanno una rotazione lenta (es: 9-19 rpm – mod. Vestas V80 da 2.0 MW), che risulta molto più riposante per l'occhio umano, ed hanno una configurazione più equilibrata sul piano geometrico.

Rispetto a questi modelli è comunque importante rilevare l'esistenza di generatori con strutture del rotore completamente diverse, che invece di presentarsi come una grande elica hanno la forma di un cilindro elicoidale sviluppato verticalmente come si osserva in fig. 16. Tali turbine producono un impatto sul paesaggio sensibilmente inferiore. In linea generale si ritiene sempre necessario valutare con attenzione la possibilità di utilizzare gli aerogeneratori di minore impatto quando si progetta la costruzione di centrali eoliche.



Fig. 14: effetto visivo delle torri a traliccio (a sinistra) e delle torri tubolari (a destra).
*Nella foto a destra si osserva la riduzione al minimo delle opere accessorie
 e il mantenimento dell'uso del suolo preesistente*

6.4 Il colore delle torri eoliche

Il colore delle torri eoliche ha una forte influenza riguardo alla visibilità dell'impianto e al suo inserimento nel paesaggio, visto che alcuni colori possono aumentare le caratteristiche di contrasto della torre eolica rispetto allo sfondo. E' noto che un oggetto che per caratteristiche proprie ha un contrasto elevato può aumentare enormemente la propria visibilità. Il colore delle torri a traliccio è normalmente quello grigio tipico dell'acciaio galvanizzato, per quanto riguarda le torri tubolari il colore più usato dai costruttori è invece quello bianco, in varie tonalità. La scelta del bianco è obbligatoria in Francia per espressa indicazione delle autorità aeronautiche, mentre in Italia si sono utilizzate torri bianche con strisce orizzontali rosse di grande impatto visivo. Il bianco è spesso considerato sinonimo di semplicità, armonia, purezza, e secondo alcuni la sua neutralità è la più adatta ad integrarsi con i cambiamenti dei colori del paesaggio per l'alternarsi delle stagioni. In realtà, varie tonalità di colore dal grigio al bianco, possono essere studiate per una migliore integrazione con lo sfondo del cielo nei siti posti sui crinali e quindi particolarmente visibili, applicando gli stessi principi usati per le colorazioni degli aerei della aeronautica militare che devono avere spiccate caratteristiche mimetiche.

Alcuni costruttori propongono un colore verde per la parte basale delle torri, per integrarli con la vegetazione circostante. In effetti lo studio di un colore diverso dal bianco può risultare utile per impianti posti sulle pendici montane, dove i punti di maggiore visibilità dell'impianto individuano come sfondo non il cielo ma il terreno, che può essere prativo, boschivo, roccioso, o interessato da colture agricole e quindi assumere colorazioni che suggeriscono un colore degli aerogeneratori più facilmente assimilabile nel paesaggio. Per quanto riguarda le pale la maggior parte dei costruttori utilizza lo stesso colore delle torri, ma è comunque necessario impiegare vernici antiriflesso che assicurino l'assenza di tale fenomeno che potrebbe aumentare moltissimo la visibilità delle pale. Molti costruttori nei paesi nordici impiegano il colore nero per ridurre il rischio di formazioni di ghiaccio in zone interessate da basse temperature. Sono in ogni modo da evitare qualunque tipo di scritta o tantomeno avvisi pubblicitari sulle torri.



Fig.15: effetto visivo delle torri tubolari di colore verde

6.5 Lo schema di impianto

Lo schema di impianto risulta di grande importanza sia per l'assimilazione che per l'integrazione. La disposizione degli aerogeneratori sul terreno ed il loro numero influenzano l'area di impatto locale, e l'intervisibilità nell'area di impatto potenziale e l'area di impatto visuale assoluto. Ciò determina l'aspetto visivo che l'impianto eolico può assumere rispetto ad un osservatore posto in un luogo preciso ad un istante dato, influenzando i valori di sensibilità da calcolare nell'AIP e la possibilità di ridurla mitigando l'impatto. A livello di AIL, la disposizione dei generatori sul terreno influenza i seguenti aspetti:

- forma ed estensione dell'impianto eolico
- struttura della rete stradale di servizio
- fabbricati ed altri annessi tecnici
- modalità di esecuzione dei lavori
- opere di sistemazione definitiva
- manutenzione
- sistemazione definitiva

Le regole generali da adottare nella scelta della configurazione devono essere quelle di ridurre gli impatti estetici negativi, attraverso appropriati schemi di impianto. Alcune configurazioni possono prevedere allineamenti lineari, spesso usati sui crinali delle montagne e lungo le linee di costa, disegni a quinconce, o schemi raggruppati in cluster. Sulle linee di crinale i generatori possono essere posti anche ai lati della linea di crinale con un impatto visivo ridotto, visto che parte dello sviluppo in altezza sarà coperto dal fianco della montagna. In ogni caso la distanza fra gli aerogeneratori, oltre che dai parametri tecnici dovuti al tipo di torri eoliche adottate, può essere adeguata ad una densità di impianto bassa, aumentando la distanza fra le torri, per diluire l'impatto dovuto alla concentrazione in uno spazio ridotto.



Fig. 16: le turbine con il rotore di forma cilindrica hanno un impatto più limitato sul paesaggio e sull'avifauna.

La configurazione prescelta deve realizzare un ordine ed una armonia visiva, evitando disposizioni disordinate ed interruzioni della continuità visiva di una linea di turbine, ma anche l'uso di turbine con caratteristiche tecniche molto diverse in uno stesso cluster. L'armonia visiva può semplicemente significare che i rotori, le navicelle e tutti gli annessi tecnici dovrebbero essere simili. Sono sicuramente da evitare rotori con un diverso numero di

pale o che hanno un diverso senso di rotazione. Dovrebbero essere evitati impianti con un alto numero di turbine eoliche, mantenendole entro il numero massimo di 10-15; studi svolti in nord-europa mostrano una accettabilità sociale ottimale per impianti con un numero di turbine eoliche compreso fra sei e dieci.

La configurazione determinerà anche il tragitto dell'ombra dell'impianto che si sposterà nel territorio secondo un percorso determinato dalla sua posizione rispetto alla traiettoria del sole nelle varie stagioni. L'esatta posizione e percorso delle ombre può essere agevolmente misurata per osservare la porzione di territorio su cui esse esercitano la loro influenza nel corso dell'anno.

6.6 La viabilità

La viabilità rappresenta un elemento di grande impatto sul paesaggio, rappresentando un effetto permanente della costruzione della centrale. L'estensione e la dimensione della viabilità deve essere normalmente ridotta al minimo necessario per il funzionamento dell'impianto, così come le piazzole di servizio, utilizzando al meglio la viabilità già esistente. In alcuni impianti realizzati in Danimarca si è perfino evitato di costruire strade utilizzando veicoli "all-terrain" adatti a lavorare in assenza di strade. Se la taglia degli impianti richiede strade di servizio molto ampie per il trasporto del materiale nella fase costruttiva, è necessario ridurre la larghezza della sede stradale una volta completato l'impianto. Tutta la rete stradale, anche quella di accesso all'impianto, deve comunque essere progettata per consentire la dismissione ed il ripristino dello stato iniziale. Per tutta la rete stradale, sia quella necessaria al raggiungimento dell'impianto, sia quella di servizio interna, dovranno essere studiate misure per favorire la sua assimilazione e integrazione nel tessuto paesistico, mitigando il suo impatto attraverso l'adozione di soluzioni tecniche adeguate, quali muretti in pietra, coperture del fondo stradale realizzate con materiale locale e l'inserimento di elementi vegetali che abbiano attinenza con il paesaggio locale.

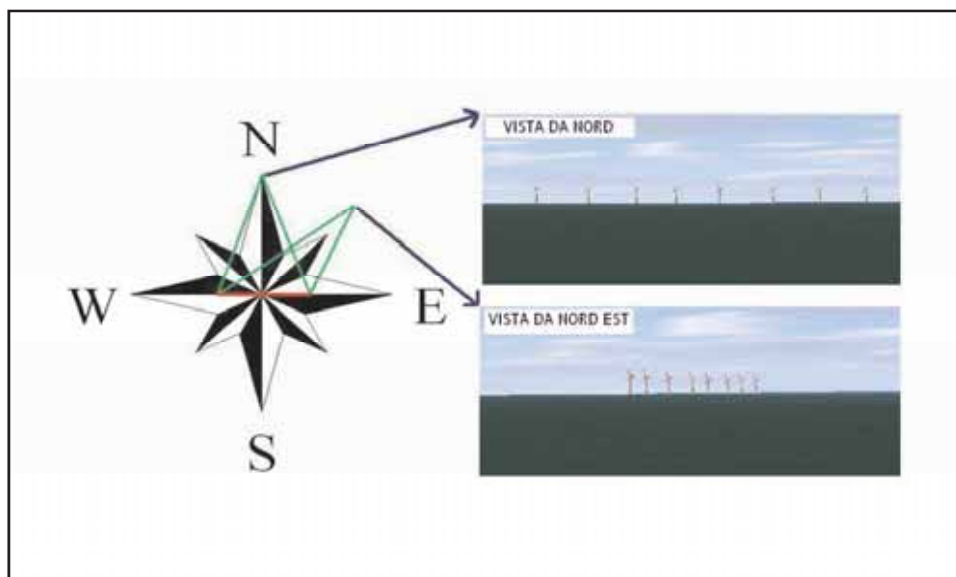


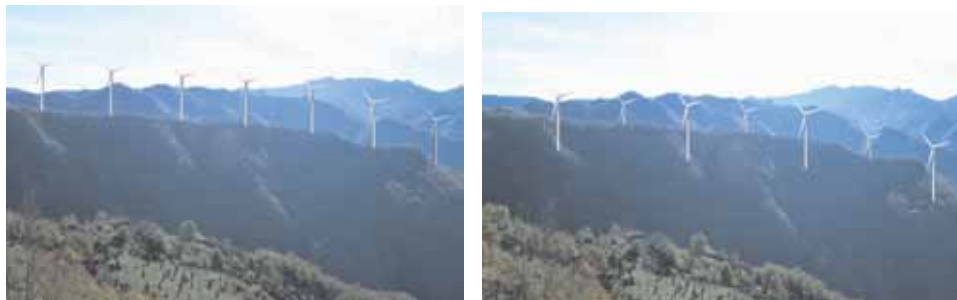
Fig.17: variazione dell'occupazione del campo visivo secondo diversi angoli visuali. La vista da Nord (180°) offre la massima percezione visiva dell'impianto, la vista da nord-est (45°) invade uno spazio minore del campo visivo.

