

REGIONE SARDEGNA
Provincia di Sassari
COMUNE DI SASSARI



IMPIANTO FOTOVOLTAICO
denominato "NURRA" da 35 MW

Oggetto	PROGETTO DEFINITIVO	Cod.elab.	VGE-FVS-PD18
Titolo	ANALISI COSTI BENEFICI	scala	

Data	Rev.	Descrizione	Eseg.	Contr.	Appr.
Maggio 2023	0	Integrazioni documentali	IAT	GF	VGE

<p>A cura di: I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. Dott. Ing. Giuseppe Frongia</p> <p>Gruppo di lavoro: Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Dott. Agr. Federico Corona Dott. Geol. Francesca Lobina Dott. Nat. Maurizio Medda Ing. Gianluca Melis Dott. Nat. Fabio Schirru Dott. Geol. Mauro Pompei Ing. Emanuela Spiga Dott. Matteo Tatti (Archeologia)</p>	<p>Progettazione: Dott. Ing. Giuseppe Frongia</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Il Committente:</p> <p style="text-align: center;">Volta Green Energy S.r.l. </p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</p>
--	--

<p style="font-size: small;">www.iatprogetti.it</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>	<p>Committente: Volta Green Energy S.r.l. Corso di Porta Vittoria n. 4 20122 - Milano PEC volta-ge.arn@pec.a2a.eu</p>
---	--

A4	VGE-FVS-PD18_analisi costi benefici	VGE-FVS-PD18_analisi costi benefici	2021/0247
Formato	File origine	File di stampa	Codice pratica

Elaborazioni: I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari, Tel./Fax +39.070.658297

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 2 di 29

INDICE

1	PREMESSA	3
2	ATMOSFERA, CONSUMO DI RISORSE NON RINNOVABILI, SALUTE PUBBLICA E BIODIVERSITÀ A LIVELLO GLOBALE.....	4
2.1	Premessa.....	4
2.2	Le esternalità della produzione energetica	6
2.3	Bilancio delle esternalità associate alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico a livello globale	12
3	PAESAGGIO	14
4	PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI.....	17
4.1	Premessa.....	17
4.2	Stoccaggio e sequestro del carbonio.....	18
4.3	Qualità degli habitat.....	21
5	COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA.....	23
5.1	Variazione della redditività agricola	23
5.2	Misure compensative a favore del Comune di Sassari	24
6	QUADRO RIEPILOGATIVO E CONCLUSIONI	27
	ALLEGATO: QUADRO SINOTTICO ACB.....	28

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 3 di 29

1 PREMESSA

Quanto segue si propone di pervenire ad una valutazione economica dei principali effetti ambientali, positivi e negativi, attesi a seguito della realizzazione del proposto impianto fotovoltaico denominato "Nurra" da realizzarsi in agro del Comune di Sassari (SS), utile a fini dell'analisi economica costi-benefici del progetto. L'obiettivo della presente analisi, in particolare, è quello di contribuire alla verifica della sostenibilità economico-ambientale della configurazione progettuale aderente ai requisiti di un impianto agrivoltaico avanzato indicati nelle Linee guida pubblicate dal MiTE (ora MASE) nel 2022, in data successiva al deposito dell'istanza di VIA Statale.

In coerenza con quanto sviluppato nell'ambito del citato progetto ExternE, promosso dalla Commissione Europea, e in analogia con quanto proposto dal CESI Ricerca in ordine alla valutazione delle esternalità ambientali delle linee elettriche aeree ad alta tensione¹, la metodologia seguita è quella del "percorso degli impatti" (*impact pathway*). Tale metodologia prevede l'individuazione dei fattori di pressione, la determinazione dell'impatto e la quantificazione di tale impatto in termini monetari (danno).

Nello specifico sono state considerate le componenti ambientali più esposte e gli impatti più rilevanti per la specifica categoria progettuale, distinte in base al contesto di riferimento: globale o locale. Al contesto globale sono riconducibili le principali esternalità evitate dal proposto progetto, associate alla produzione energetica da fonte convenzionale.

Livello globale

- Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità

Livello locale

- Paesaggio
- Uso ed occupazione del suolo e perdita di servizi ecosistemici
- Componente socio-economica.

¹ CESI Ricerca, Esternalità delle linee elettriche. Metodi di quantificazione per i diversi comparti ambientali, 2008

 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 4 di 29

2 ATMOSFERA, CONSUMO DI RISORSE NON RINNOVABILI, SALUTE PUBBLICA E BIODIVERSITÀ A LIVELLO GLOBALE

2.1 Premessa

È considerazione comune che, sebbene l'energia prodotta con sistemi fotovoltaici e le altre energie rinnovabili presentino degli indubbi benefici ambientali al confronto con le altre fonti tradizionali di produzione di energia elettrica, proprio tali innegabili benefici non si riflettano pienamente nel prezzo di mercato dell'energia elettrica. In definitiva il prezzo dell'energia sembra non tenere conto in modo appropriato dei costi sociali conseguenti alle diverse tecnologie di produzione energetica.

La valutazione dei cosiddetti costi esterni o esternalità della produzione energetica risponde all'obiettivo di stimare proprio i benefici (o costi) ambientali e sociali conseguenti alla produzione di energia elettrica che non sono tenuti in debita considerazione nella formazione del prezzo del chilowattora. Come espresso in sede introduttiva, tali costi sono definiti "esterni" in quanto gli stessi risultano comunque pagati da terzi e dalle future generazioni. Per quanto sopra, un'analisi costi-benefici del progetto proposto, per quanto sommaria, necessita di operare un'adeguata valutazione economica dei costi esterni indotti dalle possibili alternative strategiche di produzione di energia elettrica (c.d. centrali convenzionali), considerando opportunamente tutte le possibili voci di costo pagate dalla società, siano esse interne o esterne.

Come noto, le esternalità negative principali della produzione energetica si riferiscono, a livello globale, all'emissione di sostanze inquinanti, o climalteranti, in atmosfera, ai conseguenti effetti del decadimento della qualità dell'aria sulla salute pubblica, alle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, alla riduzione delle terre emerse per effetto dell'innalzamento dei mari, agli effetti delle piogge acide sul patrimonio storico-artistico e immobiliare.

Sebbene i mercati non tengano in considerazione i costi delle esternalità, risulta comunque estremamente significativo identificare gli effetti esterni dei differenti sistemi di produzione di energia elettrica e procedere alla loro monetizzazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che gli stessi sono dello stesso ordine di grandezza dei costi interni di produzione e variano sensibilmente in funzione della fonte energetica considerata, così come avviene tra la produzione di energia elettrica da fonti convenzionali e da fonte solare.

Se il mercato, infatti, non internalizza i costi esterni, il processo di internalizzazione dovrebbe essere conseguito attraverso adeguate misure di carattere politico-economico quali l'introduzione di tasse o di adeguamento delle tariffe elettriche. È evidente, a tale proposito, l'importanza di assicurare una quantificazione attendibile dei costi esterni preliminarmente all'introduzione di tali azioni di politica economica.

L'analisi e quantificazione dei costi esterni non è certamente un obiettivo semplice ed investe questioni di carattere scientifico (per capire la reale portata dell'impatto) ed economico (per monetizzare tale impatto).

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 5 di 29

Quanto più è complessa la valutazione dei beni intangibili (per esempio la quantificazione economica di una persona ammalatasi a seguito di un incidente nucleare o del costo conseguente all'intrusione visiva di un impianto FER (agrivoltaico nel caso specifico) o, ancora, del danno futuro conseguente all'emissione in atmosfera di una tonnellata di CO₂) tanto più la stima delle esternalità è affetta da incertezze. Questa circostanza è alla base, molto spesso, di estreme difficoltà nell'implementazione delle esternalità nelle misure di politica economica. D'altro canto, proprio la stima dei costi esterni offre l'opportunità al livello politico di migliorare il processo di distribuzione delle quote di mercato tra le varie fonti energetiche. La questione si pone in tutta chiarezza allorché l'internalizzazione dei costi esterni nel meccanismo del prezzo di mercato può riflettersi pesantemente sulla competitività di differenti tecnologie di produzione energetica. La Figura 2.1, relativa alla tecnologia dell'eolico ma trasponibile alle altre fonti energetiche rinnovabili, illustra con estrema chiarezza le precedenti considerazioni.

