

COMMITTENTE



GRV Wind Sardegna 5 s.r.l.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.5004315920122
Milano PEC:
grwindsardegna5@legalmail.it

GRV WIND SARDEGNA 5 S.r.l.

Via Durini, 9
20122 Milano (MI)
P. IVA 1875460963

PROGETTISTI

Progettisti:
ing. Mariano Marseglia
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

M&M ENGINEERING S.r.l.

Sede Operativa:
Via I Maggio, n.4 Tel./fax +39.0885.791912
Orta Nova (FG) Mail: ing.marianomarseglia@gmail.com

Collaborazioni:
Ing. Giovanna Scuderi
Ing. Dionisio Staffieri



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



PROVINCIA
SASSARI



COMUNE ERULA



COMUNE TULA

PROGETTO

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
DENOMINATO "SA FIURIDA" COMPOSTO DA 5 AEROGENERATORI DA 6,3 MW,
PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 31,5 MW SITO NEL COMUNE DI ERULA (SS),
CON OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI ERULA E TULA (SS)**

ELABORATO

Titolo:

ANALISI COSTI BENEFICI

Tav./Doc.:

Codice elaborato:

EOL-SIA 26

Scala/Formato:

A4

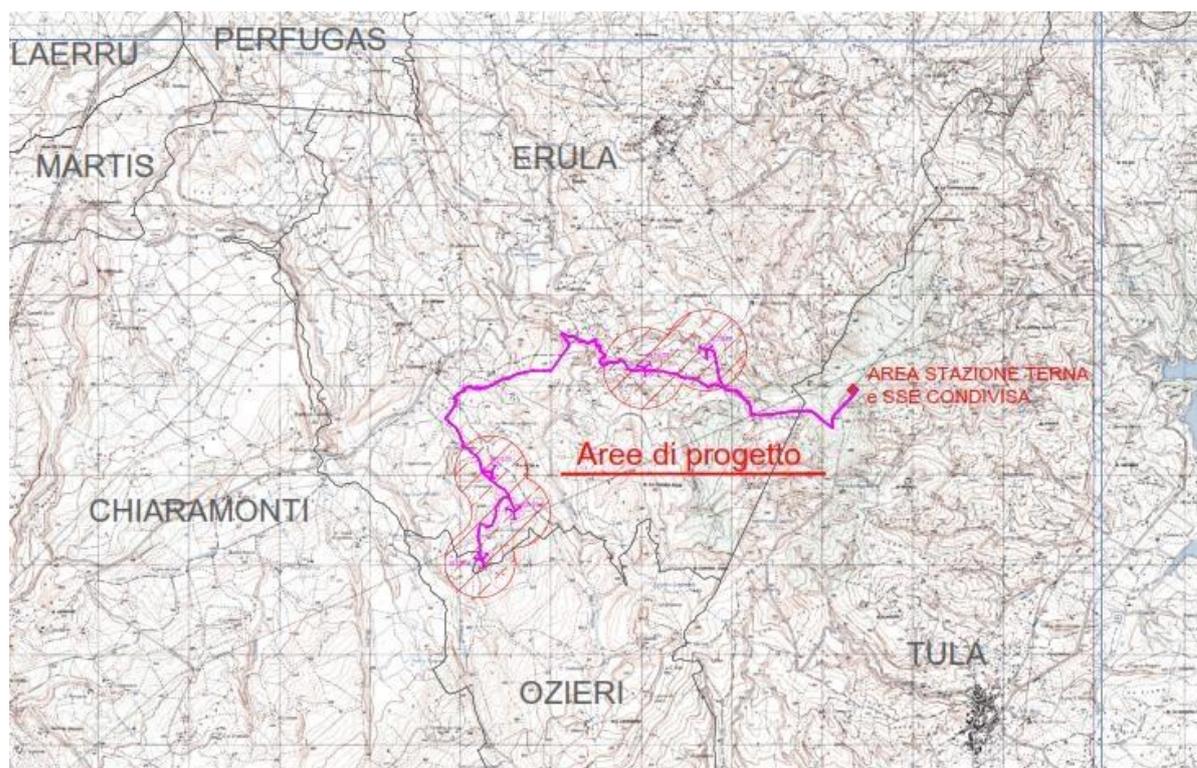
0	Aprile/2023	Prima emissione	M&M	M&M	GRVALUE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