6.7 Linee elettriche

Non era compito di queste linee guida di valutare nel dettaglio l'impatto della rete elettrica di servizio. L'interramento dei cavidotti a media e bassa tensione, propri dell'impianto e di collegamento alla rete elettrica principale, è da considerare necessario per ridurre l'impatto paesaggistico. L'effetto di eventuali elettrodotti può essere studiato all'interno dell'area di impatto potenziale, ed è comunque sottoposto alle vigenti normative regionali in materia.

6.8 Gli annessi tecnici

Nella realizzazione si deve limitare l'impianto ai soli aerogeneratori, riducendo al minimo tutte le opere accessorie, ed evitando l'aggiunta di elementi quali ripetitori televisivi, telefonici ecc. I trasformatori ed i quadri elettrici possono essere inseriti dentro il basamento delle torri, ed anche le scalette di servizio possono essere alloggiati internamente. Anche i materiali costruttivi e la forma dei locali tecnici devono tenere in considerazione la tradizione locale, a meno che il progetto di sistemazione definitiva del sito di impianto non punti ad una diverso obiettivo, quale la creazione di nuovi paesaggi.



*Fig.18 : effetto visivo della disposizione lineare lungo la linea di crinale
e di quella a quinconce a cavallo del crinale*

6.9 Le attività di cantiere

L'esecuzione dei lavori rappresenta di per sé un momento di grande sconvolgimento del paesaggio locale, ed anche quello in cui statisticamente si concentra la minore accettabilità sociale dell'impianto eolico. La possibilità di una buona sistemazione definitiva e di minimizzare gli impatti è legata al controllo di tutti quegli aspetti che possono procurare un impatto negativo, quali gli sbancamenti, i movimenti di terra, deviazione di corsi d'acqua, uso di acqua, elevazioni e recinzioni, produzione di rifiuti. Tali attività possono anche compromettere l'assetto idrogeologico e quindi il paesaggio in modo permanente.

L'analisi del sito di impianto metterà in luce gli elementi che dovranno essere oggetto di attenzione per non compromettere la sistemazione definitiva. Particolare attenzione deve essere prestata alle piazzole per il movimento dei mezzi usati per erigere le torri e agli scavi per le fondazioni. Il risultato finale deve essere quello di evitare di produrre ulteriore inquinamento visivo.

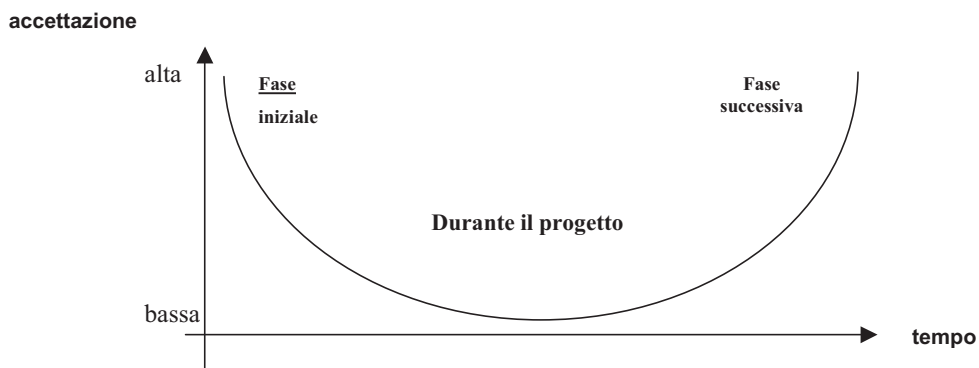


Fig.17: andamento dell'accettazione da parte del pubblico dell'impianto eolico nel tempo

6.10 La sistemazione definitiva dell'area

La sistemazione definitiva del sito di impianto rappresenta un problema verso il quale si possono seguire due diverse filosofie operative che devono comunque scaturire dalle analisi svolte nell'AIL e nell'AIP. Se infatti le indagini sulla struttura del paesaggio mettono in evidenza la necessità di mantenere una coerenza fra il paesaggio dell'AIL e quello all'esterno di essa, o semplicemente una unicità del paesaggio dell'AIL, si possono scegliere sistemazioni definitive che puntino a ricreare esattamente lo stato precedente. Questo può essere il caso di zone pascolate o boscate su crinali montuosi, in cui allo sconvolgimento paesaggistico provocato dall'impianto eolico si vuole contrapporre una continuità con l'uso del suolo che caratterizza il paesaggio locale. Allo stesso modo una struttura del mosaico paesaggistico particolarmente ricca di un'area collinare può essere mantenuta mantenendone la complessità o addirittura arricchendola di elementi tipici dell'identità locale.

Una filosofia progettuale diversa è quella invece che prevede una sistemazione dell'area in grado di determinare un valore aggiunto, ad esempio cercando di realizzare un'area che costituisca un richiamo turistico, offrendo la possibilità di una fruizione pubblica degli ambiti che lo costituiscono. Ciò può essere opportuno ad esempio in zone caratterizzate da marginalità economica, dove il parco può costituire un'occasione di attivazione delle risorse locali, in qualche modo compensando l'eventuale inibizione di sviluppi turistici legate all'apprezzamento delle tradizionali risorse paesaggistiche delle aree rurali. Altre condizioni in cui una tale sistemazione può essere opportuna è la presenza di aree degradate dallo sviluppo urbano o industriale in cui l'AIL può rappresentare un'occasione per una offerta di spazi multifunzionali qualificati.

6.11 La manutenzione dell'impianto

La regolare manutenzione sia delle parti tecniche, sia del sito di impianto, è essenziale per minimizzare l'impatto negativo della sistemazione definitiva prescelta. Studi recenti mostrano come la presenza di turbine ferme o in cattive condizioni incrementi l'impatto negativo dell'impianto eolico, che assume le caratteristiche di "cimitero tecnologico" la cui mancata produzione di energia pulita riduce l'accettabilità da parte del pubblico. A tale scopo, e considerando la vita media dell'impianto eolico, dovranno essere predisposte le risorse finanziarie e norme contrattuali che assicurino la manutenzione regolare dei generatori, oltre a scelte tecniche che favoriscano i modelli tecnicamente più affidabili.

6.12 Dismissione e ripristino

Considerando la vita media stimata per un impianto eolico, circa 25 anni, il loro forte impatto paesaggistico e l'evoluzione futura delle fonti di energia rinnovabile, è opportuno che nella progettazione di un impianto sia prevista la sua dismissione. Ciò significa che nella fase di progettazione ed esecuzione delle opere (strade, fondazioni, annessi tecnici ecc.) devono essere indicate le caratteristiche di reversibilità delle scelte tecniche e previste le risorse finanziarie per realizzare il ripristino. Per il ripristino delle condizioni precedenti faranno fede le analisi svolte nella fase di progetto, che assumono il valore di documentazione storica di riferimento.

Bibliografia generale

- AA.VV., 1958, *Difesa e valorizzazione del paesaggio urbano e rurale*, Roma, Istituto nazionale di urbanistica.
- AA.VV., 1987, *La redazione dei piani paesistici: tutela dell'ambiente e sviluppo socio-economico delle zone e dei beni sottoposti a vincolo dalla legge 431/1985*, Roma, Edizioni delle autonomie.
- AA.VV., 2000, *Conferenza nazionale per il paesaggio*, Roma, Gangemi.
- AA.VV., 2001, *Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens*, Ademe, Valbonne.
- AGNOLETTI M., ANDERSON S., 2000, *Forest History: International Studies on Socioeconomic and Forest Ecosystem Change*, CAB International, Wallingford and New York.
- AGNOLETTI M., PACI M., 1998, *Landscape evolution on a central Tuscan estate between the eighteenth and twentieth centuries*, K.J.Kirby and C.Watkins editors, The ecological history of European forests, CAB International, 117-127.
- AGNOLETTI M., 2002, *Il paesaggio agro-forestale toscano, strumenti per l'analisi, la gestione e la conservazione*, ARSIA, Firenze.
- AGNOLETTI M. MARTEGANI V., 2003, *Il paesaggio forestale lombardo: immagini e storia*, CIERRE, Verona.
- AMOROSINO S., 1990, *Sistemi ambientali e discipline amministrative : studi per l'effettività delle funzioni*, Padova, CEDAM.
- BACCI G., MINGOZZI A., 1993 "Il controllo dell'impatto visivo-percettivo di un'opera sull'ambiente costruito"; proposta per l'introduzione nella normativa tecnica di applicazione del "VIA" di strumenti metodologici ed operativi per la realizzazione di immagini di simulazione, Rivista "VIA- Progettare per l'Ambiente" - Settembre 1993, L'ARCA, Milano.
- BACCI L., 2002, *L'impatto del turismo nell'Economia Regionale e Locale della Toscana*, IRPET, Firenze.
- BALDI G., 1993, *Energia eolica: esperienze e futuro*.
- BELL S., 1999, *Landscape: pattern, perception and process*, London, E & FN Spon.
- BLANC A., 1996, *Landscape construction and detailing*, London, Batsford.
- BOCA D., ONETO G., 1986, *Analisi paesaggistica: manuale per la preparazione dei piani previsti dalla Legge Galasso*, Pirola ,Milano.
- CAMPIONI G. ET AL., 1996, *La pianificazione del paesaggio e l'ecologia della città*, Firenze, Alinea.
- CHIUSOLI A., 1999, *La scienza del paesaggio*, Bologna, CLUEB.
- CLEMENTI A., 2002, *Interpretazioni di paesaggio : Convenzione Europea e innovazioni di metodo*, Roma, Meltemi.
- COLOMBO A., MALCEVSCHI S., 1999, a cura di, *Manuale A.A.A. degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale*, Volume 5, Indicatori del paesaggio, Associazione Analisti Ambientali.
- Comitato Nazionale del Paesaggio, 2002, *La questione eolica in Italia*, Roma.
- CORTELLAZZO M., 1990, *L' ambiente e il paesaggio*, Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo, Padova.
- COSGROVE D., DANIELS S., 1988, *The iconography of landscape : essays on the symbolic representation, design and use of past environments*, Cambridge, Cambridge university press.
- Del Favero R., Frescura C., 2002, *Valorizzazione della funzione turistico-ricreativa panoramica del bosco*, Parco Regionale dei Colli Euganei, Este.
- DI SIVO M., 1989, *Tecnologia, paesaggio e ambiente: selezione bibliografica finalizzata alla progettazione ambientale*, Firenze, Alinea.
- DUBBINI R., 1994, *Geografie dello sguardo: visione e paesaggio in età moderna*, Torino, G. Einaudi.
- FARINA A., 2001, *Ecologia del paesaggio: principi, metodi, e applicazioni*, UTET, Torino.

