
TIRENDI

Energia eolica ed ambiente

Domenico Tirendi
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

L'eolico, tra le varie fonti di energie rinnovabili, ha il pregio di possedere un buon rapporto qualità/prezzo a fronte, però, di una serie di impatti determinati sul paesaggio in cui vengono collocati gli impianti. Mentre per alcune persone, infatti, la forma, le linee ed il colore delle turbine eoliche possono risultare esteticamente piacevoli, per altre modificano pesantemente lo status quo determinando un'"industrializzazione" del paesaggio rurale

La localizzazione degli impianti eolici avviene perlopiù in zone aperte o linee di crinale: tutte localizzazioni molto visibili e di grande valore sociale, storico, naturalistico ed estetico.

Il paesaggio dell'Appennino Dauno meridionale è ricchissimo di zone boschive ed enormi distese di verde, di borghi medievali scavati nella roccia, di antichi conventi ed abbazie che affiorano tra la vegetazione e di evocativi castelli eretti a sfida del tempo; più recentemente, invece, lo stesso paesaggio è stato interessato dall'istallazione massiccia di un rilevante numero di turbine eoliche che ha determinato una serie di impatti percepiti negativamente da turisti e residenti. L'attribuzione di valori monetari ad elementi intangibili come la qualità e di bellezza di un paesaggio, contribuisce a farli emergere sotto forma di "prezzi ombra", utilissimi per essere incorporati nelle analisi costi-benefici.

Ciò è molto importante al fine di considerare tutti i benefici ed i costi (anche quelli relativi alla conseguente diminuzione di bellezza di un paesaggio per la presenza delle turbine, al rumore, alle ricadute sul turismo e al deprezzamento delle proprietà circostanti) integrando e colmando l'inadeguatezza, le lacune ed i limiti delle tecniche di valutazione e di misurazione di impatti. La valuta-



Casone della Finocchiara o "Castel dirupo"

zione di contingenza in particolare, per come è strutturata, si presenta come un utile strumento alorché si renda necessario il coinvolgimento *bottom-up* della popolazione locale e delle associazioni che si prefiggono di tutelare i valori culturali, sociali ed ambientali nelle diverse comunità, anche alla luce dell'indirizzo europeo imperniato sulla definizione di una pianificazione territoriale partecipata e della Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

I Governi di molti Paesi hanno finalmente compreso quanto sia importante sostenere ed incoraggiare la produzione di energia dalle fonti rinnovabili (vento, sole, maree, ecc.) rispetto a quella prodotta convenzionalmente (gas naturale, carbone su tutte). Il pressante bisogno di ridurre l'inquinamento atmosferico delle nostre città, il surriscaldamento del pianeta come conseguenza dell'innalzamento su scala globale delle emissioni dei gas serra, i cambiamenti climatici che hanno contribuito a generare catastrofi ambientali senza precedenti ci hanno fatto ormai capire quanto sia oggi più che mai indispensabile produrre energia "ad emissioni zero".

A ciò occorre aggiungere come la costante impennata del prezzo del petrolio e la sempre crescente crisi medio-orientale hanno indirizzato l'attenzione mondiale nei confronti delle energie rinnovabili. Tra le fonti rinnovabili, la generazione eolica è cresciuta in quasi tutti i paesi dell'Unione Europea meno che in Italia, laddove opinioni contrastanti tra Ministero dell'Ambiente, alcune Regioni e gruppi di ambientalisti hanno fatto attestare, nel 2004, il nostro paese all'ultimo posto nella speciale classifica per MW di eolico installati

(si veda a tal proposito il grafico in figura 1). I 1.600 MW prodotti in Italia (oggi circa 2140), infatti, sono ben pochi se paragonati ai 18.000 della Germania, ai 10.000 della Spagna e ai 3.000 della Danimarca.

Tra i motivi della crescita dell'eolico occorre considerare il buon rapporto qualità-prezzo, dal momento che offre energia pulita per circa 6 eurocent/KWh¹ (International Energy Agency, 2004; Fusco Girard, Peter Nijkamp, 2004), seppure, le resistenze, soprattutto italiane, ad una più estesa diffusione dell'eolico sono tutt'altro che trascurabili e dovute al fatto che gli aerogeneratori, essendo simboli forti e riconoscibili di tecnologie innovative, determinano un impatto tutt'altro che trascurabile sull'ambiente circostante. Considerando, infatti, la scala e le dimensioni dell'intervento, che comprende anche l'installazione di infrastrutture ausiliarie (linee di trasmissione dell'elettricità, stazioni sottostanti, strade a servizio degli stessi, ecc.) si può ragionevolmente capire come esso, molto spesso, entri in evidente conflitto con il paesaggio circostante, alterandone irrimediabilmente lo scenario e le specifiche caratteristiche. Mentre le turbine eoliche, infatti, si trovano spesso ad essere in numero tale da apparire intrusive per molti soggetti (sebbene alcuni le ritengano esteticamente piacevoli), le emissioni di sostanze inqui-

¹ Rapporto IEA (International Energy Agency) World Energy Outlook del 2004. Anche nel testo L. Fusco Girard, P. Nijkamp (2004) *Energia, bellezza e partecipazione: la sfida della sostenibilità*, Franco Angeli, pag.106, il costo di produzione dell'energia eolica in Italia viene indicato pari a 0,06 €/Kwh con un tempo di rientro dell'investimento iniziale stimato tra il 6° e l'8° anno e con un rendimento dell'11-12%.