INDICE

1. PREMESSA	3
2. MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN)	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
3.1 OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
3.2 OPERE DI UTENZA PER LA CONNESSIONE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5. CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6. SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE UTENTE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6.1 DESCRIZIONE GENERALE.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6.2 OPERE CIVILI STAZIONI ELETTRICHE.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6.3 OPERE IMPIANTISTICHE.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6.4 CONDUTTORI, MORSE E COLLEGAMENTI AT.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6.5 STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
7. STALLO ARRIVO PRODUTTORE DEDICATO NELLA STAZIONE RTN.	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
8. COLLEGAMENTO ALLA RTN	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
9. IMPIANTO DI TERRA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

1. PREMESSA

La presente relazione Costi-Benefici ha il fine di individuare e valutare il costo ambientale che deve scontare il contesto sociale-paesaggistico in cui si colloca il progetto per la realizzazione di un parco eolico denominato "Sa Fiurida" composto da 5 aerogeneratori da 6,3 mw, per una potenza complessiva di 31,5 mw sito nel comune di Erula (SS), con opere di connessione nel comune di Erula e Tula (SS)".



Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da immettere nella rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione. In questo scenario il parco eolico consentirà di raggiungere obiettivi più complessi fra i quali si annoverano:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, priva di alcuna emissione diretta o derivata nell'ambiente;
- la valorizzazione di un'area marginale rispetto alle altre fonti di sviluppo regionale con destinazione prevalente a scopo agricolo e con bassa densità antropica;
- la diffusione di know-how in materia di produzione di energia elettrica da fonte eolica, a valenza fortemente sinergica per aree con problemi occupazionali e di sviluppo.

Descrizione dell' intervento

L'impianto di produzione sarà costituito da 5 aerogeneratori, ognuno della potenza di 6,3 MW ciascuno per una potenza complessiva nominale di 31,50 MW. Gli aerogeneratori saranno ubicati sud del comune di Erula, a nord del comune di Ozieri, a nord-ovest del comune di Tula ed a est del comune di Chiaramonti.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessano una superficie di circa 140 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

2. STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE (S.E.N.)

Con D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017, il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico. Di seguito viene riportato uno stralcio dello strumento di pertinenza all'intervento progettuale.

Obiettivi qualitativi e target quantitativi

L'Italia ha raggiunto in anticipo gli obiettivi europei - con una penetrazione di rinnovabili del 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto al target del 2020 di 17% - e sono stati compiuti importanti progressi tecnologici che offrono nuove possibilità di conciliare contenimento dei prezzi dell'energia e sostenibilità.

La Strategia si pone l'obiettivo di rendere il sistema energetico nazionale:

più competitivo, migliorando la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;

più sostenibile, raggiungendo in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;

più sicuro, continuando a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, rafforzando al contempo l'indipendenza energetica dell'Italia.

Fra i target quantitativi previsti dalla SEN:

EFFICIENZA ENERGETICA

riduzione dei consumi finali da 118 a 108 Mtep con un risparmio di circa 10 Mtep al 2030;

FONTI RINNOVABILI

28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015; in termini settoriali, l'obiettivo si articola in una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015; in una quota di rinnovabili sugli usi termici del 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015; in una quota di rinnovabili nei trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015;

RIDUZIONE DEL DIFFERENZIALE DI PREZZO DELL'ENERGIA

contenere il gap di costo tra il gas italiano e quello del nord Europa (nel 2016 pari a circa 2 €/MWh) e quello sui prezzi dell'elettricità rispetto alla media UE (pari a circa 35 €/MWh nel 2015 per la famiglia media e al 25% in media per le imprese);

CESSAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CARBONE

con un obiettivo di accelerazione al 2025, da realizzare tramite un puntuale piano di interventi infrastrutturali;

RAZIONALIZZAZIONE DEL DOWNSTREAM PETROLIFERO

con evoluzione verso le bioraffinerie e un uso crescente di biocarburanti sostenibili e del GNL nei trasporti pesanti e marittimi al posto dei derivati dal petrolio;

VERSO LA DECARBONIZZAZIONE AL 2050

rispetto al 1990, una diminuzione delle emissioni del 39% al 2030 e del 63% al 2050 raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021;

**PROMOZIONE DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE E DEI SERVIZI DI MOBILITÀ CONDIVISA;
NUOVI INVESTIMENTI SULLE RETI PER MAGGIORE FLESSIBILITÀ, ADEGUATEZZA E RESILIENZA**

maggiore integrazione con l'Europa; diversificazione delle fonti e rotte di approvvigionamento gas e gestione più efficiente dei flussi e punte di domanda