- FERRARA G., 1968, *L'architettura del paesaggio italiano*, Marsilio, Padova.
- FERRARA G., CAMPIONI G., 1997, *Tutela della naturalità diffusa, pianificazione degli spazi aperti e crescita metropolitana*, Milano, Il Verde Editoriale.
- FIELDHOUSE K, HARVEY S., 1992, *Landscape design: an international survey*, London, Laurence King.
- FORMAN T. T. R., 1995, *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*, Cambridge university press, Cambridge.
- FUZIO R., 1990, *I nuovi beni paesistici: manuale di tutela del paesaggio*, Rimini, Maggioli.
- GARGANO A, *Rassegna dei metodi di valutazione dei costi sociali della produzione di energia elettrica*, ENEA, Casaccia, Dipartimento Energia.
- GAUDIOSI G., 1991, *L'energia eolica nel bacino del Mediterraneo*, ENEA, Area Energetica.
- GAUDIOSI G., 1992, *Soffia il vento: l'energia eolica nei paesi mediterranei*.
- GIPE P., 2002, *Design as if people matter: aesthetic guidelines for a wind power future*, in: Pasqualetti M.I., Gipe P., Righter R.W, *Wind Power in View*, Academic Press, San Diego. 153-167.
- GIPE P., 2002, *Elettricità dal vento. Impianti di piccola scala*, Muzzio Editore.
- GIRAU L., 1999, *Progettazione del paesaggio*, Cagliari, C.U.E.C.
- GUCCIONE B., 1994, *Tendenze recenti nella progettazione del paesaggio in Europa: Perugia, 19-20 novembre 1994*, Firenze, Alinea.
- GUCCIONE B., PAOLINELLI G., 2001, *Piani del verde & piani del paesaggio: elementi di evoluzione metodologica nell'ambito del dibattito sui nuovi piani comunali per il governo del territorio*, Firenze, Alinea.
- GUILLEMETTE M., KYED LARSEN J., CLAUSAGER Ib, 1998, *Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks*, National Environmental Research Institute, Denmark, NERI Technical Report N° 227.
- HAMMARLUND K., 1998, *The social impacts of windpower*, Proceedings of the European Wind Energy Conference EWEC, Dublin, 107-114.
- HART J. F., 1998, *The rural landscape*, Baltimore, London, J. Hopkins University press.
- HIRSCH E., O'HANLON M., 1995, *The anthropology of landscape : perspectives on place and space*, Clarendon, Oxford.
- HOLDEN R., 1996, *International landscape design*, London, Laurence King.
- IMMORDINO M., 1991, *Vincolo paesaggistico e regime dei beni*, Padova, CEDAM.
- INGEGNOLI V., PIGNATTI S., 1996, *L'ecologia del paesaggio in Italia*, CittàStudi, Milano.
- JELICOE G. A., 1969, *L'architettura del paesaggio*, Edizioni di Comunità, Milano.
- KING C. S., 1997, *Architects and designers landscapes*, PBC International, New York.
- KOBAYASHI H., 1990, *Contemporary landscapes in the world*, Tokyo, Process Architecture.
- LUCAS O. W. R., 1991, *The design of forest landscapes*, Oxford University Press.
- LYALL S., 1991, *Designing the new landscape*, London, Thames and Hudson.
- MATTEINI A. M., 1991, *Progettazioni architettoniche e ambientali per la valutazione di impatto sul paesaggio: impianti e stabilimenti*, Rimini, Maggioli.
- MILANI R., 2001, *L'arte del paesaggio*, Bologna, Il mulino.
- MILJØ & ENERGI MINISTERIET, 1996, *Opstilling af store vindmøller i det åbne land*, København.
- MINGOZZI A., 1993, "Impatto visivo-percettivo: strumenti metodologici e operativi"; in L'impatto Ambientale: informazione, analisi, valutazione, decisione. A cura di Giovanna Guarnerio, Alinea Editrice
- NIELSEN F.B., *A formula for success in Denmark*, in: Pasqualetti M.I., Gipe P., Righter R.W , *Wind Power in View*, Academic Press, San Diego. 115-130.

- NUTI G., 1998, *Paesaggi: segni e luoghi della cultura in Toscana*, Firenze, A. Pontecorboli.
- Oneto G., 1987, *Valutazione di impatto sul paesaggio*, Pirola, Milano.
- ONETO G., 1989, *Fare paesaggio: guida all'architettura dell'ambiente*, Martelle (VE), Elemond periodici.
- ONETO G., 1991, *Manuale di architettura del paesaggio*, Milano, Elemond.
- ONETO G., 1997, *Manuale di pianificazione del paesaggio: pianificazione ecologica, analisi paesaggistica, criteri di pianificazione, valutazione di impatto sul paesaggio, piani del verde e piani del paesaggio, recupero ambientale, normativa, tavole e schemi illustrativi*, Milano, Il sole-24 ore Pirola.
- ONETO G., 2001, *Dizionario di architettura del paesaggio: luoghi, autori e cose in 600 voci*, Elemond (CD-ROM color).
- PALAZZO D., 1990, *Sulle spalle di giganti: le matrici della pianificazione ambientale negli Stati Uniti*, Milano, F. Angeli.
- PANDAKOVIC D., 2000, *Architettura del paesaggio vegetale*, Milano, UNICOPLI.
- PANUCCIO P., 2001, *Paesaggio e piani urbanistici*, Roma, Gangemi.
- PELLO' P. M., 1993, *L'utilizzo delle energie rinnovabili in Italia*, Enel.
- PERELLI A., 1996, *Insedimenti umani e paesaggi agrari*, Milano, Jaca book.
- REGIONE TOSCANA, 1994, *Vincolo paesaggistico / Regione Toscana*, Giunta regionale, Dipartimento Ambiente.
- REGIONE TOSCANA, Area Extradipartimentale Sviluppo Sostenibile, 2000, *Quaderni della Valutazione di Impatto Ambientale*, Firenze.
- RICCIONI G., 1999, *La cultura del bel paesaggio toscano*, Firenze, Aida.
- RIGHTER R.W., 1996, *Wind Energy in America: A History*, University of Oklahoma Press, Norman.
- RIGHTER R.W., *Exoskeletal outer-space creations*, in: Pasqualetti M.I., Gipe P., Righter R.W., *Wind Power in View*, Academic Press, San Diego. 19-41.
- RODOLICO F., 1959, *Il paesaggio fiorentino*, Firenze, F. Le Monnier.
- ROMANI V., 1988, *Il paesaggio dell'Alto Garda Bresciano*, Grafo, Brescia.
- ROMANI V., 1994, *Il paesaggio: teoria e pianificazione*, Milano, F. Angeli.
- SCARAMUZZI F., 1990, *Agricoltura e paesaggio*, Estr. da: Atti dell'Accademia dei Georgofili, Giornata di studio del 19 ottobre 1990, Firenze.
- SCAZZOSI L., 1999, *Politiche e culture del paesaggio: esperienze internazionali a confronto*, Roma, Gangemi.
- SCHRODER T., 2001, *Changes in scenery: contemporary landscape architecture in Europe*, Basel, Berlin, Boston, Birkhauser.
- SERENO P., STURANI M. L., 1998, *Rural landscape between state and local communities in Europe past and present: proceedings of the 16. session of the standing European conference for the study of rural landscape: Torino, 12-16 September 1994*, Alessandria, Edizioni dell'orso.
- TORREGROSSA G., CLARIZIA A., 1986, *Tutela del paesaggio e vincoli sulla proprietà nella recente legge 8 agosto 1985 n. 431: atti del convegno svoltosi il 9 novembre 1985 a Salerno, Salone dei Marmi, Palazzo di città*, Rimini, Maggioli.
- TURNER M. G., GARDNER R. H., O'NEILL R. V., 2001, *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*, Springer, New York.
- VENTURI FERRIOLO M., 2002, *Etiche del paesaggio: il progetto del mondo umano*, Roma, Editori riuniti.
- WEILACHER U., 1996, *Between landscape architecture and land art*, Basel, Birkhauser.
- ZANCHINI E., 2002, a cura di, *Paesaggi del vento*, Meltemi, Roma.
- ZERBI M. C., 1994, *Il paesaggio tra ricerca e progetto*, Torino, G. Giappichelli.

APPENDICE I

METODOLOGIA DI INDIVIDUAZIONE DI SETTORI DI INDAGINE AGGIUNTIVI “T” PER L’AREA DI IMPATTO POTENZIALE

Nel caso l’analisi del territorio posto intorno all’AIP, calcolata secondo la Formula Standard $R=(100+E)*H$, presenti punti di eccezionalità paesaggistica “X”, deve essere apportata una modifica alla forma dell’area stessa secondo la seguente procedura:

- 1- Individuato il punto di eccezione X, si tracci la circonferenza di centro X con raggio pari alla distanza tra X e il centro dell’AIL (fig. 1).
- 2- Tale circonferenza intersecherà la circonferenza dell’AIP in due punti chiamati 1 e 2 (fig.1).
- 3- Unendo con una retta il punto X ed il centro dell’AIL ed unendo con un’altra retta i punti 1 e 2, le rette stesse si incontreranno in un punto che chiameremo C (fig.1).
- 4- Tracciando la circonferenza con centro C e raggio CX , si andrà ad individuare il settore aggiuntivo “T” dell’AIP, determinando la nuova AIP (fig. 2).

Graficamente la procedura è risolta come mostrato in fig. 1 e fig. 2, dalle quali si evince che la nuova AIP ottenuta non ha più la forma circolare risultante dall’applicazione della formula standard, ma appare modificata dall’aggiunta di nuovi settori.