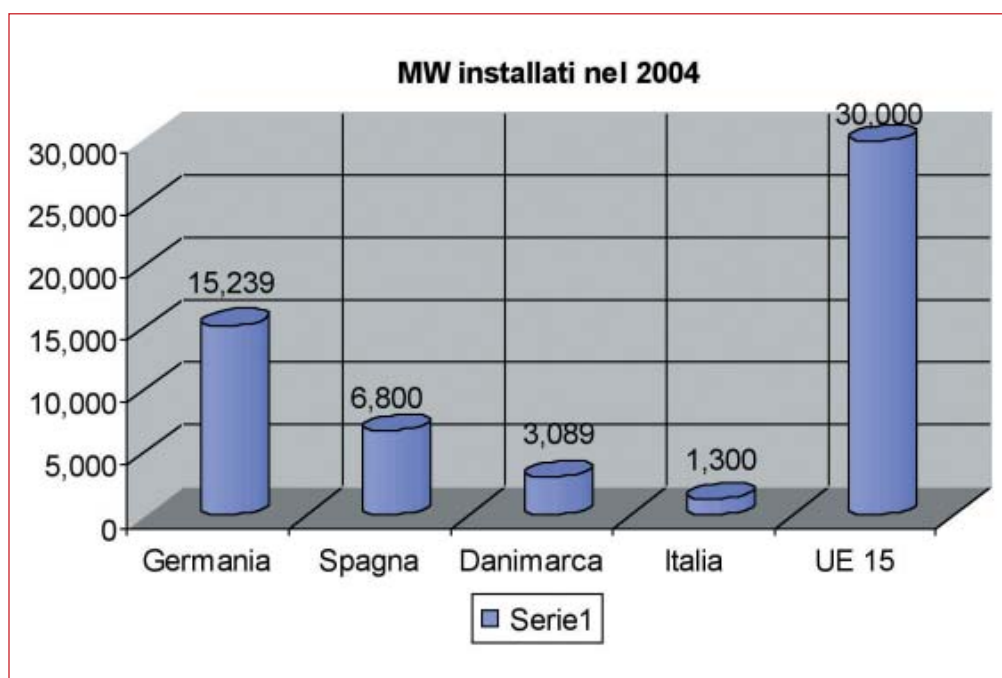


Figura 1

MW installati nel 2004
Fonte: Enea

nanti che grazie alla loro installazione è possibile evitare (circa 1 Kg di anidride carbonica in meno per ogni KWh prodotto con l'eolico) non possono essere con la stessa facilità comunicate a tutti.

Questo è il motivo principale per cui si sente sempre più il bisogno di un coinvolgimento sistematico delle comunità locali, ex ante, per costruire "dal basso" l'indispensabile consenso della popolazione interessata ai fini della scelta della più idonea localizzazione e del dimensionamento degli impianti stessi (tenendo ben presente al contempo, che una non corretta installazione, magari imposta dal recepimento dei soli vincoli ambientali locali, potrebbe rendere inefficace l'utilizzazione della risorsa eolica), ed ex post, per l'individuazione, ed eventualmente, per la misurazione degli impatti ai danni del paesaggio.

Il paesaggio, inteso come "insieme dei luoghi che sono offerti simultaneamente alla vista" e come "parte di territorio, così come percepito dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o antropici e dalle loro interrelazioni", così come definito dalla Convenzione Europea, divenuta legge da poco meno di un anno (L n.14 del 09/01/06) viene sempre più spesso riconosciuto da turisti e da residenti come un importante bene culturale in virtù del suo stretto legame con la storia e lo sviluppo della cultura delle popolazioni. L'aspetto principale dell'impatto generato dalla realizzazione di un impianto eolico si riferisce generalmente all'intrusione visiva nel contesto territoriale, sia in termini estetici che di relazione con fattori naturali ed antropici (Mazzitelli e Lucchesi, 2004). Le caratteristiche degli impianti eolici che determinano impatti sul paesaggio sono, infatti: la localizzazione, l'altezza delle torri e delle turbine, il

loro numero, il movimento, i colori ed i materiali utilizzati, nonché la presenza di infrastrutture di servizio. La localizzazione di questi impianti, infatti, avviene perlopiù in zone aperte molto visibili e di grande valore sociale (spazi per il tempo libero e la ricreazione), storico (nei pressi di siti ritenuti di grande valore per la popolazione locale), estetico (nei pressi di paesaggi o formazioni geologiche di pregio) e naturalistico (siti interessati a migrazioni di specie avicole) (Tabella 1).

A tal proposito uno studio statunitense² (Erickson e al, 2001) finalizzato a documentare il tasso di mortalità per collisione di uccelli ed impianti eolici, comunque, stima questa probabilità tra lo 0,01 e lo 0,02% di tutte le morti per collisione dei volatili. Esistono, infatti, anche notizie di un buon livello di convivenza tra uccelli migratori ed impianti eolici, specie nei paesi del Nord Europa, dal momento che in alcuni casi sarebbero stati avvistati dei nidi addirittura collocati sulla cima della navicella dell'aerogeneratore. La collocazione e l'ancoraggio degli aerogeneratori al suolo, inoltre, rende necessari scavi a notevole profondità che possono alterare il corso delle falde acquifere sotterranee e danneggiare, anche irrimediabilmente, eventuali ritrovamenti archeologici ancora sconosciuti e presenti sul sottosuolo.

Alcuni soggetti, inoltre, lamentano interferenze alle radiocomunicazioni e sovraesposizione ai campi elettromagnetici generati dalle torri eoliche. L'e-

² Erickson W. P., Johnson G. D., Strickland M. D., Young D. P., Sernka K. J. (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, Western Ecosystem Technology Inc., Cheyenne, Wyoming

Tabella 1

Potenza	Tipologia dell'impianto	Componenti ambientali interessate	Entità dell'impatto
< 1 MW	Impianto isolato	Paesaggio	Assai limitato
		Territorio	Presente
		Rumore	Limitato a 400-500 m
		Avifauna	Possibile
		Comunicazioni	Generalmente bassa
≈10 MW	Vecchia centrale (con generatori da 200-350 KW)	Paesaggio	Rilevante
		Territorio	1-2% dell'area interessata
		Rumore	Limitato a 600-700 m
		Avifauna	Presente
		Comunicazioni	Possibile (ma bassa)
>10 MW	Nuove centrali (con generatori da 600-750 KW e oltre)	Paesaggio	Assai rilevante
		Territorio	1-3% dell'area interessata
		Rumore	Rilevante (900-1000 m)
		Avifauna	Rilevante
		Comunicazioni	Generalmente bassa

Fonte: G. M. De Pratti (Convegno: "Compatibilità ambientale delle fonti rinnovabili: Il caso dell'eolico" tenutosi a Roma il 21/02/02)

ventuale inquinamento elettromagnetico generato dalle turbine, però, non è allo stato attuale documentabile per l'esiguità di studi in materia.

Per quanto concerne il rumore prodotto dal movimento delle pale, recenti studi hanno dimostrato che a distanza di poche centinaia di metri (che sono le distanze tipiche di confine per limitare eventuali rischi per gli abitanti delle aree circostanti) è sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo.

L'occupazione dei suoli da parte delle turbine e delle infrastrutture ausiliarie, inoltre, è trascurabile in quanto l'installazione delle singole turbine consentente la permanenza degli stessi usi del suolo precedenti all'installazione come la destinazione agricola, la silvicoltura e l'allevamento. Per gli impianti agricoli di dimensioni medio-bassi l'occupazione del suolo è, infatti, limitata ad una percentuale variabile tra il 3 al 6% dell'area interessata.

Ulteriori fenomeni negativi si verificano allorché le pale riflettendo la luce solare procurano fastidiosi abbagliamenti visibili anche a diversi chilometri di distanza.

Proprio in ragione di ciò sarebbe opportuno che questi impatti fossero tutti considerati preventivamente anche attraverso l'utilizzo di forme di partecipazione attiva "dal basso" quali *Focus Group*, assemblee pubbliche, ecc. al fine di cercare attraverso il dibattito di costruire il consenso dei cittadini nei confronti di una scelta che avrà delle ripercussioni sulla loro normale vita quotidiana.

