



IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "MELFI 7" DA REALIZZARSI IN LOCALITA' MASSERIA MONTELANGO, COMUNE DI MELFI (PZ)

OPERA DI PUBBLICA UTILITA'

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II

CUSTOMER
Committente

FIMENERGIA

ADDRESS
Indirizzo

VIA L. BUZZI 6, 15033 CASALE MONFERRATO (AL)
T. +390292875126 (ufficio operativo)

DESIGNERS TEAM
Gruppo di progettazione

CIVIL - ENVIRONMENTAL DESIGN
Progettazione civile - ambientale



VIA ADIGE, 16
73023 LECCE
T. +39 392 5745356

Ing. ANTONIO BUCCOLIERI

ELECTRICAL DESIGN
Progettazione elettrica

FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
T. +390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO

HYDRAULIC CONSULTANCY
Consulenza idraulica



C.SO.A. DE GASPERI 529/c
70125 BARI (BA)
T. +393287050505

Ing. SALVATORE VERNOLE

GEOLOGICAL CONSULTANCY
Consulenza geologica



VIALE DEL SEMINARIO MAGGIORE, 35
25063 POTENZA (PZ)
T. +393483017593

Dr. ANTONIO DE CARLO

ARCHEOLOGIST
Archeologo

VIA MARATEA, 1
85100 POTENZA (PZ)
T. +393490881560

Dr.SSA LUCIA COLANGELO

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	Dicembre 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. A. Buccolieri	Ing. F. Favero	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					
05					

DRAWING - Elaborato

TITLE
Titolo

ANALISI COSTI BENEFICI

DRAWING DETAILS - Dettagli di disegno

GENERAL SCALE
Scala generale

DETAIL SCALE
Scala particolari



ARCHIVE - Archivio

FILE

SIA_104

PLOT STYLE

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODING - Codifica

PROJECT LEVEL
Fase progettuale

DEFINITIVO

CATEGORY
Categoria

SIA

PROGRESSIVE
Progressivo

1

0

4

REVISION
Revisione

00

PREMESSA	3
1.1 PROBLEMATICHE DI FONDO NELL'ACB	4
1.2 I METODI DI VALUTAZIONE DEL VALORE ECONOMICO DEI BENI AMBIENTALI	7
1.3 IL COSTO TOTALE DELLE TECNOLOGIE ENERGETICHE	14
2 ANALISI DELLA REMUNERAZIONE DA VENDITA DELL'ENERGIA	16
2.1 Ricavo da vendita secondo la tariffa incentivante D.M. 4 Luglio 2019	16
2.2 Ricavo da vendita secondo il sistema a Prezzi Minimi Garantiti.....	17
2.3 Ricavo da vendita secondo un Power Purchase Agreement.....	17
2.4 Ricavo da vendita a prezzo di mercato	17
3 ANALISI FINANZIARIA	18
3.1 Valore Attuale Netto (VAN)	18
3.2 Risultati analisi finanziaria	21
3.3 Analisi di sensitività del progetto	23
3.4 Analisi di probabilità del rischio progetto in proposta	25
4 ANALISI DEI COSTI	27
4.1 DIVERSO USO DEL SUOLO	28
4.2 PERCEZIONE DELLA MODIFICA PAESAGGISTICA	48
4.3 CONCLUSIONE COSTI	50
5 ANALISI BENEFICI.....	52
5.1 VALORE DELLA PRODUZIONE ENERGETICA.....	53
5.2 BENEFICI DA MANCATA EMISSIONE CO2.....	54
5.3 BENEFICI LOCALI	55
5.4 CONCLUSIONE BENEFICI COMUNITA' LOCALE	56
6 ANALISI DEI RISULTATI COSTI-BENEFICI.....	57
7 CONCLUSIONI	59

PREMESSA

L'Analisi Costi-Benefici (ACB) è un metodo di valutazione ex ante di progetti privati applicata anche nel campo delle scelte di investimento pubbliche: essa può essere utilizzata per valutare la convenienza di un singolo progetto, di un programma, o di uno strumento di politica economica. In realtà, essa è parte integrante del progetto stesso, in quanto consente di valutarne la convenienza e di scegliere, tra diverse alternative progettuali, quella più conveniente.

L'ACB prende in esame diverse prospettive di valutazione: quella finanziaria, quella economica e quella sociale.

Nell'**analisi finanziaria** l'investimento viene considerato dal punto di vista privato: il progetto viene valutato in rapporto alla sua capacità di contribuire al profitto del proponente, e pertanto vengono considerate le tipiche variabili che influenzano direttamente la funzione del profitto (flusso di ricavi e dei costi): **il progetto sarà considerato conveniente se il profitto da esso derivante sarà positivo.**

Nel caso di confronto tra diverse alternative progettuali si considererà più conveniente il progetto cui è associato un livello di profitto più elevato.

Nell'**analisi economica** la prospettiva rispetto alla quale deve essere **valutata la convenienza di un progetto è invece quella collettiva.** L'operatore pubblico che finanzia l'intervento dovrà valutare i benefici per la collettività massimizzando la funzione di benessere collettivo e sarà quindi quest'ultima funzione la discriminante che consentirà di decidere se attuare (o finanziare) un progetto o quale alternativa progettuale realizzare.

Nel caso in esame è evidente che l'approccio da seguire sia quello dell'analisi economica e che la massima rilevanza è data dagli effetti ambientali associati all'intervento in progetto.

Prima di procedere con la quantificazione dei costi e dei benefici economici correlati alla realizzazione delle opere di progetto, si riportano alcune considerazioni relativamente alle problematiche intrinsecamente connesse all'ACB ed alle metodologie comunemente utilizzate per la valutazione dei beni economici.

1.1 PROBLEMATICHE DI FONDO NELL'ACB

Nella valutazione degli effetti ambientali relativi alla realizzazione di un intervento, bisogna considerare che i beni ambientali sfuggono alla logica di mercato e, pertanto, il loro valore non può essere determinato attraverso l'analisi tradizionale delle curve di domanda ed offerta. È evidente, allora, come la definizione del valore economico di una risorsa ambientale, ossia l'attribuzione di un corrispettivo monetario ad essa, debba superare i limiti del valore di scambio ed abbracciare una nozione di valore più ampia che consideri tutte le ragioni per le quali la risorsa ambientale è fonte di utilità per la collettività.

In linea generale, quindi, l'attività di valutazione di un bene ambientale implica la misurazione, attraverso una qualche unità di misura convenzionale, della capacità del bene di essere utile e quindi di soddisfare determinati bisogni. In presenza di esternalità negative, risulta necessario identificare la curva del costo esterno, ossia cercare di misurare i danni ambientali. Tale misurazione dovrà essere effettuata in termini monetari, dal momento che i benefici privati sono espressi in questa unità di misura: la moneta, infatti, è utilizzata come strumento di misurazione dei guadagni e delle perdite di utilità (o di benessere). L'idea fondamentale per la misurazione in termini monetari dei benefici è che **gli individui rivelino le loro preferenze per i beni ambientali mostrando la loro Disponibilità A Pagare (DAP) per quei beni**. Il prezzo di mercato costituisce la guida iniziale per misurare tale disponibilità, e quindi, la spesa totale per il bene rappresenta la prima approssimazione del beneficio ricevuto. Ovviamente, la ragione per la quale la moneta viene utilizzata come unità di misura è che tutti esprimono le proprie preferenze nei termini di questa unità di misura: se acquistiamo un bene, ad esempio, esprimiamo la nostra disponibilità a pagare offrendo moneta in cambio di quel bene, e indirettamente riflettiamo il valore economico che viene attribuito al bene in questione.

Naturalmente **l'approccio monetario presenta numerosi limiti**. In primo luogo, tale approccio "monetizza" le preferenze degli individui per una variazione nella fornitura di un bene non di mercato (es. qualità ambientale) e non il valore del bene in sé. Spesso **le persone non hanno preferenze ben definite in termini monetari per i beni non di mercato**; può quindi essere necessario fornire informazioni aggiuntive per consentire la formazione di tali preferenze. **La disponibilità a pagare, inoltre, dipendendo dalla capacità di pagare, è distorta dalla distribuzione del reddito**.

A livello teorico, il problema della valutazione economica dei beni ambientali ha subito, negli ultimi decenni, una profonda rielaborazione, soprattutto a causa delle pressioni politiche rivolte al cambiamento della politica ambientale. Nel corso degli anni '80, in particolare, le critiche rivolte alla teoria microeconomica tradizionale di non tenere conto, nelle valutazioni monetarie dei beni ambientali, dei valori diversi da quelli di puro utilizzo ha spinto verso **l'introduzione del concetto di Valore Economico Totale (VET)**. Nonostante esistano approcci diversi, e non vi sia accordo unanime circa la terminologia utilizzata, in economia ambientale si è giunti ad identificare una

precisa tassonomia dei valori economici dei beni ambientali, così come riportato nel seguente schema:



Il Valore Economico Totale è composto da “valori d’uso” e “valori di non uso” (o intrinseci). Appartengono alla prima categoria, i valori d’uso (diretto ed indiretto) ed i valori d’opzione e quasi opzione; rappresentano, invece, valori di non uso, il valore di lascito ed il valore d’esistenza. Il valore economico totale risulta quindi pari a:

$$\text{VET} = \text{valore d'uso diretto} + \text{valore d'uso indiretto} + \text{valore d'opzione} + \text{valore di quasi opzione} + \text{valore di esistenza} + \text{valore di lascito}$$

(1)

Analizziamo brevemente le diverse componenti:

Il **valore d’uso** rappresenta la principale componente del valore economico di una risorsa ambientale. Gran parte del valore che da questo deriva è legato, infatti, all’utilità percepita dai consumatori attraverso la fruizione. Alcuni autori distinguono tra valore d’uso diretto, che deriva dalla fruizione diretta della risorsa naturale (si pensi, ad esempio, al piacere che deriva dall’utilizzo di una spiaggia), e valore d’uso indiretto, legato ai benefici indiretti che gli individui ricevono dall’utilizzo della risorsa (si pensi, ad esempio, ai fruitori di una spiaggia che beneficiano, nel corso della loro permanenza, degli effetti paesaggistici del territorio circostante).

Il **valore di opzione** è legato al desiderio di assicurare la disponibilità del bene per un potenziale utilizzo futuro. Esso assume particolare rilevanza quando vi sono situazioni di incertezza sulla disponibilità futura della risorsa ambientale, come, ad esempio, per i c.d. beni irriproducibili o per i beni la cui offerta non è in grado di adeguarsi alle variazioni della domanda. Il valore d’opzione corrisponde, in linea teorica, all’ammontare di un ipotetico premio assicurativo pagato al fine di avere la garanzia della disponibilità futura del bene per un uso diretto o indiretto. I soggetti avversi al rischio saranno, infatti, disposti a pagare una somma di denaro per garantirsi tale disponibilità in futuro.

Il **valore di quasi opzione** individua, invece, il valore attribuito alla possibilità di preservare la risorsa per utilizzi futuri non ancora identificati e conseguenti al processo di sviluppo tecnologico.

In altre parole, esso rappresenta il valore del potenziale aumento di conoscenza che può derivare dalla semplice esistenza di quel bene.

Oltre al valore d'uso, esistono altre valenze, sinteticamente definite come valori di non uso, del tutto indipendenti dall'utilizzo individuale del bene. Ad esempio, il valore di lascito si identifica con l'utilità derivante dalla consapevolezza che, grazie al proprio interessamento, anche le generazioni future potranno godere di determinate risorse ambientali (atteggiamento di tipo altruistico). Dal punto di vista economico, tale valore è esprimibile quindi come la disponibilità a pagare da parte di un soggetto per la conservazione di un certo bene affinché le generazioni future possano disporne. È evidente, allora, come tale concetto sia affine al valore di opzione, nel senso che come questo si riferisce a fruizioni differite nel tempo, è correlato all'uso di una risorsa, ma è condizionato dall'incertezza sulla sua disponibilità futura.

Il **valore di esistenza** è invece legato alla possibilità di preservare il bene da una possibile distruzione a prescindere da qualunque considerazione legata all'uso attuale o futuro di tale risorsa. Tale valore si riferisce, infatti, all'utilità percepita dai soggetti per il solo fatto che le risorse continuano ad esistere, indipendentemente dalla possibilità di trarne un beneficio dall'uso. In termini economici, tale valore è misurato dalla disponibilità a pagare per l'esistenza o la salvaguardia di determinati beni.

L'introduzione del Valore Economico Totale ha segnato un indubbio passo in avanti nelle valutazioni economiche dei beni ambientali. In letteratura, oggi, esiste un sostanziale accordo sul fatto che le componenti appena richiamate possano influire, almeno in linea teorica, sul valore di una risorsa ambientale.

Tuttavia, **esistono numerose perplessità legate alla possibilità di quantificare valori come quelli di esistenza, per i quali non esiste un riferimento di mercato.** Naturalmente, **tale problema può essere ridimensionato considerando il peso relativo che le diverse componenti assumono in termini di effettivo contributo al valore economico totale.** Nel caso della stima degli effetti misurabili del danno ambientale, infatti, tale operazione consente una notevole semplificazione delle operazioni di stima, garantendo la possibilità di **trascurare alcune componenti irrilevanti.** In linea generale, la rilevanza delle componenti di non uso dipende da tre elementi fondamentali:

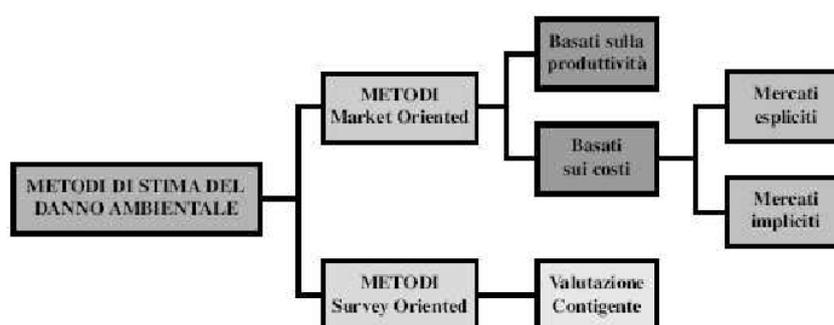
- **l'irreversibilità del bene** - se il bene non viene preservato, le possibilità di rigenerazione sono assai complesse e i tempi ancor più lunghi;
- **l'incertezza** - in quanto il futuro non è noto e gli attuali errori di gestione della risorsa possono generare dei costi potenziali futuri difficili da determinare;
- **l'unicità** - il bene in questione non è facilmente sostituibile, si preferirà quindi la preservazione piuttosto che lo sfruttamento indiscriminato.

1.2 I METODI DI VALUTAZIONE DEL VALORE ECONOMICO DEI BENI AMBIENTALI

Negli ultimi anni sono state definite numerose e differenti metodologie di stima dei costi e benefici esterni ambientali. Malgrado la maggior parte degli approcci si basi su un apparato teorico comune ben definito, esistono notevoli differenze tra loro. Naturalmente, è al di là dello scopo del presente lavoro presentare una rassegna esaustiva delle diverse tecniche di “monetizzazione” esistenti, tuttavia, è opportuno descrivere sinteticamente le principali tecniche al fine di spiegare quali sono i loro ambiti specifici di applicazione e perché diversi approcci applicati ad un medesimo problema di valutazione ambientale producono risultati diversi.

In primo luogo è necessario sottolineare come, **dal punto di vista giurisprudenziale, il valore economico di un bene ambientale per la collettività sia pari al danno (costo) subito dalla collettività a causa di un’attività di alterazione, deterioramento e distruzione del bene stesso.** E’ evidente allora come gran parte delle tecniche di valutazione sviluppate sia rivolta alla quantificazioni dei danni arrecati all’ambiente.

Come rilevato da numerosi autori (vedi, ad esempio, Stirling, 1992) esiste una notevole confusione nella classificazione e nomenclatura dei diversi metodi. Malgrado la maggior parte degli autori distingua tra metodi diretti (o delle preferenze dichiarate) e metodi indiretti (o delle preferenze rivelate), i differenti significati attribuiti alla parola ‘diretto’ da parte dei diversi autori, ha infatti impedito la formazione di un linguaggio comune (Fontana, 2005). Al fine di superare (evitare) tale confusione, si distinguerà tra metodi di stima “market oriented” e metodi di stima “survey oriented”. Consideriamo la seguente figura:



Per quanto riguarda i metodi market oriented, basati sui costi, assumono particolare rilevanza le tecniche orientate a mercati espliciti, ossia basate su dati di prezzo e quantità ricavati da mercati effettivi. È possibile distinguerle in:

- costo di ripristino: ricostruzione e stima delle spese che sarebbe necessario sostenere per riportare i beni ambientali danneggiati alla situazione precedente il danno (baseline);
- costo di sostituzione: ricostruzione e stima delle spese che sarebbe necessario sostenere per beni prodotti dall’uomo che possano sostituire i beni o i servizi ambientali compromessi;
- costo del progetto ombra: ricostruzione e stima delle spese che sarebbe necessario sostenere per creare un progetto alternativo alla risorsa ambientale danneggiata;

- costo di rilocalizzazione: ricostruzione e stima delle spese che sarebbe necessario sostenere per spostare altrove le attività economiche danneggiate a causa della riduzione della qualità ambientale;
- spese difensive: ricostruzione e stima delle spese che sarebbe necessario sostenere per evitare o prevenire impatti sulle componenti ambientali.

Le tecniche orientate a mercati impliciti utilizzano, invece, dati di prezzo e quantità ricavati da mercati di beni surrogati rispetto a quello ambientale da valutare. È possibile distinguerle in:

- prezzi edonici (Griliches, 1971; Rosen, 1974): si fa riferimento al valore di mercato di particolari beni succedanei complementari ai beni ambientali. Si ricorre a questi metodi quando i beni ambientali danneggiati sono intangibili (paesaggio incontaminato, aria pulita, silenziosità di un luogo);
- costi di viaggio (Hotelling, 1931; Clawson, 1959; Claxton e Knetsch, 1966): si fa riferimento alle spese sostenute dagli individui per raggiungere una determinata località, e si assume che tali cifre rappresentino l'effettivo valore che gli individui attribuiscono al sito.

Le tecniche orientate alla produttività considerano l'ambiente naturale come fattore di produzione (Ellis e Fisher, 1987; Maler, 1992; Freeman, 1993):

$$Q = f(K, L, E) \quad (2)$$

dove Q rappresenta il prodotto, K il capitale, L il lavoro ed E un indicatore di qualità ambientale.

Qualora la forma algebrica della funzione di produzione sia nota è possibile calcolare l'effetto che una variazione della qualità ambientale ha sulla produzione. Se un danno altera la quantità o il prezzo di un bene (o di un servizio) fornito da una qualità ambientale, il valore monetario di tale cambiamento costituisce, quindi, una misura del danno alla qualità ambientale stessa. In linea generale, i metodi orientati al mercato presentano una serie di criticità:

- le stime sono dipendenti dal mercato e dunque da fattori contingenti;
- esistono delle difficoltà nella ripartizione della responsabilità dei danni nello spazio e nel tempo, in caso di più inquinatori;
- sono difficilmente applicabili ai casi di danno atmosferico, alla falda, a bacini idrici di vaste dimensioni;
- sono di difficile applicabilità al concetto di biodiversità;
- non sono applicabili qualora i danni ambientali siano, in massima parte, localizzati in aree marginali, di pregio modesto e con scarso valore d'uso per la collettività.

Per quanto riguarda i metodi "survey oriented", le tecniche orientate a mercati ipotetici, o di valutazione contingente, sono invece basate su interviste attraverso le quali viene stimata la disponibilità a pagare degli individui, o di un insieme di individui, per particolari beni e servizi ambientali. In alternativa, sempre tramite interviste, tali tecniche si affidano a valutazioni di tali beni e servizi fornite da esperti. Il valore di un bene ambientale viene così individuato attraverso la ricostruzione della disponibilità a pagare (DAP) degli individui per un beneficio ambientale o la disponibilità ad accettare compensi per un costo ambientale (DAC). Tale disponibilità viene stimata

attraverso domande dirette su preferenze personali riguardo l'ambiente, o dedotta analizzando le scelte da essi effettuate in simulazioni in cui vengono proposti beni o servizi ambientali alternativi.