Quando sia individuata un’eccezionalità all’esterno dell’Area di Impatto Potenziale di un sito proposto per la realizzazione dell’impianto, è necessario calcolare la porzione di indagine aggiuntiva soltanto nel caso in cui questa si trovi ad una distanza dal centro dell’AIP inferiore al doppio del raggio individuato secondo la formula standard $R = (100+E)*H$.

Nel caso in cui un punto di eccezionalità “X” si trovi a distanza doppia del raggio dell’AIP, rispetto al centro di questa, è possibile applicare un correttivo alla metodologia proposta. Se la circonferenza individuata secondo la procedura esposta, con raggio CX e centro C, si trova a inglobare completamente l’AIP stessa, è necessario **tracciare le tangenti dell’AIP standard in direzione normale al punto di eccezionalità** (vedi in figura 3: D , D' e $D''D'''$). Così facendo si può individuare l’AIP definitiva, risultante dall’AIP calcolata secondo formula standard, a cui si aggiunge il settore “T” individuato secondo la metodologia esposta e compreso tra le due tangenti (fig. 4).

In fig. 5 viene mostrata la forma dell’AIP nel caso in cui esistano quattro punti di eccezionalità posti su una distanza limite pari al doppio del raggio dell’AIP calcolato secondo la formula standard.

Tutte le simulazioni sono state operate ipotizzando una fattoria eolica di 21 aerogeneratori, con altezza alla navicella di 60 metri, posti in linea retta ad una distanza fissa di 150 metri.

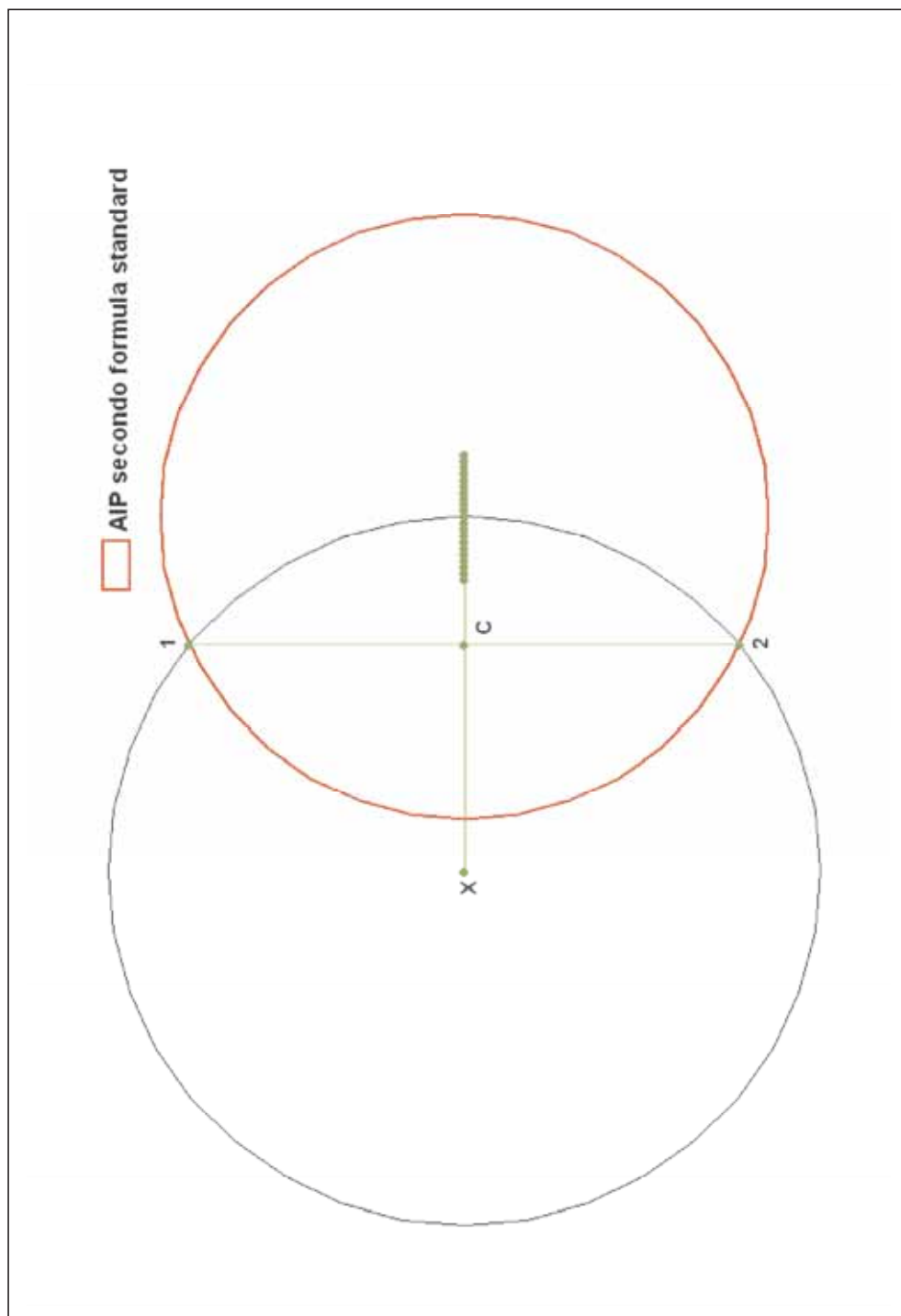


fig. 1: individuazione della nuova circonferenza dal punto di eccezionalità "X"

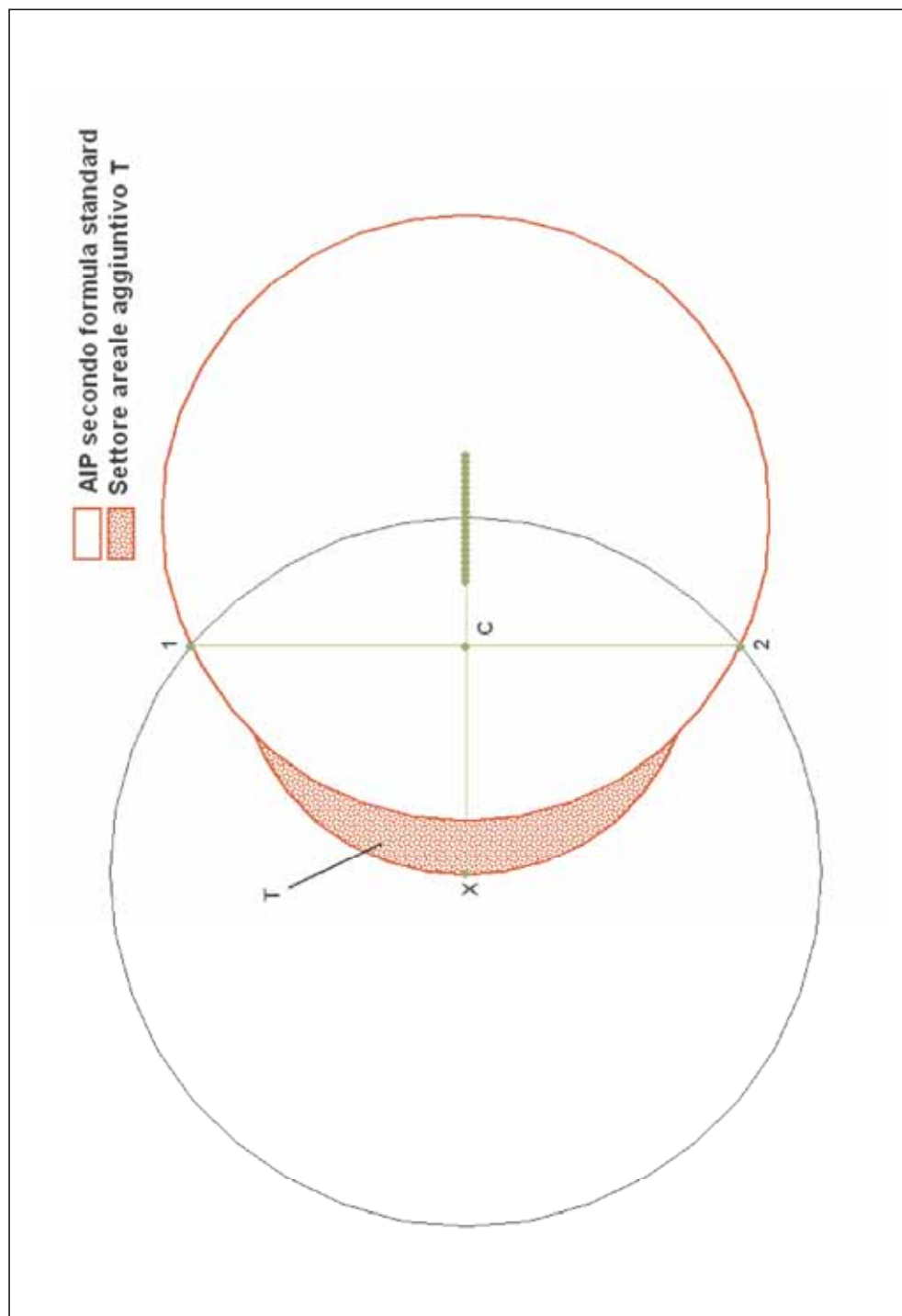


fig. 2: individuazione del settore aggiuntivo "T"