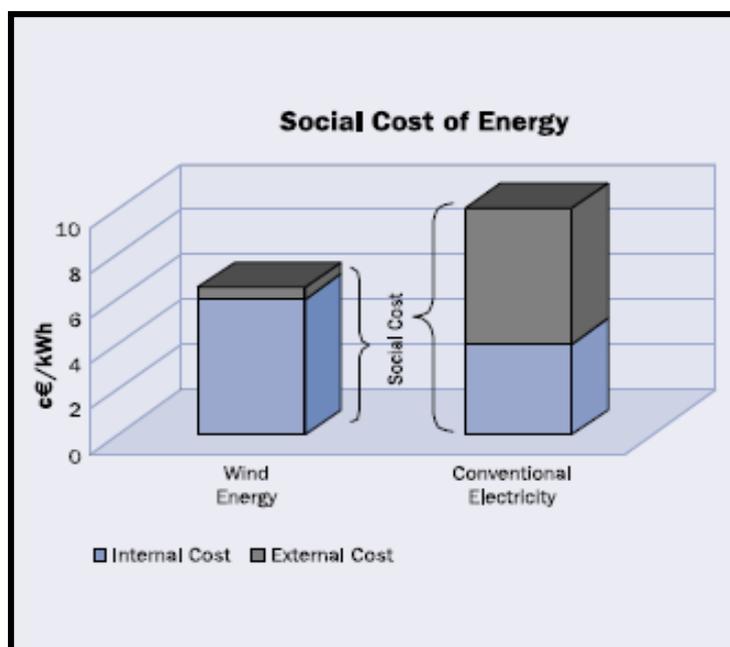


Figura 2.1 – Grafico esemplificativo di comparazione dei costi totali (interni ed esterni) dell'energia da fonte rinnovabile e da fonti convenzionali (Fonte Commissione Europea)

Con l'intento di fornire alcuni elementi di valutazione utili per un'analisi costi-benefici del progetto, nel prosieguo sarà illustrato l'attuale stato di conoscenze sulla valutazione dei costi esterni conseguenti alla produzione di energia elettrica in Europa e si procederà a quantificare approssimativamente le più sopra richiamate esternalità a livello globale (negative e positive) che presumibilmente scaturiranno dalla realizzazione dell'intervento in progetto, stimate sulla base di costi unitari medi e della producibilità attesa dell'impianto FV in progetto.

 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 6 di 29

2.2 Le esternalità della produzione energetica

Le attività di produzione energetica possono dar luogo a impatti significativi a carico di numerosi potenziali recettori, quali la salute pubblica, gli ecosistemi naturali e l'ambiente costruito, e tali impatti sono da intendersi come costi esterni dell'energia (Commissione Europea, 1994).

Le principali emissioni associate alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, alle quali deve attribuirsi una quota significativa dei costi esterni, si riferiscono all'anidride carbonica (CO₂), al biossido di zolfo (SO₂), agli ossidi di azoto (NO_x) ed al pulviscolo atmosferico con diametro inferiore a 10 millesimi di millimetro (PM₁₀). Le caratteristiche delle emissioni dipendono, evidentemente, dal tipo di combustibile considerato. Ad oggi non esistono tecniche efficaci a costi sostenibili che consentano la riduzione delle emissioni di CO₂ attraverso sistemi di depurazione fumi; d'altro canto, in un prossimo futuro, l'impiego di ossigeno puro come comburente e la segregazione del gas di combustione potrebbe ridurre il contenuto in carbonio delle emissioni (IPPC, 2002).

Relativamente alla SO₂, la quantità emessa per kWh di elettricità generata dipende dal contenuto di zolfo del combustibile. Peraltro, la presenza di SO₂ nei gas di combustione può essere ridotta attraverso la separazione del biossido di zolfo e la sua successiva conversione in gesso o zolfo elementare. In linea generale il contenuto di zolfo nella lignite è piuttosto alto, l'olio combustibile ed il carbone hanno un contenuto medio di zolfo mentre il gas naturale ne è pressoché privo.

Le emissioni di NO_x, viceversa, non sono necessariamente correlate alla qualità del combustibile. Poiché la formazione del composto consegue dalla naturale presenza di azoto nell'aria di combustione, la sua formazione dipende principalmente dalla temperatura di combustione. Conseguentemente le emissioni di NO_x possono essere ridotte attraverso la regolazione di una temperatura di combustione convenientemente bassa oppure attraverso la denitrificazione del gas esausto (con filtrazione ad umido).

Nel settore della produzione energetica i costi esterni incominciarono ad essere quantificati nell'ambito di studi pionieristici alla fine degli anni '80 e all'inizio degli anni '90. Tali studi furono la base per accrescere l'interesse attorno a tali problematiche e rappresentarono il punto di partenza per l'assunzione delle esternalità come strumento decisionale nell'ambito dello sviluppo delle politiche energetiche. Il principale studio avviato in Europa nell'ottica di procedere alla quantificazione dei costi esterni della produzione energetica è certamente il già richiamato progetto ExternE. Di particolare interesse, inoltre, sono le risultanze del più recente progetto *CASES - Cost Assessment for Sustainable Energy Systems (Valutazione dei costi per sistemi energetici sostenibili)*, sviluppato da un Consorzio di 26 partner accreditati (in prevalenza centri di ricerca e/o istituti universitari), attraverso un'azione di coordinamento della Commissione Europea nell'ambito del Sesto Programma Quadro per la sostenibilità dei sistemi energetici.

I vari studi si sono proposti di delineare un quadro consistente e completo dei costi totali di produzione dell'energia e di diffondere questa conoscenza tra tutti gli operatori del settore, sia economici che politici.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 7 di 29

Una valutazione completa ed omogenea dei costi totali dell'energia, che includa sia i costi privati di produzione che il costo delle esternalità, è infatti di fondamentale importanza per le decisioni politiche nell'ambito sia produttivo che ambientale. Le decisioni di politica energetica riguardano da un lato l'offerta e dall'altro la domanda di fornitura di energia. Sul lato dell'offerta, la conoscenza del costo totale per ogni fonte di energia permette di scegliere tra possibilità alternative di investimento. Dal lato della domanda, la massimizzazione del benessere sociale dovrebbe portare alla formulazione di politiche energetiche, che indirizzino il comportamento del consumatore in modo da portare alla minimizzazione dei costi sociali ed ambientali imposti alla società nel suo complesso.

Al riguardo, va rilevato che i costi sono dinamici. I costi privati ed i costi esterni variano, infatti, nel tempo, con lo sviluppo delle tecnologie, con l'aumento della conoscenza sull'impatto dell'uso dell'energia sull'ambiente e con il cambiamento delle preferenze individuali per l'ambiente.

Un aspetto importante di qualunque analisi delle esternalità ambientali associate alle fasi di produzione dell'energia elettrica è quello di individuare le attività correlate che possono determinare impatti sull'ambiente. In quest'ottica, gli impatti conseguenti alla produzione energetica non sono unicamente quelli associati al ciclo produttivo ma anche quelli derivanti dall'intera filiera di produzione e distribuzione, come ad esempio l'estrazione del materiale di alimentazione, la sua lavorazione e trasformazione, la costruzione ed installazione delle infrastrutture necessarie, così come la realizzazione ed esercizio dei relativi impianti di smaltimento dei residui di processo. I vari stadi che costituiscono la catena della produzione e distribuzione dell'energia elettrica sono noti come "*fuel cycle*" e ogni tecnologia di produzione (solare, eolica, idroelettrica, a carbone, a gas, ecc.) è caratterizzata da un distinto "*fuel cycle*".

L'approccio della metodologia di valutazione dei costi esterni è generalmente del tipo "*bottom-up*", ossia si concentra inizialmente sui primi livelli del "*fuel cycle*" relativo allo specifico sistema (p.e. sulla produzione di carbone per le centrali termoelettriche), individuando le attività associate alla tecnologia di produzione. In una fase successiva si definiscono con completezza il quadro delle possibili attività generatrici di potenziali impatti, i conseguenti effetti ambientali e la portata degli stessi in termini di magnitudo e distribuzione spaziale prevedibile. In ultimo, la metodologia prevede una quantificazione economica dei costi e dei benefici ambientali indotti da ciascuna attività considerata. I risultati, per i singoli processi, sono generalmente riferiti all'unità funzionale di un chilowattora di energia elettrica netta prodotta ed immessa in rete.

Per le finalità in premessa, i costi esterni della produzione energetica sono stati desunti dai più recenti studi reperiti sull'argomento (Karkour S. et al., 2020).

L'obiettivo perseguito dallo studio citato è stato quello di stimare i più recenti costi esterni della produzione energetica dei paesi del G20 considerando un più ampio spettro di categorie di impatto, alcune delle quali non considerate dai principali studi pubblicati sull'argomento (p.e. il consumo di suolo o l'occupazione di territorio).

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 8 di 29

Detti studi, infatti, tra cui quello della commissione europea pubblicato nel 2008², hanno focalizzato l'attenzione sui danni conseguenti all'inquinamento atmosferico o al cambiamento climatico in atto, il che può condurre facilmente ad una sottostima dei costi esterni. Le stime di seguito riportate, di contro, assumono categorie di impatto non considerate in precedenza, quali il consumo di risorse (minerali, fossili e acqua) e le trasformazioni di territorio.