Naturalmente anche questo metodo non è esente da criticità, quali:

- la scarsa conoscenza da parte dell'individuo relativa ai beni ambientali;
- il rischio di comportamenti strategici (free riding);
- non neutralità delle modalità di pagamento;
- il fatto che le preferenze non sono sempre transitive e sommabili;
- il rischio distorsione in ragione del tipo di domanda o del campione.

Dal punto di vista della quantificazione del valore economico totale delle risorse ambientali, i diversi metodi di valutazione presentano, quindi, delle evidenti criticità. **Le metodologie market oriented permettono di stimare solo il valore d'uso, diretto ed indiretto, dei beni ambientali; mentre le metodologie survey oriented, malgrado permettano di individuare sia il valore d'uso che il valore di non uso, risultano altamente arbitrarie.**

Sebbene il concetto di Valore Economico Totale di una risorsa ambientale rappresenti, quindi, un avanzamento dal punto di vista teorico, i metodi utilizzati per la sua valutazione non permettono una chiara quantificazione dei diversi elementi che lo compongono. Tale fenomeno non è sorprendente: da una parte, l'Economia Ambientale, tentando di riportare all'interno dell'impostazione standard i problemi di carattere ambientale, non permette di considerare in maniera soddisfacente parte dei valori di non uso; dall'altra, l'Economia Ecologica, sebbene interessata al valore intrinseco del capitale naturale non sembra ancora in grado di esprimere, a livello operativo, metodi in grado di quantificare il valore economico di una risorsa.

Queste considerazioni evidenziano in ultima analisi le criticità intrinsecamente connesse alla quantificazione economica dei beni ambientali.

Noto quanto sopra, ai fini della presente analisi si è deciso di utilizzare quale riferimento la metodologia sviluppata nell'ambito del **progetto ExternE**, acronimo di "External Costs of Energy" e riferimento di una serie di progetti promossi dalla Commissione Europea a partire dagli anni novanta. Le analisi condotte nell'ambito di tale progetto sono anche stati utilizzati nell'ambito di **analisi costi benefici a livello "macro"** per valutare **il costo globale di produzione dell'energia e gli effetti dello sviluppo delle rinnovabili.**

Nel successivo paragrafo si riporta una breve descrizione della metodologia adottata per l'implementazione del progetto ExternE, mentre nel successivo paragrafo si riportano delle valutazioni di costo globale delle varie fonti energetiche.

1.2.1 IL PROGETTO EXTERNE

Il progetto ExternE, "External Costs of Energy", è stato inizialmente promosso dalla Commissione Europea in collaborazione con il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti nel 1991, in seguito alla convinzione che gli impatti ambientali connessi alla produzione di energia non fossero debitamente considerati nei processi decisionali. Il progresso nella conoscenza scientifica aveva dimostrato che talune fonti energetiche possono provocare impatti negativi anche molto significativi su un ampio numero di recettori, influenzando sulla salute umana, sugli ecosistemi e sull'ambiente in generale. La scelta di approfondire le esternalità riconducibili al settore dell'energia è stata, quindi, dettata da diversi fattori, tra cui:

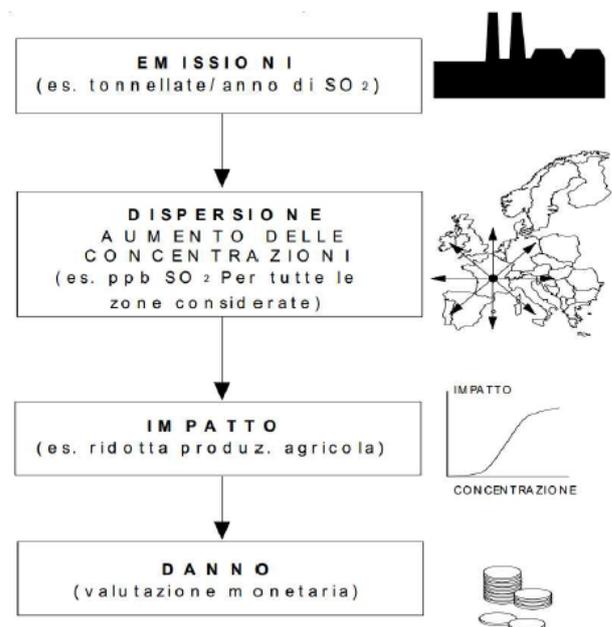
- la necessità di considerare l'interesse ambientale nella scelta tra differenti fonti energetiche e tecnologie ad esse associate;
- la necessità di valutare i costi ed i benefici dell'applicazione di standard ambientali più rigorosi;
- la maggiore attenzione verso l'utilizzo di strumenti economici nelle politiche ambientali;
- la promozione di politiche volte all'incoraggiamento dello sviluppo dei meccanismi di mercato e della competizione nel settore dell'energia (privatizzazione, liberalizzazione dei mercati energetici...).

La metodologia sviluppata nell'ambito del progetto ExternE rappresenta il primo approccio sistematico per la valutazione monetaria dei costi esterni di una vasta gamma di cicli di produzione di energia. L'approccio al calcolo delle esternalità è di tipo bottom-up e si basa sullo studio del percorso degli impatti (Impact Pathway):

l'analisi procede in maniera sequenziale dalla quantificazione dei fattori d'impatto (emissioni atmosferiche, rumore ecc..) alla stima delle modificazioni ambientali, alla valutazione degli impatti fisici fino a giungere alla loro quantificazione in termini monetari. Gli impatti ed i costi sono sommati per i diversi recettori sensibili e lo studio si delinea come un'analisi di tipo multidisciplinare.

Il primo studio prodotto dal progetto ExternE è stato pubblicato negli Stati Uniti ed in Europa tra il 1994 ed 1995 e propone una metodologia di lavoro da applicarsi per un dettagliata quantificazione dei costi esterni del ciclo di vari carburanti o fonti energetiche. In particolare, lo studio comprende i seguenti volumi:

- Vol. 1: Sintesi;
- Vol. 2: Metodologia;
- Vol. 3: Carbone e lignite;



- Vol. 4: Petrolio e gas;
- Vol. 5: Nucleare;
- Vol. 6: Eolico ed idroelettrico.
- Vol. 7 Aggiornamento della metodologia
- Vol. 8 Quantificazione degli effetti del riscaldamento climatico globale

Negli anni la metodologia è stata ulteriormente sviluppata (l'ultima pubblicazione comprendente l'aggiornamento della stessa risale al 2005 e lo studio esteso ad altri settori come per esempio i rifiuti (Vol 9).

1.2.2 IL RAPPORTO ISPRA 2018 SUL CONSUMO DI SUOLO

Nel rapporto ISPRA (2018) "Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo" vengono svolte alcune riflessioni ed analisi di grandissimo interesse relative alla quantificazione dei servizi ecosistemici riguarda anche quelli persi a causa del degrado del suolo ed anche ad una loro quantificazione economica. Si tratta infatti di strumenti utili alla quantificazione del danno prodotto dal degrado, troppo spesso invisibile, rispetto al quale è sempre difficile impattare sulle scelte e conservare i territori.

Nel caso italiano, si è instaurato da tempo un sistema di piccoli e grandi interessi intorno all'urbanizzazione dei suoli, tale da determinare la continua perdita di suolo fertile per nuovi interventi urbanistici

Seguendo questo approccio inclusivo ISPRA valuta una serie di servizi ecosistemici, rappresentando di volta in volta la possibilità di valutarne la dimensione di stock di risorsa o di flusso di servizio a seconda delle condizioni e della disponibilità di metodi e dati..

La valutazione dei servizi ecosistemici (SE) è un processo complesso, poiché dietro alla valutazione di ciascun servizio ci sono mondi di competenze scientifiche di ambiti differenti da integrare e dati la cui disponibilità è variegata per accuratezza, scala, aggiornamento, etc. 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, 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.

Nella valutazione proposta da ISPRA a scala nazionale **gli effetti della variazione nell'offerta di SE** o nella perdita di stock vengono rappresentati sia in termini biofisici **sia in termini economici attraverso il valore economico della perdita dello stock determinatasi nel periodo di riferimento mentre per i servizi si tratta del valore annuale della perdita per ciascuno degli anni successivi.**

Tabella 1 Servizi (e funzioni) ecosistemiche su base CICES (basata su Van der Meulen et al., 2018, Dominati, 2010, Adhikari and Hartemink, 2016)

Ecosystem Service	CICES class	CICES class type	Examples	Functional process(es) and properties
Food, wood and fibre	Cultivated crops; Fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use or processing	Crops by amount, type	Food crops, timbre as building material	Structure, water holding capacity and nutrients fertility.
Fresh water	Groundwater for drinking; Groundwater for non-drinking purposes	By amount, type	Groundwater as resource for irrigation, drinking water on non-drinking water purposes	Texture, structure, water holding capacity, depth, subsoil pans
Carrying capacity for infrastructure, buildings and animals [support of animals and infrastructure][carrier function]	<i>No class provided in CICES</i>	<i>No class type provided in CICES</i>	Peat soil has low carrying capacity while sand provides foundation for infrastructure and buildings at lower costs	Soil texture, structure, moisture content
Water purification and soil contamination reduction	Bio-remediation by micro-organisms, algae, plants, and animals; Filtration/sequestration/storage/accumulation by micro-organisms, algae, plants, and animals; Filtration/sequestration/storage/accumulation by ecosystems	By amount, type, use, media (land, soil, freshwater, marine)	Atmospheric deposits, applied fertilizers, pesticides or other contaminants are adsorbed into soil aggregates, by clay particles and organic matter, and degraded (chemically altered) by soil biota Soil biota metabolize contaminants through oxidative or reductive processes	Soil texture, structure, organic matter content, biodiversity of soil biota. Micro-organisms require nutrients, moisture and appropriate pH (5.5-8.5, best at 7.0) and temperature (15-45°C), plus specific redox conditions. Processes will not proceed if too many inhibiting or toxic compounds are present.
Water regulation	Hydrological cycle and water flow maintenance; Flood protection	By depth/volumes; By reduction in risk, area protected	Mitigation of floods, groundwater recharge	Soil texture, structure, organic matter content, depth, water holding capacity, subsoil pans.
Carbon Sequestration	Weathering processes; Decomposition and fixing processes	By amount/concentration and source	Carbon in short-lived to more stable forms of soil organic matter (SOM) is stored (and recycled).	Soil texture, structure, moisture regime, nutrient regime (e.g. N availability), temperature, level of biotic activity, associated vegetation and soil disturbance regime.
Regulation of greenhouse gasses	Global climate regulation by reduction of greenhouse gas concentrations	By amount, concentration or climatic parameter	Soil biota affect fluxes of CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O.	Soil texture, Soil moisture regime, water holding capacity, nutrients (organic matter), temperature, microbial activity levels.
Regulation of local climate/temperature	Micro and regional climate regulation	By amount, concentration or climatic parameter	Soil provides habitat to shading and cooling through evapotranspiration. Perceived thermal comfort may also be higher in a green environment.	Structure, water holding capacity and nutrients fertility. Water availability is of special importance for transpiration.
Air quality regulation	Filtration/sequestration/storage/accumulation by micro-organisms, algae, plants, and animals; Filtration/sequestration/storage/accumulation by ecosystems	By amount, type, use, media (land, soil, freshwater, marine)	Soil provides habitat to vegetation that influences air quality through pollutant removal (positive impacts), influence of air circulation (positive or negative impact) and emission of biogenic volatile compounds and pollen (negative impact).	Structure, water holding capacity and nutrients fertility (for vegetation; soil properties strongly influencing effect of bare soil on noise not found).

Per lo sviluppo di un quadro condiviso sono state fondamentali le esperienze di applicazione condotte a livello sperimentale a scala locale, regionale e nazionale. ISPRA in particolare ha promosso diverse iniziative tra le quali la partecipazione diretta a progetti come LIFE SAM4CP, la collaborazione e il confronto con altri progetti come SOILCONSWEB, LIFE MGN, SOS4LIFE, un costante confronto con la comunità scientifica attraverso i contributi del Rapporto sul consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici (Ed. 2016 e 2017), attraverso la collaborazione con il Comitato per il Capitale Naturale per le due edizioni del Rapporto 2016 e 2017, ed infine attraverso un lavoro di un apposito tavolo di confronto sulle metodologie, avviato per l'edizione 2018 del Rapporto sul consumo di suolo, che ha coinvolto 7 università e centri di ricerca italiani

(Università di Urbino, Università del Molise, Università di Roma Sapienza, Università di Padova, Università Federico II di Napoli, CNR Firenze, CREA di Arezzo) e 2 Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente (Puglia e Veneto) oltre all'ISPRA.

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

Tabella 2 Servizi ecosistemici considerati

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

1.3 IL COSTO TOTALE DELLE TECNOLOGIE ENERGETICHE

Tra i numerosi studi condotti su questo argomento, decisamente significativi sono quelli condotti per **assoRinnovabili** da Althesys.

Lo studio commissionato da **assoRinnovabili** ha la finalità di stimare i costi e i benefici legati allo sviluppo delle energie rinnovabili per l'Italia, analizzando i costi di generazione elettrica e confrontando le fonti fossili con quelle rinnovabili. Di seguito si riportano le valutazioni principali e le conclusioni.

"... l'analisi si è sviluppata su due livelli: innanzitutto si sono confrontati e valutati i costi di generazione elettrica delle varie fonti disponibili, rinnovabili e non, considerando sia i costi industriali e finanziari che i relativi costi ambientali e sociali legati alla generazione elettrica (esternalità)."

Di seguito si riportano le tabelle elaborate, dalle quali si evince come, già oggi, in alcuni casi le rinnovabili possano essere competitive sul piano economico rispetto alle fonti fossili anche senza tener conto degli aspetti ambientali. **Se si includono nel computo del costo di generazione elettrica anche quelli esterni legati agli impatti ambientali e sociali delle diverse fonti (Global Cost), le rinnovabili hanno costi inferiori a quelli del carbone e, a seconda del costo del combustibile, anche a quelli del gas.**

Gli LCOE stimati in Italia

€/MWh	Carbone		Gas Naturale		Eolico		Fotovoltaico ¹		Idroelettrico	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
RSE, 2014	53,0	65,0	70,0	86,0	123,0		150,0		77,0	165,0
Ecofys, 2014	60,0	90,0	80,0	135,0	55,0	120,0	75,0	105,0	25,0	135,0
IEA, 2015					69,5		108,1		130,2	
Irex Monitor, 2014-2015 ²					81,5		112,3	147,3		
MEDIA	67,0		92,8		89,8		116,3		106,4	

¹ Impianti Utility Scale (> 1 MW)

² Eolico: Irex Annual Report 2015; Fotovoltaico: Irex Annual Report 2014

Gli LCOE stimati a livello globale

€/MWh	Carbone		Gas Naturale		Eolico		Fotovoltaico		Idroelettrico	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Ecofys, 2014 ¹	55,0	95,0	75,0	135,0	55,0		90,0		30,0	160,0
IRENA, 2015 ¹					31,6	105,4	94,1	185,2	26,3	173,1
IEA, 2015 ²	30,1	67,7	30,1	90,3	41,4		71,5		15,1	173,1
Irex Monitor, 2015 ³					60,2		126,8			
MEDIA	62,0		82,6		58,7		113,5		96,3	

¹ Media UE 28

² Media mondiale

³ Eolico: Irex Annual Report 2015; Fotovoltaico (utility scale): Irex Annual Report 2014; media (IT, FR, DE, ES, DK, EL, UK, RO, PL)

Secondo il rapporto IREX 2022 ¹ il 2021 è stato un anno di ripresa per il settore delle energie rinnovabili, che ha beneficiato del rimbalzo economico post-pandemia. Con oltre 430 operazioni,

¹ <https://www.althesys.com/thinktank/il-settore-elettrico-e-le-rinnovabili-tra-crisi-energetica-e-scenari-di-decarbonizzazione/>

14,9 GW di potenza e 13,5 miliardi di euro, il rialzo rispetto al 2020 è del 72% per numero di operazioni censite, del 37% per potenza totale e del 48% per valore. Con 8,4 GW di potenza e oltre 6 miliardi di euro di investimenti, il fotovoltaico resta primo tra le varie tecnologie. Scende, invece, l'eolico. Le operazioni di crescita interna sono l'81% del totale per 10,6 GW e 8,2 miliardi di euro. Solo il 30% dei progetti è, però, già autorizzato. La crescita per linee esterne copre il 28% del totale, con 4,7 miliardi contro i 3,8 del 2020. Rallenta l'internazionalizzazione, con l'Europa principale meta degli investimenti (82% MW), Spagna in testa, seguita dall'America Latina. L'evoluzione del 2021 vede un passo avanti nel consolidamento del mercato italiano nonostante calino le operazioni, grazie ad alcuni big deal. Il mercato mobiliare apprezza i titoli delle pure renewable italiane, con l'Irex Index che è salito del 110% in un anno. A fronte di un ritrovato impulso nello sviluppo di nuovi progetti, in Italia avanzano le tecnologie più innovative, con crescenti investimenti nell'eolico offshore, nei sistemi di accumulo e nell'idrogeno.

L'impennata dei prezzi elettrici ha reso sempre più competitivi eolico e fotovoltaico, malgrado gli aumenti dei costi delle materie prime, che hanno innalzato i Capex, e le criticità nella supply chain. Nel 2021 il valore medio del LCOE per l'eolico onshore in Europa si attesta a 48,3 €/MWh, per la prima volta in crescita (+13,4%) rispetto all'anno precedente. Anche i ricavi (LEOE), però, sono saliti (64,5 €/MWh medio, +23% sul 2020) rendendo più profittevoli gli investimenti. Analogo trend per l'eolico offshore, in cui alla crescita dei costi (LCOE +11% medio sul 2020) è corrisposto quella del LEOE (+116% sul 2020). **Nel fotovoltaico** gli impianti commerciali hanno un LCOE medio di 76,4 €/MWh e un LEOE di 85,5 (+11,9% il differenziale), mentre gli utility scale un LCOE di 60,3 €/MWh ed un LEOE di 61,6 (+2,1% il delta). **Tra gli utility scale le installazioni con i pannelli bifacciali e i tracker hanno un LCOE inferiore del 13%-14% rispetto agli impianti fissi,** per il maggior numero di ore di produzione che compensano i costi più elevati. Rispetto al 2020, la crescita del LCOE è compresa tra 14%-15%. A seguito dell'aumento dei ricavi, la marginalità passa dal 7-9% del 2020 al 13-15% del 2021. Lo sviluppo dell'agrivoltaico è la novità del 2021. Nonostante un LCOE superiore rispetto agli impianti tradizionali di circa il 16%, la redditività rimane positiva e soluzioni innovative consentono sinergie tra attività agricola ed energetica.

Per il progetto in esame viene quindi assunto un LCOE di 52 €/MWh.

2 ANALISI DELLA REMUNERAZIONE DA VENDITA DELL'ENERGIA

La remunerazione economica dell'impianto fotovoltaico sarà determinata dalla vendita dell'energia prodotta, ossia della cessione alla rete dei kWh. Sono di seguito presentate alcune possibili modalità di vendita di energia.

2.1 RICAVO DA VENDITA SECONDO LA TARIFFA INCENTIVANTE D.M. 4 LUGLIO 2019

il D.M. 04/07/2019 ha il fine di promuovere, attraverso un sostegno economico, la diffusione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di piccola, media e grande taglia. Gli impianti che possono beneficiare degli incentivi previsti dal Decreto sono quelli fotovoltaici di nuova costruzione, eolici onshore, idroelettrici e infine quelli a gas di depurazione.