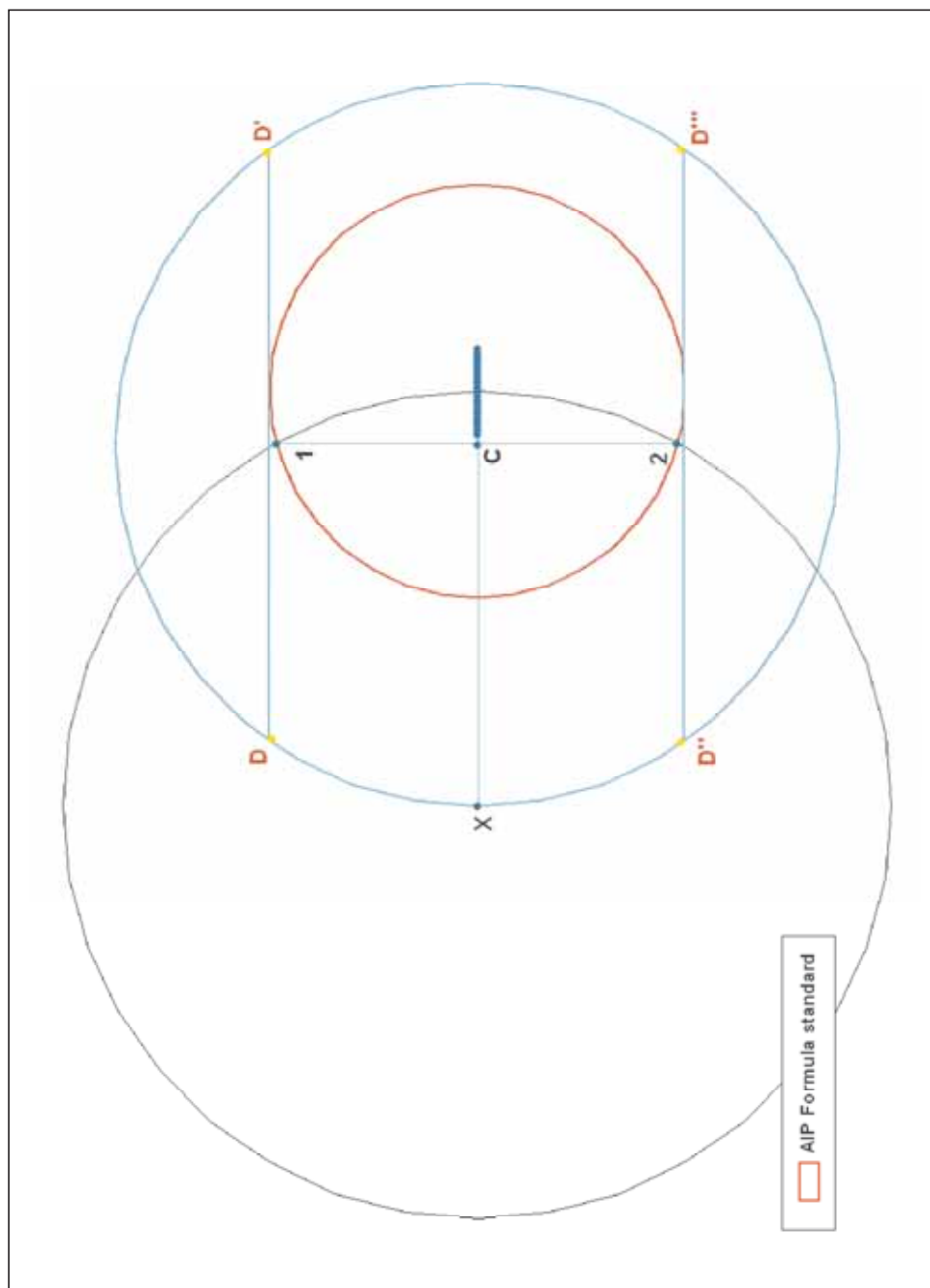


fig. 3: tangenti all'AIP secondo la formula standard (D - D' ; D'' - D''')

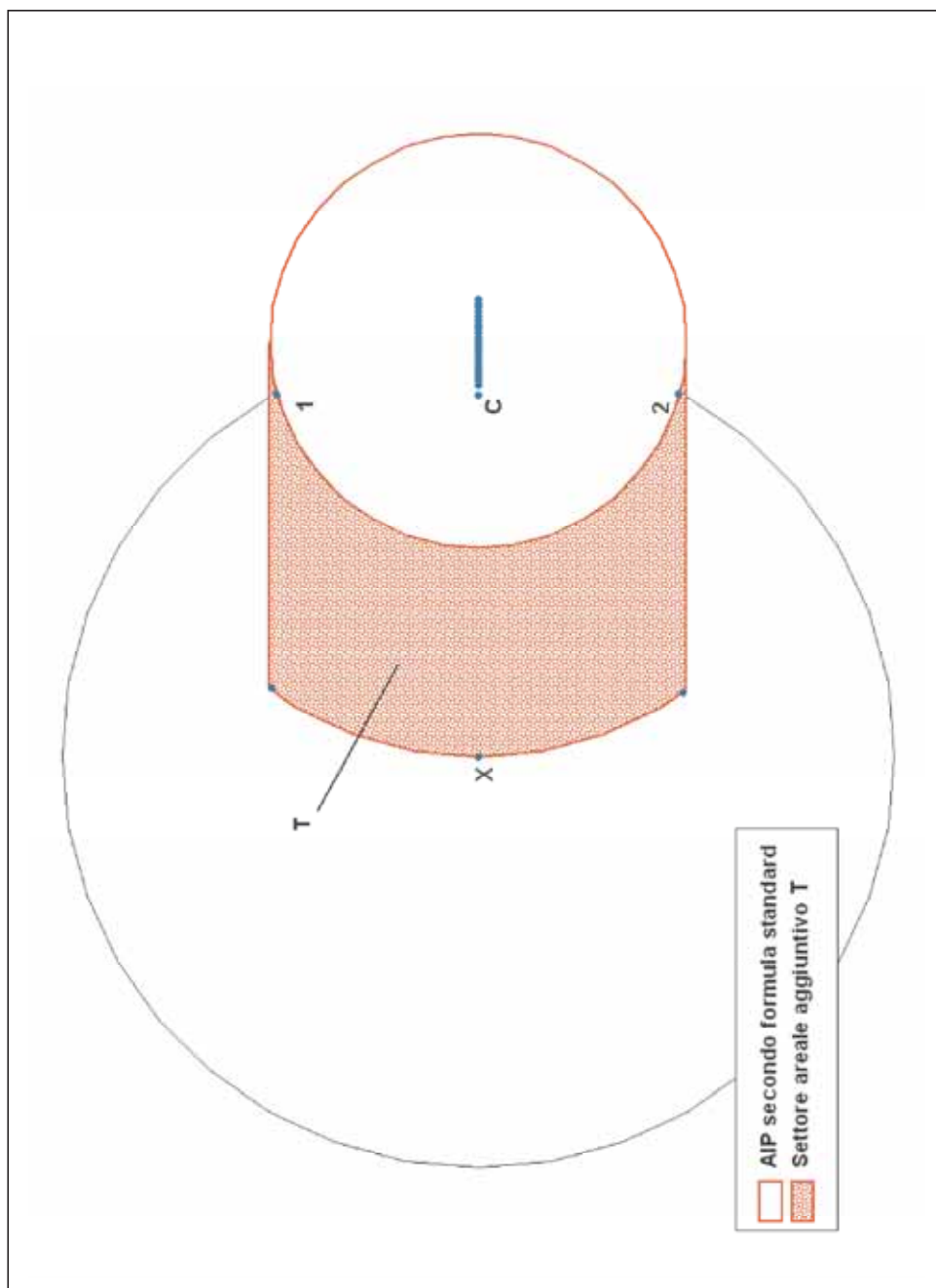


fig. 4: calcolo del settore "T" nel caso del punto "X" posto a distanza doppia del raggio dell'AIP

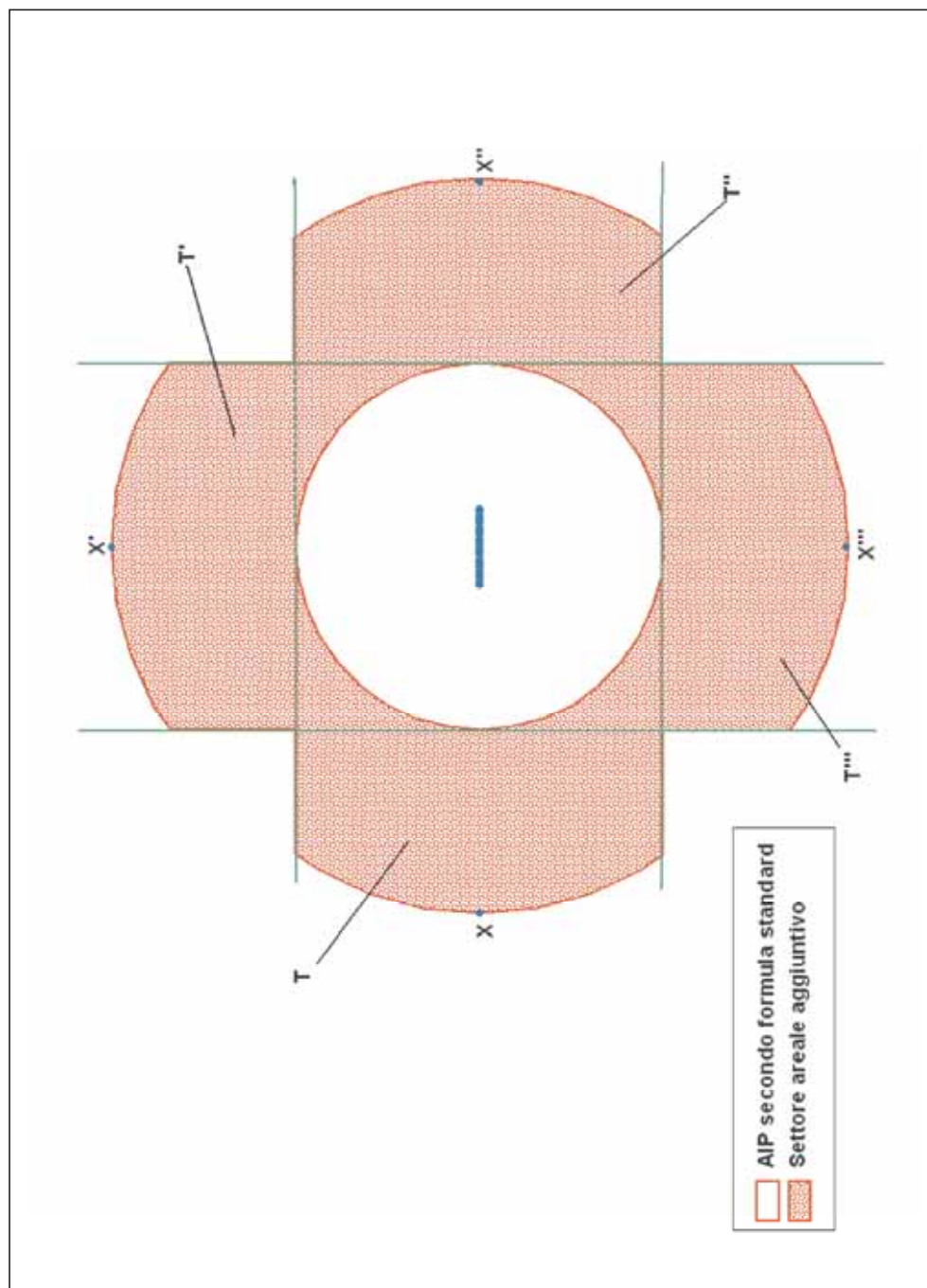


Fig. 5: settori aggiuntivi T, T', T'', T''', calcolati per i punti di eccezionalità X, X', X'' e X'''

APPENDICE II

CALCOLO DEGLI INDICI DI SHANNON, HILL E SHARPE

Nell'effettuare l'analisi di un'area, allorché si produce una cartografia tematica di uso del suolo, è utile lo studio della composizione del mosaico delle tessere che la compongono, in base ai seguenti indici messi a punto dalle ricerche di ecologia del paesaggio:

- Indice di dominanza di Shannon
- Numero della diversità di Hill
- Change Index di Sharpe

L'analisi di questi indici, permette di approfondire lo studio relativo alla complessità degli usi del suolo, andando a valutare la distribuzione e la grandezza delle singole tessere.