Occorre, però, evidenziare come i margini di mitigazione degli impatti, soprattutto di tipo visivo, sono molto ristretti a causa delle caratteristiche dimensionali dell'impianto. Uno studio condotto dall'IVPC (Italian Vento Power Corporation) di con-

certo con Enea, coadiuvato dal supporto delle popolazioni che vivono in territori interessati dalla presenza dell'eolico, ha messo in evidenza quanto sia maggiormente percepito come negativo "l'addensamento" rispetto al numero complessivo delle turbine, arrivando alla conclusione che una distanza di 2-2,5 volte il diametro del rotore sia molto meno "impattante" per le turbine disposte su file singole e tra le 6 e le 10 volte nel caso di impianti disposti su più file, impedendone, di fatto "l'effetto selva" (cfr. Gipe 2002; Inspiring Place 2002). Un'ulteriore considerazione emersa dallo studio già citato riguarda la tipologia dell'impianto: la torre a traliccio viene maggiormente preferita alla larga torre tubolare metallica, in quanto consentirebbe di intravedere il cielo e le montagne sullo sfondo restituendo all'osservatore l'interesse del paesaggio. In linea di principio ciò è condivisibile, anche se occorre mettere in conto che questa soluzione comporterebbe un aumento del rumore prodotto dal passaggio della pala davanti al traliccio.

Descrizione della metodologia utilizzata

Nel mercato il valore dei beni viene sempre espresso attraverso il prezzo, una misura non ambigua e definita univocamente attraverso un numero cardinale. Ciò si adatta molto ad i beni di tipo privato che vengono abitualmente scambiati; ma come fare per quei beni pubblici, non escludibili e non rivali, dotati di elevata qualità, il più delle volte unici ed irriproducibili, per i quali il mercato si dimostra fallimentare? La valutazione dei beni ambientali e culturali e del paesaggio, infatti, non può limitarsi al valore economico, ma



Torri eoliche – gruppo da 12 pale – Accadia

deve includere valori di tipo storico, artistico, simbolico, spirituale e sociale.

Per rendere “operativi” questi valori, ovvero per renderli comprensibili e comunicabili a tutti si è cercato di attribuirgli una base economica, introducendo negli anni '60 il concetto di Valore Economico Totale (VET) come sommatoria dei valori d'uso (diretto, indiretto e differito) e dei valori indipendenti dall'uso (di lascito e di esistenza). Alla prima categoria appartengono quei benefici che scaturiscono da un'interazione volontaria con la risorsa. Dai valori di non uso si trae, invece, solo una soddisfazione morale dalla conservazione del bene, dovuta a motivazioni altruistiche (Tempesta e Marangon, 2004).

La valutazione di contingenza consiste nel domandare ad un campione di individui quale sia la disponibilità a pagare (DAP) per il mantenimento/miglioramento della qualità di una risorsa mirando a tracciare una curva di domanda, altrimenti latente.

Le domande possono essere di due formati: aperta (che prevede una domanda diretta agli intervistati sulla massima disponibilità a pagare) e chiusa (viene richiesta la disponibilità a pagare per una specifica somma e, a seconda che la risposta sia positiva o negativa, viene proposta una cifra superiore o inferiore). In questo studio è stato impiegato il formato chiuso dicotomico, già utilizzato in letteratura per la stima del danno da sversamento in mare di un'enorme quantità di greggio da parte della petroliera Exxon Valdez (Alaska), del degrado dei principali monumenti di Neuchatel (Svizzera), di Washington (USA) e Lincoln (Gran Bretagna) e dell'inquinamento atmosferico di Casagiove dovuto all'attività estrattiva a cielo aperto a Caserta (Italia).

La fase iniziale dello studio è consistito nell'individuazione di uno scenario, che seppure ipotetico potesse essere ritenuto plausibile dal campione della popolazione interpellato e nella ricerca di quegli elementi potenzialmente in grado di fornire una corretta e neutrale descrizione degli impatti dell'eolico sul paesaggio dei Monti Dauni Meridionali.

Sulla base di questionari somministrati attraverso interviste del tipo “frontale” ad un campione casuale di 200 residenti dei comuni di Accadia e Sant'Agata (per un totale di 400 interviste complessive) si è ottenuta una valutazione su base monetaria dell'impatto sul paesaggio di Accadia e Sant'Agata di Puglia dovuto alla presenza delle turbine eoliche. Ad Accadia e Sant'Agata sono, infatti, presenti 64 aerogeneratori per una potenza nominale complessiva di 35,2 MW (Tabella 2). Preliminarmente si è provveduto alla progettazione del disegno statistico dell'indagine: ampiezza del

Tabella 2

Comune	Potenza nominale (MW)	Numero di aerogeneratori
Accadia	10,0	18
Sant'Agata di Puglia	25,2	46

campione e vettore degli importi monetari. È importante, infatti, scegliere preventivamente la natura del campione ed i differenti importi monetari dai quali estrarre a caso quello da sottoporre agli intervistati. La fase successiva ha riguardato la somministrazione dei questionari e la registrazione delle risposte positive nell'ambito di ogni sub-campione relativamente ad un certo importo monetario. La terza ed ultima fase è stata dedicata all'elaborazione econometrica dei risultati ottenuti al fine di stimare la funzione di distribuzione della probabilità di risposta positiva e la misurazione della DAP media e mediana (e di tutti gli altri percentili).

La teoria su cui si fonda questo metodo è relativa all'utilità lancasteriana, secondo la quale ogni fruitore della risorsa possiede una funzione di utilità $U(j, R)$, dove j è una variabile binaria che assume il valore di 1 quando l'utente è disposto a pagare l'ammontare richiesto e 0 quando non lo è, mentre R rappresenta il reddito individuale. Il valore espresso in termini di DAP, che ciascun fruitore assegna alla risorsa, è quello che soddisfa la seguente relazione di indifferenza:

$$U(1, R - DAP) = U(0, R)$$

L'individuo accetterà di pagare l'ammontare richiesto se e solo se ne ricaverà un'utilità maggiore o almeno pari:

$$U^i = u^i(1, R - x_i, X) > u^i(0, R, X).$$

Indicando con $\text{Prob}(S|X) = \text{Prob}(DAP > x_i) = 1 - G_{DAP}x_i$, dove $G_{DAP}x_i$ è la funzione di distribuzione cumulata della variabile casuale DAP la cui media è data da:

$$E(DAP) = \int_0^{\infty} [1 - G_{DAP}x_i] dx$$

La conoscenza della funzione $G_{DAP}x_i$ è indispensabile per misurare tutti i percentili della distribuzione, ivi compreso il valore mediano della DAP, ovvero di quell'importo monetario x_i in corrispondenza del quale:

$$1 - G^{-1}_{DAP}(x_i) = 0,5.$$

Dalla teoria del consumatore sappiamo che la DAP individuale deve rispettare il vincolo di bilancio del reddito individuale. Inoltre si assume che la