L'intervento rientra in questa categoria, e ai sensi della normativa in materia di "produzione di energia da fonti rinnovabili" potrebbe avere una tariffa incentivante secondo la tabella 1.1 dell'allegato 1 del D.M. del 4 Luglio 2019. Il GSE pubblica sul proprio sito internet la tabella aggiornata.

Fonte rinnovabile Impianti	Gruppo di appartenenza	Tipologia	Potenza	VITA UTILE degli IMPIANTI	TARIFFA DI RIFERIMENTO (Tr)
			kW	anni	€/MWh
Eolici	Gruppo A	on-shore	1<P≤100	20	142,50
			100<P<1.000	20	85,50
			P≥1.000	20	66,50
	Gruppo C	on-shore	1<P≤100	20	150,00
			100<P<1.000	20	90,00
			P≥1.000	20	70,00
Fotovoltaici	Gruppo A		20<P≤100	20	99,75
			100<P<1.000	20	85,50
			P≥1.000	20	66,50
	Gruppo A-2	installati in sostituzione di coperture con completa rimozione eternit e amianto	20<P≤100	20	105,00
			100<P<1.000	20	90,00
Idroelettrici	Gruppo B	ad acqua fluente (compresi gli impianti su acquedotto)	1<P≤400	20	151,90
			400<P<1.000	25	107,80
			P≥1.000	30	78,40
		a bacino o a serbatoio	1<P<1.000	25	88,20
			P≥1.000	30	78,40
	Gruppo C	ad acqua fluente (compresi gli impianti su acquedotto)	1<P≤400	20	155,00
			400<P<1.000	25	110,00
		a bacino o a serbatoio	P≥1.000	30	80,00
Alimentati a gas residuati dei processi di depurazione	Gruppo B		1<P≤100	20	107,80
			100<P<1.000	20	98,00
			P≥1.000	20	78,40
	Gruppo C		1<P≤100	20	110,00
			100<P<1.000	20	100,00
			P≥1.000	20	80,00

Valori indicati dalla Tabella 1.1 dell'Allegato 1 del DM 4 luglio 2019, aggiornati secondo quanto previsto dal medesimo Allegato

Figura 1: incentivi DM 4/7/2019

La tariffa incentivante alla quale il presente impianto può accedere dopo il meccanismo di "registro" è pari a **66,5 €/MWh** e questa tariffa risulterà fissa per i successivi 20 anni dall'acquisizione.

2.2 RICAVO DA VENDITA SECONDO IL SISTEMA A PREZZI MINIMI GARANTITI

Per gli impianti da fonti rinnovabili, il gestore di rete, che ritira l'energia elettrica ai sensi del decreto legislativo n. 387/03, riconosce ai produttori un prezzo pari a quello di cessione dall'Acquirente unico alle imprese distributrici per la vendita al mercato vincolato, definito dall'articolo 30, comma 30.1, lettera a), del Testo integrato. Per il 2023 il PMG per i fotovoltaici è **44 €/MWh**, più un eventuale conguaglio se il prezzo di mercato nell'anno risulta maggiore di tale valore.

2.3 RICAVO DA VENDITA SECONDO UN POWER PURCHASE AGREEMENT

Un Power Purchase Agreement (PPA) è un accordo di fornitura di energia elettrica a lungo termine tra due parti, di solito tra un produttore di energia elettrica (seller) e un consumatore (industria) o distributore di energia elettrica (buyer). Nel contesto attuale i PPA possono essere siglati con un importo pari a **65,00 €/MWh** con un contratto a lungo termine di vent'anni.

2.4 RICAVO DA VENDITA A PREZZO DI MERCATO

Infine, è possibile cedere energia alla rete a prezzo di mercato, come previsto dal Gestore dei Mercati Energetici. Nel mercato elettrico italiano, l'energia viene negoziata attraverso aste elettroniche. I partecipanti, come produttori, distributori, e altri attori del settore, presentano offerte di acquisto e vendita di energia. Il prezzo dell'energia viene quindi determinato dal mercato in base alla domanda e all'offerta

Per questa simulazione è stato ipotizzato un accordo di vendita PPA al prezzo di 65 €/MWh per la durata della vita utile dell'impianto.

3 ANALISI FINANZIARIA

3.1 VALORE ATTUALE NETTO (VAN)

Fatte le premesse introdotte al capitolo precedente, si possono introdurre i concetti di analisi finanziaria e Valore Attuale Netto. Da questa analisi è possibile, mediante cash flow (i flussi di cassa) dei costi-benefici, calcolare il Valore Attuale Netto (VAN) che calcola appunto il valore odierno di una serie di flussi di cassa generati in periodi futuri attraverso l'utilizzo di un tasso di sconto (o tasso di attualizzazione). Verrà considerato, tra più alternative, l'investimento con il VAN maggiore o comunque con $VAN > 0$.

I costi e i benefici annui legati alle alternative progettuali vengono attualizzati attraverso le regole della matematica finanziaria all'anno di riferimento calcolandone il valore attuale attraverso il tasso di sconto:

$$VA_k = \frac{FC_k}{(1+i)^k}$$
$$VAN = \sum_{k=0}^n \frac{FC_k}{(1+i)^k}$$

Il tasso di attualizzazione o più semplicemente tasso di sconto (discount rate) è indispensabile in quanto nell'Analisi Costi-Benefici si mettono a confronto costi e benefici che maturano in tempi diversi: esprime la condizione alle quali gli individui sono disposti a privarsi della disponibilità del denaro e di rinviarla nel futuro. Ai fini della presente analisi è stato utilizzato un saggio di attualizzazione al 4.64% ipotizzando una vita utile di 31 anni (30 anni di funzionamento e 1 anno di costruzione/smantellamento).

I costi sono dati da tutti gli esborsi richiesti per la connessione alla rete, la costruzione dell'impianto, le opere di mitigazione, la gestione manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto, gli studi ingegneria e di consulenza e la dismissione dell'impianto. I benefici sono legati alla sola vendita dell'Energia Elettrica (nel caso in esame tariffa ipotizzata a 65 €/MWh).

L'analisi finanziaria è stata effettuata in linea con quanto suggerito dal Metodo di esecuzione dell'analisi costi-benefici, Allegato III Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/207 della Commissione, G.U.E. L38 del 13.2.2015; Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento, Strumento di valutazione economica per la politica di coesione 2014-2020

Alla base dell'analisi finanziaria proposta sono state considerate le seguenti ipotesi:

- L'arco temporale della valutazione si estende dal 2024 al 2054, considerando 30 anni di esercizio dell'impianto. Lungo tale arco temporale è possibile distinguere la fase di progettazione e realizzazione (fino al 2024) e la fase di esercizio in cui si sviluppano in modo pieno gli effetti del progetto;
- L'anno base per l'attualizzazione dei flussi è il 2024;
- Il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, con il decreto 25 maggio 2023, ha stabilito che il tasso da applicare per le operazioni di attualizzazione e rivalutazione ai fini della

concessione ed erogazione delle agevolazioni in favore delle imprese, con decorrenza 1° giugno 2023, è pari al 4,64%.

Nella tabella che segue vengono riportati i parametri fiscali e finanziari utilizzati nel presente studio. Si evidenzia che per i casi in studio si è deciso di ipotizzare il caso ideale di investimento coperto interamente dal proponente.

Assunzioni parametri finanziari e fiscali		
A) Generale		
Tasso inflazione	%	2,90%
Tasso di attualizzazione (discount rate)	%	4,64%
Tasso ammortamento fiscale	%	9,00%
Tasse su profitto - IRES	%	24,00%
Tasse su profitto - IRAP	%	2,93%
Vita progetto	anni	30
B) Finanziamento		
Costo iniziale	€	16.031.194,7
% Equity sul totale	%	100,00%
Equity	€	16.031.194,7
Prestito	€	0,0
Termine prestito (anni)	-	-
Tasso di interesse	%	-

Figura 2 – Assunzioni parametri finanziari e fiscali

Nelle figure seguenti vengono invece presentati i principali dati dell'impianto, i costi iniziali e operativi dovuti alla manutenzione dell'impianto nell'arco della sua vita utile e i ricavi dovuti alla sola vendita dell'energia.

Come anticipato, si è ipotizzata anche la possibilità di “non azione” considerando in fase di analisi delle alternative la cosiddetta alternativa “zero” che prevede la possibilità di non realizzare l'opera e conservare lo stato dei luoghi, con conseguente assenza di benefici di carattere sociale, ambientale ed economico rispetto alla situazione vigente.

Di conseguenza, se il progetto analizzato risulta avere un VAN e un TIR positivi, tale intervento sarà da considerarsi più vantaggioso e quindi preferibile rispetto alla cosiddetta alternativa zero.

	IPOTESI 1 (progetto) progetto FV proposto	IPOTESI 2 "Do nothing"
Costi progetto e riepilogo economie e reddito		
A) COSTO DEI LAVORI		
Interventi previsti	15.626.194,67 €	-
Oneri di sicurezza	50.000,00 €	-
Opere di mitigazione	30.000,00 €	-
Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	40.000,00 €	40.000,00 €
Opere connesse	15.000,00 €	-
TOTALE COSTO DEI LAVORI	15.761.194,67 €	40.000,00 €
B) SPESE GENERALI		
Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione	100.000,00 €	70.000,00 €
Spese consulenza e supporto tecnico	30.000,00 €	13.000,00 €
Collaudo tecnico e amministrativo	25.000,00 €	-
Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini	20.000,00 €	-
Oneri di legge su spese tecniche	25.000,00 €	10.000,00 €
Imprevisti	40.000,00 €	-
Spese varie	30.000,00 €	-
TOTALE SPESE GENERALI	270.000,00 €	93.000,00 €
C) COSTI ANNUALI E PAGAMENTO DEBITI		
gestione e manutenzione	83.050,00 €	0,00 €
Pagamento debiti	-	-
TOTALE COSTI ANNUALI E PAGAMENTO DEBITI	83.050,00 €	0,00 €
D) RICAVO ENERGIA ELETTRICA		
Ricavo cessione energia elettrica	2.670.463,90 €	0,00 €
Reddito per produzione EP - 30 anni	-	-
TOTALE ANNUALE RICAVO ENERGIA ELETTRICA	2.670.463,90 €	0,00 €

Figura 3 - Riepilogo Costi, economie e redditi

Costi di Gestione e Manutenzione	Unità	Quantità	Costo unitario	Importo	Costi a MW
Premi assicurativi	progetto	20	1.500,00 €	30.000,00 €	1.500,00 €
Benefici per la comunità	progetto	1	1.750,00 €	1.750,00 €	87,50 €
Spese generali e amministrative	%	3,00%	270.000,00 €	8.100,00 €	405,00 €
Manutenzione ordinaria	costo	20	1.500,00 €	30.000,00 €	1.500,00 €
Contingenze	%	3,00%	440.000,00 €	13.200,00 €	660,00 €
Totale parziale				83.050,00 €	4.152,50 €

Figura 4 - Riepilogo Costi e economie di gestione e manutenzione per anno totali e per MW

Costi straordinari	Unità	Anno	Costo unitario	Importo	Costi e MW
Manutenzione straordinaria 1	Costo	10	30.000,00 €	30.000,00 €	653,59 €
Manutenzione straordinaria 2	Costo	20	50.000,00 €	50.000,00 €	1.089,32 €

Figura 5 - Riepilogo Costi di manutenzione periodica straordinaria e di dismissione totali e per MW

3.2 RISULTATI ANALISI FINANZIARIA

FLUSSO MONETARIO ANNUO ATTUALIZZATO			Rendimento	Producibilità	Incasso da vendite	Costi di esercizio	Margine operativo lordo	Ammortamento Opera	Tasse	UTILE LORDO (EBIT-RA)
Anno	Post-tasse	Cumulativo	Impianto	-14422567,2	en. Elettrica (65€/MWh)					
#	€	€		MWh	€	€	€	€	€	€
0	-16.031.194,7	-16.031.194,7								
1	2.122.243,31	-13.908.951,36	1	41.084,1	2.670.463,9	163.050,00	2.507.413,90	1.442.807,52	286.698,50	2.220.715,40
2	2.016.074,80	-11.892.876,56	0,995	40.878,6	2.657.111,6	167.778,45	2.489.333,13	1.442.807,52	281.829,35	2.207.503,78
3	1.915.055,78	-9.977.823,78	0,99	40.673,2	2.643.759,3	172.644,03	2.471.115,24	1.442.807,52	276.923,27	2.194.191,97
4	1.818.948,25	-8.158.875,53	0,985	40.467,8	2.630.406,9	177.650,70	2.452.756,24	1.442.807,52	271.979,19	2.180.777,05
5	1.727.513,96	-6.431.361,56	0,98	40.262,4	2.617.054,6	182.802,57	2.434.252,05	1.442.807,52	266.996,01	2.167.256,04
6	1.640.528,85	-4.790.832,72	0,975	40.057,0	2.603.702,3	188.103,85	2.415.598,46	1.442.807,52	261.972,60	2.153.625,86
7	1.557.779,49	-3.233.053,23	0,97	39.851,5	2.590.350,0	193.558,86	2.396.791,12	1.442.807,52	256.907,78	2.139.883,34
8	1.479.062,64	-1.753.990,59	0,965	39.646,1	2.576.997,7	199.172,07	2.377.825,60	1.442.807,52	251.800,37	2.126.025,23
9	1.404.184,71	-349.805,88	0,96	39.440,7	2.563.645,3	204.948,06	2.358.697,29	1.442.807,52	246.649,11	2.112.048,17
10	1.332.961,36	983.155,48	0,955	39.235,3	2.550.293,0	210.891,55	2.339.401,48	1.442.807,52	241.452,75	2.097.948,72
11	1.265.216,98	2.248.372,46	0,95	39.029,9	2.536.940,7	217.007,40	2.319.933,30	1.442.807,52	236.209,97	2.083.723,33
12	1.000.374,34	3.248.746,81	0,945	38.824,4	2.523.588,4	223.300,62	2.300.287,77	1.442.807,52	230.972,49	2.069.555,84
13	924.040,51	4.172.787,32	0,94	38.619,0	2.510.236,1	229.776,34	2.280.459,73	1.442.807,52	225.745,01	2.055.480,83
14	875.315,47	5.048.102,79	0,935	38.413,6	2.496.883,7	236.439,85	2.260.443,90	1.442.807,52	220.517,53	2.041.405,82
15	829.023,20	5.877.126,00	0,93	38.208,2	2.483.531,4	243.296,61	2.240.234,82	1.442.807,52	215.290,05	2.027.330,81
16	785.044,95	6.662.170,94	0,925	38.002,8	2.470.179,1	250.352,21	2.219.826,90	1.442.807,52	210.062,57	2.013.255,80
17	743.267,67	7.405.438,61	0,92	37.797,3	2.456.826,8	257.612,42	2.199.214,37	1.442.807,52	204.835,09	1.999.180,79
18	703.583,82	8.109.022,43	0,915	37.591,9	2.443.474,5	265.083,18	2.178.391,29	1.442.807,52	199.607,61	1.985.105,78
19	665.890,99	8.774.913,42	0,91	37.386,5	2.430.122,1	272.770,59	2.157.351,56	1.442.807,52	194.380,13	1.971.030,77
20	630.091,77	9.405.005,20	0,905	37.181,1	2.416.769,8	280.680,94	2.136.088,89	1.442.807,52	189.152,65	1.956.955,76
21	596.093,43	10.001.098,62	0,9	36.975,7	2.403.417,5	288.820,69	2.114.596,82	1.442.807,52	183.925,17	1.942.880,75
22	563.807,71	10.564.906,33	0,895	36.770,2	2.390.065,2	297.196,49	2.092.868,70	1.442.807,52	178.697,69	1.928.805,74
23	533.150,64	11.098.056,97	0,89	36.564,8	2.376.712,9	305.815,19	2.070.897,68	1.442.807,52	173.470,21	1.914.730,73
24	504.042,31	11.602.099,29	0,885	36.359,4	2.363.360,6	314.683,83	2.048.676,72	1.442.807,52	168.242,73	1.900.655,72
25	476.406,68	12.078.505,96	0,88	36.154,0	2.350.008,2	323.809,66	2.026.198,57	1.442.807,52	163.015,25	1.886.580,71
26	450.171,36	12.528.677,32	0,875	35.948,6	2.336.655,9	333.200,14	2.003.455,77	1.442.807,52	157.787,77	1.872.505,70
27	425.267,51	12.953.944,83	0,87	35.743,1	2.323.303,6	342.862,94	1.980.440,65	1.442.807,52	152.560,29	1.858.430,69
28	401.629,60	13.355.574,43	0,865	35.537,7	2.309.951,3	352.805,97	1.957.145,31	1.442.807,52	147.332,81	1.844.355,68
29	379.195,28	13.734.769,71	0,86	35.332,3	2.296.599,0	363.037,34	1.933.561,61	1.442.807,52	142.105,33	1.830.280,67
30	357.905,24	14.092.674,95	0,855	35.126,9	2.283.246,6	373.565,42	1.909.681,21	1.442.807,52	136.877,85	1.816.205,66
			MEDIA :	38.105,5	2.476.855,3	254.423,93	2.222.431,34	534.373,16	454.594,07	1.767.837,27
			CUMULATA :	1.143.164,0	74.305.658,0	7.632.717,94	66.672.940,08	16.031.194,67	13.673.822,04	53.035.118,04

Figura 6 - Flusso di cassa monetario annuo attualizzato netto, producibilità con decadimento, incasso da vendita energia elettrica e costi di esercizio, Margine operativo lordo, Finanziamento, Tasse e Utile Lordo

Il flusso monetario si può rappresentare anche in forma cumulativa grafica, come rappresentato nella seguente figura, con evidenziato il punto di pareggio in termini di tempo.

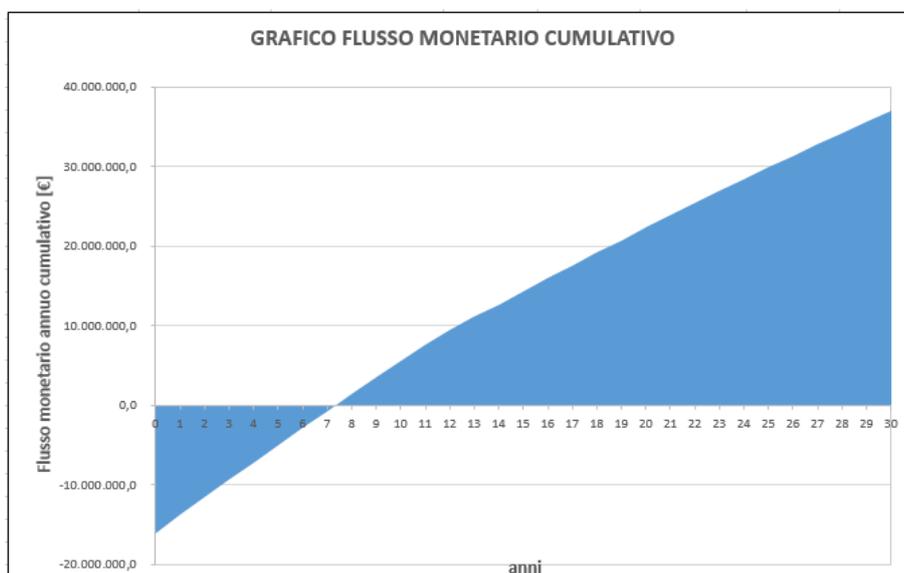


Figura 7 - Cash flow cumulativo

La figura 8 riporta un confronto su base annuale dell'andamento della producibilità, del flusso monetario considerando una completa analisi finanziaria ed economica, in rapporto al decadimento del rendimento di produzione dell'impianto.