RIDUZIONE DELLA DIPENDENZA ENERGETICA DALL'ESTERO

dal 76% del 2015 al 64% del 2030 (rapporto tra il saldo import/export dell'energia primaria necessaria a coprire il fabbisogno e il consumo interno lordo), grazie alla forte crescita delle rinnovabili e dell'efficienza energetica

Azioni trasversali

Il raggiungimento degli obiettivi presuppone alcune condizioni necessarie e azioni trasversali:

INFRASTRUTTURE E SEMPLIFICAZIONI

la SEN 2017 prevede azioni di semplificazione e razionalizzazione della regolamentazione per garantire la realizzazione delle infrastrutture e degli impianti necessari alla transizione energetica, senza tuttavia indebolire la normativa ambientale e di tutela del paesaggio e del territorio né il grado di partecipazione alle scelte strategiche;

COSTI DELLA TRANSIZIONE

grazie all'evoluzione tecnologica e ad una attenta regolazione, è possibile cogliere l'opportunità di fare efficienza e produrre energia da rinnovabili a costi sostenibili.

Per questo la SEN segue un approccio basato prevalentemente su fattori abilitanti e misure di sostegno che mettano in competizione le tecnologie e stimolino continui miglioramenti sul lato dell'efficienza.

Compatibilità tra obiettivi energetici e tutela del paesaggio:

- la tutela del paesaggio è un valore irrinunciabile, pertanto per le fonti rinnovabili con maggiore potenziale residuo sfruttabile, cioè eolico e fotovoltaico, verrà data priorità all'uso di aree industriali dismesse, capannoni e tetti, oltre che ai recuperi di efficienza degli impianti esistenti.

Accanto a ciò si procederà, con Regioni e amministrazioni che tutelano il paesaggio, alla individuazione di aree, non altrimenti valorizzabili, da destinare alla produzione energetica rinnovabile

- effetti sociali e occupazionali della transizione: fare efficienza energetica e sostituire fonti fossili con fonti rinnovabili genera un bilancio netto positivo anche in termini occupazionali, ma si tratta di un fenomeno che va monitorato e governato, intervenendo tempestivamente per riqualificare i lavoratori spiazzati dalle nuove tecnologie e formare nuove professionalità, per generare opportunità di lavoro e di crescita.

L'intervento progettuale è l'applicazione diretta della Strategia Energetica Nazionale che punta alla decarbonizzazione del paese e all'incremento dell'energia prodotta da FER, Fonti Energetiche Rinnovabili.

Inoltre, la progressiva dismissione di ulteriore capacità termica dovrà essere compensata dallo sviluppo di nuova capacità rinnovabile, di nuova capacità di accumulo o da impianti termici a gas più efficienti e con prestazioni dinamiche più coerenti con un sistema elettrico caratterizzato da una sempre maggiore penetrazione di fonti rinnovabili.

A fronte di una penetrazione delle fonti rinnovabili fino al 55% al 2030, la società TERNA S.p.A. ha effettuato opportuna analisi con il risultato che l'obiettivo risulta raggiungibile attraverso nuovi investimenti in sicurezza e flessibilità. TERNA ha, quindi, individuato un piano minimo di opere indispensabili, in buona parte già comprese nel Piano di sviluppo 2017 e nel Piano di difesa 2017, altre che saranno sviluppate nei successivi Piani annuali, da realizzare al 2025 e poi ancora al 2030.

3. ANALISI COSTI - BENEFICI

L'elemento strategico per un futuro sostenibile è certamente il maggior ricorso alle energie rinnovabili, le quali rappresentano la capacità di produrre energia senza pericolo di esaurimento nel tempo esse producono energia "pulita", con minori emissioni inquinanti e gas serra. Tra queste, l'eolico, soprattutto di grande taglia, continua ad essere al momento la tecnologia rinnovabile con costi di produzione sempre più competitivi e più paragonabile a quelli delle fonti fossili convenzionali.

L'eolico, come tutte le energie rinnovabili ha il suo costo ambientale. I costi ambientali non rientrano nel prezzo di mercato e pertanto non ricadono sui produttori e sui consumatori, ma vengono globalmente imposti alla società. Tali costi sono tutt'altro che trascurabili e vanno identificati e stimati in ogni progetto.

Intorno al 1950 è stato sviluppato dall'Unione Europea un progetto denominato ExternE (Externalities of Energy), con l'obiettivo di sistematizzare i metodi ed aggiornare le valutazioni delle esternalità ambientali associate alla produzione di energia, con particolare riferimento alle diverse tecnologie rinnovabili applicabili in Europa.