scelta che contempla il danno al paesaggio viene sempre non preferita alla scelta in cui non vi sia danno; ne consegue che la funzione di utilità scelta deve dar luogo ad una DAP sempre positiva. Si assume che la probabilità di risposta positiva alla richiesta del pagamento di una tassa è pari a:

$$\text{Prob (SI)} = \frac{1}{1 + e^{-\alpha + \beta \ln A}},$$

mentre la media e la mediana sono state stimate rispettivamente come:

$$\text{DAP media} = \int_0^y \frac{1}{1 + e^{-\alpha + \beta \ln A}};$$

$$\text{DAP mediana} = e^{\frac{\alpha}{\beta}};$$

La scelta del valore da assegnare alla y è tutt'altro che trascurabile ai fini del risultato atteso. È bene notare, infatti, che tanto maggiore è il valore di y , tanto più grande sarà il valore atteso della DAP, e di conseguenza il danno stimato. Spesso molti autori utilizzano un approccio molto prudente, utilizzando il massimo ammontare monetario richiesto nell'indagine per "troncare" la distribuzione. Questa scelta, però, porta quasi sempre ad un'evidente sottostima della DAP attesa. Nel presente caso studio la distribuzione è stata troncata al valore del 10° percentile.

Descrizione dello studio sugli impianti di Accadia e Sant'Agata di Puglia

Il paesaggio dell'Appennino Dauno meridionale è un insieme omogeneo dai limiti territoriali quanto mai sfumati e per questo difficili da delimitare comprendendo i comuni di Accadia, Sant'Agata di Puglia, Anzano di Puglia, Panni, Deliceto e Monteleone. Queste città hanno in comune un passato glorioso e più recentemente la diffusa presenza di aerogeneratori eolici collocati sui crinali dei monti che li circondano.

Lo studio sugli impatti generati dalla presenza dell'eolico, così come percepito dalla popolazione locale, si è concentrato sui comuni di Accadia e Sant'Agata di Puglia ritenendo che i risultati dell'indagine possano essere, con buona approssimazione, estesi anche agli altri comuni in quanto tra loro omogenei sia per le caratteristiche di paesaggio che, analogamente, per le caratteristiche culturali e socio-economiche delle popolazioni residenti.

Le origini di Accadia risalgono al periodo Sannita. Conquistata dai Romani, verrà conosciuta col nome di Accua. Solo dopo le distruzioni per mano di Silla, nel tardo medioevo, iniziò a risplende-

re diventando baluardo dei Bizantini col nome di "Aquadia". Col suo borgo medievale scavato nella roccia, Accadia, è entrata nella leggenda per aver opposto una fiera resistenza nel 1462 all'assedio aragonese che durò ben 19 giorni.

Sant'Agata di Puglia, anticamente conosciuta col nome di Oppidum Santae Agathae fu roccaforte prima longobarda, poi normanna, sveva e angioina, feudo dei Colonna sotto Alfonso I di Aragona, poi degli Orsini (1440-1565) e dei Loffredo (1576-1806). Il primo nucleo urbano si sviluppò attorno al castello, intorno al quale vennero edificate le mura di cinta della città, oggi ancora visibili in quanto inglobate nelle mura delle costruzioni ad esse addossate. Il paese annovera impianti eolici installati sul confine del limite territoriale che, nonostante tutto, determinano una serie di impatti nei confronti del patrimonio culturale. Emblematico in tal senso è il caso del medievale Casone della Finocchiara, noto anche col nome di Castel Dirupo o Convento di San Pietro, attualmente circondato da tralicci eolici posti finanche a poche decine di metri da esso.

Gli obiettivi della ricerca possono essere così descritti:

- Corretta descrizione dello scenario;
- Verifica della plausibilità dello scenario descritto e del veicolo di pagamento adottato;
- Rimodulazione del questionario sulla base delle indicazioni registrate nell'ambito dei Focus group e dei pre-test;
- Reclutamento ed addestramento degli intervistatori;
- Avvio della campagna di rilevamento definitiva;
- Analisi econometrica dei risultati ottenuti per la stima del danno.

La somministrazione del questionario definitivo è stata preceduta da due distinti focus group e pre-test, realizzati con la collaborazione delle municipalità di Accadia e Sant'Agata. A ciascun focus group hanno partecipato un gruppo di 10 cittadini tra loro molto eterogenei, essendo stati selezionati opportunamente per età, livello culturale, sesso, reddito, appartenenza ad associazioni ambientaliste e vicinanza dell'abitazione agli impianti eolici.

I Focus Group hanno permesso di capire il modo in cui i cittadini di Accadia e Sant'Agata di Puglia avvertivano il problema dell'impatto dell'eolico sul paesaggio e la reazione rispetto all'eventualità di dover pagare per la loro delocalizzazione.

I successivi pre-test, condotti complessivamente su un campione di 100 famiglie hanno permesso di verificare la comprensibilità del questionario, la plausibilità dello scenario proposto e del veicolo di pagamento (tassa una tantum). I risultati ottenuti attraverso i pre-test hanno, inoltre, permes-

so di ottenere una prima stima dei parametri della distribuzione della DAP, molto utili per la definizione del disegno sperimentale.

Nei mesi di settembre e per tutto il mese di ottobre 2005, il questionario definitivo è stato somministrato attraverso interviste frontali ad un campione di 400 famiglie (200 di Accadia e 200 di Sant'Agata di Puglia).

Il questionario proposto è stato articolato in quattro sezioni. La prima, è stata improntata sulla fase comunemente nota col nome di "sezione di riscaldamento". Qui l'intervistato ha familiarizzato con l'intervistatore discutendo di alcuni problemi di carattere generale e, successivamente, specifici delle città di Accadia e Sant'Agata (si vedano, pertanto, i grafici in figura 2 e 3).

Considerando sia coloro che hanno individuato direttamente nell'eolico il problema di Accadia e Sant'Agata (rispettivamente il 63 ed il 37% della popolazione intervistata), sia quelli che lo hanno fatto dopo una domanda specifica, è importante sottolineare come gli intervistati abbiano dimostrato di avere un'informazione precisa dell'eolico. In caso di risposta negativa si è loro mostrata una brochure corredata da foto che rappresenta il paesaggio dell'Appennino Dauno ed i principali impatti dell'eolico sull'ambiente circostante e nei confronti dei manufatti storico-monumentali.