Successivamente, applicando il tasso di attualizzazione ai flussi di cassa futuri si è ottenuto il seguente risultato

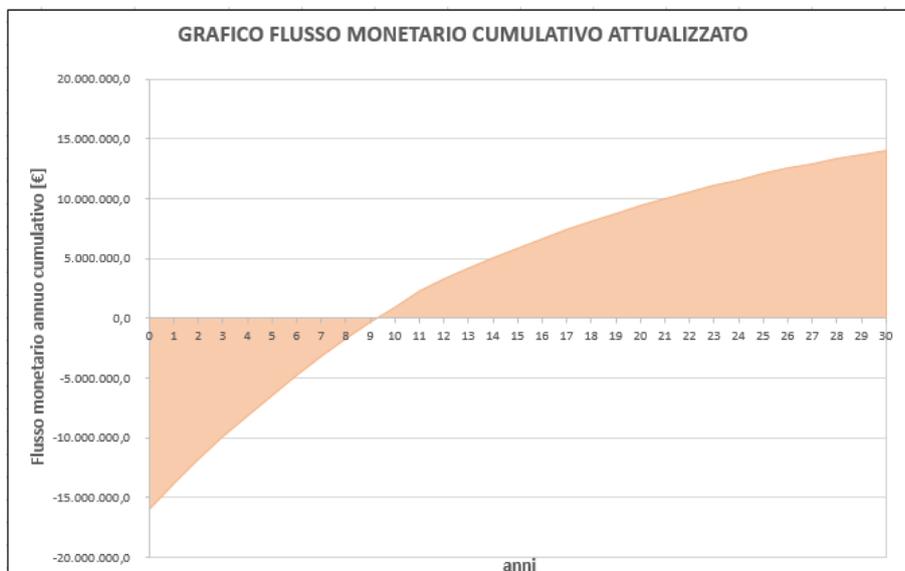


Figura 8 - Cash flow cumulativo attualizzato

In Figura 10 sono riassunti i risultati dell’analisi finanziaria. Si verifica facilmente come il Valore Attuale Netto del progetto proposto sia positivo, con un TIR positivo e ampiamente superiore al tasso di attualizzazione utilizzato. Infine, il tempo di ritorno dell’investimento previsto è di circa 9 anni, dopo i quali i flussi cumulati di cassa cumulati attualizzati risulteranno positivi.

Risultati analisi finanziaria		
TIR	%	13,57%
Ritorno semplice dell'investimento	anno	9,26
Valore Attuale Netto (VAN)	€	14.092.674,95

Figura 9 - Risultati analisi finanziaria

3.3 ANALISI DI SENSITIVITÀ DEL PROGETTO

Al fine di quantificare gli effetti sui risultati forniti dall'analisi dell'investimento, indotti da una modifica dei parametri con i quali sono calcolati gli indicatori di sostenibilità economica e finanziaria del progetto si è proceduto al calcolo di una analisi della sensitività. Essa viene effettuata alterando il peso di alcuni parametri ritenuti critici (il prezzo cessione energia elettrica, i costi iniziali e di manutenzione, il tasso debitorio, il rapporto di indebitamento ecc.) e osservando le conseguenze in termini di risultati finanziari ed economici.

Stabilendo, pertanto, i margini di variabilità massima tollerati per gli indicatori economici e finanziari a fronte di una variazione percentuale prestabilita per ciascun parametro ($\pm 10\%$), si desumono informazioni utili per valutarne l'incertezza, nonché la possibile perdita di sostenibilità dell'investimento.

Con riferimento al Tasso di Rendimento Interno TIR (il tasso di attualizzazione tale per il VAN si azzerava) si ha il seguente risultato:

Analisi di sensitività TIR						
Effettuare analisi su	TIR al netto imposte - attività					
Gamma sensitività	10%					
Limite	8	%				
			Costi iniziali [€]			
Prezzo cessione energia elettrica	-14.428.075,2	-15.229.634,9	-16031194,67	-16.832.754,4	-17.634.314,1	
€/MWh						
	-10%	-5%	0%	5%	10%	
58,50			12,33%	11,52%	10,78%	9,49%
61,75	-10%		13,11%	12,27%	11,50%	10,16%
65,00	0%		13,88%	13,00%	12,21%	10,82%
68,25	5%		14,64%	13,73%	12,91%	11,47%
71,50	10%		15,39%	14,45%	13,60%	12,12%
			Tasso di inflazione [%]			
Costi iniziali	2,61%	2,76%	2,90%	3,05%	3,19%	
€						
	-10%	-5%	0%	5%	10%	
-14.428.075,2			13,90%	13,89%	13,88%	13,85%
-15.229.634,9	-5%		13,03%	13,02%	13,00%	12,98%
-16.031.194,7	0%		12,24%	12,22%	12,21%	12,18%
-16.832.754,4	5%		11,51%	11,50%	11,49%	11,46%
-17.634.314,1	10%		10,85%	10,84%	10,82%	10,79%
			Prezzo cessione energia elettrica [€/MWh]			
Tasso di inflazione	58,50	61,75	65,00	68,25	71,50	
%						
	-10%	-5%	0%	5%	10%	
2,61%			10,81%	11,53%	12,24%	13,62%
2,76%	-10%		10,79%	11,51%	12,22%	13,61%
2,90%	0%		10,78%	11,50%	12,21%	13,60%
3,05%	5%		10,76%	11,49%	12,20%	13,59%
3,19%	10%		10,75%	11,47%	12,18%	13,57%

Figura 10 - Analisi sensitività del TIR

Dall'analisi della sensitività, fissando il valore del TIR limite pari all'8%, si vede come anche con variazioni del 10% dei parametri in gioco il valore minimo risulta garantito a meno di improbabili variazioni prezzo di cessione dell'energia elettrica che come detto rimane invariato nei contratti PPA. Medesimo risultato si ha analizzando il tempo di ritorno del capitale investito:

Analisi di sensitività							
Effettuare analisi su	Ritorno del capitale investito						
Gamma sensitività	10%						
Limite	8	anni					
			Costi iniziali [€]				
Prezzo cessione energia elettrica			-14.428.075,2	-15.229.634,9	-16.031.194,7	-16.832.754,4	-17.634.314,1
€/MWh			-10%	-5%	0%	5%	10%
58,50	-10%		9,11	9,77	10,45	11,19	12,09
61,75	-5%		8,58	9,19	9,82	10,47	11,17
65,00	0%		8,11	8,68	9,26	9,86	10,49
68,25	5%		7,69	8,22	8,77	9,33	9,91
71,50	10%		7,31	7,81	8,32	8,85	9,39
			Tasso di inflazione [%]				
Costi iniziali			2,61%	2,76%	2,90%	3,05%	3,19%
€			-10%	-5%	0%	5%	10%
-14.428.075,2	-10%		7,98	8,04	8,11	8,17	8,24
-15.229.634,9	-5%		8,54	8,61	8,68	8,75	8,82
-16.031.194,7	0%		9,10	9,18	9,26	9,35	9,43
-16.832.754,4	5%		9,68	9,77	9,86	9,96	10,06
-17.634.314,1	10%		10,28	10,38	10,49	10,60	10,71
			Prezzo cessione energia elettrica [€/MWh]				
Tasso di inflazione			58,50	61,75	65,00	68,25	71,50
%			-10%	-5%	0%	5%	10%
2,61%	-10%		10,24	9,64	9,10	8,62	8,19
2,76%	-5%		10,34	9,73	9,18	8,69	8,26
2,90%	0%		10,45	9,82	9,26	8,77	8,32
3,05%	5%		10,56	9,91	9,35	8,84	8,39
3,19%	10%		10,67	10,01	9,43	8,91	8,46

Figura 11 - Analisi sensitività del tempo di ritorno del capitale investito

La seguente è la situazione per il VAN, che risulta ampiamente positivo anche con forti variazioni dei parametri in gioco, a parte il caso estremamente improbabile di un aumento dei costi iniziali del 20% ed una contemporanea e improbabile forte riduzione del prezzo di cessione dell'energia elettrica.

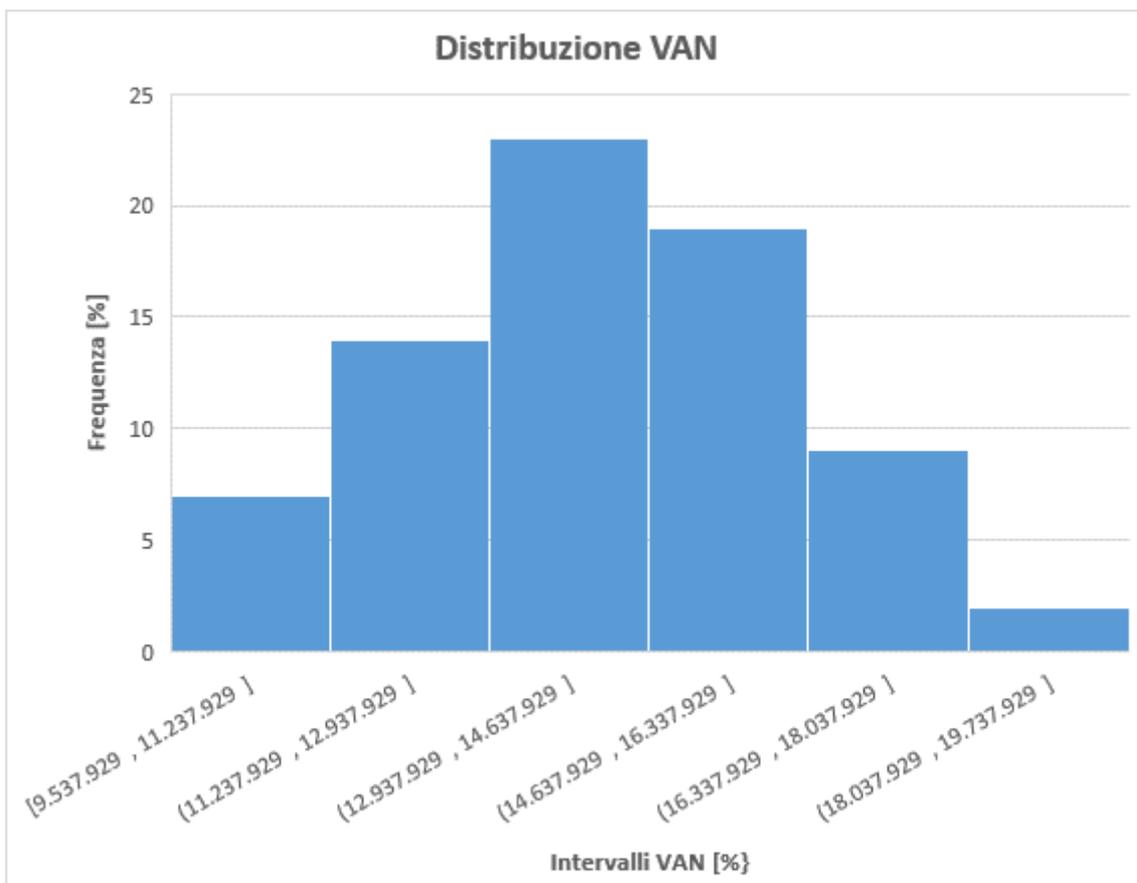
Analisi di sensitività							
Effettuare analisi su	VAN						
Gamma sensitività	10%						
Limite	0	€					
			Costi iniziali [€]				
Prezzo cessione energia elettrica			14.428.075,2	15.229.634,9	16.031.194,7	16.832.754,4	17.634.314,1
€/MWh			-10%	-5%	0%	5%	10%
58,50	-10%		12.744.168	11.942.608	11.141.049	10.339.489	9.537.929
61,75	-5%		14.219.981	13.418.422	12.616.862	11.815.302	11.013.742
65,00	0%		15.695.794	14.894.235	14.092.675	13.291.115	12.489.555
68,25	5%		17.171.608	16.370.048	15.568.488	14.766.928	13.965.369
71,50	10%		18.647.421	17.845.861	17.044.301	16.242.742	15.441.182
			Tasso di inflazione [%]				
Costi iniziali			2,61%	2,76%	2,90%	3,05%	3,19%
€			-10%	-5%	0%	5%	10%
14.428.075,2	-10%		16.735.862	16.209.276	15.695.794	15.195.016	14.706.554
15.229.634,9	-5%		15.934.302	15.407.716	14.894.235	14.393.457	13.904.995
16.031.194,7	0%		15.132.743	14.606.156	14.092.675	13.591.897	13.103.435
16.832.754,4	5%		14.331.183	13.804.597	13.291.115	12.790.337	12.301.875
17.634.314,1	10%		13.529.623	13.003.037	12.489.555	11.988.778	11.500.315
			Prezzo cessione energia elettrica [€/MWh]				
Tasso di inflazione			58,50	61,75	65,00	68,25	71,50
%			-10%	-5%	0%	5%	10%
2,61%	-10%		12.081.728	13.607.235	15.132.743	16.658.250	18.183.757
2,76%	-5%		11.605.476	13.105.816	14.606.156	16.106.496	17.606.836
2,90%	0%		11.141.049	12.616.862	14.092.675	15.568.488	17.044.301
3,05%	5%		10.688.083	12.139.990	13.591.897	15.043.804	16.495.711
3,19%	10%		10.246.231	11.674.833	13.103.435	14.532.037	15.960.638

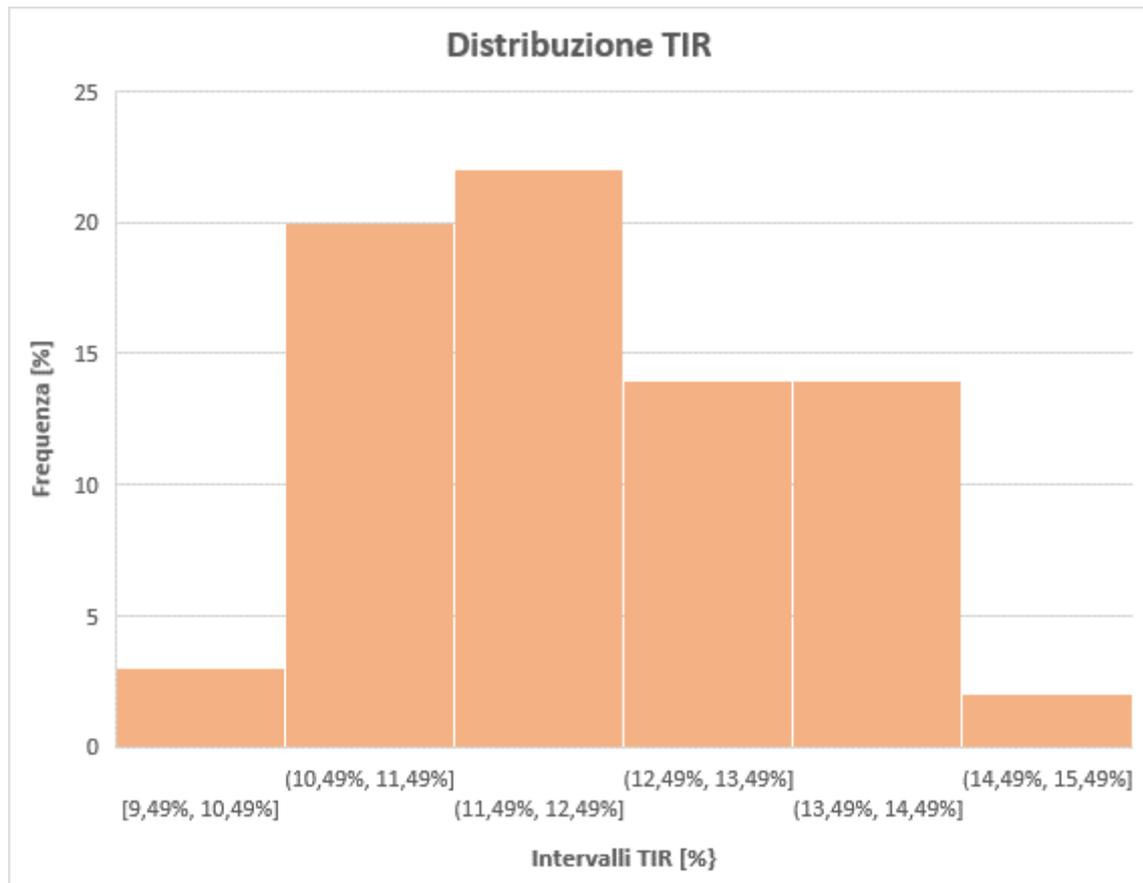
Figura 12 - Analisi sensitività del VAN

3.4 ANALISI DI PROBABILITÀ DEL RISCHIO PROGETTO IN PROPOSTA

L'analisi di sensitività non fornisce alcuna indicazione circa la probabilità che i parametri raggiungano tali soglie critiche, il che costituisce invece l'oggetto di valutazione dell'analisi del rischio. Una volta individuate le variabili critiche, per effettuare l'analisi del rischio occorre associare a ciascuna di essa una distribuzione di probabilità, definita in un preciso intervallo di valori nell'intorno della migliore stima, utilizzata nel caso base, per il calcolo degli indici di valutazione. Per quanto riguarda la distribuzione di probabilità, sono state considerate curve gaussiane discrete derivanti da valori medi reperiti in rete. Stabilita la distribuzione di probabilità delle variabili critiche è possibile procedere al calcolo della distribuzione di probabilità del TIR e del VAN del progetto. I risultati sono esposti nelle figure seguenti.

Analisi del rischio				
Parametro	Valore	gamma	Min	Max
Costi iniziali [€]	16031195	±10%	14428075	17634314
Tasso di inflazione [-]	2,90%	±10%	2,61%	3,19%
Prezzo cessione energia elettrica [€/MWh]	65	±10%	58,5	71,5





Come è possibile osservare, anche a seguito di variazioni del $\pm 10\%$ delle variabili considerate per l'analisi di sensitività il valore del TIR e del VAN risultano concentrarsi in un intervallo di valori accettabile che conferma la fattibilità finanziaria del progetto.

4 ANALISI DEI COSTI

Gli impatti maggiori (comunque non necessariamente significativi) derivanti dall'impianto FV di progetto sarebbero legati al diverso uso del suolo ed alla percezione della modifica paesaggistica. Sono invece nulli (o trascurabili e temporanei in fase di cantiere) tutti gli altri impatti non significativi in termini di emissioni in aria, acqua, suolo, rumore, salute pubblica.

*Relativamente alla stima dell'impatto economico sociale sull' **uso del suolo**, e quindi sul valore economico che un cambio di uso del suolo comporta, si sono seguite le metodologie adottate dall' **I.S.P.R.A. per la redazione dei rapporti annuali sul consumo di suolo e servizi ecosistemici** in particolare si veda «Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il rapporto sul consumo di suolo del 2018».*

Al fine del calcolo del reddito agricolo dovranno essere scelte le colture a più alto valore aggiunto tra quelle coltivabili nell'area, considerando la Produzione Standard Totale (PST) per la stima della perdita di flusso.

*Per quanto riguarda l'impatto sul **paesaggio** si sono utilizzati i valori della disponibilità a pagare pubblicati nello studio **The Value of EU Agricultural Landscape** (European Commission. Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies);*

Di seguito sono forniti i dati di progetto rilevanti ai fini dell' **analisi costi-benefici**:

- a. superficie complessiva recintata, ivi compresa quella utilizzata per la realizzazione dei sistemi di accumulo pari a circa **28,6 ha**;
- b. superficie effettivamente impermeabilizzata utilizzata per, cabine elettriche, sistemi di accumulo, platee di appoggio dei container, vasche trasformatori complessivamente pari a circa **0,27 ha**;
- c. superficie per strade sterrate (permeabile all'acqua ma che non va conteggiata come terreno agricolo) pari a circa **3,41 ha** ;
- d. superficie alberata (ante operam costituita da ulivi, alberi da frutto e alberi ornamentali) **0,1 ha**. **Per la presente analisi saranno equiparati ad uliveto a vantaggio di sicurezza;**
- e. superficie olivetata post operam **0 0 ha** (**tutte le alberature poderali nelle pertinenze degli edifici demoliti andranno abbattuti**);

4.1 DIVERSO USO DEL SUOLO

Facendo riferimento al documento dell' **ISPRA** "Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul **consumo di suolo** dl 2018", (d'ora in poi semplicemente **Rapporto 2018**.) sono definiti i costi esterni imputabili a una serie di fattori e relativi all'uso di suolo necessario per la realizzazione dell'impianto.