Al fine di pervenire ad una stima più attendibile dei costi esterni della produzione energetica, pertanto, il richiamato studio pubblicato nel 2020 ha fatto riferimento ad un approccio basato sull'impostazione del *Life Cycle Assessment*, avuto riguardo delle seguenti 7 linee di impatto: cambiamento climatico, inquinamento atmosferico, ossidanti fotochimici, consumi idrici, consumo di suolo, consumo di risorse minerali, fossili e combustibili. L'approccio schematico seguito dallo studio è illustrato in Figura 2.2.

² <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en35-external-costs-of-electricity-production-1>

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.  IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 9 di 29

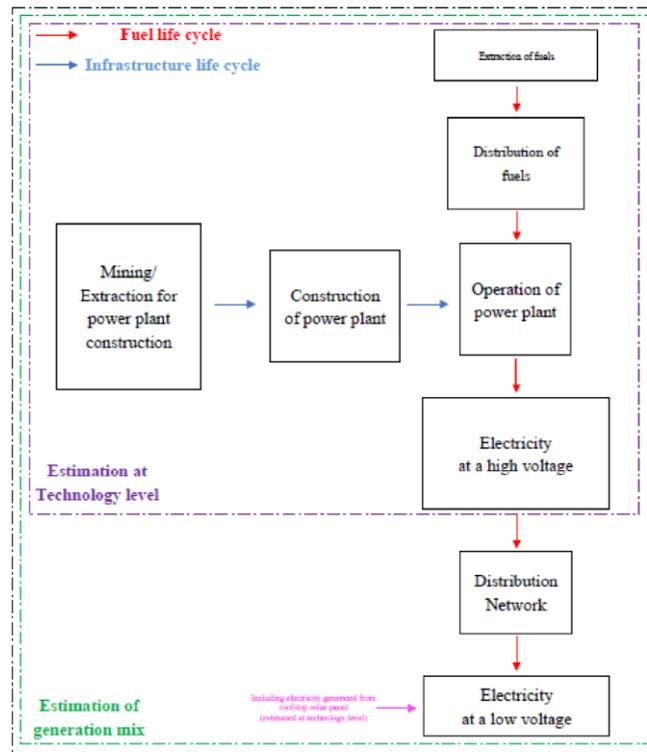


Figure 3. Studied system boundaries.

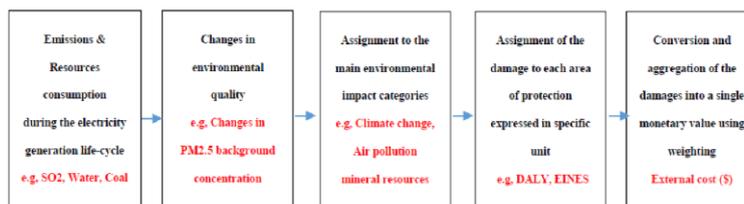


Figura 2.2 – Percorso seguito per la stima dei costi esterni della produzione energetica (Fonte Karkour, et al, 2020)

La Figura 2.3 mostra la valutazione dei costi esterni della produzione energetica nei paesi del G20, stimata nell'ambito del recente studio citato.

I costi sterna riferiti alla generazione elettrica delle diverse tecnologie nei paesi del G20 sono riportati in Tabella 2.1. La Tabella 2.2 riporta i *range* di variabilità dei costi esterni per le diverse linee di impatto della produzione energetica, anch'essi riferiti ai paesi del G20.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 10 di 29

Tabella 2.1 – Stima dei costi esterni in \$/kWh per ogni tecnologia in ognuno dei paesi del G20
(Fonte Karkour, et al, 2020)

	HC	Lignite	NG C/CC	Oil	Wind ON/OFF	GEO	Hydro RR/PS/R	Nuclear BW/PW	Solar OG/Roof
ARG	-	-	-/-	-	-/-	-	-/-/-	-/-	-
AUS	0.026	0.026	0.013/0.008	0.096	0.002/-	-	0.000/0.031/-	-/-	0.004/0.003
BRA	0.023	0.047	0.013/0.009	0.081	0.003/-	-	-/-/0.002	-/0.001	-/0.006
CAN	0.034	0.029	0.022/0.014	0.071	0.004/-	-	0.001/0.017/0.002	-/0.004	0.008/0.009
CHN	0.101	-	0.021/0.020	0.146	0.009/0.006	0.009	0.001/0.112/-	-/0.004	0.015/0.014
DEU	0.021	0.027	0.019/0.012	0.083	0.005/0.004	0.005	0.001/0.024/0.004	0.002/0.002	0.011/0.010
FRA	0.037	-	0.017/0.012	0.087	0.003/0.003	0.004	0.001/0.005/0.004	-/0.002	0.009/0.008
GBR	0.064	-	0.017/0.012	0.24	0.004/0.005	0.007	0.001/0.058/-	0.005/0.005	0.014/0.017
IDN	-	0.194	0.020/0.012	0.133	0.002/-	0.006	-/0.005	-/-	-/0.010
IND	0.174	0.143	0.021/0.020	0.112	0.006/-	0.009	0.001/0.227/0.068	0.005/0.004	-/0.010
ITA	0.041	0.133	0.019/0.011	0.083	0.005/-	0.005	0.001/0.028/0.006	-/-	0.010/0.009
JPN	0.036	-	0.020/0.013	0.041	0.005/0.005	0.005	0.001/0.038/0.028	0.005/0.005	0.011/0.010
KOR	0.062	0.282	0.020/0.011	0.082	0.004/0.004	-	0.001/0.062/0.042	-/0.007	0.015/0.015
MEX	0.027	0.043	0.022/0.014	0.134	0.003/-	0.004	0.001/-/-	0.003/-	0.009/0.005
RUS	0.033	0.069	0.031/0.008	0.141	0.015/-	0.004	0.000/0.032/0.002	0.001/0.001	-/0.008
SAU	-	-	0.015/0.008	0.046	-/-	-	-/-/-	-/-	-/0.005
TUR	0.048	0.141	0.014/0.009	0.133	0.003/-	0.005	0.001/-/0.009	-/-	-/0.008
USA	0.028	0.055	0.020/0.013	0.138	0.003/-	0.004	0.001/0.029/0.011	0.002/0.002	0.007/0.007
ZAF	0.035	-	-/0.007	0.047	0.006/-	0.004	0.001/0.049/0.013	-/0.002	-/0.009
AVG	0.049	0.099	0.019/0.012	0.105	0.005/0.005	0.005	0.001/0.055/0.015	0.003/0.003	0.011/0.009

Nota: I costi esterni indicati per la tecnologia del solare contemplano le due opzioni tecnologiche 1) Open Ground (sul terreno) e 2) Roof (su tetti)

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> 	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 11 di 29

Tabella 2.2 – Variabilità dei costi esterni in \$/kWh relativi alle principali linee di impatto della produzione energetica nei paesi del G20 (Fonte Karkour, et al, 2020)

CO ₂	0.001–0.026 [0.012] [0.006]
SO ₂	0–0.020 [0.005] [0.006]
NO _x	0–0.027 [0.004] [0.006]
NMVOG	0–0 [0] [0]
PM _{2.5}	0–0.089 [0.013] [0.027]
Oil_R	0–0.017 [0.003] [0.006]
Coal_R	0–0.015[0.002] [0.004]
Natural Gas_R	0–0.004 [0.001] [0.001]
Water	0–0.006 [0.001] [0.001]
Land transformation	0–0.003 [0.001] [0.001]
Land Occupation	0–0.001 [0.000] [0]
Mineral	0.001–0.002 [0.002] [0]

I danni derivanti dal cambiamento climatico, associato alle elevate emissioni di gas a effetto serra, nonché gli impatti sulla qualità dell'aria, derivanti dalla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, incidono significativamente sui costi esterni. Tuttavia, in considerazione dell'estensione temporale degli scenari di riferimento e della mancanza di uno scenario univoco sui futuri impatti del cambiamento climatico in sé, vi è una notevole incertezza nelle stime dei danni conseguenti. L'incertezza dei costi esterni del cambiamento climatico riguarda non solo il "reale" valore degli impatti che sono previsti dai modelli, ma anche l'incertezza sugli impatti che non sono ancora stati quantificati e valutati. Inoltre, nessuna delle attuali stime dei costi esterni comprende tutti gli effetti del cambiamento climatico.

Il livello complessivo delle esternalità dipende da una serie di fattori tra cui:

- il mix di combustibili per la generazione di energia elettrica;
- l'efficienza della produzione di energia elettrica;
- l'uso di tecnologie di abbattimento dell'inquinamento;
- l'ubicazione dell'impianto di riferimento rispetto ai centri abitati, terreni agricoli, ecc.

I costi esterni della produzione elettrica stimati per i paesi del G20 sono diagrammati in Figura 2.3.

In Italia, il relativo costo esterno è stato stimato in **0.021 \$/kWh (2.0 c€/kWh al cambio attuale)**, riferito al mix di generazione dell'anno 2014.

 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	 LIFE COMPANY	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 12 di 29

L'ammontare complessivo dei costi esterni della generazione elettrica a livello nazionale è stato stimato in circa 6 miliardi di euro/anno.