Tra i principali impatti, investigati nella seconda parte del questionario, sono stati menzionati la minaccia alla nidificazione dei rapaci sul Monte Tre Titoli e sul Bosco Paduli, la diminuzione dei pascoli sommitali a causa di nuove strade a servizio delle turbine, l'alterazione e lo stravolgimento dei regi tratturi, la presenza di pale eoliche nei pressi di manufatti storici come i resti medievali del Casone della Finocchiara e del Santuario del-

la Madonna del Carmine sul Monte Crispiniano. A coloro che indicavano l'eolico come un problema gli è stato chiesto in che maniera si sentissero danneggiati (rumore, avifauna, impatti sui siti culturali, ecc.) ed in che misura (poco, abbastanza, molto; a tal proposito si vedano le figure 4 e 5). Come ulteriore verifica è stato chiesto agli intervistati di dichiarare quanto distano gli aerogeneratori dalla loro abitazione (si vedano le figure 6 e 7). Nella terza sezione del questionario la domanda relativa alla DAP è stata preceduta dalla descrizione dello scenario: "La Giunta Regionale della Puglia sta studiando un Piano di localizzazione dei nuovi impianti eolici³; per quelli già attivi, laddove sia evidente la presenza di impatti negativi sul paesaggio circostante sta valutando la possibilità di delocalizzare gli impianti "off-shore" (sul mare) sul basso adriatico a notevole distanza dalla costa in modo da risultare non visibile anche attraverso l'uso di colori in grado di renderne minimo l'impatto visivo. Lei sarebbe a favore di uno spostamento delle turbine? SI NO. Essendo la delocalizzazione molto onerosa la Regione interverrà nella misura del 50% dei costi, lasciando la restante parte a carico dei cittadini. Se la sua famiglia fosse chiamata a contribuire con un contributo di € x da pagare una sola volta per attuare questo programma, lei come voterebbe?".

Lo scenario ipotetico suggerito ha prospettato agli intervistati l'opportunità di delocalizzare gli impianti eolici su piattaforme off-shore distanti alcuni chilometri dalla costa pugliese. L'intervento proposto, seppure prevedesse costi iniziali più elevati rispetto a quello più tradizionale previsto sulla terra ferma (nell'ordine del 30-40%), prevedrebbe l'installazione di un numero maggiore di

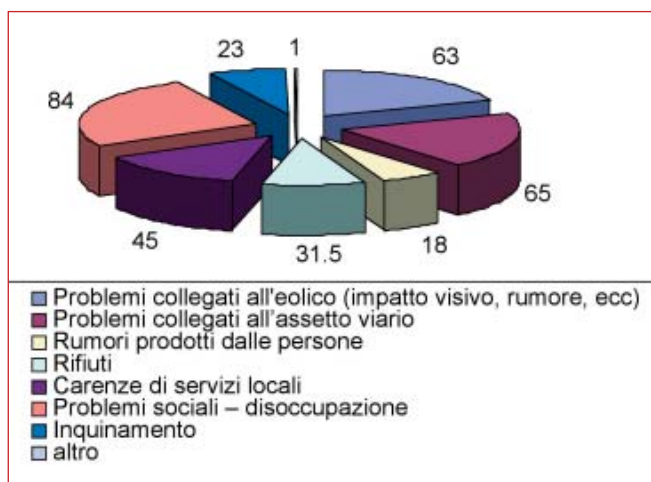
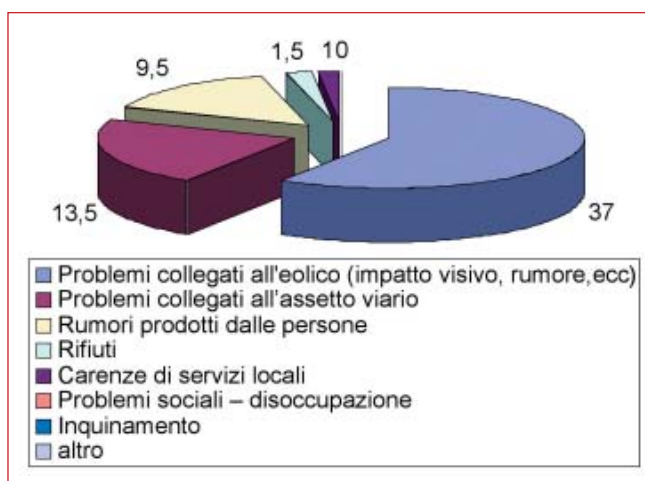


Figura 3 ►

Mi potrebbe indicare i principali problemi di S.Agata?

Figura 2

Mi potrebbe indicare i principali problemi di Accadia?



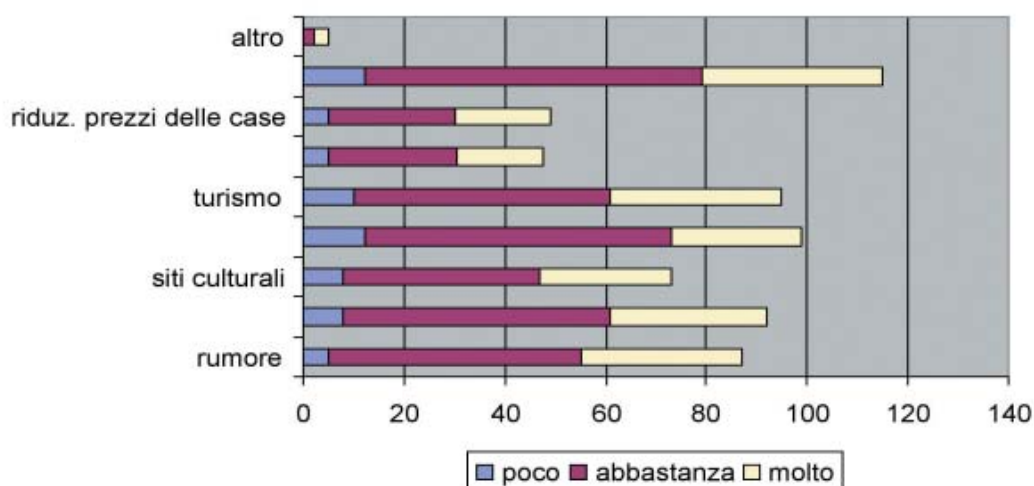


turbine che sfrutterebbero venti più forti e continui (tra i 7,5 e gli 8,5 m/s) consentendo rendimenti energetici ben maggiori ed impatti visivi ed acustici apprezzabilmente inferiori, perché situati a notevole distanza dalla costa rispetto a quello delle turbine poste presso zone abitate. L'eolico off-shore non è una novità assoluta, essendo presente in Irlanda e Danimarca ed inserito nei piani di sviluppo tedeschi; inoltre, nel mar Mediterraneo, ed in particolare sul versante relativo al basso adriatico pugliese le velocità medie del vento consentirebbero tale installazione (si veda

3 Si fa notare come lo scenario ipotetico proposto nel presente caso-studio sia coerente con le indicazioni della Legge Regionale della Puglia n. 9 dell'11/08/2005 chiamata a definire il Piano Energetico Ambientale Regionale, riferito sia alla produzione regionale di energia sia da fonti convenzionali che da fonti alternative e rinnovabili, entro 180 giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge e da approvare entro i successivi 90 giorni.