I costi esterni sono in relazione ai servizi ecosistemici (SE): il consumo di suolo genera una variazione (negativa) dei SE. La quantificazione monetaria del mancato servizio ecosistemico permette di valutare il costo esterno e quindi economico e sociale correlato al consumo di suolo.

I fattori da prendere in considerazione correlati ad altrettanti servizi ecosistemici sono:

1. Stoccaggio e sequestro di carbonio
2. Qualità degli habitat
3. Produzione agricola
4. Produzione di legname
5. Impollinazione
6. Regolazione del microclima
7. Rimozione particolato ed ozono
8. Protezione dall'erosione
9. Disponibilità di acqua
10. Regolazione del regime idrologico
11. Purificazione dell'acqua

Per ognuno di questi **servizi ecosistemici** sarà esposta :

- Una descrizione secondo quanto indicato nel *Rapporto 2018*
- Una valutazione economica generale ripresa dal *Rapporto 2018*
- Una valutazione specifica per le aree di progetto, imputabile al consumo di suolo introdotto dalla realizzazione dell'impianto agrovoltico.

4.1.1 SEQUESTRO E STOCCAGGIO DI CARBONIO (SSC)

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 incrementalmente 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 (*Sallustio et al., 2015*).

La valutazione economica 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 riferimento alla stima del quantitativo di carbonio stoccato a seconda della tipologia d'uso/copertura del suolo. Poiché si tratta di stime funzionali a rappresentare le variazioni di copertura del suolo, lo schema adottato tende a semplificare il complesso ciclo del carbonio; in particolare considera costante il quantitativo di carbonio nel tempo (avendo come unico fattore di variazione quello relativo alla copertura del suolo) rappresentato e non prende in considerazione i trasferimenti di carbonio tra un pool e un altro.

Per la determinazione dei valori del carbonio contenuto nel suolo (valore di stock) vengono utilizzate stime da letteratura: i valori dei pool per le aree artificiali sono stati lasciati tutti a zero mentre per le altre aree naturali e per le superfici agricole vengono utilizzati valori di letteratura riportati nelle seguenti tabelle estratte dal Rapporto 2018 :

Tabella 3 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

Tabella 4 Valori dello stock di carbonio e dell'accrescimento per alcune produzioni agricole

	Age years	Above Ground Biomass AGB ⁽¹⁾			Below Ground Biomass BGB		
		tDM.ha ⁻¹	%C	tC.ha ⁻¹	tDM.ha ⁻¹	%C	tC.ha ⁻¹
Olive Trees →	1	1.9	47%	0.9	0.4	45%	0.2
	5	9.4	47%	4.4	2.8	45%	1.3
	10	18.1	47%	8.5	5.5	45%	2.5
	15	19.4	47%	9.1	5.7	45%	2.6
	20	19.4	47%	9.1	5.8	45%	2.6
Vineyards	1	0.2	48%	0.1	0.5	45%	0.2
	5	0.9	48%	0.4	1.8	45%	0.8
	10	5.3	48%	2.5	5.6	45%	2.5
	15	10.3	48%	4.9	8.7	45%	3.9
	20	11.5	48%	5.5	9.7	45%	4.4
Fruit Trees	1	3.8	46%	1.7	1.6	45%	0.7
	5	9.3	46%	4.3	5.2	45%	2.3
	10	15.8	46%	7.3	10.6	45%	4.8
	15	18.0	46%	8.3	12.4	45%	5.6

La valutazione del flusso di servizio è possibile attraverso l'utilizzo dei valori di accrescimento sopra richiamati. In particolare, per le colture quali l'olivicoltura, vigneti, alberi da frutto, "incremento corrente medio" è dato dalla differenza tra il valore dei 20 anni e quello dei 5 anni

(tabella sopra riportata) diviso i 15 anni che intercorrono, mentre per le categorie forestali il dato è quello dell'accrescimento INFC.

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 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.

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.

Il *Rapporto 2018* fa riferimento ad entrambi i costi:

- Il costo sociale è fissato utilizzando il riferimento della meta analisi di Tol richiamata, il valore indicato di 122 \$/tC (2005), corrispondenti a 121.45 €/t al 2015 ;
- Il costo di mercato è fissato sempre per il 2018 in 23 €/tC

In via conservativa faremo riferimento al flusso del **servizio ecosistemico di sequestro e stoccaggio di carbonio**, che attualizzato a Ottobre 2023 è pari a:

$$121,45 \text{ €/tC} \times 1,193 = 144,89 \text{ €/tC}^2$$

Il coefficiente di rivalutazione è stato calcolato dal sito internet *rivaluta.istat.it*.

4.1.1.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Come da tabelle sopra riportate il valore di carbonio contenuto :

- in un terreno agricolo è pari a **58,1 Mg/ha** ovvero **58,1 tC / ha** ;
- in un uliveto (20 anni) è pari a **9,1 +2,6 = 11,7 tC / ha** con un fattore di accrescimento annuale pari a **0,4 tC / ha**;

Nel progetto in esame:

- I. vengono estirpati alberature miste di ulivo, frutteto e alberi ornamentali. equiparandoli a vantaggio di sicurezza ad un uliveto di circa 0,1 ha e successivamente non reimpiantato. Avremo quindi :
 - a. una diminuzione del valore di stock il primo anno pari a $0.1 \text{ ha} * 11.7 \text{ tC/ha} = 1,2 \text{ tC}$;
 - b. un mancato accrescimento dell'uliveto e quindi un mancato servizio di stoccaggio del carbonio, per tutti gli anni successivo all'espianto pari a : $0,4 \text{ tC/ha/a} * 0,1 \text{ ha} = 0,04 \text{ tC/a}$. Tale mancato servizio sarà imputato agli anni di esercizio dell'impianto;
- II. viene cambiato l'uso di un suolo seminativo (condotto a cereali) per una superficie pari a 0,27 ha (cabine elettriche , contatiner accumulo, platee trasformatori) più circa 3,41 ha di nuove strade sterrate (che non potranno essere conteggiate come terreno agricolo),

² coefficiente di rivalutazione calcolato tramite il sito web: *rivaluta.istat.it*.

mentre invece il suolo sotto i moduli FV e tra le file degli inseguitori rimarrà allo stato vegetativo naturale continuando il servizio di stoccaggio di carbonio. Pertanto avremo:

- a. una diminuzione del valore di stock il primo anno pari a $(0,27+3,41)ha * 5 tC/ha= 18,4 tC$. Il contributo in carbonio del suolo , ovvero 53 tC/ha) non viene in realtà perso perchè il terreno relativo ai 3,68 ha trasformati viene ridistribuito nella stessa area dei campi FV rimanendo a disposizione;
- b. un mancato servizio di stoccaggio del carbonio, per gli anni successivi pari a 5 tC/ha (si considera ciò che sarebbe dovuto crescere sul suolo - epigeo) * 3,68 ha = 18,4 tC/a;

Considerando le variazioni di uso del suolo di cui ai punti elenco precedenti avremo che il costo esterno relativo al mancato servizio di stoccaggio e sequestro di carbonio sarà pari a circa:

STOCCAGGIO CARBONIO	Valore	u.m.	Rif.	Parametro impianto	u.m.	Quantificazione SERVIZIO	Costo
Parametro di costo						SERVIZIO u.m.	
flusso servizio seminativo	di	5	tC/ha/a	tabella 3 RI_2018	3,68 ha	14,8 tC /a	2666 €/tC/a
valore stock seminativo	di	5	tC/ha	tabella 3 RI_2018	3,68 ha	14,8 tC /a	2666 €/tC
flusso servizio uliveto	di	0,4	tC/ha/a	Definiz. RI_2018	0,1 ha	0,04 tC / a	5,80 €/tC/a
valore stock uliveto	di	11,7	tC/ha	tabella 4 RI_2018	0,1 ha	1,2 tC	170 €/tC

4.1.2 QUALITA' DEGLI HABITAT

Il servizio ecosistemico relativo alla qualità degli habitat rappresenta uno dei principali valori di riferimento nella valutazione dello stato ecosistemico dei suoli. Questo servizio è considerato come un indice della biodiversità complessiva. Gli habitat, a causa dei diversi fattori di impatto che gravano su di essi (cambiamenti di uso del suolo, impermeabilizzazione, urbanizzazione, compattazione, salinizzazione, specie aliene invasive, etc.), sono soggetti a fenomeni di degrado, distrofia e alterazione del funzionamento dei processi eco-biologici, oltre che alla complessiva riduzione della resilienza ecologica e frammentazione ecosistemica (Seto et al., 2012, Romano e Zullo, 2014).

Il parametro *Habitat Suitability* è in questo caso riferito all’ecosistema in generale, e indica la capacità di sostenere specie vegetali e comunità animali che concorrono al mantenimento e alla conservazione della biodiversità. Sempre all’uso e copertura del suolo è collegato il parametro della *sensibilità degli habitat* alle minacce. Le minacce sono state classificate per l’Italia in 8 categorie: gli edifici, insieme alle altre aree artificiali, le diverse tipologie di infrastrutture e le aree agricole, suddivise in agricoltura intensiva ed estensiva. Non tutti gli ecosistemi vengono influenzati allo

stesso modo da medesime minacce e le diverse minacce hanno differenti distanze di influenza, pertanto è necessario un parametro di vulnerabilità.

Sulla base di questi due parametri con opportune formule sono calcolati i valori di questi due indici per diverse tipologie di habitat.

4.1.2.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Uno studio internazionale condotto da Costanza ³ ha definito i valori economici di tre ecosistemi (zone umide, praterie e foreste). Nel Rapporto 2018 questi valori sono stati estesi ad altri ecosistemi, non presenti nello studio di Costanza.

I risultati sono riportati nella Tabella sotto riportata, suddivisi, per tipologia di Habitat. Per zone umide e praterie e per le foreste viene comunque utilizzato il valore originale di Costanza.

Tabella 8 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

Nel progetto in esame :

- I. viene cambiato l'uso di un suolo seminativo (condotto a cereali) per una superficie pari a quella recintata pari a 28,6 ha e pertanto avremo che:
 - a. **una diminuzione del flusso di servizio del valore economico degli habitat** dovuto alla trasformazione di 3,68 ha da "Superfici agricole ad uso intensive" ad "edifici ed altre aree artificiali": la variazione (in negativo) è quindi $(260.2 - 90.1) \text{ €/ha/a} = 170.10 \cdot 1.179 \text{ (coeff. rivalutazione ISTAT)} = \mathbf{200,55 \text{ €/a}}$ per una diminuzione di valore di servizio ecosistemico **738 €/a**;

³ (Costanza et al.1997 The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387 e 2014)

- b. una variazione **in positivo del flusso di servizio del valore economico degli habitat** dovuta alla tendenza del suolo sotto i moduli FV , tra le file di inseguitori e delle porzioni catastali non recintate e non piu lavorate e seminate ad evolversi in **prateria** non avendosi più l'aratura pluriennale del terreno e la distruzione delle essenze polifite che naturalmente vi crescerebbero nel caso indisturbato: la variazione (in positivo) è quindi $(260.2 - 1131.8) \text{ €/ha/a} * 1.179$ (coeff. rivalutazione ISTAT)= **-1027,62 €/a** per un incremento di valore di servizio ecosistemico di **28085 €/a**;

4.1.3 PRODUZIONE AGRICOLA

Il rapporto 2018 propone una nuova metodologia per la valutazione economica che prevede la valutazione del **flusso di servizio attraverso la valutazione biofisica ed economica della produzione effettiva**. Tale stima viene effettuata sulla base dell'aggregazione in macro-classi dei dati provinciali ISTAT sulla produzione agricola, per poter utilizzare come valori economici i valori di mercato dei prodotti. Le fonti di informazioni su produzioni e prezzi sono oltre all'ISTAT, i dati ISMEA ([http://www.ismeamercati.it/datiagroalimentare/ indice-prezzi](http://www.ismeamercati.it/datiagroalimentare/indice-prezzi)) e il database RICA con valori di produzione e prezzi disponibili a scala sia nazionale che regionale al 2015 (<http://arearica.crea.gov.it>) in €/ha. Le diverse tipologie di produzione sono state associate in raggruppamenti semplificati identificati come "Macro classi" di produzione: seminativi, vigneti, frutteti e frutti minori, oliveti, prati stabili. Le superfici agricole attribuite alle diverse produzioni sono quindi state aggregate secondo queste macroclassi. Poiché ciascuna macro classe rappresenta ovviamente più coltivazioni, i dati ISTAT sono stati mediati su ciascuna macro classe utilizzando come peso la superficie occupata da ciascuna coltura e i valori medi sono stati poi spazializzati su tutte le province.

Seminativi: frumento tenero, frumento duro, segale, orzo, avena, mais, sorgo, altri cereali, fava da granella, fagiolo, pisello proteico, pisello da granella, cece, lenticchia, patata primaticcia, patata comune, batata o patata dolce, fava fresca, fagiolo e fagiolino, pisello, aglio e scalogno, barbabietola da orto, carota e pastinaca, cipolla, porro, rapa, ravanella, asparago, bietola da costa, broccetto di rapa, carciofo, cavolo cappuccio, cavolo verza, cavolo di bruxelles, altri cavoli, cavolfiore e cavolo broccolo, finocchio, indivia (riccia e scarola), lattuga, radicchio o cicoria, prezzemolo, sedano, spinacio, cetriolo da mensa, cetriolo da sottaceti, cocomero, fragola, melanzana, peperone, popone o melone, zuccina, colza, girasole, ravizzone, soia, canapa, lino, cotecotecotecotecote, barbabietola da zucchero, tabacco, mais ceroso, orzo in erba, orzo ceroso, loietto, altri erbai monofiti, graminacee, leguminose, altri miscugli, erba medica, lupinella, sulla, altre specie, pomodoro, pomodoro da industria, riso;

• **Vigneti:** uva da tavola, uva da vino;

• **Frutteti e frutti minori:** arachide, melo, pero, albicocca, ciliegio, pesco, nettarina, susino, nespolo del giappone, nocciole, mandorle, pistacchi, fichi, cotogne, loti, melograne, ribes rosso, ribes nero,

lamponi, uva spina, altre bacche, actinidia o kiwi, carrubo, fichi d'india, nespolo comune, arancio, mandarino, clementina, limone, pompelmo, bergamotto, cedro, chinotto;

- **Oliveti:** olive

- **Prati stabili:** prati avvicendati polifiti, prati permanenti.

Al fine di tenere conto dell'effetto di disturbo delle aree artificiali sulla capacità dei suoli circostanti, che si riflette anche sulla produzione agricola, viene considerata una distanza di 20 m intorno a ciascuna area artificiale, nella quale si ritiene credibile che l'effetto di disturbo non abbia più effetto. In questi primi 20 m si considera una capacità produttiva nulla, al pari delle aree artificiali.

I valori ottenuti dalla stima economica sono dunque relativi sia al valore di stock calcolato attraverso il VAM come sopra descritto, che rappresenta una perdita di capitale una tantum, sia ai valori del flusso di servizio attraverso le singole produzioni, che è un valore invece su base annua. Si specifica che tali valori non devono essere sommati per evitare il doppio conteggio.

Dal report delle analisi settoriali per colture del database CREA per l'anno 2019 (il più recente disponibile è il 2021 ma si preferisce utilizzare l'ultimo anno pre-pandemia COVID) del territorio della Basilicata per le COLTURE: Cereali e leguminose da granella [In pieno campo], Piante industriali [In pieno campo], Foraggere [In pieno campo] sono stati estrapolati i valori indicati in tabella:

REPORT: ANALISI SETTORIALE COLTURE

ANNO: 2019 - BASILICATA

COLTURE: Cereali e leguminose da granella [In pieno campo], Piante industriali [In pieno campo], Foraggere [In pieno campo]

Coltura	UM	Cereali e leguminose da granella					Foraggere				
		Altre leguminose da granella In pieno campo	Avena In pieno campo	Cece In pieno campo	Fava, favino e favetta In pieno campo	Frumento duro In pieno campo	Frumento tenero In pieno campo	Altre leguminose In pieno campo	Altri miscugli In pieno campo	Altri trifogli In pieno campo	Erba medica In pieno campo
INDICI											
Resa prodotto principale	q.li/ha	*	26	15	14	30	34	50	59	44	46
Prezzo prodotto principale	€/q.le	*	20	34	24	32	22	12	10	10	14
PLT - Produzione Lorda Totale	€/ha	*	555	502	340	1006	829	965	686	432	495
PLV - Produzione Lorda Vendibile	€/ha	*	397	486	318	981	744	796	316	330	180
PRT - Produzione Reimpiegata/Trasformata	€/ha	*	158	17	22	25	85	169	369	102	314
CS - Costi Specifici	€/ha	*	253	144	171	264	339	120	225	77	81
ML - Margine Lordo	€/ha	*	302	359	169	742	490	845	461	355	414
MO - Margine Operativo	€/ha	*	152	149	48	599	323	650	209	146	120
Fonte: AREA RICA											
Elaborazione del 16 05 2023 - 13:01											

4.1.3.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Per la quantificazione della mancata produzione agricola è stato scelto di estrapolare il valore della coltura a maggior valore aggiunto ovvero (margine operativo maggiore) **650 €/ha** che attualizzato ad ottobre 2023 (coefficiente ISTAT 1.163) da 755.95 € /ha e quindi moltiplicato per l'area catastale di progetto non più coltivata (33,6 ha) comporta una riduzione della produzione agricola (in valore economico) di **25400 €/a**.

4.1.4 PRODUZIONE LEGNOSA

La produzione di materie prime legnose è un servizio ecosistemico di approvvigionamento, garantito in larga misura dalle superfici forestali naturali e dagli impianti di arboricoltura da legno. La produzione riguarda legna e legname (rispettivamente da ardere o trasformazione) reso disponibile in termini di legname maturo asportabile.

4.1.4.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Come riportato nel Rapporto 2018 il valore del servizio ecosistemico è nullo in tutte le classi di copertura non forestale pertanto il cambiamento da copertura forestale a qualsiasi altra classe, comporta un annullamento del servizio.

Pertanto nel caso in esame il contributo alla diminuzione del servizio è nullo.

4.1.5 IMPOLLINAZIONE

L'impollinazione è un servizio ecosistemico di fondamentale importanza poiché costituisce uno dei fattori di produzione dell'agricoltura (Zhang et alii, 2007). Secondo una stima in ambito Europeo, il valore economico di questo servizio ecosistemico è intorno ai 14 miliardi di euro annui, pari al 10% del valore della produzione agricola per l'alimentazione umana (Unione Europea, 2013).

Per il suo ruolo "intermedio" tra suolo e funzioni produttive alcune classificazioni non lo considerano tra i servizi ecosistemici del suolo (CICES). Tuttavia, poiché dall'impollinazione dipende la fecondazione e la produttività di moltissime colture, nonché di piante spontanee (Klein et al., 2007), ed è fornito da molti organismi animali tra cui api e bombi, il suo valore è, insieme ad altri, un indicatore non solo di utilità per il settore agricolo ma anche di benessere dell'intero ecosistema.

L'impollinazione è uno dei servizi ecosistemici maggiormente a rischio a causa dei fenomeni di degrado del suolo, in primo luogo l'urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio a scapito delle aree naturali, ma anche **l'intensificazione dell'agricoltura e l'utilizzo massiccio di insetticidi, erbicidi e fertilizzanti**. Secondo una valutazione a scala europea (IUCN, 2015), circa il 9,2% delle specie di api sono attualmente a rischio estinzione, principalmente a causa della frammentazione degli habitat, che incide fortemente sulla rete di impollinazione (Xiao et al., 2016). Questo servizio dipende dalla disponibilità di habitat di nidificazione e risorse floreali, dalla distanza di foraggiamento degli impollinatori e dal clima (Nogué et al., 2016), ovvero dalla distanza percorribile al fine di accedere alle fonti di nettare e pollini.