La progressiva diminuzione dei costi esterni registrata in alcuni paesi dell'UE, tra cui l'Italia, è principalmente il risultato della dismissione di impianti obsoleti e inefficienti a carbone e della loro sostituzione con impianti più efficienti a carbone o impianti nuovi a gas, nonché dell'adozione di più efficaci sistemi di abbattimento delle emissioni. In Europa orientale questo processo è stato innescato soprattutto dalla ristrutturazione economica e declino dell'industria pesante (in Germania questo si è verificato nella prima parte del 1990 a causa di riunificazione). Al contrario, nel Regno Unito il fenomeno è stato principalmente spinto da fattori economici, con il gas che è diventato il combustibile principale per i nuovi impianti. Ciò ha portato anche a conseguire elevate efficienze di generazione complessive attraverso l'uso di turbine a gas a ciclo combinato (CCGT).

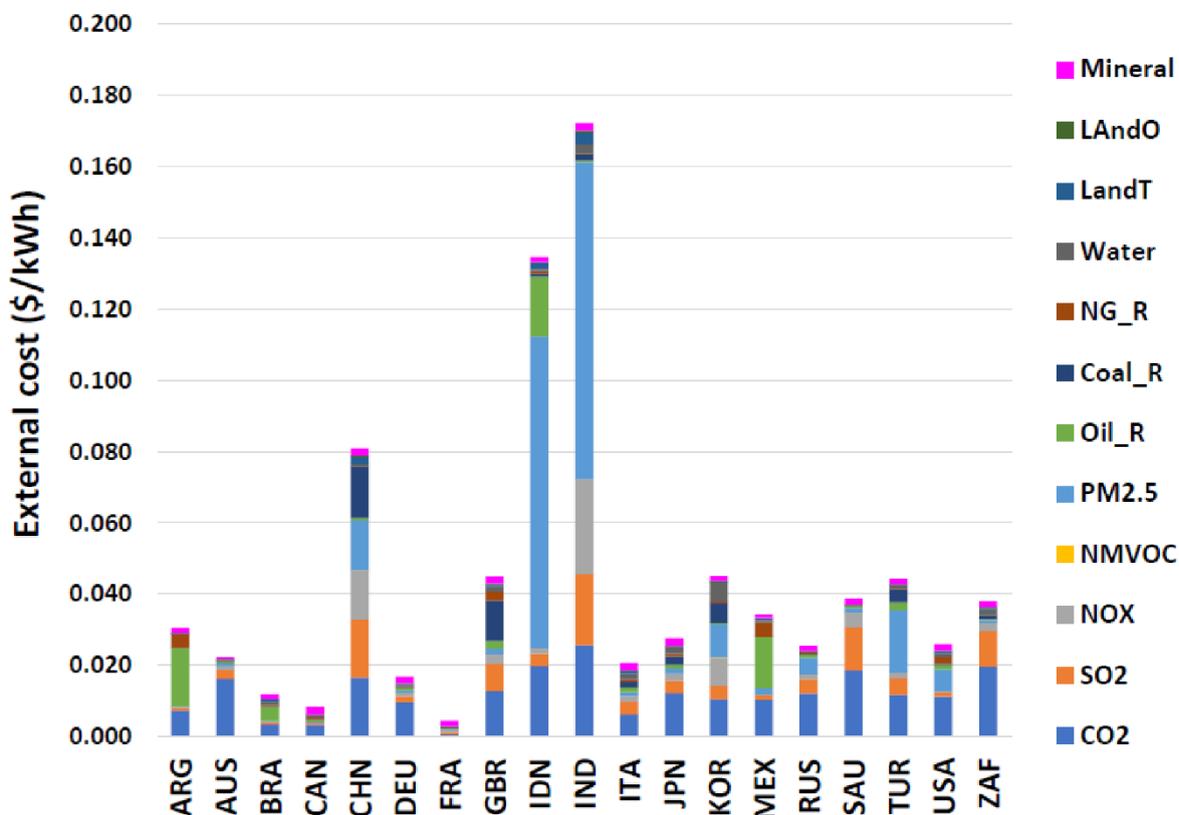


Figura 2.3 – Costi esterni di generazione elettrica nei paesi del G20 (valori espressi in \$/kWh)

2.3 Bilancio delle esternalità associate alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico a livello globale

Sulla base dei dati sopra riportati, riferiti ai costi esterni stimati per la produzione energetica nei paesi del G20, si propone nel prosieguo una stima delle esternalità a livello globale, indotte ed evitate,

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 13 di 29

conseguenti all'entrata in esercizio dell'impianto FV in progetto.

Come espresso in precedenza, trattandosi di una materia piuttosto complessa ed essendo i parametri di riferimento dati medi, stimati sulla base di contesti ambientali sensibilmente differenti tra loro, le valutazioni monetarie non hanno affatto la pretesa di essere attendibili ma hanno il solo obiettivo di rappresentare l'ordine di grandezza dei valori in gioco al fine di fornire elementi comunque utili per il processo di valutazione ambientale del progetto. Corre l'obbligo di ribadire, a questo proposito, i principali limiti intrinseci della metodologia di stima dei costi esterni:

- le stime, per loro intrinseca natura, sono sito-specifiche e sono correlate al grado di sviluppo delle tecnologie di riferimento e, conseguentemente non si prestano a generalizzazioni;
- i valori di riferimento riflettono lo stato dell'arte delle tecnologie di produzione dell'energia elettrica al momento della loro determinazione;
- la stima dei costi esterni di riferimento tiene conto, principalmente, degli impatti derivanti dai cambiamenti climatici, del decadimento della qualità dell'aria, degli effetti sulla salute pubblica, sugli ecosistemi e sulle attività agricole.

Con tali doverose premesse il prospetto seguente illustra l'ordine di grandezza dei costi esterni indotti dal progetto proposto, su scala globale, nonché di quelli evitati.

Le esternalità negative della produzione energetica con tecnologia del solare sono state desunte dal citato studio pubblicato nel 2020 e quantificate in **1,00 c€/kWh**.

Producibilità dell'impianto (kWh/anno)	Costi esterni indotti (€/anno)	Costi esterni evitati (€/anno)
61.571.000,00	554.139	1.231.420,00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 14 di 29

3 PAESAGGIO

Il paesaggio agricolo è un bene estremamente complesso. La Convenzione Europea del Paesaggio definisce il paesaggio come *"una zona, come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere è il risultato dell'azione e dell'interazione di fattori naturali e / o umani"* (Consiglio d'Europa 2000). Paesaggio agricolo è il risultato visibile delle interazioni tra agricoltura, risorse naturali e ambiente, e comprende valenze socio-economiche, ricreative, culturali e altri valori sociali. In accordo con quanto sostenuto dall'OCSE (2000), il paesaggio può considerarsi composto da tre elementi chiave: 1) la struttura o l'aspetto: comprendente le caratteristiche ambientali (ad esempio flora, la fauna, habitat ed ecosistemi), i tipi di uso del suolo (ad esempio tipi di colture e sistemi di coltivazione), e gli elementi antropici o le caratteristiche culturali (ad esempio siepi, fabbricati agricoli), 2) gli aspetti funzionali: come luoghi in cui vivere, lavorare, visitare il sito, e fornire vari servizi ambientali, 3) il sistema di valori: i costi sostenuti dagli agricoltori per conservare il paesaggio ed i valori sociali del paesaggio agrario, quali le valenze culturali e ricreative. Il valore del paesaggio è determinato da diverse componenti, quali, tra le altre: *la diversità biologica* (ad esempio, le specie e la diversità genetica degli ecosistemi, agro-biodiversità); *gli aspetti culturali e storici* (es. modalità gestionali del paesaggio naturale, gli edifici, le tradizioni, l'artigianato, la storia, le tradizioni musicali); *l'amenità del paesaggio* (valore estetico); *gli aspetti ricreazionali e di fruibilità* (ad esempio, attività ricreative all'aperto, sci, mountain bike, campeggio) e *gli aspetti di carattere scientifico ed educazionali* (ad esempio l'archeologia, la storia, la geografia, l'ecologia, l'economia e architettura) (Romstad et al, 2000; Vanslebrouck e van Huylenbroeck 2005).

Negli ultimi decenni c'è stato un grande sforzo della ricerca finalizzato ad attribuire un valore (o attribuire un prezzo) al paesaggio agrario (ad esempio Drake, 1992; Garrod e Willis, 1995; Hanley e Ruffell, 1993; Pruckner, 1995; Campbell, Hutchinson Scarpa e 2005; Johns et al 2008). Poiché il paesaggio non è un bene di mercato il suo valore monetario non può essere osservato e quindi non è disponibile da fonti statistiche tradizionali. La letteratura, quindi, il più delle volte applica un approccio di valutazione legato alle preferenze dichiarate, utilizzando metodi basati su specifiche indagini per scoprire la disponibilità dei consumatori a pagare (WTP) per la conservazione del paesaggio. La maggior parte di questi studi indicano che la società valuta positivamente il paesaggio agrario. Tuttavia, un inconveniente importante di questi studi è che quasi tutti riguardano contesti estremamente specifici. Ci sono pochi studi che si sono prefissi di aggregare i risultati per gli Stati membri o per l'Unione europea nel suo complesso.