Il progetto sviluppato dall'Unione Europea è basato su una metodologia di tipo Impact Pathway Methodology, per valutare i costi esterni associati alla produzione di energia. La metodologia del progetto ExternE definisce prima gli impatti rilevanti e poi ne dà una quantificazione economica.

Di seguito verranno esposte le direttive di questo studio, adattato ai giorni d'oggi, per arrivare a quantificare i costi ambientali.

Il progetto ExternE individua come esternalità rilevanti nel caso di impianti per la produzione di energia da fonte eolica il rumore e l'impatto visivo, ritenendo gli altri impatti trascurabili anche nella quantificazione monetaria. In particolare, si afferma che l'impatto su flora, fauna, avifauna ed in generale sull'ecosistema sia rilevante solo nel caso in cui l'impianto sia realizzato in aree di particolare valore naturalistico o in prossimità di aree di particolare valore per fauna e avifauna.

Considera poi gli altri impatti (elettromagnetico, impatto sul suolo) del tutto trascurabili.

In particolare, l'impianto eolico in oggetto insiste su un territorio antropizzato da una intensa attività agricola, ben servito dalla una fitta rete infrastrutturale. Per cui l'intervento non andrà ad alterare l'ecosistema naturale esistente.

Impatto acustico - costo esterno

Dall'analisi previsionale di impatto acustico di progetto si evince che gli effetti del rumore prodotto dagli aerogeneratori di progetto sono percepibili nell'intorno degli aerogeneratori per le prime centinaia di metri.

Tutti gli aerogeneratori di progetto sono stati posizionati ad oltre 300 m da edifici abitati (in gran parte masserie agricole).

Sinteticamente, sulla base dei dati tecnici forniti dal produttore ed alla luce della soluzione tecnica prescelta (aerogeneratori della ditta SIEMENS GAMESA SG170 da 6,3 MW) per la realizzazione del futuro parco eolico da realizzarsi in località "Torre Giulia", lo scenario emissivo più gravoso ossia il regime di funzionamento implicante un maggiore livello di potenza sonora

pari a LWA=106,0 dB(A), per tutti i ricettori esaminati lo studio di impatto acustico revisionale ha stabilito che:

i limiti assoluti di immissione di cui all'art. 6 DPCM 1.03.1991 validi per "Tutto il territorio nazionale" risultano sempre rispettati, sia per il periodo di riferimento diurno che notturno

i limiti differenziali, di cui all'art. 2, comma 2 del D.P.C.M. 1/03/1991, risultano sempre rispettati sia per il periodo di riferimento diurno che notturno.

Il costo ambientale derivante dall'impatto acustico prodotto dal parco eolico di progetto che la società dovrà scontare, può essere legato ad un eventuale deprezzamento che potrebbero subire i terreni agricoli posti nell'intorno degli aerogeneratori di progetto.

A tal riguardo è opportuno effettuare alcune puntualizzazioni:

- l'attività agricola non viene ostacolata in alcun modo dalla presenza di aerogeneratori;
- la realizzazione o l'adeguamento della viabilità di servizio agli aerogeneratori, spesso rende maggiormente accessibile gli appezzamenti in prossimità dell'impianto che acquisiscono un valore aggiunto.

In ogni caso volendo individuare un'area di potenziale deprezzamento dei terreni dovuto alle emissioni sonore prodotte dagli aerogeneratori, si è ipotizzato di calcolare un'area di inviluppo pari a 300 m attorno agli aerogeneratori, che esteso ai 5 aerogeneratori comporta una estensione complessiva di circa 140 ha.

In questo intorno non abbiamo edifici abitativi.

Il valore di mercato dei terreni agricoli a seminativo e pascolo nell'area varia da un minimo di 4.500 €/ha per i pascoli ad un massimo di 9.000 €/ha per i vigneti da tavola.

I terreni limitrofi all'area di installazione delle turbine sono per lo più seminativi e pascoli, si considera quindi un valore medio di 7500 €/ha.

Supponendo, teoricamente, che il rumore generato dalle turbine eoliche comporta un deprezzamento dei terreni del 20% (valore assolutamente teorico considerando che l'attività agricola non viene limitata dalla presenza nelle vicinanze di una turbina eolica), risulta che la realizzazione del parco eolico genera una perdita di valore e quindi un costo esterno di 1500 €/ha, e complessivamente un costo ambientale di:

$$1500 \text{ €/ha} \times 141 \text{ ha} = 211.500,00 \text{ €}$$

Questo valore va poi rapportato alla quantità di energia prodotta, l'analisi della producibilità di progetto risulta pari a 79,4 GWh/anno di energia, quindi in 20 anni:

$$79,4 \text{ GWh/anno} \times 20 \text{ anni} = 1588,00 \text{ GWh} = 1.588.000.000 \text{ kWh}$$