4.1.5.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

La valutazione economica di questo servizio si basa sul valore economico complessivo di impollinazione (EVIP) disponibile anche per l'Italia dal 1991 al 2009 (Leonhardt et al., 2013), che si basa a sua volta sulla quantificazione del valore globale del servizio di impollinazione in funzione del valore della produzione agricola (Gallai et al., 2009), che pone il servizio al 9,5% del valore della produzione agricola mondiale utilizzata per l'alimentazione (valore al 2005).

Nel Report 2018 di ISPRA viene utilizzato il valore di riferimento compreso tra 15.430 e 20.602 (€/Km² 2009), già utilizzato nelle precedenti edizioni, attualizzato all'anno 2015 attraverso il coefficiente di rivalutazione monetaria. Attualizzati al 2018 tali valori, riportandoli in ettari invece dei kmq, diventano 169,27 €/ha e 226 €/ha.

Si ritiene che l'effetto della diminuzione di suolo agricolo dato dalla trasformazione in edificato (cabine) e strutture sia ampiamente compensato dall'evoluzione in prateria del suolo sottostante e latitante i moduli FV e che pertanto per tale servizio possa essere conteggiata una variazione nulla.

4.1.6 REGOLAZIONE DEL MICROCLIMA

Il rapporto 2018 di ISPRA collega questo servizio ecosistemico al fenomeno delle "isole di calore" in ambito urbano, ed infatti : *"Tra gli effetti sull'ambiente dovuti alla continua espansione del fenomeno del consumo di suolo, la modificazione del microclima urbano rappresenta un aspetto di grande importanza, soprattutto perché nelle città è concentrata la maggior parte della popolazione italiana (ISPRA, 2016), e nelle aree urbane si presentano gli effetti della cosiddetta "isola di calore", determinata dall'incremento delle temperature superficiali dovuto al calore accumulato dalle superfici artificiali durante il giorno, che si ripercuote anche sui valori notturni specie in condizioni di stabilità atmosferica. La situazione è particolarmente critica sulle regioni dell'area mediterranea, dove negli ultimi 40 anni sono stati osservati aumenti della temperatura media annuale ed estiva rispettivamente di 1.0 °C e 1.8 °C (Giorgi e Lionello, 2008). Questo ha un effetto diretto e importante sulla salute dei cittadini, con un crescente impatto sulla popolazione in termini di aumento della mortalità legata a patologie da caldo, con effetti particolarmente intensi nei paesi dell'Europa meridionale. Quando gli scenari prevedono aumenti medi della temperatura di circa 2 °C (come quella osservata nel periodo più caldo nelle nostre città in aree con un incremento di 40 ha/km2 di suolo consumato) si stima un aumento dei decessi legati al caldo in aree urbane anche di 2-3 volte rispetto alla situazione attuale (Stern, 2006)."*

Un recente studio ⁴ pubblicato nel Journal Environmental Research Letters, riporta i risultati di un monitoraggio annuale effettuato su un **impianto FV da 5 MW con moduli fissi a terra**, ubicato in Gran Bretagna effettuato nel 2016 da alcuni scienziati ambientali della Lancaster University e del Centro di Ecologia e Idrologia Britannico che hanno studiato per 12 mesi gli effetti di un tipico parco solare sui processi micro climatici e naturali del terreno che lo ospita.

E' stato rilevato che la presenza dei pannelli solari causa piccole variazioni stagionali e diurne sui parametri di aria e suolo. *"In particolare, durante l'estate abbiamo osservato un raffreddamento, fino a 5,2 °C, ed un essiccamento nelle aree coperte maggiore rispetto a quelle tra i moduli o nelle zone di controllo. Al contrario, durante l'inverno, gli spazi fra i pannelli risultavano fino a 1,7 °C più freddi rispetto al suolo coperto dal fotovoltaico"*.

A cambiare non è solo la temperatura, ma anche l'umidità, i processi fotosintetici, il tasso di crescita delle piante e quello di respirazione dell'ecosistema. Alona Armstrong, co-autrice dello studio, ritiene che i risultati sollevino alcune questioni fondamentali per il futuro.

La comprensione degli effetti climatici dei parchi solari potrebbe secondo gli scienziati dare agli agricoltori e ai proprietari del terreno la conoscenza di cui hanno bisogno per scegliere quali colture farvi crescere e il modo migliore per gestire il territorio, **massimizzando biodiversità e migliorando le rese**. *"Questa comprensione diventa ancora più interessante se applicata a zone molto soleggiate che possono anche soffrire di siccità"*. L'ombra sotto i pannelli infatti non solo

⁴ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/7/074016>

raffredda ma aumenta il grado di umidità trattenendo parte dell'evaporazione del terreno. In questo modo aggiunge Armstrong *"può consentire di coltivare piante che non sopravvivrebbero sotto il sole diretto"*.

Con specifico riferimento all' impianto di progetto, rispetto a quello su cui è stato condotto lo studio citato, si osserva che:

- 1) L'impianto in progetto, a differenza dell'impianto di Swindon è realizzato con inseguitori solari (e non con moduli fissi) ad altezze superiori anche di due metri dal suolo e quindi le aree di ombreggiamento non sono fisse ma cambiano nel corso della giornata. Sicuramente tale condizione avrà degli effetti sul microclima al di sotto dei moduli e determinerà minori variazioni di temperatura tra le aree **sotto** e quelle **tra** dai moduli;
- 2) La latitudine ed il clima in generale dell'area in cui è stata condotta la sperimentazione (Inghilterra meridionale) sono diversi da quelli del progetto in esame (Area mediterranea);
- 3) l'area di progetto presenta un ottimo livello di ventilazione durante tutto l'anno e questo sicuramente contribuisce a "miscelare" l'aria e limitare le differenze di temperatura tra aree contigue **sotto** i moduli fotovoltaici e **tra** i moduli fotovoltaici.

Lo studio anglosassone ha dimostrato che, nonostante ci siano piccole fluttuazioni di temperature tra zone sotto i moduli e zone tra i moduli, **non ci siano differenze significative nella temperatura media giornaliera.**

Ed infatti gli effetti della cosiddetta "isola di calore", determinata dall'incremento delle temperature superficiali dovuto al calore accumulato dalle superfici artificiali durante il giorno, che si ripercuote anche sui valori notturni specie in condizioni di stabilità atmosferica, è **applicabile sostanzialmente a variazioni del microclima urbano**, in cui abbiamo grandi aree occupate da superfici sigillate del terreno vegetale.

Inoltre lo stesso concetto di superficie sigillata non è in realtà applicabile al caso dei moduli fotovoltaici, perché questi non sono posti in aderenza al terreno. Tanto più nel caso di inseguitori mono assiali, in cui i moduli si trovano ad alcuni metri dal terreno e si muovono nel corso della giornata.

Questa affermazione è di fatto indirettamente confermata dallo stesso documento "Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo", che afferma testualmente: *"L'impatto della regolazione della temperatura da parte del sistema suolo-vegetazione sul benessere umano è fortemente dipendente dai collegamenti spaziali locali tra la fornitura potenziale e l'uso di questo servizio, dunque ha caratteristiche valutabili alla scala locale. Il consumo di suolo, o meglio la percentuale di area non sigillata, è un parametro rilevante poiché il terreno aperto è l'habitat più favorevole alla vegetazione per fornire servizi di mitigazione delle isole di calore (Van der Meulen et al., 2018)."*

In altri termini gli impatti prodotti da aumenti della superficie artificiale in un'area ha effetti sulla popolazione che vive nell'area stessa. Dal momento che l'impianto fotovoltaico in progetto è realizzato in area agricola, è evidente che questa non è interessata da popolazione residente.

E ancora, sempre nello stesso documento, la valutazione economica del Servizio Ecosistemico, è fatta con riferimento alla maggiore quantità di energia necessaria per raffrescare gli ambienti prodotta da una estensione della superficie artificiale, che genera modificazione del microclima urbano. Parametro che evidentemente non è applicabile ad impianti fotovoltaici in area agricola.

4.1.6.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Per quanto sopra premesso è pacifico ritenere che gli effetti della cosiddetta “*isola di calore*” **non siano applicabili agli impianti fotovoltaici** e che pertanto, sebbene nel periodo estivo le aree ombreggiate subiscano una minore evapotraspirazione diurna e quindi trattengano meglio l’umidità notturna generando un beneficio ambientale piuttosto che uno svantaggio, la variazione del valore del servizio ecosistemico sia nulla.

Si ricorda altresì che è comunque previsto un monitoraggio del microclima nel PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale) allegato allo SIA.

4.1.7 RIMOZIONE DI PARTICOLATO E OZONO

Tra i servizi ecosistemici di regolazione, un ruolo importante riguarda il miglioramento della qualità dell’aria (Manes et al., 2012). Attualmente, l’esposizione a inquinanti atmosferici è il principale fattore di rischio ambientale in Europa (EEA, 2014). In tale contesto, per l’Italia si stima il maggior numero di morti premature da inquinanti atmosferici (8.440; EEA, 2015).

Il servizio ecosistemico **è stimato attraverso la rimozione di due inquinanti atmosferici, particolato atmosferico (PM10) e ozono troposferico (O3), da parte degli ecosistemi forestali per l’intero territorio nazionale.** Gli ecosistemi forestali, per l’elevato rapporto superficie fogliare/volume, contribuiscono in modo rilevante al processo di rimozione di inquinanti dall’atmosfera, in particolare grazie alla capacità di assorbimento fogliare di O3 e di adsorbimento di PM10.

Le tipologie di ecosistemi analizzate nel rapporto 2018 raggruppate in 7 tipologie fisionomico-strutturali (Boschi a prevalenza di querce caducifoglie, Boschi di faggio, Castagneti, Abetine, Boschi a prevalenza di leccio, Macchia mediterranea, Pinete) **non considerano aree agroforestali, vegetazione ripariale, ed ecosistemi erbacei e arbustivi, tranne la macchia mediterranea.**

4.1.7.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

La valutazione monetaria considera i valori di esternalità (costo per tonnellata) dell’inquinamento da PM10 e da O3. Tali valori corrispondono al costo per la società del danno causato dall’inquinamento alla salute umana e all’ambiente. Applicando le esternalità stimate per il territorio italiano, in termini di anni di vita persa (VOLY), più conservativo, e in termini del valore statistico di una vita (VSL) (EEA, 2014), è possibile calcolare l’ammontare monetario relativo alla mancata rimozione dei due inquinanti.

Il Report 2018 stima valori compresi tra 284,9 e 910 €/ha per il PM10 e tra i 234,9 e 693,7 €/ha per O3 (EEA, 2014).

Nel progetto in esame non è prevista l'elisione di patch forestali che rientrino nella casistica delle 7 tipologie citate dal rapporto 2018, tuttavia per estensione, sarà effettuata una valutazione in rapporto alle alberature da estirpare valutando la diminuzione del flusso del servizio ecosistemico come:

- $0.1 \text{ ha} * 285 \text{ €/ha/a (2014)} * 1.193 \text{ (rivalutazione ISTAT)} = 34 \text{ €/a per il PM10}$
- $0.1 \text{ ha} * 235 \text{ €/ha/a (2014)} * 1.193 \text{ (rivalutazione ISTAT)} = 28 \text{ €/a per O3}$

per complessivi **62 €/a**.

4.1.8 PROTEZIONE DALL'EROSIONE

L'erosione del suolo è un fenomeno naturale che, attraverso l'asportazione della parte superficiale del terreno ricca di sostanza organica, contribuisce al modellamento della superficie terrestre. L'entità di questo fenomeno dipende da vari fattori, tra cui le caratteristiche geologiche, pedologiche, morfologiche e vegetazionali specifiche del territorio, dalle condizioni climatiche alle quali esso è soggetto (ISPRA, 2015).

Per quanto il fenomeno dell'erosione sia un processo naturale, questo può subire un'accelerazione a causa di alcune attività antropiche, prevalentemente agricole, e dei processi di degrado del suolo, che asportano la copertura vegetale ed espongono il suolo all'azione degli agenti erosivi, rappresentati, alle nostre latitudini, principalmente dalle precipitazioni meteoriche e dalle acque di scorrimento superficiale.

L'erosione della parte superficiale del suolo comporta la perdita della parte più ricca di sostanza organica, con una riduzione anche rilevante della produttività e nei casi di suoli poco profondi anche la perdita irreversibile dell'intero strato coltivabile (ISPRA, 2015).

Il suolo è l'oggetto dell'erosione da parte delle acque di ruscellamento superficiale e delle piogge, tuttavia, se in buone condizioni è meno erodibile. **Un territorio in buone condizioni offre dunque una protezione dall'erosione come servizio di regolazione, poiché preserva la funzionalità del suolo.**

Secondo le stime effettuate dal Joint Research Centre della Commissione Europea, la superficie interessata dal fenomeno nell'UE-27 risulta pari a 1,3 milioni di kmq, il 20% dei quali subisce una perdita di suolo superiore a 10 t/ha/anno (Panagos et al., 2015c). Tra i 28 Stati Membri, l'Italia presenta il tasso di perdita di suolo più alto con valori medi di 8,46 t/ha/anno, spiegabili con le elevate pendenze del nostro territorio associate ad alti valori nell'erosività delle piogge, conseguenza di precipitazioni intense e concentrate in particolare a seguito di lunghi periodi siccitosi. Altri modelli indicano che il 30% del territorio nazionale presenta una perdita di suolo superiore a 10 tonnellate ad ettaro l'anno (ISPRA, 2013).

Questo servizio ecosistemico, dipendendo principalmente dalla capacità protettiva del manto vegetale, è fortemente legato alle variazioni d'uso e copertura del suolo. Le diverse forme di degrado del suolo (impermeabilizzazione anche parziale, compattazione, agricoltura intensiva, etc.) comportano la riduzione della capacità d'infiltrazione delle acque, una modifica del naturale

reticolo di drenaggio e l'alterazione delle coperture vegetali un conseguente incremento dei deflussi idrici superficiali anche ad elevato carico solido. In generale la mancata ritenzione idrica da parte del suolo comporta un aumento dei fenomeni alluvionali ed erosivi (ad esempio, Commissione Europea, 2012; Rodriguez et al., 2014).

4.1.8.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Esistono diverse stime del valore di tonnellate di perdita di suolo per ettaro riferite al territorio italiano, laddove il fenomeno si verifici ovviamente:

- 6,50-7 ton/ettaro per anno (progetto SIAS)
- 8,77 ton/ettaro per anno (progetto RUSLE della UE)
- 10 ton/ettaro per anno (ISPRA 2013)

Nel Rapporto 2018, la valutazione economica riporta un aggiornamento del costo di riferimento da dati di letteratura, utilizzando il valore di 8.94- 95.53 €/t al 2003, che rivalutato al 2015 porta a valori compresi tra 11,01 e 117,6 €/t.

Nel caso del progetto in esame, valutando i seguenti elementi :

- Dal punto di vista geologico si tratta di terreni argillosi ;
- Dal punto di vista pedologico si tratta di terreni poco profondi
- Dal punto di vista morfologico le aree di progetto sono sub pianeggianti o subcollinari con pendenze limitate e pertanto non particolarmente soggette a fenomeni di erosione
- **Dal punto di vista vegetazionale l'instaurarsi di un prato polifita nella fase di esercizio contribuisce a mantenere in buone condizioni lo strato di terreno vegetale e preservarlo dall'erosione**
- La realizzazione di strade e cabine con l'asportazione della parte superficiale costituita da terreno vegetale e la successiva impermeabilizzazione (o comunque in corrispondenza delle strade, sebbene permeabili, l'assenza di vegetazione), costituisce attività antropica che puo' comportare processi di degrado del suolo.
- l'area non è interessata, secondo le cartografie del PAI, da fenomeni franosi ne di pericolosità geomorfologica o idraulica;

è possibile stimare che la perdita del servizio ecosistemico, dipendente dalla capacità protettiva del terreno vegetale, abbia un tasso di erosione molto basso (6.50 t/ha/a) e sia limitata alle aree interessate dalle cabine elettriche, dai container del sistema di accumulo e dalle strade (in macadam) interne alle aree di progetto, ovvero 3.68 ha , e sia pari a:

$$1,193 \text{ (rival ISTAT ad Ottobre 2023)} * 11,01 \text{ €/t} * 6,50 \text{ t/ha/a} * 3,68 \text{ ha} = 314 \text{ €/a}$$

4.1.9 REGOLAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO (INFILTRAZIONE)

L'infiltrazione dell'acqua nel suolo e nel sottosuolo è uno degli elementi base dell'offerta del servizio di regolazione del deflusso superficiale e del servizio di approvvigionamento di acqua dolce: il primo si esplica essenzialmente attraverso la riduzione della frazione di acqua che scorre

in superficie e della sua velocità mitigando gli effetti delle piogge sulle piene dei corsi d'acqua; il secondo, trattato nel seguito, riguarda la disponibilità di acqua nel suolo e la ricarica delle falde e quindi la costituzione di una riserva di acqua dolce per piante ed esseri umani.

Per entrambi questi servizi è fondamentale la capacità di caratterizzare il bilancio idrologico e di effettuare stime sulla base delle caratteristiche di uso e copertura del suolo, al fine di evidenziare gli effetti diretti del consumo di suolo.

La riserva di acqua nello strato superficiale del suolo, considerato come costituito dai primi 100 cm, è funzione di diverse caratteristiche, come ad esempio la tessitura, il contenuto di carbonio organico, la densità apparente, la porosità, la frazione volumetrica di materiale solido, mentre l'infiltrazione profonda dipende anche dalle condizioni di umidità iniziale, dalla durata e dall'intensità della pioggia, oltre che dalle caratteristiche del suolo, essenzialmente, conducibilità idraulica a saturazione, capillarità e condizioni di saturazione del terreno (Calzolari et al. 2016).

Il servizio ecosistemico è valutato con riferimento all'incremento di consumo del suolo che determina un aumento del deflusso superficiale e una conseguente diminuzione dell'infiltrazione.

L'equazione generale su cui si basa il Metodo denominato BIG BANG è

$$P - E = R + G + \Delta V$$

dove P è la precipitazione totale, E è l'evapotraspirazione reale, R è il deflusso superficiale, G è la ricarica nelle acque sotterranee e ΔV è la variazione del contenuto d'acqua nel suolo.

La valutazione qualitativa della formula sopra riporta dimostra in sintesi che il servizio ecosistemico dell'infiltrazione dipende dalle precipitazioni al netto

- della evapotraspirazione (che a sua volta dipende dalle temperature medie locali)
- del deflusso superficiale

E' evidente che aree impermeabilizzate o semi impermeabilizzate favoriscono il deflusso superficiale delle acque e quindi diminuiscono il valore di questo servizio ecosistemico. Pertanto ancora una volta il costo esterno sarà legato alla quantità di superfici impermeabilizzate post operam.

4.1.9.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

I valori economici di questo servizio ecosistemico sono riferiti ai costi del servizio di regolazione, determinato a sua volta dalla valutazione delle opere di difesa idraulica in Italia, dovuti al deflusso superficiale causato dalla impermeabilizzazione dei terreni.

Il costo preso a riferimento al 2018 è compreso tra 7,5 e 8,74 €/mc per anno.

Assumendo il maggiore tra i due ed attualizzandolo ad Ottobre 2023 si determina un valore economico pari a 8,75 €/mc per anno (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,163).