Uno tra gli studi principali, a cui si può fare riferimento per una stima monetaria degli impatti paesaggistici introdotti dal progetto proposto, è stato promosso dalla Commissione Europea e raccoglie i risultati di numerosi studi condotti nei paesi dell'Unione nel periodo 1991-2009. Le analisi condotte nell'ambito del citato studio indicano che la WTP nella UE varia dai 134 ai 201 €/ettaro, con un valore medio di 149 €/ettaro nel 2009.

Con specifico riferimento ai paesaggi agrari caratterizzati dalla prevalente presenza di prati, ai quali può assimilarsi astrattamente il territorio di interesse, lo studio valuta, per il territorio italiano, una

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 15 di 29

WTP media di 207 €/ettaro x anno (**268 €/ha nel 2023** in riferimento al coefficiente di rivalutazione Istat di 1,296).

In accordo con l'impostazione dell'OCSE (2000), il paesaggio può considerarsi articolato su tra componenti chiave: (i) *la struttura*: comprendente le componenti naturali (i.e. flora, fauna, habitat ed ecosistemi), l'uso del suolo (le colture ed i sistemi di coltivazione), i manufatti antropici o le tessiture tradizionali (i.e. siepi, muri a secco, edificato storico); (ii) *le funzioni*: ossia i posti di vita, di lavoro, di svago, comprendenti i servizi ecosistemici; (iii) *i valori*: concernenti i costi di mantenimento del paesaggio da parte degli agricoltori ed il valore che la società attribuisce al paesaggio rurale, in termini di valore culturale e ricreazionale.

Atteso che i potenziali effetti introdotti dal proposto impianto agrivoltaico:

- attengono principalmente alla sfera dei *valori* attribuiti al paesaggio, ossia alla componente immateriale dello stesso come "percepito" dalle popolazioni, determinando una modifica temporanea e reversibile del "paesaggio visuale", la cui lettura, peraltro, presenta inevitabilmente marcati elementi di soggettività. Sul tema del valore della qualità visiva del paesaggio, infatti, la ricerca non è pervenuta a definire una "teoria estetica" universalmente condivisa ed accettata proprio, perché spiccatamente influenzata dallo specifico contesto culturale e dalle personali caratteristiche dell'osservatore;
- non intaccano, se non in misura limitata, le componenti materiali del paesaggio, ossia la sua *struttura* e le sue *funzioni*. Il progetto non determina, infatti, effetti irreversibili di alterazione e/o destrutturazione delle caratteristiche funzionali ed ecologiche del paesaggio agrario e la stessa presenza dell'impianto, in coerenza con i requisiti dell'agrivoltaico, non intacca le potenzialità d'uso dei terreni (ossia le componenti materiali del paesaggio).

Valutato, inoltre, che i dati bibliografici di WTP (ossia della disponibilità dei "consumatori" a pagare per la conservazione del paesaggio) da cui origina il valore sopra determinato per il territorio italiano:

- sono estremamente variabili in funzione dello specifico paesaggio, della metodologia utilizzata per la loro determinazione, del tipo di sondaggio proposto agli interlocutori e della stessa composizione del *panel* di riferimento per la somministrazione del sondaggio;
- si riferiscono prevalentemente ad una disponibilità del consumatore a pagare per la preservazione delle preesistenti coltivazioni agricole a fronte dell'introduzione di nuove colture o, piuttosto, per il proseguimento delle pratiche agricole vs. l'abbandono della produzione Agricola;

ai soli fini della presente ACB si assumerà in via del tutto conservativa che il costo ambientale

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 16 di 29

conseguente all'impatto del progetto sul paesaggio agrario comporti una "perdita totale" dell'integrità paesaggistica, con apprezzabili effetti locali di "intrusione", all'interno di un areale ricompreso entro una distanza di estrema prossimità, valutabile in 100 metri dall'impianto (Figura 4). Tale assunzione è oltremodo cautelativa valutata:

- la prevista realizzazione di barriere verdi perimetrali atte a mitigare la percezione delle opere,
- la prevista creazione di fasce tampone e nuclei arborati con funzioni naturalistiche ed ecosistemiche,
- l'assenza di emissioni o effetti di disturbo significativi suscettibili di perturbare la qualità paesaggistica complessiva, in particolare nelle aree esterne al sito di progetto.

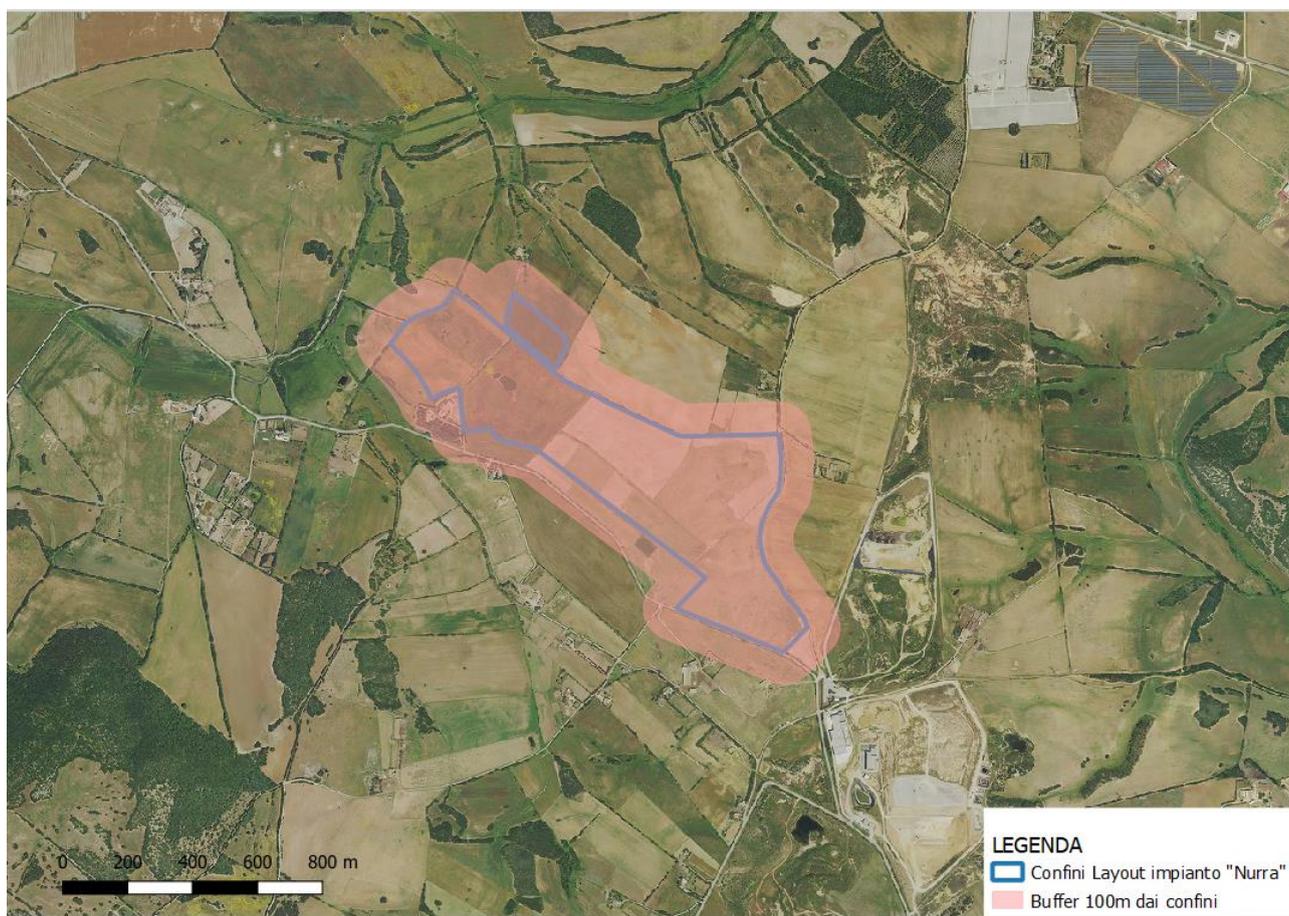


Figura 4 – Ambito di interazione con il paesaggio agricolo individuato entro un areale di 100 metri dall'impianto agrivoltaico in progetto

Con tali presupposti, posto che le superfici in cui si è stimata una potenziale perdita dell'integrità paesaggistica sono risultate pari a 907.450 m² (circa 91 ettari), il costo da attribuirsi all'impatto paesaggistico sarebbe valutabile complessivamente in 24.321,00 euro/anno.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> 	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 17 di 29

4 PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI

4.1 Premessa

La valutazione dei servizi ecosistemici (SE) è un processo complesso. Mentre per la valutazione di alcuni SE la metodologia è piuttosto consolidata, come ad es. la valutazione dello stoccaggio di carbonio, e la discussione in questi casi verte sull'approfondimento delle fonti di dati, per altri si stanno sperimentando diverse modalità di valutazione.