Con l'indice di Dominanza di Shannon l'esperto è in grado di capire se il mosaico paesaggistico dell'Area di Studio è caratterizzato da "tessere" (ovvero poligoni) di grande dimensione, con una risultante semplicità del paesaggio, oppure da piccole "tessere" con un'elevata frammentazione paesaggistica, o ancora da situazioni miste.

L'Indice di Dominanza di Shannon viene così calcolato:

$$D_1 = \ln(n) + \sum (n_i/N) * \ln(n_i/N)$$

Dove: n_i = superficie della singola "patch"

N = superficie totale

n = numero delle classi di uso del suolo

All'aumentare dell'indice di Shannon corrisponde un aumento della dominanza di determinate "tessere" sulle altre.

Il Numero di Hill, invece è in grado di quantificare la dominanza di un preciso numero di usi del suolo per una determinata area. Il valore ottenuto applicando la formula di Hill è strettamente legato all'indice di Shannon e non è mai superiore al numero delle classi di uso del suolo che compongono un determinato mosaico paesaggistico.

Il Numero di Hill viene così calcolato:

$$N_1 = e^{-\sum (n_i/N) * \ln(n_i/N)}$$

Dove: n_i = superficie della singola "tessera"

N = superficie totale

n = numero delle classi di uso del suolo

Accompagnando lo studio di questi due indici con il calcolo del numero di "tessere", la loro deviazione standard, la loro superficie media, nonché con la distribuzione degli usi del suolo dell'area in analisi, è possibile avere un'idea chiara delle peculiarità del mosaico paesaggistico ed in particolare della sua complessità.

Lo studio di questi indici acquista un significato maggiore se vengono presi in considerazione per un'analisi multitemporale, come nel caso dello studio dell'AIL. Infatti, confrontando i valori calcolati per diversi periodi di una stessa area, è possibile mettere in evidenza la tendenza alla semplificazione o alla complessità del suo mosaico paesaggistico, consentendo importanti osservazioni sulla "fragilità" o sul "degrado" del paesaggio in analisi.

Nel caso dell'analisi multitemporale è utile anche il calcolo del "CHANGE INDEX DI SHARPE", che permette di evidenziare in maniera veloce quelle che sono le caratteristiche particolari delle dinamiche evolutive tra due diversi periodi, nella stessa area di indagine.

L'Indice di Sharpe viene così calcolato:

$$C = [(pk2-pk1)/ t2-t1]/S$$

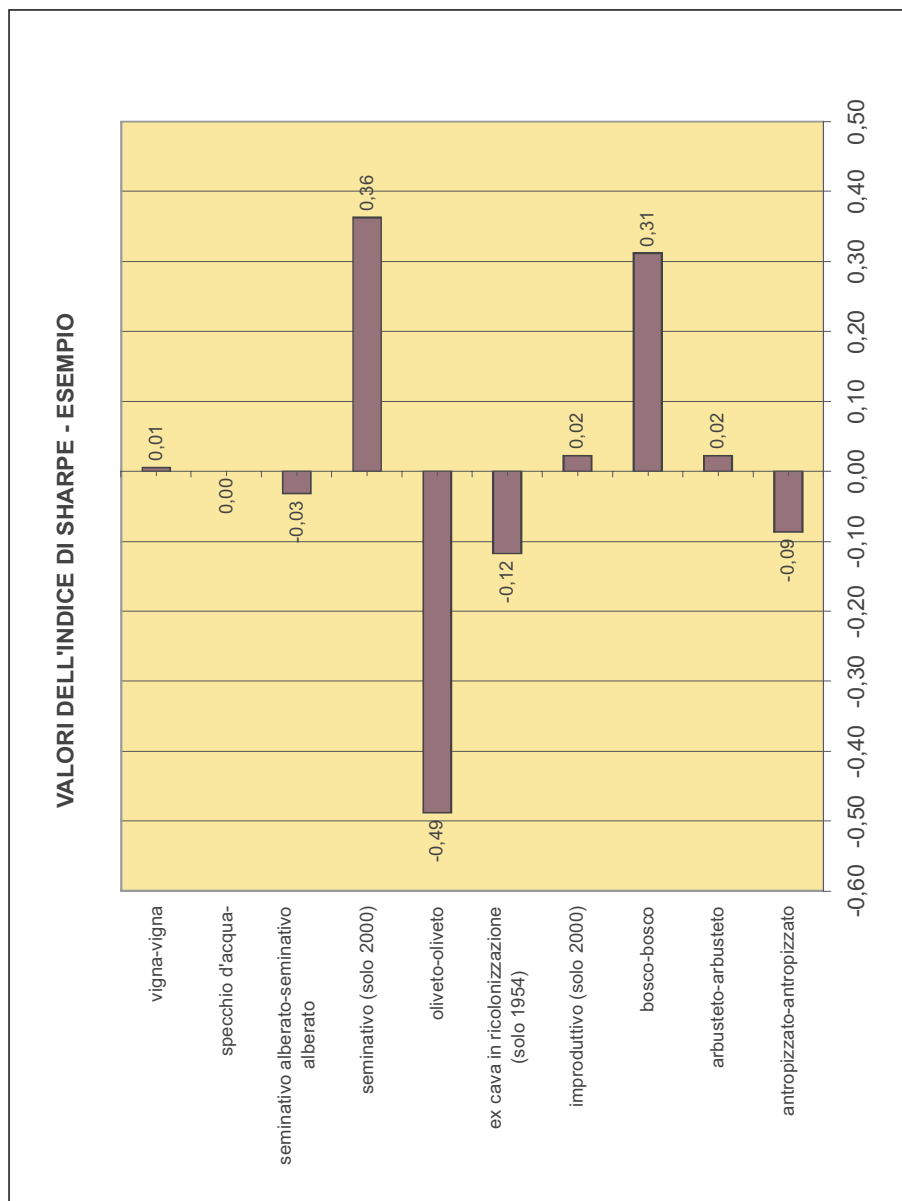
Dove:

pk1= superficie della singola classe di uso del suolo all'anno t1 espressa in Ha

pk2 = superficie della singola classe di u.d.s. all'anno t2 (t2>t1) espressa in Ha

S = superficie totale dell'area espressa in Km²

Per spiegare la sua utilità viene qui di seguito mostrato un grafico di esempio.



Come si può notare, nel grafico sono messi in evidenza valori (positivi o negativi) in relazione ai diversi usi del suolo. Valori positivi dell'Indice di Sharpe, stanno ad indicare un aumento della presenza di un determinato uso del suolo nel periodo in analisi (in questo caso 1954-2000), mentre un valore negativo indica una sua diminuzione.

In particolare, nel grafico si nota che tra il 1954 ed il 2002, nell'area analizzata, un valore negativo domina su tutti gli altri, mentre due sono quelli positivi di una certa "consistenza".

Questa distribuzione dei valori sta a significare che l'evoluzione dominante dell'area nel periodo ha interessato specialmente la classe "oliveto" (-0.49), la quale si è "trasformata" soprattutto in "bosco"(0.36) o "seminativo"(0.31).

In conclusione, tramite queste analisi è possibile mettere in evidenza caratteristiche che generalmente non sono immediate nella percezione di un determinato paesaggio. I risultati ottenuti con questo tipo di analisi, oltre che come elemento di valutazione della effettiva "fragilità" o "caratterizzazione" degli scenari dell'area di studio, sono utili come "supporto decisionale" per la valutazione della sensibilità, poiché un particolare elemento in contesti diversi può assumere significato diverso.

Per il calcolo degli Indici in questione è sufficiente applicare i formulari alle basi di dati degli usi del suolo provenienti dagli strati informativi prodotti su base G.I.S., con un "semplice" foglio di calcolo quale Microsoft Excel.

APPENDICE III

INDICE STORICO

L'indice storico Hi (HISTORICAL INDEX)

L'elaborazione di indici applicativi per la valutazione degli aspetti storico culturali, si presenta come elemento di novità nell'analisi dei sistemi paesaggistici. Elementi numerici, ottenuti attraverso lo sviluppo di algoritmi di calcolo basati su considerazioni inerenti all'identità storica di un territorio, sono strumenti utili alla valutazione di interventi gestionali volti alla conservazione e alla valorizzazione del paesaggio.

La definizione di un indice storico (Hi)⁵ consente una stima numerica del valore di emergenza storica di un sistema di paesaggio, di un tipo di uso del suolo, di una singola tessera, ma trova applicabilità anche nella valutazione di elementi materiali unici quali manufatti rurali e singoli alberi. L'individuazione di una struttura gerarchica entro la quale i singoli elementi di paesaggio si distribuiscono in base al loro indice, permette un confronto di sistemi paesistici diversi.

L'analisi si definisce necessariamente attraverso una contestualizzazione storico-geografica, effettuata attraverso la delimitazione topografica dell'area e la scelta di un intervallo storico in cui concentrare lo studio. Essa tende a valorizzare soprattutto l'emergenza storica, cioè quegli elementi del paesaggio la cui estensione ha avuto una contrazione nel tempo tale da minacciarne la sopravvivenza in un dato paesaggio. I componenti dell'indice sono i seguenti:

(Sr): scala di riferimento spaziale, viene espressa in ettari;

(Tr): scala di riferimento temporale, viene espressa in anni.