Lavello												
Bacino: OFANTO (321 m.s.m.)												
(P)	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
-	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-
8,2	1,0	-	-	-	-	-	4,8	-	-	-	4,4	-
6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	28,0
-	-	-	0,4	1,6	-	-	-	-	0,4	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2	4,4	10,4
3,0	-	5,0	2,4	-	-	-	-	-	-	1,2	8,2	6,2
10,8	1,4	-	3,0	-	0,6	-	-	-	-	1,6	0,8	2,4
11,4	-	4,6	-	-	-	-	-	-	-	14,0	1,8	-
18,0	4,6	41,6	-	-	0,4	-	-	-	-	8,2	3,4	3,8
19,8	3,8	3,6	-	-	2,0	-	-	-	-	42,8	0,6	4,4
1,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	0,2	8,2
0,2	1,6	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,4	6,0
-	12,8	1,8	14,2	-	-	-	-	-	-	1,0	7,2	-
2,4	3,0	2,0	0,4	2,8	-	-	-	-	-	1,0	-	-
-	3,8	5,8	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	33,0
-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6
2,0	-	-	0,6	-	-	27,6	-	3,2	-	-	11,2	-
2,0	-	2,0	5,2	-	-	14,6	-	0,2	-	-	7,0	-
-	-	1,6	0,2	-	-	11,0	-	-	-	-	-	-
-	-	21,2	8,4	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-
-	0,4	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
-	0,4	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	-	1,4	7,6	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-
14,6	-	-	2,4	-	-	-	-	-	-	-	6,0	-
2,0	-	-	-	-	-	-	7,4	-	0,4	0,8	-	-
10,0	-	-	-	-	-	-	9,4	-	-	10,0	3,2	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,4	-
-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,4	-	0,6
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
113,2	35,8	95,2	63,0	5,6	3,0	58,0	26,8	3,8	82,8	127,8	78,2	-
15	9	12	8	2	1	4	3	1	9	16	10	-
Totale annuo: 693,2												
Giorni piovosi: 90												

Considerando che le precipitazioni annue nell'area di progetto sono mediamente pari a 693,2 mm (fonte Regione Basilicata - Annuario idrologico 2021) riportando il dato all'unità di superficie in ettari, si avrebbe $693,2 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} = 0,6932 \text{ m} \times 10.000 \text{ mq} = 6932 \text{ mc} / \text{ha} / \text{a}$, ovvero su un ettaro di terreno nelle aree di progetto "piovono" ogni anno 6932 mc di acqua. La quota di infiltrazione al netto di evapotraspirazione e deflusso superficiale, si può stimare in maniera largamente conservativa nel 70% dell'acqua proveniente dalle precipitazioni. Pertanto per ogni ettaro di terreno la quantità di acqua infiltrata è di **4852 mc / ha / a**.

La perdita del servizio ecosistemico, che dipende dalla capacità di infiltrazione del terreno, è limitata, per il progetto in esame, alle aree impermeabilizzate, ed alle strade sterrate (sebbene permeabili) complessivamente oper una superficie di 3,68 ha.

Dal momento che tra tali aree quelle destinate a viabilità e piazzali, di fatto la maggior parte, saranno realizzate in macadam e dunque permeabili, possiamo considerare la valutazione economica minima proposta da ISPRA rivalutata ad Ottobre 2023 pari a **8,75 €/mc**.

Il costo esterno correlato alla perdita di servizio ecosistemico capacità di infiltrazione del terreno per l'impianto in progetto è pertanto pari a:

$$4852 \text{ mc} / \text{ha} \text{ anno} \times 3,68 \text{ ha} \times 8,75 \text{ €/mc} = 156279 \text{ €/anno}$$

4.1.10 DISPONIBILITÀ DI ACQUA

La disponibilità di acqua a fini idropotabili, agricoli e produttivi è uno dei principali fattori di benessere e si appresta a diventare un elemento di criticità anche per alcune parti dell'Europa, in particolare il sud del Mediterraneo a causa degli effetti dei cambiamenti climatici e del degrado del suolo.

I risultati citati nel Rapporto 2018 sostengono la necessità di pianificare per la resilienza nei bacini contro gli eventi estremi e la siccità e dimostrano il ruolo dei suoli non artificializzati nella ritenzione dell'acqua e nella riduzione del deflusso. Sostenere l'approvvigionamento idrico delle acque sotterranee non solo serve a garantire la fornitura di acqua per uso umano, ma anche al supporto del mantenimento di alcuni tipi di ecosistemi acquatici, terrestri e costieri che si basano sulla disponibilità di acqua sub-superficiale (Howard e Merrifield 2010).

Il servizio ecosistemico di regolazione del regime idrologico dipende essenzialmente dalla capacità dei bacini di resilienza agli eventi estremi ed alla siccità, che dipende a sua volta nella capacità di ritenzione dell'acqua e di riduzione del deflusso dei terreni non artificializzati.

Di conseguenza, per il 2018, per valutare il servizio di approvvigionamento di acqua, sia quella contenuta nel suolo superficiale che nelle falde sotterranee, è possibile fare riferimento ai termini del bilancio idrologico. Utilizzando la carta del consumo di suolo come input per il dato sulla artificializzazione del suolo e utilizzando il modello Bigbang 1.0 per calcolare i diversi parametri del bilancio idrologico, si valuta la diminuzione del volume di ricarica delle falde determinata dal consumo di suolo in un dato periodo di tempo, considerata come diminuzione nel servizio di approvvigionamento di acqua dolce.

4.1.10.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

La valutazione economica, considera i costi ambientali generati dal degrado delle funzionalità ecosistemiche, e si basa sulla valutazione del costo di realizzazione delle opere idrauliche di accumulo e/o di difesa e quelle di ingegneria idraulica finalizzati a proteggere o aumentare la ricarica della falda.

Per il Rapporto 2018 la valutazione economica si basa sui costi stimati sopra richiamati (Reddy, 2015) pari a US\$0.04/m³ e US\$ 0.93/m³ al 2012, che convertito in euro ed attualizzato al 2015 corrisponde a 0.03-0.71 €/m³ (Tasso di cambio 0.7579 Rivalutazione istat 1.02).

Assunto il dato di pluviometria 2021 specifico prima citato, ovvero 6932 mc / ha / a ed il valore medio del servizio (strade semipermeabili), ovvero 0. €/m³, il costo esterno correlato alla perdita di servizio ecosistemico per l'impianto in progetto è pertanto pari a:

**6932 mc /ha/a x 3,68 ha x 0.84 €/mc (rivalutazione ISTAT ad Ottobre 2023 pari a 1,193).=
21608 €/anno**

4.1.11 PURIFICAZIONE DELL'ACQUA DAI CONTAMINANTI

L'acqua che si infiltra nel suolo subisce un processo di "purificazione" attraverso processi biochimici svolti dalla parte minerale del suolo, e ancor più dalla sua componenti biologica. La capacità depurativa è funzione non solo delle proprietà del suolo, quali la capacità di scambio cationica del suolo (cioè la sua "attività" fisico-chimica), il suo contenuto in sostanza organica, la reazione (pH) e la sua profondità, ma è legata anche al clima, alle pratiche di gestione, e agli input in termini di carico di nutrienti e inquinanti presenti nell'acqua, quali, ad esempio, i fertilizzanti (Xu et al., 2016). Ecosistemi come le foreste e le zone umide contribuiscono considerevolmente a migliorare la qualità delle risorse idriche. La vegetazione e il suolo, infatti, hanno la capacità di assorbire e quindi rimuovere inquinanti e nutrienti dell'acqua e di ridurre la velocità al fine di regolarne l'infiltrazione nel suolo (Elmqvist et al., 2010).

Di conseguenza **la sottrazione di superfici permeabili** e l'alterazione delle capacità depurative determinate dalla artificializzazione dei suoli, produce una diminuzione del servizio ecosistemico di regolazione offerto dal suolo. Il principale fattore è l'impermeabilizzazione, che costituisce una perdita irreversibile della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo nelle aree impermeabili con la conseguenza che il carico di inquinanti già presente nelle acque non viene ridotto dall'infiltrazione e finisce nei corsi d'acqua superficiali.

L'impermeabilizzazione, pertanto, rappresenta il danno più estremo anche per il servizio di purificazione.

A ciò si aggiunge la riduzione della capacità di depurazione nei suoli degradati da altre forme di consumo di suolo, quali la compattazione, il degrado delle caratteristiche strutturali, i danni alla biodiversità del suolo. Il servizio offerto dal suolo, in termini quantitativi di rimozione di contaminanti, dipende anche dal tipo di carico che viene apportato alle superfici di ciascun bacino, anche se fino ad un certo punto (La Notte, 2017).

Poiché la principale fonte di contaminazione nelle acque è rappresentata da azoto e fosforo provenienti dalla fertilizzazione delle aree agricole, la maggior parte delle valutazioni del **servizio ecosistemico si basano sulla quantificazione dell'azoto e fosforo rimossi dalle acque.**

4.1.11.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

La valutazione economica, definita nel Rapporto 2018 prende in considerazione la capacità naturale di attenuazione dei suoli, intendendo con questo la quantità di azoto rimosso per filtraggio e decontaminazione. I valori economici corrispondono a 18,31 – 4.884,7 €/ha per anno al 2015, che attualizzati ad Ottobre 2023 sono 21,84 – 5.827,44 €/ha per anno (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,193).

Dal momento che il carico di azoto presente nelle aree di progetto non presenta valori eccezionali, si può assumere con valore del servizio ecosistemico di purificazione un valore medio – basso pari a 1.000 €/ha per anno, rispetto al valore massimo e minimo indicati nel *Rapporto2018*.

Il costo esterno generato dalla mancanza di tale servizio ecosistemico è riferibile alle superfici impermeabilizzate o semi impermeabilizzate (strade sterrate) in cui si ha perdita di naturalità del terreno, e quindi:

$1.000 \text{ €/ha anno} \times 3,68 \text{ ha} = \mathbf{3680 \text{ €/anno}}$

4.2 PERCEZIONE DELLA MODIFICA PAESAGGISTICA

È largamente condiviso nella bibliografia di riferimento (Mitchell & Carson, 1989; Carson 2000; TEEB 2010) che la valutazione di contingenza sia l'unico metodo di valutazione in grado di considerare tutte le componenti - valore d'uso e valore di non uso - del Valore Economico Totale (VET) associato al concetto di bene ambientale ed è dunque la più diffusa, poiché considerata la più idonea, per la valutazione economica riferita al bene "Paesaggio".

La valutazione di contingenza permette di definire il valore economico di un bene pubblico attraverso una indagine tra i suoi fruitori. Essa si basa sull'intervista diretta dei fruitori in modo da esplicitare la loro disponibilità a pagare (DAP) per ottenere e/o mantenere il bene oggetto di indagine, oppure la loro disponibilità ad accettare (DAA) un cambiamento e/o una perdita. Questa metodologia prevede dunque la costruzione di un mercato ipotetico in cui il bene può essere valutato in quanto oggetto di una valutazione economica.

Il metodo della valutazione di contingenza si basa sulla simulazione di un mercato in cui i fruitori esprimono le loro preferenze rispetto a un bene o un progetto legato al bene stesso, che genera benefici (ad esempio l'incremento della qualità ambientale in un'area data) a fronte però di un prezzo da pagare (ad esempio il pagamento una tassa per il mantenimento di un bene).

Per stimare il valore dell'impatto paesaggistico si è fatto riferimento allo studio "**The Value of EU Agricultural Landscape**" (JRC - 2011) ed ai valori per ettaro in esso contenuti.

Lo studio stima il valore del paesaggio agricolo dell'Unione Europea. Il paesaggio è uno dei principali beni pubblici prodotti dall'agricoltura. Gli agricoltori, attraverso la produzione di beni tradizionali, conferiscono benefici alla società mantenendo e creando paesaggi rurali attraverso una combinazione di decisioni sull'uso del suolo, composizione delle colture e pratiche agricole.

Negli ultimi decenni è stata condotta molta ricerca nella letteratura scientifica per cercare di valutare il paesaggio agricolo. Poiché il paesaggio è un bene non scambiato, il suo valore finanziario non può essere osservato e quindi non è disponibile dalle fonti statistiche tradizionali. Pertanto, nella maggior parte dei casi, la letteratura utilizza un approccio di preferenza dichiarata (PD) attraverso l'uso di metodi basati su indagini per scoprire la volontà della società di pagare (WTP - willingness to pay - o DAP Disponibilità a pagare) per il paesaggio. La maggior parte degli studi che valutano il paesaggio agricolo nelle regioni dell'UE e non dell'UE dimostrano che la società attribuisce un valore positivo al paesaggio agricolo. Tuttavia, un importante limite di questi studi è che quasi tutti gli studi sulle valutazioni del paesaggio si concentrano sulla valutazione di paesaggi specifici in una determinata località. Sono pochi gli studi che mirano ad aggregare i risultati per gli Stati membri dell'UE o per l'UE nel suo complesso.

Lo studio utilizza le evidenze disponibili sulla WTP provenienti dalla letteratura scientifica per stimare il valore dei paesaggi agricoli dell'UE attraverso un approccio meta-analitico. L'approccio meta-analitico combina le evidenze della letteratura con l'obiettivo di stimare la funzione di trasferimento dei benefici (Benefit Transfer) per la WTP. La metodologia BT si basa sull'idea di utilizzare studi di valutazione esistenti, che valutano il paesaggio di regioni specifiche, e di

trasferire le informazioni di valutazione da queste regioni per stimare i benefici in altre regioni per le quali non sono disponibili dati di valutazione. La funzione di trasferimento stimata viene quindi utilizzata per calcolare il valore del paesaggio per diversi tipi di terreno, per gli Stati membri e per l'intera UE. Il database finale contiene 33 studi che forniscono 96 stime della WTP. Il database copre studi provenienti da 11 paesi europei e 3 paesi non europei per il periodo 1982-2008.

Il valore stimato per ettaro del paesaggio agricolo dell'UE varia tra 134 €/ha e 201 €/ha, con un valore medio di 149 €/ha nel 2009. I pascoli e le colture permanenti riportano valori medi più alti (200 €/ha) rispetto ai terreni coltivabili (117 €/ha).

Table 7: The estimated value per hectare WTP for grassland and permanent crops and arable land (€/ha/year in 2009 prices)

	Grassland and permanent crops									Arable land								
	1991			2000			2009			1991			2000			2009		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
Belgium	427	497	706	546	677	1097	620	786	1322	275	312	378	380	422	523	434	489	630
Bulgaria	0.1	1	3	1	3	8	5	11	20	0.04	1	2	0.4	2	6	2	7	15
Czech R.	3	9	19	18	30	49	74	87	114	1	6	14	9	20	36	39	56	85
Denmark	163	194	328	219	281	541	236	306	600	109	121	156	153	174	258	165	189	286
Germany	326	386	590	385	471	772	377	456	734	215	241	281	265	293	368	256	285	350
Estonia	2	6	12	6	11	20	23	30	42	1	4	9	3	7	15	11	19	31
Ireland	25	28	33	77	91	158	106	129	234	15	18	25	51	57	75	73	80	111
Greece	40	48	65	60	69	85	148	164	210	20	31	48	34	44	64	89	104	133
Spain	46	52	62	70	78	93	116	130	177	28	33	46	42	49	66	71	82	101
France	122	139	203	152	175	276	141	164	265	77	87	103	98	109	131	92	102	126
Italy	212	241	351	240	273	398	287	331	482	134	151	180	151	171	204	184	207	247

4.2.1.1 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Per l'Italia il valore massimo del WTP (o DAP) relativo alla terra arabile al 2009 è di 247€/ha. Attualizzandolo ad Ottobre 2023 si avrebbe un valore DAP pari a (Coefficiente di rivalutazione ISTAT di 1,306) **320 € /ha /a.**

In tal modo si stima che il valore assegnabile all'opzione zero del progetto (cioè mantenere il paesaggio allo stato anteoperam), in termini di valore annuale del paesaggio assegnato dalla popolazione, è di 322,58 € /ha /a * 33,6 ha (lotto catastale riferito alle recinzioni di progetto) = **10839 €/a.**

4.3 CONCLUSIONE COSTI

In sintesi si avrebbero i seguenti costi esterni :

SERVIZI ECOSISTEMICI	Parametro costo	di	Valore	u.m.	Riferimento	VALUTAZIONE ECONOMICA DEL SERVIZIO ECOSISTEMICO					
						parametro impianto	u.m.	Quantificazione SERVIZIO	u.m.	Costo SERVIZIO	u.m.
1. Stoccaggio e sequestro di carbonio	flusso di servizio seminativo		5	tC/ha /a	tabella 3 RI_2018	3,68	ha	18,4	tC /a	2666	€ / * a
	valore di stock seminativo		5	tC/ha	tabella 3 RI_2018	3,68	ha	18,4	tC	2666	€
	flusso di servizio alberature (equiparate ad uliveto)		0,4	tC/ha /a	definizione RI_2018	0,1	ha	0,04	tC /a	5,80	€ / a
	valore di stock alberature (equiparate ad uliveto)		11,7	tC/ha	tabella 4 RI_2018	0,1	ha	1,2	tC	170	€
2. Qualità degli habitat	flusso di servizio		200,5479	€ / ha /a	tabella 8 RI_2018	3,68	ha			738	€ / a
	Flusso di servizio		-1027,62	€ / ha /a	tabella 8 RI_2018	27,33	ha			-28085	€ / a
3. Produzione agricola	flusso di servizio		755,95	€ / ha /a	tabella CREA	33,6	ha			25400	€ / a
4. Produzione di legname	flusso di servizio		333,34	€ / ha /a	dati lett.	0	ha			0	€ / a
5. Impollinazione	flusso di servizio		232,60	€ / ha /a	Ri_2018	0	ha			0	€ / a
6. Regolazione del microclima	flusso di servizio				Ri_2018	0	ha			0	€ / a
7. Rimozione particolato ed ozono	flusso di servizio		620,36	€ / ha /a	Ri_2018	0,1	ha			62	€ / a
8. Protezione dall'erosione	flusso di servizio		6,50	t/ha/a	Ri_2018	3,68	ha	23,9	t/a	314	€ / a

SERVIZI ECOSISTEMICI	Parametro di costo	di	Valore	u.m.	Riferimento	VALUTAZIONE ECONOMICA DEL SERVIZIO ECOSISTEMICO				
						parametro impianto	u.m.	Quantificazione SERVIZIO	u.m.	Costo SERVIZIO
9. Regolazione del regime idrologico (infiltrazione)	flusso di servizio		4852	mc/ha/a	Ri_2018 pluviometria	e	3,68 ha	17855,4 mc/a		156279 € / a
10. Disponibilità di acqua	flusso di servizio		6932	mc/ha/a	Ri_2018 pluviometria	e	3,68 ha	25509,8 mc/a		21608 € / a
11. Purificazione dell'acqua	flusso di servizio		1000	€ / ha / a	Ri_2018		3,68 ha			3680 € / a
									STOCK (1 anno)	2835 €
									FLUSSO (anni successivi)	182837 € / a

IMPATTO PAESAGGISTICO	Valore	u.m.	Riferimento	VALUTAZIONE ECONOMICA DELL' IMPATTO PAESAGGISTICO				
				parametro impianto	u.m.	Quantificazione	Costo	u.m.
1. Impatto paesaggistico / modificazione del paesaggio rurale	322,58	€ / ha / a	Value of agricultural Land (JrC 2011)		33,6 ha		10839 € / a	
							FLUSSO (anni successivi)	10839 € / a

TOTALE FLUSSO	COSTI ESTERNI	193770 € / a
----------------------	----------------------	---------------------

5 ANALISI BENEFICI

A fronte dei benefici globali prodotti dalla realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile (in particolare riferimento alla mancata emissione di gas serra CO2 ed altri inquinanti) si sono in primis considerati i costi esterni sono sopportati soprattutto dalla Comunità e dall'area in cui sorge l'impianto, dal momento che gli impatti prodotti dall'impianto fotovoltaico sono esclusivamente locali.

Di seguito verrà quindi esposta una valutazione delle "contropartite economiche" (benefici) a fronte dei "costi esterni" per il Territorio/Comunità interessata dalla realizzazione dell'impianto.