Nella valutazione a scala nazionale prodotta da ISPRA-SNPA, viene stimata la variazione di SE conseguente al consumo di suolo prodotto ogni anno. Viene considerata sia la variazione dei servizi offerti, sia la variazione dello stock di risorse, a seconda dei casi e in funzione di metodi e dati disponibili. Questo è un aspetto attualmente oggetto di discussione e approfondimento, in particolare rispetto alla componente di perdita di capacità degli ecosistemi all'interno dell'impatto complessivo, che va oltre la valutazione del servizio effettivamente fornito e assume secondo alcuni un ruolo simile a quello della perdita dello stock di risorse.

Partendo dai sette servizi inizialmente identificati nell'ambito del progetto Life SAM4CP, già nella prima edizione della valutazione nazionale (ISPRA, 2016) il rapporto 2018 ha considerato alcuni SE diversi o aggiuntivi, ulteriormente selezionati nella edizione 2017 e proposti per la edizione del 2018 come evidenzia la tabella che segue.

Alcuni aspetti restano delle sfide per il prossimo futuro, come ad esempio la valutazione del valore del capitale naturale in un dato periodo, la valutazione delle variazioni dei SE anche rispetto ai cambiamenti da copertura artificiale a naturale e in generale tra le diverse classi (*tradeoff*), o l'analisi di ulteriori servizi, quali quelli culturali, finora poco investigati. In futuro sarà opportuno lo sviluppo di Linee guida per la valutazione a scala locale, poiché la pianificazione urbanistica ha esigenze incompatibili con l'utilizzo di dati/metodi utilizzati a scala nazionale nonché indirizzi ed azioni per aumentare la percezione del pubblico sui temi del suolo e dei servizi ecosistemici che esso è in grado di fornire.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small>  IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 18 di 29

Tabella 3 - Servizi ecosistemici considerati nel Rapporto 2018

Servizi	u.m. biofisica	u.m. economica	LIFE SAM4CP ¹	Rapporto 2016	Rapporto 2017	Rapporto 2018
Stoccaggio e sequestro di carbonio						
Flusso	t/ha	€/t				x
Stock	t/ha	€/t	x	x	x	x
Qualità degli habitat	adim	€/ha	x	x	x	x
Produzione agricola						
Flusso	ha	€/ha				x
Stock	ha	€/ha	x	x	x	x
Produzione di legname						
Flusso	m ³	€/m ³				x
Stock		€/ha	x	x	x	x
Impollinazione	adim	€/ha	x	x	x	x
Regolazione del microclima	stima	stima		x	x	x
Rimozione particolato e ozono	t/ha	€/t		x	x	x
Protezione dall'erosione	t/ha	€/t	x	x	x	x
Disponibilità di acqua	m ³	€/m ³				x
Regolazione del regime idrologico	m ³	€/m ³	Come Water Yield	x	x	x
Purificazione dell'acqua	adim	€/ha/anno	x	x	-	x
Supporto alle attività umane	adim	-				x

Nel caso del progetto in esame sono stati considerati pertinenti e di interesse per la presente ACB i seguenti servizi ecosistemici.

- Stoccaggio e sequestro di carbonio,
- Qualità degli habitat.

4.2 Stoccaggio e sequestro del carbonio

Il sequestro e lo stoccaggio di carbonio costituiscono un servizio di regolazione assicurato dai diversi ecosistemi terrestri e marini grazie alla loro capacità di fissare gas serra, seppur con diversa entità (Hutyra et al., 2011), secondo modalità incrementali rispetto alla naturalità dell'ecosistema considerato (tale regola vale in generale e nel contesto mediterraneo e del nostro Paese). Questo servizio contribuisce alla regolazione del clima a livello globale e gioca un ruolo fondamentale nell'ambito delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici. Fra tutti gli ecosistemi, quelli forestali naturali e seminaturali presentano il più alto potenziale di sequestro di carbonio. Il danno peggiore è pertanto il consumo di suolo nelle aree a copertura naturale e seminaturale o, più in generale, nei contesti territoriali connotati da un elevato grado di naturalità.

La valutazione di questo servizio di regolazione viene effettuata sia rispetto al valore di stock sia al valore del flusso di servizio. Per quanto riguarda il valore di stock, la valutazione viene fatta con

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 19 di 29

riferimento alla stima del quantitativo di carbonio stoccato a seconda della tipologia d'uso/copertura del suolo.

Non esiste un unico valore monetario corretto per il SCC (Isacs et al., 2016), in letteratura è disponibile un rilevante numero di stime, che tuttavia differiscono per diversi ordini di grandezza, lasciando ambiguità e confusione su quale usare. L'incertezza di queste stime è intrinseca, in quella dei fenomeni da cui dipende tra cui la sensibilità al clima, le ipotesi sulle emissioni future e le posizioni etiche dei decisori. Nella valutazione del costo sociale, in particolare, a seconda delle scelte fatte in merito ai punti di vista etici e alle ipotesi sulle emissioni future e sulla sensibilità al clima, le stime possono essere significativamente più alte di quelle normalmente utilizzate negli strumenti di valutazione.

Il costo sociale considera il danno evitato, a livello globale, grazie al sequestro di CO₂. Questo tipo di costo è variabile a causa dell'incertezza della stima.

Per la valutazione economica del servizio ecosistemico di stoccaggio e sequestro di carbonio esistono diversi approcci, ma due sono quelli più utilizzati: uno basato sul costo sociale, l'altro sul valore di mercato dei permessi di emissione. Per le finalità in esame si farà riferimento al prezzo utilizzato frequentemente per la valutazione dei costi potenziali associati al cambiamento climatico (US EPA - *Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases, United States Government*, 2016), come assunto nel Rapporto ISPRA pari a 101.85 €/tC.

I valori di contenuto di carbonio per classe d'uso del suolo (da Sallustio et al. 2015), come riportati nel citato report ISPRA, sono indicati in Tabella 4.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	 COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI

Tabella 4 - Valori di contenuto di carbonio per classe d'uso del suolo (da Sallustio et al. 2015)

Classe d'uso del suolo	Epigeo (Mg C ha ⁻¹)	Ipogeo (Mg C ha ⁻¹)	Sostanza organica morta (Mg C ha ⁻¹)	Suolo (Mg C ha ⁻¹)	Totale (Mg C ha ⁻¹)
Foreste	50.5 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	11.525 (Est. ISPRA, 2014)	5.295 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	76.1 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	143.42
Aree agricole	5 (ISPRA, 2014)	/	/	53.1 (Chiti et al., 2012)	58.1
Arboricoltura da frutto	10 (ISPRA, 2014)	/	/	52.1 (Chiti et al., 2012)	62.1
Arboricoltura da legno	28.55 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	5.25 (Est. ISPRA, 2014)	1.75 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	63.9 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	99.45
Prati e pascoli	/	/	/	78.9 (ISPRA, 2014)	78.9
Altre terre boscate	3.05 (IPCC, 2003)	/	/	66.9 (ISPRA, 2014; Alberti et al. 2011)	69.95
Urbano	*	*	*	*	*
Aree con vegetazione rada o assente	**	**	**	**	**

Valutato che le superfici per le quali è prevista una effettiva trasformazione dell'uso del suolo possono ricondursi esclusivamente a quelle occupate dalla nuova viabilità di servizio dell'impianto e dalle cabine elettriche (non si prevede infatti una perdita di risorsa suolo per effetto dell'installazione degli inseguitori solari, non essendo richieste significative modifiche morfologiche né tantomeno l'impermeabilizzazione delle superfici), la stima economica della perdita di stock di CO₂ è di seguito riportata:

$$S = \text{Superficie sottratta [ha]} = 3,51^3$$

$$C = \text{Contenuto di Carbonio [t]} = 58.1 \text{ t C ha}^{-1} \times 3,51 \text{ ha} = 203,93$$

$$P = \text{Prezzo delle emissioni di carbonio [€/tC]} = 101,85$$

$$\text{Valore economico perdita di Stock [€]} = 20.770,37.$$

³ Il valore include le superfici permanentemente occupate dalla viabilità di servizio dell'impianto e dalle cabine elettriche

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 21 di 29

4.3 Qualità degli habitat

Il servizio ecosistemico relativo alla qualità degli habitat, anche denominato nelle diverse classificazioni come habitat per gli organismi o tutela della biodiversità, consiste nella fornitura di diversi tipi di habitat essenziali per la vita di qualsiasi specie e il mantenimento della biodiversità stessa, e rappresenta uno dei principali valori di riferimento nella valutazione dello stato ecosistemico dei suoli. Questo servizio è considerato come un indice della biodiversità complessiva, e rientra nella categoria dei cosiddetti servizi di supporto, secondo alcune classificazioni, o incluso nei servizi di Regolazione e mantenimento, o in altri casi ancora escluso come nello schema CICES.