Pertanto, il costo esterno (o ambientale) dovuto al rumore prodotto dagli aerogeneratori lo stimiamo in:

$$211.500,00 \text{ €} / 1.588.000.000 \text{ kWh} = 0,00013 \text{ €/kWh} \text{ (0,13millesimi di euro per kWh prodotto)}$$

Impatto visivo - costo esterno

Per la stima del costo ambientale dell'impatto visivo generato dal parco eolico di progetto, è stato preso come riferimento lo studio redatto dal Professore Domenico Tirendi dell'Università di

Napoli. In tale studio è stata valutata una stima monetaria dell'impatto paesaggistico con il metodo della valutazione di contingenza. La valutazione di contingenza è una metodologia nata negli Stati Uniti per stimare il danno prodotto su una risorsa ambientale la cui gestione è pubblica, questa metodologia fu applicata con successo per la prima volta nel 1989 per stimare il danno ambientale prodotto dallo sversamento di petrolio da una petroliera che naufragò nei pressi di una baia dell'Alaska procurando un disastro naturale di notevole entità.

Il Prof. Tirendi ha utilizzato tale metodologia per valutare e quantificare l'impatto paesaggistico prodotto dalla realizzazione di due parchi eolici nei Comuni di Accadia e Sant'Agata di Puglia, nel sub appennino Dauno. Riprendendo un passaggio dello Studio: "Il paesaggio in quanto bene pubblico viene consumato da turisti e residenti senza alcuna spesa. Il fatto che non sia pagato, però, non significa che il paesaggio non abbia un suo valore. Un consumatore, infatti, potrebbe essere disposto a pagare per la sua fruizione/mantenimento (valore d'uso corrente), per poterne usufruire in futuro (valore d'opzione), perché ne possano usufruire le future generazioni (valore di lascito), per il piacere che altri individui possano goderne (valore vicario) e per il solo fatto che un bene territoriale con quelle caratteristiche esista (valore di esistenza). La valutazione di contingenza consiste nel domandare ad un campione di individui quale sia la massima disponibilità a pagare (DAP) per il mantenimento/miglioramento della qualità di una risorsa mirando a tracciare una curva di domanda altrimenti latente. Questo strumento, fondato su questionari compilati attraverso interviste del tipo "in persona" ad un campione casuale di 200 residenti dei comuni di Accadia(FG) e Sant'Agata di Puglia(FG) (per un totale di 400 interviste complessive) ha avuto come obiettivo principale la misurazione del possibile danno arrecato al paesaggio dalla presenza delle turbine eoliche."

TABELLA 1 - DISPONIBILITÀ A PAGARE DEL CAMPIONE DEGLI INTERVISTATI DI ACCADIA E SANT'AGATA DI PUGLIA

DAP per livello di tassazione						
	Accadia			Sant'Agata di Puglia		
Tassa	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

Nel questionario è stato richiesto all'intervistato di esprimere la propria disponibilità a pagare (DAP) per ottenere la delocalizzazione degli impianti eolici presenti nel proprio ambito comunale. La richiesta relativa alla DAP è stata preceduta dalla descrizione del seguente scenario: " La Giunta Regionale della Puglia sta studiando un Piano di localizzazione dei nuovi impianti eolici; 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% del costo, 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 questa programma, lei come voterebbe?".

Nello studio è stato chiesto ad un campione significativo di abitanti dei due comuni quanto fossero disposti a pagare per una delocalizzazione dei Parchi Eolici in altre aree indicando nella domanda i valori di € 5, € 10, € 25, € 50 .

Dalla Tabella precedente, sopra riportata, si evince che ad Accadia su 200 abitanti, 87 (43,5%) sono disposti a pagare, mentre a Sant'Agata di Puglia su 200 abitanti, 95 (47,5%) sono disposti a pagare. Mediamente i dati dei due comuni mettono in evidenza che i residenti sono disposti a pagare 17,6 € per delocalizzare il parco eolico di progetto e non avere l'impatto visivo da esso prodotto.

Considerando ora l'impianto di progetto e sovrastimando i risultati della ricerca condotta nei due comuni Dauni, che risale al 2006, possiamo considerare che oggi oltre il 60% della popolazione residente sia disposta a pagare fino a € 40 per delocalizzare il parco eolico.