Questi due componenti costituiranno i parametri entro i quali l'indice storico assumerà validità numerica. Gli altri elementi sono:

Hgd: estensione geografica passata all'anno di riferimento (nel nostro caso 1832) misurata in ettari;

Pgd: estensione geografica attuale, misurata in ettari;

Hp: persistenza storica dell'elemento considerato, misurato in anni.

Hpv: valore di persistenza storica dell'elemento: il rapporto Hp/Tr, il cui valore oscillerà 0 e 1;

La formula proposta per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$Hi = Hpv \cdot (Hgd/Pgd)$$

Il principio, espresso, si basa sull'attribuzione di un maggiore valore storico (Hi) sia agli elementi con elevata persistenza temporale (Hp), sia agli elementi che presentano una distribuzione geografica attuale (Pgd) ridotta rispetto al passato (Hgd).

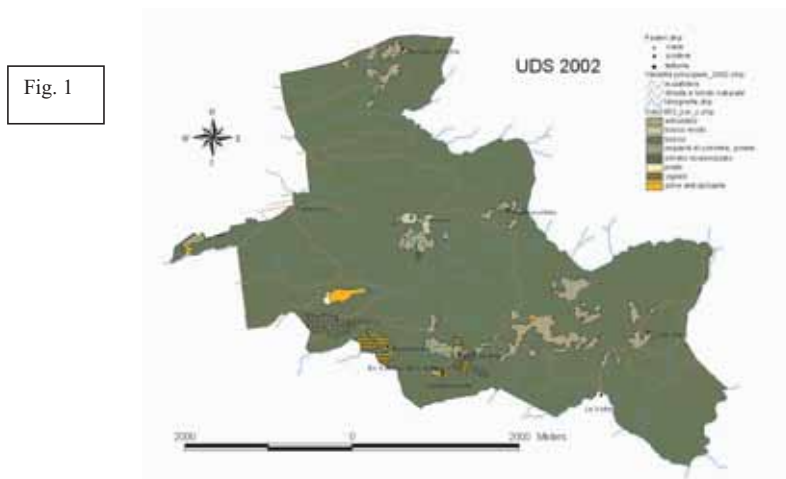
I valori calcolati per ogni elemento possono essere sommati per ottenere una stima complessiva del paesaggio di una determinata area all'attualità, supponendo di ottenere un valore di Hi maggiore per paesaggi frammentati ed antichi, rispetto ai paesaggi moderni caratterizzati da una diversità strutturale modesta. L'indice non definisce una gerarchia di valori fra gli usi del suolo, per cui il valore iniziale di un oliveto viene considerato uguale ad un castagneto o ad un prato, senza tener conto che un esemplare di castagno può avere diversi secoli di età, mentre le specie erbacee che compongono un prato si possono rinnovare annualmente. Si considera quindi solo il tipo di uso del suolo, ed è soprattutto l'entità della

⁵ Le sigle degli elementi dell'indice sono abbreviazioni dall'inglese.

contrazione della sua superficie nel tempo, ed in secondo luogo la persistenza storica, che ne definiscono il valore.

Calcolo degli indici H_i per il paesaggio di un'area di studio

Ci si propone di seguito di applicare la formula per il calcolo degli indici storici alle categorie di uso del suolo utilizzate per la carta UDS 2002 indicata in figura 1.



La scala temporale di riferimento scelta (Tr) è data dai 170 anni compresi tra il 1832 ed il 2002, cioè lo stesso intervallo di tempo sul quale si effettua l'analisi multitemporale. La variabile spaziale Sr è stata individuata nell'estensione della zona esaminata e corrisponde a 1451 ettari nell'esempio indicato. I risultati ottenuti sono riportati in tabella.

Tabella 1: calcolo dell'indice storico per l'esempio in figura 1

Categorie	presente dal	Hpv	Hgd	Pgd	H_i
<i>Arbusteto</i>	1954	0,28	41,97	59,26	0,20
<i>Bosco</i>	1832	1,00	588,75	1337,00	0,44
<i>Oliveto</i>	1954	0,28	21,41	14,17	0,43
<i>Pinete</i>	1940	0,36	6,33	20,79	0,11
<i>Prato,pascolo</i>	1832	1,00	314,17	1,02	308,01
<i>Vigneti</i>	1954	0,28	0.2	12,15	0.005
Totale					309,22

Arbusteto:

$$H_{pv} = 48/170 \text{ anni} = 0.28$$

$$H_i = 0.28 \cdot (41.97/59.26) = 0.20$$

Bosco

$$H_{pv} = 1,00$$

$$H_i = (588.75/1337) = 0.44$$

Oliveto

$$H_{pv} = 0.28$$

$$H_p = 0.28 \cdot (21.14/14.17) = 0.42$$

Pinete

$$H_{pv} = 0.36$$

$$H_i = 0.36 \cdot (6.33/20.79) = 0.11$$

Pascolo

$$H_{pv} = 1$$

$$H_i = (314.17/1.02) = 308.01$$

Vigneti

$$H_{pv} = 0.28$$

$$H_i = 0.28 \cdot (0.2/12.15) = 0.005$$

Sintesi

Dai dati così ottenuti è possibile elaborare una gerarchia degli elementi, in base agli indici storici H_i calcolati.

Classe di UDS	H_i
Pascolo	308,01
Bosco	0,44
Oliveto	0,42
Arbusteto	0,2
Pineta	0,11
Vigneti	0,005

Dalla tabella risulta subito evidente come il pascolo si proponga come classe dal più alto valore storico, risultato intuibile dalla massiccia riduzione superficiale che lo ha interessato e dall'alta persistenza storica che lo caratterizza. L'importanza di una copertura arborea forestale, come elemento centrale e gerarchicamente dominante in termini superficiali in tutto l'intervallo temporale analizzato, è rispecchiata dal risultato ottenuto, che pone il bosco al secondo posto della scala dei valori storici, ben al di sotto della categoria "pascolo", conseguentemente all'espansione territoriale che ha avuto il soprassuolo forestale nell'arco di 170 anni.

L'oliveto presenta un H_i di poco inferiore al bosco e quindi, pur costituendo una tessera paesaggistica più recente, assume un'importanza paritaria alla superficie forestale, suggerendo come un intervento di recupero degli oliveti ricolonizzati, si pone come obiettivo perseguibile nell'ottica di una valorizzazione paesaggistica.

Si deve poi notare come l'arbusteto assurga ad un rango superiore rispetto ad elementi quali vigneti e pinete, pur costituendo una componente paesaggistica antitetica al pascolo stesso che nella presente graduatoria occupa il primo posto. Riducendo il periodo di osservazione dai 170 agli ultimi 48 anni l'arbusteto assume infatti un valore superiore di H_i pari a 0,70 a

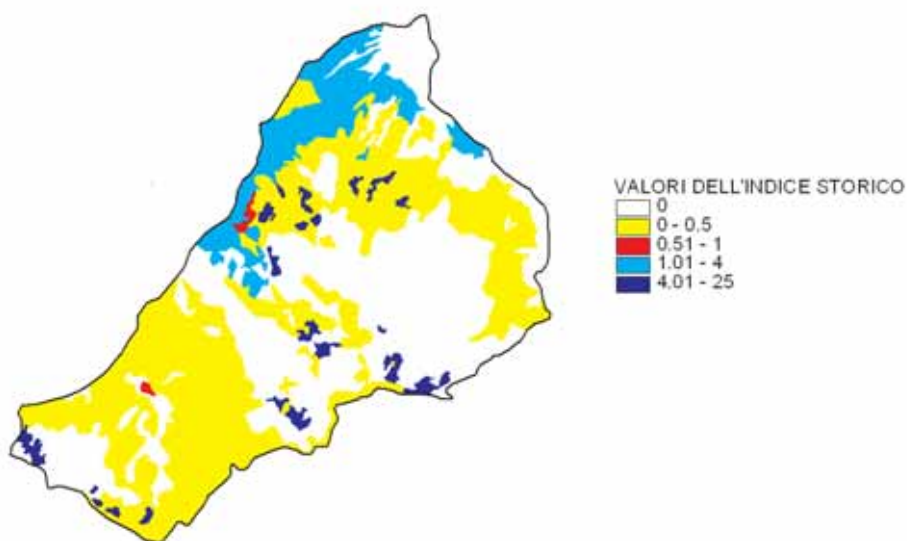
riprova del fatto che il calcolo degli Hi assume significati diversi a seconda degli ambiti storici all'interno dei quali la ricerca si svolge. E' quindi ipotizzabile che gli attuali rimboschimenti e vigneti con scarso Hi potranno assumere nel tempo importanza rilevante, in termini di valore storico, incrementando la loro persistenza sul territorio.

Rappresentazione cartografica dell'indice storico

Una volta effettuato il calcolo dell'indice storico per i diversi usi del suolo, è necessario operare un'attribuzione di tali valori allo strato informativo vettoriale rappresentativo dell'epoca più recente, creando un apposito campo nel database ad esso associato. In questo modo è possibile evidenziare sul territorio attuale, tramite i software GIS, la diversa distribuzione dei valori storici calcolati e creare il layout della “**Carta di distribuzione dell'indice storico**”.

Tale carta permette di evidenziare, oltre alla collocazione dei singoli valori sul territorio, complessi continui di elevato valore paesaggistico; lo strato prodotto diviene quindi un supporto utile all'esperto per la valutazione del valore intrinseco e della sensibilità delle aree oggetto di studio.

Fig. 2: Esempio di carta della distribuzione dell'indice storico



**LINEE GUIDA
PER LA VALUTAZIONE
DELL'IMPATTO AMBIENTALE
DEGLI IMPIANTI EOLICI**

**ASPETTI GENERALI E CENNI SULLE
COMPONENTI ATMOSFERA, CLIMA ACUSTICO,
AMBIENTE IDRICO, SUOLO E SOTTOSUOLO**

Regione Toscana

1. Aspetti generali

Elettrodotto

Le linee elettriche di collegamento dell'impianto eolico con la rete di distribuzione devono avere la lunghezza minima possibile.

E' preferibile che dette linee siano in media tensione (MT) ed interrato. Ove non fosse tecnicamente possibile la realizzazione di un elettrodotto interrato, la linea MT aerea deve essere dotata di conduttori riuniti all'interno di un unico rivestimento isolante.