Figura 4 ►

Problemi connessi
all'eolico
così come
percepiti dalla
popolazione di
Accadia



◄ **Figura 5**

Problemi
connessi all'eolico
così come
percepiti dalla
popolazione
di Sant'Agata
di Puglia

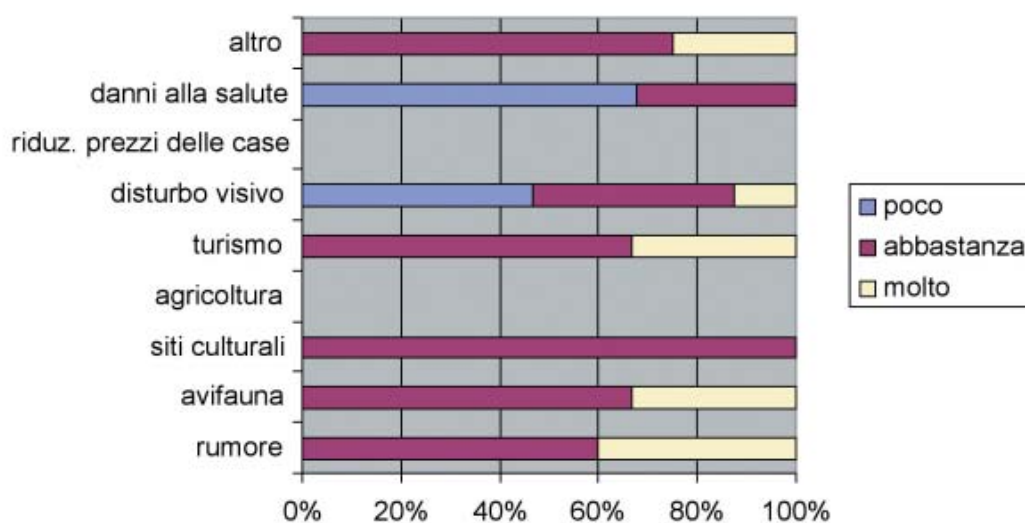




Figura 7

Distanza degli aerogeneratori dalle abitazioni degli intervistati di Sant'Agata di Puglia

Figura 6

Distanza degli aerogeneratori dalle abitazioni degli intervistati di Accadia

Quanto distano gli aerogeneratori da casa sua?

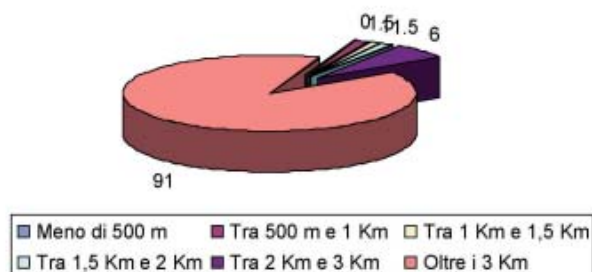


Tabella 4 - Caratteristiche socio-economiche del campione degli intervistati di Accadia e Sant'Agata di Puglia

Caratteristiche del Campione

	Classi	Accadia		Sant'Agata di Puglia	
		Frequenza	%	Frequenza	%
Numero medio dei componenti del nucleo familiare	1	11	5.5	21	10.5
	2	29	14.5	31	15.5
	3	28	14	43	21.5
	4	72	36	58	29
	5	44	22	43	21.5
	>5	15	7.5	4	2
Età degli intervistati	18-23	43	21.5	23	11.5
	24-28	20	10	33	16.5
	29-33	21	11	53	26.5
	34-38	16	8	36	18
	39-43	20	10	12	6
	44-48	27	13.5	14	7
	49-53	19	9.5	9	4.5
	54-58	18	9	5	2.5
	59-63	3	1.5	8	4
	>63	8	4	2	1
	Rifiuto	4	2	5	2.5
Titolo di studio conseguito	Elementari	11	5.5	7	3.5
	Medie	68	34	65	32.5
	Diploma	98	49	103	51.5
	Laurea	14	7	23	11.5
	Spec. post laurea	1	1	2	1
	Altro	4	2	0	0
	Rifiuto	3	1.5	0	0
Reddito individuale	< 10000	61	30.5	62	31
	10-18	17	8.5	72	36
	18-24	23	11.5	19	9.5
	24-28	13	6.5	4	2
	28-34	5	2.5	3	1.5
	34-40	5	2.5	1	0.5
	40-50	2	1	0	0
	50-60	2	1	0	0
	> 60000	3	1.5	0	0
	Rifiuto	68	34	39	19.5

a tal proposito la figura 8) essendo state rilevate, ad un'altezza di soli 10 m slm, velocità medie annuali del vento tra i 4,5 ed i 5 m/s⁴, ma molto maggiori alle altezze abitualmente raggiunte dalle pale delle torri eoliche: a 70-80 metri di altezza, infatti, i valori arriverebbero a superare anche gli 8 metri al secondo⁵ (Cassola et al, 2006). L'ammontare monetario richiesto è stato di € 5, 10, 25 e 50. (Tabella 3). Tali importi sono stati modificati sulla base delle indicazioni emerse nei pre-test e nel primo modello log-logistico stimato. Nel caso di risposta negativa è stata chiesta la disponibilità ad accettare la presenza dell'eolico nel caso in cui vi fossero benefici diretti come la diminuzione dello stesso ammontare da scontare sulla bolletta dell'enei.

Tabella 3 - Disponibilità a pagare del campione degli intervistati di Accadia e Sant'Agata di Puglia

Tassa	DAP per livello di tassazione					
	Accadia			Sant'Agata di Puglia		
	si	totale	% si	si	totale	% si
5€	30	50	60	33	50	66
10€	28	50	56	26	50	52
25€	14	50	28	22	50	44
50€	15	50	30	14	50	28

L'ultima sezione del questionario è stata finalizzata alla raccolta dei dati socio-economici (Tabella 4) degli intervistati (covariate). Rispetto all'età il campione si è diviso in maniera quasi uguale tra i minori di quarant'anni. Il livello d'istruzione prevalente in entrambe le città è risultato essere quello medio superiore (rispettivamente il 49 ed il 51,5% dei residenti di Accadia e Sant'Agata). Infine, per quanto concerne i redditi dichiarati la maggior parte di casi è oscillata tra i 10.000 e i 18.000 euro (rispettivamente 39 e 67% dei residenti di Accadia e Sant'Agata), anche se è stata riscontrata una certa ritrosia nel dichiarare il proprio reddito individuale, essendo stati i rifiuti, rispettivamente pari al 34 ed al 19,5% degli intervistati. Si è utilizzato per la stima del danno

⁴ Dati rilevati dalla "Mappa del vento del mediterraneo". Per gentile concessione del Dott. Alfredo Lavagnini, ricercatore presso l'Istituto di Scienze Atmosferiche e Climatiche ISAC del CNR di Roma.

⁵ I dati si riferiscono alla velocità media del vento sul basso adriatico calcolato alla quota di 85 m slm, altezza tipica del mozzo di molte turbine offshore (si veda <http://www.offshore-windenergy.org>).