Comune	Popolazione	Data ultimo rilevamento
Erula	742	2017
Chiaromonti	1.640	2017
Tula	1.572	2017
Perfugas	2.376	2017
Laerru	903	2017
Martis	517	2017
Totale	7.750	

Consideriamo la condizione peggiore che il 60% della popolazione residente nel raggio dei 10 km (area di maggiore visibilità dell'impianto) sia disposta a pagare fino a 40 euro, risulta che $7.750 \times 60\% \times € 40 = € 186.000$

Anche in questo caso in rapporto alla quantità di energia prodotta nei venti anni, risulta che: $€ 186.000 / 1.588.000.000 \text{ kWh} = 0,00012 \text{ €/kWh}$ (0,12 millesimi di euro per kWh prodotto)

Il valore ottenuto tiene conto della popolazione residente e non del visitatore dell'area. Considerando che nell'area non vi sono attrazioni turistiche di grande rilievo, si ipotizza comunque per eccesso di incrementare il valore ottenuto del 50% nella stima dell'impatto paesaggistico.

Pertanto, il costo esterno (o ambientale) dovuto all'impatto paesaggistico, soprattutto di natura visiva, prodotto dagli aerogeneratori di progetto, lo stimiamo in:

$0,00018 \text{ €/kWh}$ (0,18 millesimi di euro per kWh prodotto)

Valore delle immissioni di CO2 evitate

La realizzazione di un impianto eolico produce il risparmio di costi esterni negativi evitati alla collettività. Il principale aspetto positivo legato alla realizzazione dell'impianto è la produzione di energia elettrica senza che vi sia emissione di inquinanti: una normale centrale termoelettrica alimentata da combustibili fossili, per ogni kWh di energia prodotta produce l'emissione in atmosfera di gas serra (anidride carbonica) e gas inquinanti nella misura di:

- 483 g/kWh di CO₂ (anidride carbonica);
- 1,4 g/kWh di SO₂ (anidride solforosa);
- 1,9 g/kWh di NO_x (ossidi di azoto).

Questo significa che per ogni anno di vita utile della centrale eolica di progetto, per la quale si stima una produzione annua non inferiore 79,4 GWh, una centrale tradizionale produrrebbe:

- circa 38.350 tonnellate di CO₂ (anidride carbonica);
- circa 111 tonnellate di SO₂ (anidride solforosa);
- circa 151 tonnellate di NO_x (ossidi di azoto).

La componente più rilevante è il risparmio di emissione di CO₂ e questo verrà ricavato di seguito.

Nature Climate Change ha pubblicato uno studio dell'Università di Stanford dal titolo "Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy" secondo cui il "costo sociale" (cioè il costo economico verso la collettività, il "costo esterno") di ogni tonnellata di CO₂ emessa in atmosfera vale 220 dollari.

Si tratta di un valore in assoluto molto alto, e comunque molto superiore al valore di 37 \$/t CO₂ che gli USA utilizzano come riferimento per ponderare le proprie strategie di politica energetica ed indirizzare le azioni di mitigazione climatica.

Si tratta di danni (quali appunto "costi esterni", o "esternalità") imputabili a diversi fattori collegati al climate change: da una minore produzione agricola, da una crescita dei problemi (e quindi dei costi) sanitari per i cittadini, dalla minor produttività dei lavoratori, dai costi di riparazione dei danni ambientali generati dai fenomeni meteorologici estremi,....etc.

Frances Moore, coautrice dello studio: "Stimiamo che il costo sociale del carbonio non sia di 37 dollari ma di 220. Questo perchè occorre tener conto degli impatti del cambiamento climatico non solo sulla produzione economica, ma anche sul tasso di crescita economica, con un effetto permanente che si accumula nel tempo".

Lo studio introduce infatti una relazione funzionale fra i danni monetari ed i tassi di crescita delle economie mondiali, contabilizzando quindi come costo della CO₂ anche la "mancata crescita economica" dovuta ai danni collegati al cambiamento climatico avvenuti negli anni precedenti: un effetto che non solo è permanente, ma che si accumula nel tempo.

Utilizzando il Dynamic Integrated Climate-Economy (DICE), i ricercatori di Stanford hanno cercato di contabilizzare l'influenza del global warming sulla modifica del tasso di crescita dell'economia globale, in maniera differente considerando Paesi Sviluppati rispetto a Paesi in via di Sviluppo.

Frances Moore: "Per 20 anni i modelli hanno assunto che il cambiamento climatico non possa influenzare il tasso di crescita di un'economia ma nuovi studi mostrano che ciò potrebbe essere falso. Se il cambiamento climatico impatta non solo sull'output economico di un Paese ma anche sulla sua crescita, allora questo ha un effetto permanente che si accumula nel tempo, portando ad un costo sociale della CO2 molto più alto".