Nel caso in cui la potenza generata dall'impianto eolico ed altre motivazioni di carattere tecnico rendessero inderogabilmente necessaria la costruzione di un elettrodotto ad alta tensione a 132 kV (AT), si fa presente quanto segue:

- gli elettrodotti aerei esterni a 132 kV con tracciato di lunghezza superiore a 3 km sono soggetti alla procedura di valutazione di impatto ambientale di competenza regionale, in quanto inclusi nell'allegato A1 della L.R. 79/98. Pertanto ove si rendesse necessaria una tale linea elettrica, questa, l'impianto eolico e tutte le altre opere connesse devono essere sottoposte alla procedura di valutazione dell'impatto ambientale di competenza regionale;
- gli elettrodotti aerei esterni a 132 kV con tracciato di lunghezza fino a 3 km e gli elettrodotti in cavo interrato non sono soggetti alle procedure di cui alla L.R. 79/98, ma devono essere considerati come opere connesse all'impianto eolico.

Ove possibile il tracciato delle linee aeree, sia MT che AT, deve affiancarsi ad infrastrutture lineari esistenti.

Il tracciato del cavo interrato, sia MT che AT, deve seguire preferibilmente la viabilità esistente o la viabilità di servizio all'impianto eolico.

In tutti i casi in cui sia prevista la realizzazione di linee elettriche aeree si rende necessario prenderne in esame in particolare gli impatti sull'avifauna e sul paesaggio nonché le relative misure di mitigazione.

In tutti i casi in cui sia prevista la realizzazione di linee elettriche AT, sia aeree che interrate, si rende in particolare necessario prendere in esame gli effetti delle radiazioni non ionizzanti prodotte sulla salute pubblica, tenuto conto di quanto previsto al Titolo II della L.R. 51/99 ed all'art. 3 del Regolamento Regionale 9/00. In particolare nel caso di linee interrate che per loro natura generano elevate esposizioni alle radiazioni nelle immediate vicinanze dei cavi dovranno essere assicurati, nelle aree "accessibili" in cui l'esposizione della popolazione non riguardi una parte significativa della giornata, livelli di campo magnetico compatibili con la presenza di apparecchi stimolatori cardiaci e, in generale, di apparecchiature elettroniche il cui malfunzionamento possa costituire un rischio per la salute.

Viabilità

La strada di collegamento dell'impianto con la rete viabile pubblica deve avere la lunghezza minima possibile. Si possono realizzare nuovi tratti stradali solo ove si dimostri l'assenza di viabilità utilizzabile o l'impossibilità di adeguare la viabilità esistente.

Salvo documentate esigenze di carattere tecnico, si deve evitare la pavimentazione del piano viario con materiale impermeabile. Le scarpate stradali, al termine dei lavori di costruzione, devono essere inerbite (e/o cespugliate se il sito è collocato in area forestale); si deve predisporre un sistema di regimazione delle acque meteoriche cadute sul piano viabile. La larghezza della carreggiata, eventualmente utilizzata per i trasporti eccezionali, deve essere ridotta al minimo indispensabile per il transito dei mezzi ordinari.

Pertinenze

I piazzali di pertinenza dell'impianto eolico devono determinare la minima occupazione possibile di suolo e, ove possibile, devono interessare aree degradate da recuperare o comunque suoli già disturbati e alterati.

Salvo documentate esigenze di carattere tecnico, si deve evitare la pavimentazione impermeabile delle superfici. Le scarpate, al termine dei lavori di costruzione, devono essere inerbite (e/o cespugliate se il sito è collocato in area forestale) e si deve predisporre un sistema di regimazione delle acque meteoriche cadute sui piazzali.

Cantiere di costruzione

Il cantiere deve occupare la minima superficie di suolo, aggiuntiva rispetto a quella occupata dall'impianto e deve interessare, ove possibile, aree degradate da recuperare o comunque suoli già disturbati e alterati.

Si deve predisporre un sistema di regimazione delle acque meteoriche cadute sull'area di cantiere, nonché prevedere idonei accorgimenti che evitino il dilavamento della superficie del cantiere da parte di acque superficiali provenienti da monte.

Al termine dei lavori il proponente deve procedere, appena possibile, al ripristino morfologico, alla stabilizzazione ed all'inerbimento di tutte le aree soggette a movimento di terra ed al ripristino della viabilità pubblica e privata, utilizzata e danneggiata in seguito alle lavorazioni.

Misure di compensazione

E' opportuno che il proponente l'impianto preveda idonei interventi compensativi quali sostituzione di linee elettriche aeree, miglioramento dell'inserimento ambientale di infrastrutture esistenti, ecc.

Dismissione dell'impianto

Il proponente deve indicare la vita utile dell'impianto ed indicare le modalità di smantellamento delle opere e di recupero ambientale del sito, al termine del periodo di produzione.

2. Atmosfera*Fase di costruzione*

Il proponente deve adottare tecniche per la riduzione della produzione o la propagazione di polveri, quali: bagnatura delle piste di servizio non pavimentate in conglomerato cementizio o bituminoso; lavaggio delle ruote degli autocarri in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento dei materiali; bagnatura e copertura con teloni del materiale trasportato dagli autocarri; pulizia delle strade pubbliche utilizzate. Le bagnature non devono provocare fenomeni di inquinamento delle acque, dovuto a dispersione o dilavamento incontrollati.

3. Rumore e vibrazioni

La documentazione di valutazione dell'impatto acustico deve essere redatta conformemente alle disposizioni di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale 13.07.99, n. 788 pubblicata sul B.U.R.T. 11.08.99, n. 32 bis.

Fase di costruzione

Per quanto riguarda la produzione di rumore in fase di costruzione, il proponente deve rispettare i limiti stabiliti dal D.M. 14.11.1997, anche attraverso la messa in opera di idonei accorgimenti di mitigazione, ed eventualmente, in ultima analisi, facendo ricorso all'autorizzazione in deroga per le attività temporanee, di cui alla Deliberazione Consiglio Regionale 77/00, Allegato I, Parte 3.

Fase di esercizio

Per quanto riguarda la produzione di rumore in fase di esercizio, il proponente deve rispettare i valori limite di emissione ed i valori limite di immissione, assoluti e differenziali, stabiliti dal D.M. 14.11.1997, tenuto conto del piano comunale di classificazione acustica se approvato ovvero i valori limite transitori di cui all'art. 6 del D.P.C.M. 1.3.91 in caso di assenza di quest'ultimo. È fatta in ogni caso salva la necessità di rispetto dei valori limite differenziali di immissione.

Il proponente deve evidenziare il livello di vibrazioni prodotte dall'impianto, presso i recettori residenziali più prossimi, e confrontare tali valori con i livelli di disturbo per la popolazione riportati dalla normativa tecnica nazionale e internazionale in materia.

4. Ambiente idrico

Fase di costruzione

In fase di costruzione, al fine di limitare il rischio di rilascio di carburanti, lubrificanti ed altri idrocarburi nelle aree di cantiere, il proponente deve prevedere il controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi ed il parcheggio dei mezzi meccanici nonché l'esecuzione dei rifornimenti di carburanti e lubrificanti su un'area attrezzata e impermeabilizzata. Il proponente deve prevedere idonei accorgimenti da mettere in opera in caso di contaminazione accidentale del terreno o delle acque con idrocarburi ed altre sostanze inquinanti.

Le eventuali cisterne per lo stoccaggio di idrocarburi devono essere esterne e provviste di bacini di contenimento, opportunamente dimensionati in funzione della capacità delle cisterne medesime.

Fase di costruzione ed esercizio

Il proponente deve dimostrare la compatibilità dell'impianto eolico e di tutte le opere connesse con le norme disposte dalla pianificazione di bacino per le aree a pericolosità idraulica e per le aree in cui è prevista la realizzazione di opere idrauliche, nonché ove necessario dimostrare la compatibilità con le Norme del Piano di Indirizzo Territoriale di cui alla Delibera Consiglio Regionale 12/00 nella parte in cui recepisce la Delibera Consiglio Regionale 230/94. E' opportuno evitare le aree a pericolosità idraulica più elevata.

5. Suolo e sottosuolo

Fase di costruzione

Il proponente deve dimostrare la compatibilità dell'impianto eolico con l'eventuale presenza di aree soggette a bonifica di cui all'art. 17 del D.Lgs. 22/97.

La progettazione delle eventuali opere di difesa del suolo connesse all'impianto eolico e delle opere di recupero ambientale, deve conformarsi alla Delibera Consiglio Regionale 155/97, tenuto conto di quanto previsto dalla L.R. 56/00, art. 6.

Fase di costruzione ed esercizio

Il proponente deve dimostrare la compatibilità dell'impianto eolico e di tutte le opere connesse con le norme disposte dalla pianificazione di bacino per le aree a pericolosità geomorfologica. E' opportuno evitare le aree a pericolosità geomorfologica più elevata.

6. Salute pubblica

Fase di costruzione ed esercizio

La stabilità degli aerogeneratori deve essere garantita in relazione alle condizioni meteorologiche più estreme prevedibili per il sito d'installazione, tenuto conto della possibilità di formazione di ghiaccio sulle strutture.

7. Attività agro-forestali

Fase di costruzione

E' preferibile che sia evitata l'occupazione, temporanea o permanente, di suolo investito con colture agricole di pregio, come ad esempio vigneti a denominazione di origine ed oliveti specializzati.

Nel caso che le opere previste interessino praterie, le zolle di cotico erboso devono essere, prima dell'avvio dei lavori, prelevate accantonate e gestite in cumuli di dimensioni adeguate ad evitare fenomeni degenerativi e poste a dimora al termine dei lavori.

Nel caso in cui la realizzazione delle opere comporti trasformazione del bosco ai sensi della L.R. 39/00 art. 41, fatte salve le autorizzazioni previste, il proponente l'intervento deve prendere in esame la possibilità di mettere in atto un intervento di rimboschimento compensativo, su altro sito opportunamente scelto, anche se la superficie boscata eliminata ha superficie non superiore a 2.000 m².

Devono essere salvaguardati gli alberi monumentali di cui all'elenco previsto dall'art.3 della L.R. 60/98.

La presenza fisica del cantiere (e successivamente dell'impianto) non deve precludere l'esercizio delle attività agricole nei fondi confinanti e la continuità della viabilità rurale esistente.

Il materiale legnoso ricavato dai tagli della vegetazione deve essere tempestivamente allontanato per evitare l'innesco e la propagazione di incendi.