Figura 8 Mappa del vento del Mar Mediterraneo (elaborata dal Dott. Alfredo Lavagnini, ISAC, CNR di Roma)

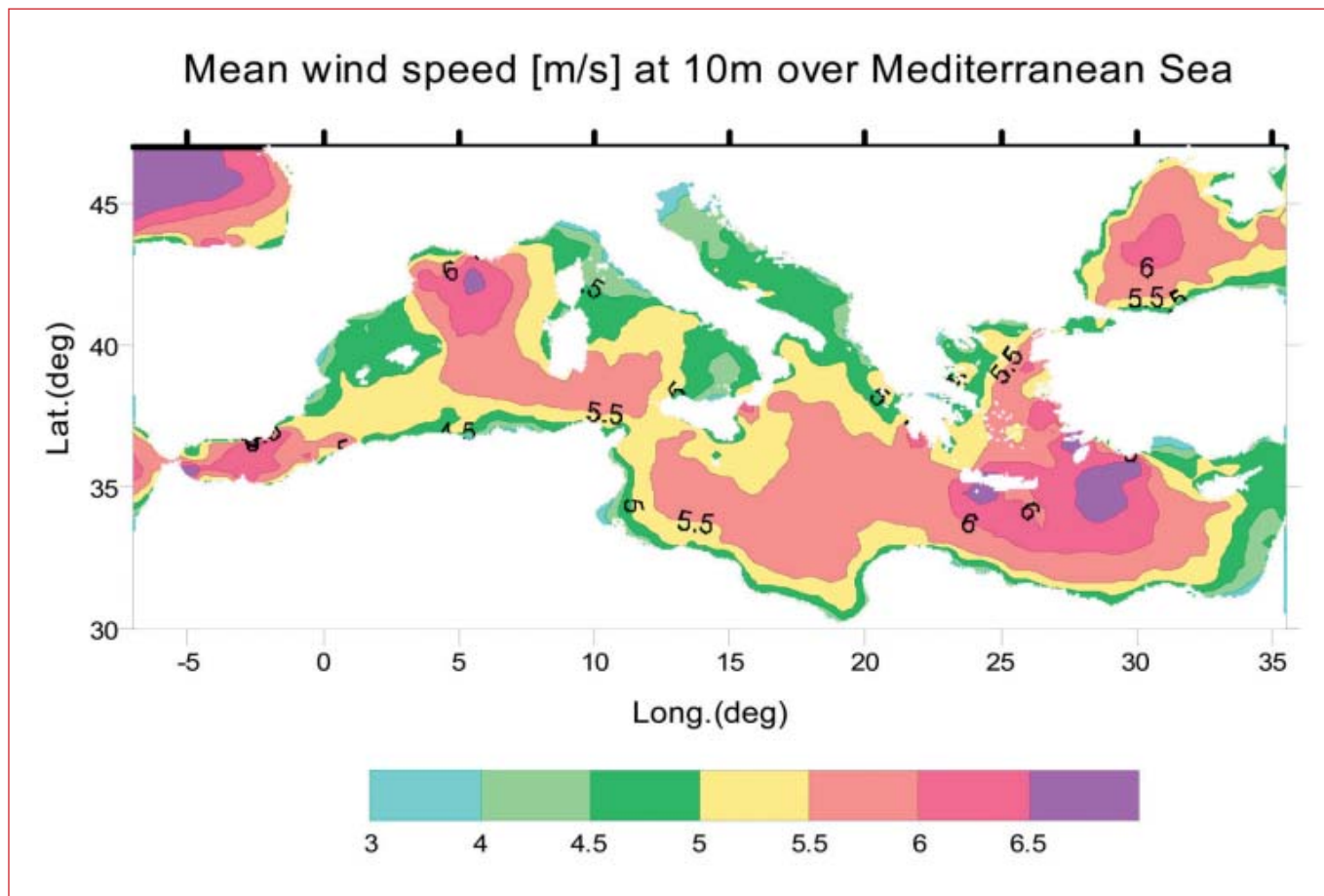


Figura 9 
Distribuzione della DAP (dati Accadia)



*Santuario della Madonna
del Carmine
sul Monte Crispiniano – Accadia*

un modello senza covariate e troncando in entrambe le stime i valori al 10° percentile (rispettivamente a 300 per Accadia e a 400 per Sant'Agata) si è ottenuta una disponibilità a pagare media per Accadia⁶ pari a € 59 e per Sant'Agata di Puglia⁷ di € 77. Moltiplicando questi valori per il numero di famiglie residenti nei due comuni è possibile ottenere una stima monetaria degli impatti rispettivamente di € 54.693 e € 81.620 (Figure 9)⁸.

Considerando, altresì, l'unicità di paesaggio dai confini pressoché indefiniti di Accadia, Sant'Agata

di Puglia, Panni, Deliceto, Anzano di Puglia e Monteleone, nonché le analogie culturali, sociali ed economiche esistenti tra i residenti dei comuni summenzionati è lecito considerare anche una DAP media aggregata estesa a tutti i comuni, che è risultata pari a € 67 e che condurrebbe ad un valore del danno pari a € 356.641⁹.

Conclusioni

Il paesaggio culturale rappresenta una tangibile "cristallizzazione" dell'identità di una comunità, che, nella prospettiva dello sviluppo sostenibile, chiede di essere trasmesso alle generazioni future. Al contempo, la stringente necessità di far fronte al "nodo energetico" con una fonte rinnovabile "a zero emissioni" ed economicamente più vantaggiosa rispetto al solare come l'eolico, (sia per conversione fotovoltaica che termodinamica) e competitiva se confrontata ad altre fonti rinnovabili come con il geotermico e le biomasse, richiede l'utilizzo di idonei strumenti di analisi preventiva dell'impatto sul paesaggio ai fini di un corretto inserimento degli impianti nel contesto paesaggistico.

L'attribuzione di valori monetari agli impatti sul

⁶ Tale valore si ottiene moltiplicando la DAP media di 59 € per il numero di famiglie residenti, che è pari a 927.

⁷ Tale valore si ottiene moltiplicando la DAP media di 77 € per il numero di famiglie residenti, che è pari a 1060.

⁸ Il calcolo dell'integrale è stato eseguito con l'ausilio di una routine di Excel elaborata dal dott. Luigi Cembalo, Dipartimento di Economia e Politica Agraria dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II". Ovviamente ogni eventuale errore è da imputare soltanto all'autore del presente studio.