Si noti comunque che questo nuovo valore di 220 \$/t CO2 rappresenta la prima indicazione di un nuovo approccio di ricerca, sicuramente da sviluppare e da migliorare, tenendo però presente che il già citato valore contabilizzato negli USA (pari a 37 \$/tonnellata CO2) si costituisce comunque come valore di riferimento da non sottovalutare o trascurare, dal momento che è stato quantificato sulla base delle indicazioni di innumerevoli studi basati su modelli di simulazione matematica.

Utilizzando comunque il valore di 37 \$/tonnellata CO2 che corrispondono a circa 33 €/tonnellata CO2, stimiamo il valore delle immissioni in ambiente di CO2 evitate per kWh prodotto pari a;

$$0,033 \text{ €/kg} \times 0,483 \text{ kg/kWh} = 0,0159 \text{ €/kWh}$$

Costo di produzione dell'energia

Ai costi sopra stimati va aggiunto il costo di produzione dell'energia elettrica per l'impianto in studio.

In generale, i costi della generazione di elettricità dal vento dipendono da vari fattori, in particolare dall'intensità del vento nel sito di intervento, dal costo di realizzazione dell'impianto, dalla vicinanza del punto di consegna che determina un risparmio sulla realizzazione delle opere di rete per il trasporto dell'energia prodotta.

L'area sulla quale insiste il parco eolico in oggetto si trova in condizioni anemologiche ottimali e il punto di consegna si trova a breve distanza dall'area di progetto e per quanto riguarda il percorso del cavidotto esterno (che collega l'impianto eolico al punto di consegna), esso può utilizzare la viabilità in gran parte esistente.

È opportuno precisare che una tradizionale centrale alimentata con combustibili fossili rispetto ad una centrale a fonte rinnovabile è caratterizzata dall'assenza di consumo di "combustibile", in quanto il vento è una risorsa gratuita ed inesauribile.

Da quando l'industria eolica ha avuto inizio, circa 20 anni fa, il costo dell'energia eolica è in continua diminuzione, grazie alle economie di scala legate all'ottimizzazione dei processi produttivi e soprattutto alle innovazioni tecnologiche degli aerogeneratori.

I dati sui costi livellati dell'elettricità (LCOE) delle principali tecnologie elettriche, contenuti nell'ultimo rapporto di Bloomberg New Energy Finance (BNEF) del 2018 rivela come gas e carbone stiano vivendo una "sfida senza precedenti" in tutti e tre i ruoli che svolgono nel mix energetico:

- la produzione all'ingrosso;
- la dispacciabilità o programmabilità, ossia la capacità di rispondere alle richieste della rete per far salire o scendere la generazione elettricità durante la giornata;

- la flessibilità, ossia la capacità di accendersi e spegnersi in risposta a carenze o surplus di energia elettrica in rete durante periodi di ore.

I principali competitor delle suddette fonti fossili sono rappresentati dagli impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica e solare (fotovoltaico). I primi grazie al calo dei costi di capitale, al miglioramento dell'efficienza e alla diffusione delle aste competitive, possono direttamente competere con la produzione all'ingrosso, iniziando a intervenire anche sul mercato del dispacciamento. L'energy storage invece rappresenta un'importante risorsa a servizi in grado di garantire la flessibilità di rete.

Nel suo studio BNEF calcola l'LCOE per ciascuna tecnologia, tenendo conto di tutte le variabili: dai costi delle attrezzature, di costruzione e di finanziamento alle spese di funzionamento e manutenzione fino alle ore medie lavoro degli impianti. Ha scoperto così che in questi primi mesi del 2018, il benchmark LCOE per l'energia eolica onshore è arrivato a livello globale a 55 dollari per MWh, dato in calo del 18% rispetto ai primi sei mesi dello scorso anno.

Come indicato dai dati rilevati da Althesis nell'ultimo IREX Report il costo medio dell'energia elettrica prodotta da fonte eolica in Europa nel 2022, inteso come Levelized Cost of Electricity (LCOE), è stato di 40 euro a MWh ovvero 0,04 €/kWh

Prezzo dell'energia prodotta

L'analisi verrà completata con la valutazione del prezzo medio di energia che verrà prodotta dall'impianto.

Il prezzo medio di acquisto dell'energia in Italia è di 61,31 euro/MWh, con i valori più alti degli ultimi due anni, ovvero 0,06131 €/kWh (Fonte GME).