Per quanto riguarda il valore economico da associare a questo servizio, ISPRA ha scelto di fare riferimento a valutazioni come quella di Costanza (Costanza et al. 1997 e 2014) che fornisce il valore economico a scala globale di 17 servizi ecosistemici, tra cui anche l'habitat/refugia, suddivisi in 16 biomi.

Per il Rapporto ISPRA 2018, al fine di migliorare i valori economici, sempre a partire dai valori proposti da Costanza sono stati derivati i valori per gli altri ecosistemi per i quali non sono presenti valori nello studio citato (Tabella 5).

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 22 di 29

Tabella 5 - Valori economici per tipologia di Habitat

Classe	Tipologie di habitat	Suitability	Valore id\$ 2007/ha	Valore €/ha 2017
1	Spiagge, dune e sabbie	0,74	794,4	740,6
2	Corpi idrici permanenti	0,83	891	830,7
3	Zone umide	0,96	12452	11609,1
4	Praterie	0,86	1214	1131,8
5	Cespuglieti	0,81	869,6	810,7
6	Foreste di latifoglie	0,93	862	803,6
7	Foreste di conifere	0,82	862	803,6
8	Aree interne con vegetazione scarsa o assente	0,55	590,4	550,4
9	Superfici agricole a uso intensivo	0,26	279,1	260,2
10	Superfici agricole a uso estensivo	0,52	558,2	520,4
11	Edifici e altre aree artificiali	0,09	96,6	90,1
12	Aree aperte urbane	0,27	289,9	270,3
	Media pesata sulle superfici	0,58	633,2	590,4

Con tali presupposti, sulla base di un valore stimato del servizio ecosistemico di 520,4 €/ettaro, valutato per le superfici agricole ad uso estensivo alle quali possono assimilarsi le aree di progetto, e di una superficie "coperta" occupata dall'impianto fotovoltaico pari a circa 3,51 ettari (comprendente le superfici stradali e le cabine elettriche), può stimarsi un costo esterno derivante dalla perdita di qualità dell'habitat pari a **1.826,60 euro**.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 23 di 29

5 COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA

5.1 *Variazione della redditività agricola*

Per le finalità del presente documento si riporta di seguito la comparazione della produttività agricola *ex post* con quella *ex ante*, effettuata anche solo prendendo in considerazione la potenzialità produttiva in termini di Produzione Standard secondo le tabelle pubblicate dall'INEA-RICA nel 2022 per la regione Sardegna, con riferimento all'anno 2017 (vedasi elaborato VGE-FVS-PD 6 – Rev. 1 maggio 2023).

Situazione ex ante:

ORDINAMENTO COLTURALE E PRODUZIONE STANDARD ANTE OPERAM				
Coltura	Superficie ha	Produzione standard [€/ha]	PS Totale €	PS/ha del sistema
PASCOLO	27,26	132,00 €	3.598,94 €	
PRATO PASCOLO NATURALE	10,52	233,00 €	2.451,54 €	
CEREALI DA GRANELLA	10,36	698,00 €	7.234,67 €	
FORAGGERE AVVICENDATE	8,53	222,00 €	1.893,95 €	
TARE	2,59	0	0	
Totale complessivo	59,3		15.179,11 €	256,08 €

Situazione ex post:

Nella situazione *ex post*, se da un lato si tiene conto della riduzione di produzione che avviene per effetto ombreggiamento nella superficie coltivabile al di sotto dei pannelli e della possibile riduzione che si ha nella coltivazione fra i pannelli, rispetto alle zone di controllo, dall'altro lato, si tiene conto del mutato ordinamento produttivo che diviene possibile a seguito delle opere di miglioramento delle condizioni di coltivazione che saranno descritte nel capitolo relativo alle ulteriori misure di inserimento ambientale.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 24 di 29

ORDINAMENTO COLTURALE E PRODUZIONE STANDARD POST OPERAM				
Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
CEREALI AUTUNNO VERNINI	8,8234	698,00 €	6.158,73 €	
ERBAI DI LEGUMINOSE	8,0613	418,00 €	3.369,62 €	
PASCOLI MIGLIORATI	23,4687	360,00 €	8.448,73 €	
PRATI POLIFITA	10,4032	360,00 €	3.745,15 €	
OLIVI	1,1434	1.548,00 €	1.769,98 €	
Totale complessivo	51,9		23.492,22 €	452,64 €

Per quanto precede, la prevista realizzazione dell'impianto agrivoltaico "Nurra" prospetta un incremento della produttività agricola così valutabile:

Incremento del reddito agricolo = Reddito_{ex post} – Reddito_{ex ante} = 8.313,11 €/anno.

5.2 Misure compensative a favore del Comune di Sassari

L'attuale disciplina autorizzativa degli impianti alimentati da fonti rinnovabili stabilisce che per l'attività di produzione di energia elettrica da FER 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, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi, nel rispetto dei criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 10/09/2010.

Le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale non possono, in ogni caso, essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto.

Come indicazione di massima degli interventi di compensazione ambientale che, previo accordo con le Amministrazioni comunali coinvolte, potranno essere attuati dalla Proponente, possono individuarsi, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 25 di 29

Interventi sul territorio

- Realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla viabilità e segnaletica miranti al contenimento dell'inquinamento acustico e ambientale, anche attraverso la realizzazione di opere che determinano una maggiore fluidità del traffico o riducano l'inquinamento (es. rifacimento/manutenzione stradale anche con asfalto fonoassorbente);
- interventi di regimazione idraulica o riduzione del rischio idraulico;
- interventi di stabilizzazione/consolidamento di versanti;
- sostegno alla lotta agli incendi boschivi in coordinamento con il Corpo Forestale e la Protezione Civile;
- contributo azioni e interventi di protezione civile a seguito di calamità naturali;
- realizzazione di interventi sulla rete idrica fognaria;
- realizzazione / sistemazione di piste ciclabili e percorsi pedonali;
- acquisto automezzi, mezzi meccanici ed attrezzature per la gestione del patrimonio comunale (territorio, viabilità, impianti);

Interventi di efficientamento energetico:

- contributo all'installazione di impianti fotovoltaici su immobili comunali;
- installazione di sistemi di illuminazione a basso consumo e/o a basso inquinamento luminoso;
- acquisto di mezzi di trasporto pubblici basso emissivi;
- interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici comunali;
- contributo alla creazione di comunità energetiche.

La società proponente, inoltre, è disponibile a sostenere altri interventi compensativi comunque orientati alle finalità di compensazione ambientale e territoriale eventualmente individuati dal Comune e preventivamente approvati dalla società Proponente.

In riferimento alla stima dei proventi della vendita dell'energia, valutate le attuali estreme incertezze circa le fluttuazioni dei prezzi del mercato energetico, può assumersi come riferimento prudenziale un prezzo indicativo medio nell'arco temporale di riferimento (25 anni) pari a 67,00 €/MWh.

Sulla base di una producibilità annua calcolata di 61.571,00 MWh/anno e di una aliquota delle compensazioni valutata in misura del 3% dei proventi della vendita dell'energia, si ottiene un importo delle risorse da destinare a misure compensative territoriali pari a 123.757,71 €/anno.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 26 di 29

Si precisa che le suddette cifre sono puramente indicative e saranno oggetto di specifica condivisione con il Comune di Sassari nell'ambito del procedimento di Autorizzazione Unica.

Per quanto precede i corrispettivi da destinare a misure compensative territoriali a favore del Comune di Sassari è indicativamente valutabile in **123.757,71 €/anno**.

 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l. <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small>  IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 27 di 29

6 QUADRO RIEPILOGATIVO E CONCLUSIONI

I flussi annuali delle grandezze economiche considerati sono nel quadro sinottico riportato in Allegato 1 mentre i risultati dell'ACB sono sintetizzati nella Tabella 6.1.

I parametri di riferimento per l'analisi economica sono i seguenti:

Tasso di inflazione 1,5%

Tasso di sconto 3%

Tabella 6.1 – Sintesi dei risultati dell'Analisi costi - benefici

	Soluzione progettuale
Benefici attualizzati (€)	27.907.968,12
Costi attualizzati (€)	- 13.959.302,91
VANE	13.948.665,20 €
Benefici / costi economici	2,00

Il progetto presenta un Valore attuale netto economico (VANE) significativamente positivo

La *performance* economica dell'investimento è conseguenza della specificità degli impianti energetici a fonte rinnovabile e della loro funzione strategica in termini di contrasto all'azione dei cambiamenti climatici. Si ricorda, a tale proposito, come la Direttiva 2014/52/UE, che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, sottolinei la necessità che alcune questioni ambientali, come **l'efficienza delle risorse e la sostenibilità, la tutela della biodiversità, i cambiamenti climatici e i rischi di incidenti e calamità**, debbano costituire elementi importanti all'interno dei processi di valutazione e decisionali.