⁹ Tale valore si ottiene moltiplicando la DAP media aggregata che è di 67 € per il numero di famiglie residenti nei comuni di Accadia, Sant'Agata di Puglia, Panni, Deliceto, Anzano di Puglia e Monteleone che è pari a 5.323, così suddivise: Accadia 927, S. Agata di Puglia 1060, Deliceto 1635, Panni 422, Anzano di Puglia 740, Monteleone 539 (dati aggiornati al mese di ottobre 2005).

paesaggio si dimostra particolarmente utile nell'analisi costi-benefici e nei processi decisionali che devono precedere le scelte di interesse collettivo. Il processo valutativo è, infatti sempre più esercizio del pensiero critico (Fusco Girard, 2004) e la valutazione di contingenza in particolare, per come è strutturata, si presenta come un utile strumento allorché si renda necessario il coinvolgimento della popolazione locale e delle associazioni no profit, anche alla luce dell'indirizzo europeo imperniato sulla definizione di una pianificazione territoriale partecipata e della Valutazione Ambientale Strategica (VAS), integrando e colmando l'inadeguatezza, le lacune ed i limiti di altre tecniche di valutazione e di misurazione di impatti. Occorre, inoltre, diffondere sempre di più e a tutti i livelli la cultura dell'energia, dell'ambiente e della tutela del patrimonio naturalistico e culturale, definendo una serie di norme, criteri ed indirizzi per la valutazione del corretto inserimento ambientale delle nuove tecnologie con procedure trasparenti, flessibili e scrupolose. Per la natura stessa della tematica, che attrae molto l'interesse delle persone, è importante ed auspicabile che si crei una seria collaborazione tra cittadini, imprese, pubbliche amministrazioni, enti di ricerca ed associazioni ambientaliste, al fine di individuare aree idonee alla localizzazione degli impianti eolici in modo da eliminare o ridurre significativamente gli impatti ambientali negativi e le strenue opposizioni da parte delle popolazioni locali che sfociano spesso in dannosi conflitti sociali. Ma tutto ciò non basta se non si inaugura al più presto una stagione all'insegna di un migliore e più razionale utilizzo delle risorse in grado di promuovere forme di risparmio energetico congiuntamente al ricorso alle fonti energetiche rinnovabili (eolica, solare, idroelettrica, carbone pulito, da biomassa e proveniente dal riciclo dei rifiuti). L'eolico, infatti, può dare un contributo soltanto marginale ad alimentare i 320 TWh che costituiscono l'attuale domanda elettrica. La sfida che ognuno di noi è chiamato a raccogliere è, infatti, quella di promuovere ed attuare a tutti i livelli uno sviluppo sostenibile in grado di garantire alle generazioni future di non dover pagare domani il prezzo dell'attuale scriteriata politica energetica.

Si ringraziano le Amministrazioni Comunali dei Comuni di Accadia e Sant'Agata di Puglia per l'attiva e valida collaborazione grazie alla quale hanno reso possibile la realizzazione della ricerca. Si ringraziano, altresì, il prof. Luigi Fusco Girard ed il prof. Gianni Cicia, Università degli Studi di Napoli "Federico II" e la Dr. Patrizia Riganti, University of Nottingham, per i preziosi consigli con cui hanno favorito la buona riuscita del presente lavoro. Ovviamente ogni eventuale imprecisione o errore è da attribuire soltanto all'autore del presente studio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Arrow K., Solow R., Portney P.R., Leamer E.E., Radner R., Schuman H.: Report of the NOAA panel on Contingent Valuation, 1993.
- [2] Carson R.T., Mitchell R.C., Hanemann M., Kopp R.J., Presser S., Ruud P.A.: Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez Oil Spill, in *Environmental and Resource Economics* 25, 257-286, Kluwer Academic Publishers, 2003.
- [3] Cassola F., Burlando M., Villa L., Ratto F.: Eolico in mare: dove in Italia? in *Wind Energy* n.2/2006, Arterenergy Publishing srl, Milano, 2006.
- [4] Cicia G., Hanemann M. W., Tagliaferro C.: La stima del danno ambientale derivante da attività estrattive a cielo aperto in AA. VV (a cura di Marangon F e Tempesta T.) *La valutazione dei beni ambientali come supporto alle decisioni pubbliche*, Editrice Universitaria Udinese, Udine, 2001.
- [5] Erickson W. P., Johnson G. D., Strickland M. D., Young D. P., Sernka K. J.: Avian Collision with Wind Turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality 2001.
- [6] Fusco Girard L., Nijkamp P.: Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio, Franco Angeli, Milano, 1997.
- [7] Fusco Girard L., Nijkamp P.: Energia, bellezza e partecipazione: la sfida della sostenibilità. Valutazioni integrate tra conservazione e sviluppo, Franco Angeli, Milano, 2004.
- [8] Gipe P.: Design as if people matter: aesthetic guidelines for a wind power future in Pasqualetti et al., *Wind Power in View: energy landscapes in a crowded world*, Academic Press, Sydney, 2002.
- [9] Inspiring Place, Heemskirk Wind Farm and associated transmission line visual values inventory and impact assessment, in *Hydro Tasmania, Heemskirk Wind Farm Development Plan and Environmental Management*, Hydr Tasmania, Hobart, 2002.
- [10] Mazzitelli E., Lucchesi M.: Stima e valutazione degli impatti paesaggistici connessi all'inserimento di un parco eolico e misure di mitigazione, *Atti del Seminario di Energia Eolica*, 18-19 Giugno 2004, Torraca (SA), 2004.
- [11] Navrud S., Ready R. C.: Valuing Cultural Heritage, Edward Elgar, eds. 2002.
- [12] Signorello G.: Valutazione Contingente della "disponibilità a pagare" per la fruizione di un bene ambientale: approcci parametrici e non parametrici, in *Rivista di Economia Agraria* n. 2, il Mulino, Milano, 1994.
- [13] Silvestrini G., Gamberale M. (a cura di): Eolico: paesaggio e ambiente, Franco Muzio Editore, Roma, 2004.
- [14] Stanton C.: The Impact and Visual Design of Windfarms, *School of Landscape Architecture, Edinburgh College of Art*, Edinburgh, 1996.
- [15] Tempesta T., Marangon F.: Stima del valore economico totale dei paesaggi forestali italiani tramite valutazione contingente, in *Estimo e Territorio*, n. 11, il Sole 24Ore, Bologna, 2004.
- [16] Tirendi D.: Valutazione di contingenza per la stima dei beni culturali e ambientali, in *Estimo e Territorio*, n. 5, il Sole 24Ore, Bologna, 2003.
- [17] Tirendi D.: Valutazione di contingenza nei progetti di riqualificazione urbana, in *Estimo e Territorio* n.4, il Sole 24Ore, Bologna, 2005.
- [18] Tirendi D.: Metodi di valutazione monetaria dei beni culturali ed esperimenti di scelta: un'applicazione al paesaggio culturale di Capaccio-Paestum, in *Estimo e Territorio* n.1, il Sole 24Ore, Bologna, 2006.
- [19] Tirendi D.: Valore economico degli impatti sul paesaggio culturale, in *Estimo e Territorio* n.10, il Sole 24Ore, Bologna, 2006.