Valutazione Costi - benefici

In base alle valorizzazioni dei costi esterni sopra riportate dalla seguente tabella e possibile quantificare che i benefici economici dalla produzione di energia elettrica per il Parco Eolico di progetto sono superiori ai costi esterni prodotti.

VOCI COSTO-BENIFICI	TIPOLOGIA	VALORE	UNITA' DI MISURA
Prezzo vendita energia		0,06131	€/kWh
Costo produzione energia	COSTO	- 0,04	€/kWh
Costo esterno impatto acustico	COSTO	- 0,00012	€/kWh
Costo esterno impatto visivo	COSTO	- 0,00018	€/kWh
Emissione CO2 evitate	BENEFICIO	+ 0,0159	€/kWh
SALDO TOTALE		+0,03691	€/kWh

Il saldo del valore complessivo COSTI-BENIFICI è complessivamente POSITIVO

4. CONSIDERAZIONI A LIVELLO LOCALE - CONCLUSIONE

L'analisi dei costi-benefici ha da un valore assolutamente positivo se consideriamo il risparmio di CO2, di cui beneficiano non solo le comunità locali ma l'intero territorio nazionale.

Considerando la ripartizione percentuale dei costi di realizzazione dell'impianto eolico in oggetto:

Costo Aerogeneratori € 19.700.000;

Costo Realizzazione Opere Accessorie (costruzione delle fondazioni, realizzazione della viabilità, realizzazione cavidotti, sottostazione, ecc.) € 9.065.000,00.

Costo di affitto/diritto superficie dei terreni (si calcola un importo di circa 7,000,00 euro per aerogeneratore;

Spese Generali € 550.000,00

Tutte le opere a servizio dell'impianto diventeranno una fonte di lavoro per le imprese locali, essendo necessario materie prime e mezzi che devo trovarsi non distante dall'area di cantiere, tutto questo si traduce quindi in un profitto per la comunità locale.

Anche se in parte tali opere venissero realizzate anche da aziende esterne, in ogni caso è possibile ipotizzare che almeno il 30% di tali introiti rimarranno sicuramente a livello locale, e quindi almeno 3 milioni di euro.

A questi introiti si aggiunge un gettito fiscale annuo (IMU e TASI), a favore dell'Amministrazione locale, di circa 5 mila euro ad aerogeneratore e quindi complessivamente 25 mila euro annuo per 20 anni pari a 0,5 milioni di euro.

Complessivamente in venti anni per la comunità locale si hanno i seguenti costi-benefici:

VOCI COSTO-BENEFICI	TIPOLOGIA	VALORE (M€)	
Costruzione impianto	BENEFICIO	+3,00	
Cessione terreno (20 anni)	BENEFICIO	+0,7	
Tasse locali (20 anni)	BENEFICIO	+0,50	
Costo esterno impatto acustico	COSTO	- 0,21	
Costo esterno impatto visivo	COSTO	- 2,79	
SALDO TOTALE		+1,2	

Anche questa analisi ha dato un saldo ambientale positivo, consideriamo benefici locali e impatti locali.

E' opportuno rilevare un ulteriore dato: Le Linee Guida Nazionali nell'Allegato 2 "Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative", fermo restando (art. 2) affermano "...che non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni, l'Autorizzazione Unica può prevedere l'individuazione di misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale a

favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto...", "...eventuali misure di compensazione ambientale non possono comunque essere superiori al 3% dei proventi derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto".

Nel progetto in esame si prevede che l'1% dei proventi annuali netti legati alla produzione di energia elettrica stimato intorno a 48.680,00 € $((79.400.000 \text{ kWh} \times 0,06131 \text{ €/kWh}) \times 1\%)$ sia destinato ad opere di compensazione, che nei venti anni potranno essere pari a 0,97 milioni di €. E quindi ai benefici locali prima stimati devono essere considerati anche questi ulteriori benefici.

Lo studio prima descritto da una parte ha cercato sempre di sovrastimare i costi esterni a favore della comunità e ha voluto non stimare alcuni ulteriori benefici prodotti dalla realizzazione e gestione dell'impianto eolico.

L'impianto precede un programmato e continuo piano di manutenzione ordinario che spesso sono affidati ad imprese locali, ma anche interventi specialistici da parte di addetti specializzati che provengono dalla casa produttrice degli aerogeneratori. Nel primo caso viene formato ed assunto personale locale, nel secondo caso saranno occupati le aziende ricettive locali (hotel e ristoranti).

In definitiva l'analisi ha messo in evidenza che i costi esterni generati dagli impatti sono nettamente compensati dai benefici prodotti sia a livello locale e a livello dell'intero territorio nazionale.