Anche volendo focalizzare le analisi sulla sola scala locale, ancorché tale ipotesi non sia coerente con i predetti obiettivi di un'esaustiva analisi ambientale, i risultati mostrano in tutta evidenza come l'iniziativa proposta sia suscettibile di determinare significative ricadute positive sul territorio, attraverso l'attuazione delle previste azioni compensative.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 28 di 29

ALLEGATO: QUADRO SINOTTICO ACB

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO Volta Green Energy S.r.l.  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO VGE-FVS-PD18
	TITOLO ANALISI COSTI-BENEFICI	PAGINA 29 di 29

Anno	Costi								Benefici						Costi totali	Benefici totali	Costi netti attualizzati	Benefici netti attualizzati	
	Atmosfera		Paesaggio		Perdita serv ecos. - Stocc C		Perdita serv ecos. - Habitat		Atmosfera		Incremento Reddito Agr.		Compensazioni terr.						
	Costi non attualizzati	Costi attualizzati	Costi non attualizzati	Costi attualizzati	Costi non attualizzati	Costi attualizzati			Benefici non attualizzati	Benefici attualizzati	Benefici non attualizzati	Benefici attualizzati	Benefici non attualizzati	Benefici attualizzati					
0	2023	- 615.710,00	- 615.710,00	- 24.321,00	- 24.321,00	- 20.770,37	- 20.770,37	- 1.826,60	- 1.826,60										
1	2024	- 624.945,65	- 606.743,35	- 24.685,82	- 23.966,81	-	-	-	-	1.231.420,00	1.195.553,40	8.313,11	8.070,98	123.757,71	120.153,12	- 649.631,47	1.363.490,82	- 630.710,16	1.323.777,50
2	2025	- 634.319,83	- 597.907,28	- 25.056,10	- 23.617,78	-	-	-	-	1.249.891,30	1.178.142,43	8.437,81	7.953,44	125.614,08	118.403,31	- 659.375,94	1.383.943,18	- 621.525,06	1.304.499,18
3	2026	- 643.834,63	- 589.199,89	- 25.431,94	- 23.273,83	-	-	-	-	1.268.639,67	1.160.985,01	8.564,37	7.837,62	127.498,29	116.678,99	- 669.266,58	1.404.702,33	- 612.473,72	1.285.501,62
4	2027	- 653.492,15	- 580.619,31	- 25.813,42	- 22.934,89	-	-	-	-	1.287.669,26	1.144.077,46	8.692,84	7.723,48	129.410,76	114.979,79	- 679.305,57	1.425.772,86	- 603.554,20	1.266.780,72
5	2028	- 663.294,53	- 572.163,69	- 26.200,62	- 22.600,89	-	-	-	-	1.306.984,30	1.127.416,14	8.823,23	7.611,00	131.351,92	113.305,32	- 689.495,16	1.447.159,46	- 594.764,58	1.248.332,46
6	2029	- 673.243,95	- 563.831,21	- 26.593,63	- 22.271,75	-	-	-	-	1.326.589,07	1.110.997,46	8.955,58	7.500,16	133.322,20	111.655,24	- 699.837,59	1.468.866,85	- 586.102,96	1.230.152,86
7	2030	- 683.342,61	- 555.620,08	- 26.992,54	- 21.947,40	-	-	-	-	1.346.487,90	1.094.817,88	9.089,91	7.390,93	135.322,03	110.029,20	- 710.335,15	1.490.899,85	- 577.567,48	1.212.238,01
8	2031	- 693.592,75	- 547.528,52	- 27.397,43	- 21.627,78	-	-	-	-	1.366.685,22	1.078.873,94	9.226,26	7.283,30	137.351,86	108.426,83	- 720.990,18	1.513.263,35	- 569.156,30	1.194.584,06
9	2032	- 703.996,64	- 539.554,81	- 27.808,39	- 21.312,81	-	-	-	-	1.387.185,50	1.063.162,18	9.364,66	7.177,23	139.412,14	106.847,80	- 731.805,03	1.535.962,30	- 560.867,62	1.177.187,21
10	2033	- 714.556,59	- 531.697,21	- 28.225,51	- 21.002,43	-	-	-	-	1.407.993,28	1.047.679,23	9.505,13	7.072,71	141.503,32	105.291,76	- 742.782,10	1.559.001,74	- 552.699,64	1.160.043,70
11	2034	- 725.274,94	- 523.954,05	- 28.648,90	- 20.696,57	-	-	-	-	1.429.113,18	1.032.421,77	9.647,70	6.969,71	143.625,87	103.758,39	- 753.923,84	1.582.386,76	- 544.650,62	1.143.149,86
12	2035	- 736.154,06	- 516.323,65	- 29.078,63	- 20.395,17	-	-	-	-	1.450.549,88	1.017.386,50	9.792,42	6.868,21	145.780,26	102.247,34	- 765.232,69	1.606.122,56	- 536.718,82	1.126.502,05
13	2036	- 747.196,38	- 508.804,37	- 29.514,81	- 20.098,15	-	-	-	-	1.472.308,13	1.002.570,19	9.939,31	6.768,18	147.966,97	100.758,30	- 776.711,18	1.630.214,40	- 528.902,52	1.110.096,68
14	2037	- 758.404,32	- 501.394,60	- 29.957,53	- 19.805,46	-	-	-	-	1.494.392,75	987.969,66	10.088,39	6.669,62	150.186,47	99.290,95	- 788.361,85	1.654.667,62	- 521.200,06	1.093.930,22
15	2038	- 769.780,39	- 494.092,74	- 30.406,89	- 19.517,03	-	-	-	-	1.516.808,64	973.581,75	10.239,72	6.572,49	152.439,27	97.844,97	- 800.187,28	1.679.487,63	- 513.609,77	1.077.999,20
16	2039	- 781.327,09	- 486.897,21	- 30.863,00	- 19.232,80	-	-	-	-	1.539.560,77	959.403,37	10.393,32	6.476,77	154.725,86	96.420,04	- 812.190,09	1.704.679,95	- 506.130,01	1.062.300,18
17	2040	- 793.047,00	- 479.806,48	- 31.325,94	- 18.952,71	-	-	-	-	1.562.654,18	945.431,48	10.549,22	6.382,45	157.046,75	95.015,86	- 824.372,94	1.730.250,14	- 498.759,19	1.046.829,79
18	2041	- 804.942,70	- 472.819,00	- 31.795,83	- 18.676,70	-	-	-	-	1.586.094,00	931.663,06	10.707,45	6.289,50	159.402,45	93.632,14	- 836.738,53	1.756.203,90	- 491.495,70	1.031.584,70
19	2042	- 817.016,84	- 465.933,29	- 32.272,77	- 18.404,71	-	-	-	-	1.609.885,41	918.095,15	10.868,07	6.197,91	161.793,48	92.268,56	- 849.289,61	1.782.546,96	- 484.338,00	1.016.561,62
20	2043	- 829.272,10	- 459.147,85	- 32.756,86	- 18.136,68	-	-	-	-	1.634.033,69	904.724,83	11.031,09	6.107,65	164.220,39	90.924,85	- 862.028,96	1.809.285,16	- 477.284,53	1.001.757,33
21	2044	- 841.711,18	- 452.461,23	- 33.248,21	- 17.872,55	-	-	-	-	1.658.544,19	891.549,23	11.196,55	6.018,70	166.683,69	89.600,70	- 874.959,39	1.836.424,44	- 470.333,79	987.168,63
22	2045	- 854.336,85	- 445.871,99	- 33.746,94	- 17.612,27	-	-	-	-	1.683.422,36	878.565,50	11.364,50	5.931,05	169.183,95	88.295,83	- 888.083,78	1.863.970,80	- 463.484,27	972.792,38
23	2046	- 867.151,90	- 439.378,71	- 34.253,14	- 17.355,78	-	-	-	-	1.708.673,69	865.770,86	11.534,97	5.844,67	171.721,71	87.009,97	- 901.405,04	1.891.930,37	- 456.734,50	958.625,51
24	2047	- 880.159,18	- 432.979,99	- 34.766,94	- 17.103,03	-	-	-	-	1.734.303,80	853.162,55	11.707,99	5.759,56	174.297,53	85.742,84	- 914.926,11	1.920.309,32	- 450.083,02	944.664,94
25	2048	- 893.361,56	- 426.674,46	- 35.288,44	- 16.853,96	-	-	-	-	1.760.318,35	840.737,85	11.883,61	5.675,68	176.911,99	84.494,15	- 928.650,01	1.949.113,96	- 443.528,41	930.907,68
			- 13.407.114,99		- 529.590,95		- 20.770,37		- 1.826,60		25.204.738,89		170.152,97		2.533.076,26			- 13.959.302,91	27.907.968,12