La realizzazione dell'impianto di produzione da fonte energetica rinnovabile (e gratuita) solare fotovoltaica, permette la produzione di energia pulita (senza emissioni) e soprattutto evita l'emissione di gas climalteranti ed inquinanti, **apportando dei benefici locali e globali**, quantificabili in:

- 1) produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, per complessivi **41.08 GWh** ogni anno;
- 2) **mancata emissione di** 0,4455 ton di CO₂ per ogni MWh prodotto⁵, per un totale di 18.301 tonnellate di CO₂ solamente nel primo anno, e **479572 tonnellate di CO₂** nei primi 30 anni di vita utile (considerando un decremento di prestazioni dell'impianto dello 0,45% ogni anno).
- 3) **mancata emissione di gas climalteranti ed emissioni da fonti fossili** come da tabella seguente:

RISPARMIO				Pn	22925,00	kWp
EMISSIONI FONTI FOSSILI				Prod spec	1792	KWh/KWp/y
	fattore		Prod annua		Vita utile	
	emissione		41,082	GWh	30	anni
g/KWh	445,5	CO2	18301,853	tonn/a	479572,5	tonn
mg/KWh	63,6	SOx	2,613	tonn/a	68,464	tonn
mg/KWh	5,4	PM10	0,222	tonn/a	5,813	tonn
mg/KWh	227	NOx	9,326	tonn/a	244,361	tonn

E' pacifico inoltre ritenere che:

- i benefici del punto 1 sono riferibili direttamente solo alla società proprietaria dell'impianto FV. Tuttavia nelle LG nazionali è previsto un (massimo) 3% a favore del / dei comuni che ospitano l'intervento
- i benefici dei punti due e tre sono invece riferibili, fatte le docute proporzioni, alle comunità locali e globali.

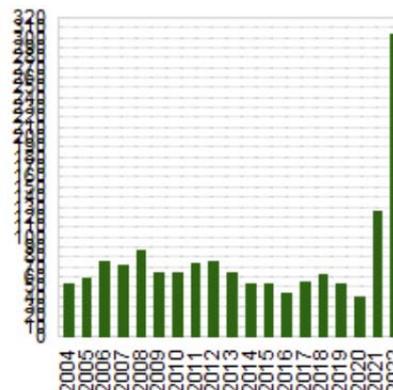
⁵ dal settore termoelettrico in Italia - fonte "Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas ad effetto serra nel settore elettrico - Rapporto ISPRA 303 / 2019.

5.1 VALORE DELLA PRODUZIONE ENERGETICA

Direttamente dal sito del GME , è possibile ricavare alcune informazioni interessanti sull'andamento del valore economico (prezzo al ritiro) dell'energia prodotta. Per gli anni precedenti al 2023

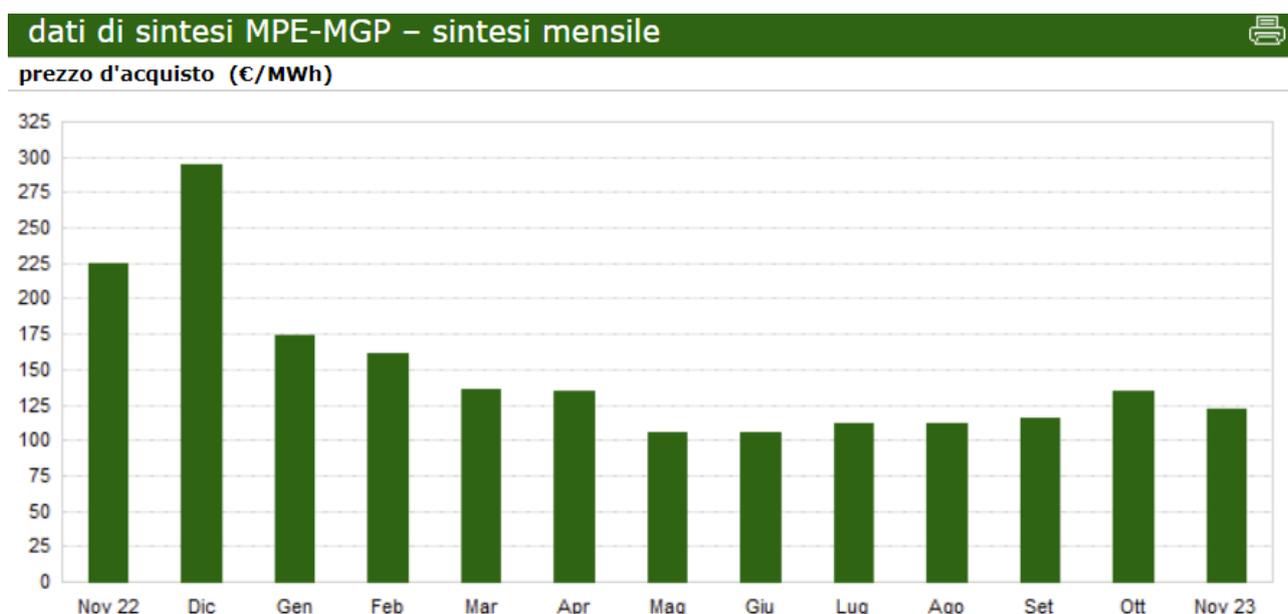
dati di sintesi MPE-MGP – riepilogo						
sintesi annuale						
periodo	Prezzo d'acquisto, PUN (€/MWh)			Quantità totali (MWh)	Liquidità (%)	n. operatori al 31/12
	media	min	max			
2004*	51,60	1,10	189,19	231.571.983	29,1	73
2005	58,59	10,42	170,61	323.184.850	62,8	91
2006	74,75	15,06	378,47	329.790.030	59,6	103
2007	70,99	21,44	242,42	329.949.207	67,1	127
2008	86,99	21,54	211,99	336.961.297	69,0	151
2009	63,72	9,07	172,25	313.425.166	68,0	167
2010	64,12	10,00	174,62	318.561.565	62,6	198
2011	72,23	10,00	164,80	311.493.877	57,9	181
2012	75,48	12,14	324,20	298.668.836	59,8	192
2013	62,99	0,00	151,88	289.153.546	71,6	214
2014	52,08	2,23	149,43	281.997.370	65,9	251
2015	52,31	5,62	144,57	287.132.081	67,8	259
2016	42,78	10,94	150,00	289.700.706	70,0	253
2017	53,95	10,00	170,00	292.197.128	72,2	254
2018	61,31	6,97	159,40	295.561.956	72,0	271
2019	52,32	1,00	108,38	295.827.948	72,1	286
2020	38,92	0,00	162,57	280.179.361	74,9	283
2021	125,46	3,00	533,19	290.400.194	76,2	283
2022	303,95	10,00	870,00	289.172.233	72,9	313

* I dati sono relativi ai nove mesi dal 01/04/2004 al 31/12/2004



6

e per il 2023



7

Tralasciando il picco del 2021 e 2022 dovuto alla vicine contingenze internazionali (crisi Ucraina), si puo' assumere come parametro di riferimento il valor medio del 2023 estendendolo a media annuale, ovvero :

6 <https://www.mercatoelettrico.org/it/Statistiche/ME/DatiSintesi.aspx>

7 <https://www.mercatoelettrico.org/it/Statistiche/ME/GraphMensile.aspx>

periodo	Prezzo d'acquisto. PUN (€/MWh)			Quantità totali (MWh)
	media	min	max	
gennaio	174,49	47,68	295,00	24.322.437
febbraio	161,07	62,46	272,16	22.677.239
marzo	136,38	3,02	245,00	23.710.226
aprile	134,97	10,00	260,00	20.731.151
maggio	105,73	9,10	197,19	21.801.871
giugno	105,34	20,00	191,40	22.785.772
luglio	112,09	40,00	205,00	27.028.806
agosto	111,89	40,00	265,13	22.840.839
settembre	115,70	10,00	227,26	23.472.309
ottobre	134,26	15,00	240,00	22.799.701
novembre	121,74	2,46	235,74	22.765.411
dicembre	121,78	80,00	200,00	11.175.006

PUN medio 2023: **124 €/MWh.**

Il solo valore economico relativo alla produzione energetica è quindi stimabile in prima approssimazione come il prodotto del PUN per la produzione annua supposti entrambi costanti: **124 €/MWh * 41,08 GWh / anno = 5.09 M€ / anno, al lordo dei costi sostenuti dall'impresa.**

5.2 BENEFICI DA MANCATA EMISSIONE CO2

Volendo quantificare il valore della mancata emissione di CO₂ che durante l'esercizio dell'impianto FV in progetto si fa riferimento al prezzo della tonna di CO₂ nel mercato ETS

EU Carbon Permits in Euro 2018 - 2022



Fonte: European Union Emissions Trading System (EU ETS) – I prezzi delle Carbon Emissions Allowances sono definiti dall'European Union Emissions Trading System (EU ETS) il più grande greenhouse gas emissions market al mondo. Le quote per le emissioni di carbonio vengono prima assegnate tenendo conto delle direttive UE per una quantità massima di greenhouse gases emissions che possono essere concesse. Le quote per le emissioni di carbonio vengono successivamente messe all'asta e scambiate.

Pertanto il valore economico del beneficio globale della mancata produzione di CO₂ è stimabile in prima approssimazione (recenti stime di mercato che prevedono un aumento del costo ETS fino a 100-120 €/tonn CO₂ nei prossimi anni) in:

479.572 / tonn CO₂ in 30 anni * 100 €/tonn CO₂ = 47,957 M€/anno

Tale benefico effetto di mancata emissione esplica in realtà i suoi effetti a livello globale , in termini di riduzione della concentrazione di CO2 in atmosfera e quindi di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Volendolo rapportare livello locale lo si potrebbe riferire alla mancata emissione della più vicina centrale (il fattore di emissione della CO₂/kWh di produzione di energia elettrica è riferito al mix energetico nazionale della produzione termoelettrica da combustibili fossili)..: a livello regionale ed interregionale la più vicina centrale a combustibili fossili è quella di Cerano in Puglia (centrale ENEL Federico II) . Rapportando quindi la quota di consumo di energia elettrica di Melfi , rispetto al totale delle due regioni (Puglia e Basilicata), si otterrebbe un valore riferibile alla sola comunità locale. Pertanto , prendendo a riferimento ⁸ per l'anno 2021 (l'ultimo disponibile) il rapporto tra il consumo di energia elettrica della regione Basilicata (2.766 GWh) ed il totale di Puglia e Basilicata (19.444 GWh) , e moltiplicandolo per il rapporto di abitanti della popolazione di Melfi (17.822 ab) sul totale della regione Basilicata ⁹ (570.365 ab) si avrebbe:

Beneficio per la comunità locale di Melfi per la mancata produzione di Co2 = 213.179 € /anno

5.3 BENEFICI LOCALI

I benefici locali possono essere così riassunti:

- 1) il Comune di Melfi , in cui è prevista l'installazione dell'impianto, percepirà in termini di IMU un introito annuale stimabile in circa (valori medi) 4000 € per ogni ettaro occupato all'impianto e quindi complessivamente **33,6 ha x 4000,00 €/ha = 134.400€/anno;**
- 2) Solo i proprietari dei terreni percepiranno le somme dovute per la compravendita dei terreni per ogni ettaro occupato dall'impianto; **Tale beneficio, anche se potenzialmente potrebbe generare un indotto nella comunità locale, puo' essere trascurato se riferito all'intera comunità locale di Melfi.**
- 3) L'attività di gestione e manutenzione dell'impianto è stimata, sempre prudenzialmente, in circa 10.000 €/MWp ogni anno. Assumendo cautelativamente che solo il 50% (5.000,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali (sorveglianza, tagli del verde, opere di manutenzione elettrica), stimiamo cautelativamente un ulteriore vantaggio economico per il territorio di: **20 MW x 10.000,00 €/MWp = 200.000,00 €/MWp /anno ;**
- 4) Per quanto concerne i costi di costruzione dell'impianto e delle relative opere di connessione si stima un costo minimo di circa 800.000,00 €/MWp. Considerando, ancora in maniera conservativa, che il 20% (160.000,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali, abbiamo

⁸ <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>

⁹ <http://www.comuni-italiani.it/>

complessivamente un introito a vantaggio dell'economia locale, di: **20 MW x 160.000,00 €/MWp = 3.200.000,00 €** . Non considerando (conservativamente) alcun tasso di attualizzazione e dividendo semplicemente per 30 anni (durata presunta del periodo di esercizio dell'impianto), abbiamo: **3.200.000,00 / 30 anni = 106.667,00 €/anno;**

- 5) Per quanto concerne le opere di compensazione previste in favore del/dei comuni interessati dall'intervento ai sensi delle LG nazionali sulle FER - DM 10.9.2010 che al punto 14.15 stabiliscono che : *"le amministrazioni competenti determinano in sede di riunione di conferenza di servizi eventuali misure di compensazione a favore dei Comuni, di carattere ambientale e territoriale e non meramente patrimoniali o economiche, in conformità ai criteri di cui all'Allegato 2 delle presenti linee guida"*, ed al punto h) dell' allegato 2 le quantificano in un valore **non " superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto."** e pari a circa 5.09M€ *0,5 (coefficiente che tiene conto di tasse e costi) * 3% = **76.350 € / anno**

5.4 CONCLUSIONE BENEFICI COMUNITA' LOCALE

In sintesi si avrebbero i seguenti benefici

BENEFICIO	Descrizione	beneficio	u.m.	VALORE	u.m.
IMU annuale	Tassa annuale	4.000	€/ha/a	134.400	€/a
INDOTTO	costruzione	5333	€/Mw	106667	€/a
	gestione e manutenzione	10000	€/MW/a	200000	€/a
MISURE DI COMPENSAZIONE	Max 3% del valore di vendita energia elettrica prodotta	76350	€/a	76350	€/a
MANCATA EMISSIONE CO2	(Quota MELFI)	213179	€/a	213179	€/a
TOTALE			€/a	730.596	€/a

6 ANALISI DEI RISULTATI COSTI-BENEFICI

Nella tabella seguente vengono riassunte tutte le voci presentate nei capitoli precedenti: in particolare sono riportate le cosiddette esternalità positive, che generano un beneficio quantificabile come un flusso di cassa positivo (ricavo) e le esternalità negative legate al consumo di suolo e ai mancati servizi ecosistemici, che generano un costo quantificabile come un flusso di cassa negativo.

- Le esternalità negative annuali sono aumentate ogni anno dal valore di inflazione considerato (+2,9%)
- Per quanto riguarda le esternalità positive, solo i valori di IMU e O&M annuali vengono aumentati della stessa quantità, mentre si ipotizza in maniera conservativa (e a sfavore della proponente) di mantenere costanti i valori del prezzo della CO2 e di avere il 20% degli investimenti a favore delle aziende locali nell'anno di costruzione dell'impianto (anno 0)
- Il tasso di attualizzazione considerato è pari al 4,64%

Applicando ai flussi di cassa risultanti le formule e la metodologia riguardanti il VAN presentate nel capitolo 3, è possibile trarre le seguenti conclusioni.

ANNO	RENDIMENTO	PRODUCIBILITÀ A' ATTESA [MWh]	EMISSIONI EVITATE [Tonn] CO2	VALORE in euro (85,71 €/tonn)	ESTERNALITÀ POSITIVE ("BENEFICI")	ESTERNALITÀ NEGATIVE ("COSTI")	RAPPORTO BENEFICI/COSTI	FLUSSO DI CASSA	FLUSSO DI CASSA CUMULATO	VANE
		MWh	tonn	€	€	€	-	€	€	€
0	-	-	-	-	3.206.238,93 €	193.506,80	16,57	3.012.732,13 €	3.012.732,13 €	3.012.732,13 €
1	1	41.084,06	18.487,83	1.584.591,65	3.202.008,65 €	199.118,50	16,08	3.002.890,15 €	6.015.622,29 €	2.869.734,48 €
2	0,995	40.878,64	18.395,39	1.576.668,69	3.201.076,64 €	204.892,93	15,62	2.996.183,70 €	9.011.805,99 €	2.736.358,38 €
3	0,99	40.673,22	18.302,95	1.568.745,74	3.200.347,36 €	210.834,83	15,18	2.989.512,53 €	12.001.318,52 €	2.609.198,89 €
4	0,985	40.467,80	18.210,51	1.560.822,78	3.199.826,70 €	216.949,04	14,75	2.982.877,66 €	14.984.196,18 €	2.487.966,44 €
5	0,98	40.262,38	18.118,07	1.552.899,82	3.199.520,70 €	223.240,56	14,33	2.976.280,14 €	17.960.476,32 €	2.372.384,90 €
6	0,975	40.056,96	18.025,63	1.544.976,86	3.199.435,60 €	229.714,54	13,93	2.969.721,06 €	20.930.197,39 €	2.262.191,02 €
7	0,97	39.851,54	17.933,19	1.537.053,90	3.199.577,80 €	236.376,26	13,54	2.963.201,54 €	23.893.398,92 €	2.157.133,75 €
8	0,965	39.646,12	17.840,75	1.529.130,94	3.199.953,88 €	243.231,17	13,16	2.956.722,71 €	26.850.121,63 €	2.056.973,75 €
9	0,96	39.440,70	17.748,31	1.521.207,99	3.200.570,64 €	250.284,87	12,79	2.950.285,76 €	29.800.407,40 €	1.961.482,80 €
10	0,955	39.235,28	17.655,87	1.513.285,03	3.201.435,05 €	257.543,14	12,43	2.943.891,91 €	32.744.299,31 €	1.870.443,31 €
11	0,95	39.029,86	17.563,44	1.505.362,07	3.202.554,29 €	265.011,89	12,08	2.937.542,40 €	35.681.841,71 €	1.783.647,80 €
12	0,945	38.824,44	17.471,00	1.497.439,11	3.203.935,75 €	272.697,23	11,75	2.931.238,52 €	38.613.080,23 €	1.700.898,46 €
13	0,94	38.619,02	17.378,56	1.489.516,15	3.205.587,05 €	280.605,45	11,42	2.924.981,60 €	41.538.061,83 €	1.622.006,67 €
14	0,935	38.413,60	17.286,12	1.481.593,19	3.207.516,00 €	288.743,01	11,11	2.918.772,99 €	44.456.834,82 €	1.546.792,60 €
15	0,93	38.208,18	17.193,68	1.473.670,24	3.209.730,65 €	297.116,56	10,80	2.912.614,09 €	47.369.448,91 €	1.475.084,78 €
16	0,925	38.002,76	17.101,24	1.465.747,28	3.212.239,29 €	305.732,94	10,51	2.906.506,36 €	50.275.955,27 €	1.406.719,74 €
17	0,92	37.797,34	17.008,80	1.457.824,32	3.215.050,45 €	314.599,19	10,22	2.900.451,26 €	53.176.406,53 €	1.341.541,60 €
18	0,915	37.591,91	16.916,36	1.449.901,36	3.218.172,90 €	323.722,57	9,94	2.894.450,33 €	56.070.856,87 €	1.279.401,76 €
19	0,91	37.386,49	16.823,92	1.441.978,40	3.221.615,67 €	333.110,52	9,67	2.888.505,15 €	58.959.362,01 €	1.220.158,52 €
20	0,905	37.181,07	16.731,48	1.434.055,45	3.225.388,04 €	342.770,73	9,41	2.882.617,31 €	61.841.979,33 €	1.163.676,79 €
21	0,9	36.975,65	16.639,04	1.426.132,49	3.229.499,58 €	352.711,08	9,16	2.876.788,50 €	64.718.767,83 €	1.109.827,76 €
22	0,895	36.770,23	16.546,61	1.418.209,53	3.233.960,12 €	362.939,70	8,91	2.871.020,42 €	67.589.788,24 €	1.058.488,63 €
23	0,89	36.564,81	16.454,17	1.410.286,57	3.238.779,77 €	373.464,95	8,67	2.865.314,82 €	70.455.103,07 €	1.009.542,33 €
24	0,885	36.359,39	16.361,73	1.402.363,61	3.243.968,97 €	384.295,43	8,44	2.859.673,53 €	73.314.776,60 €	962.877,22 €
25	0,88	36.153,97	16.269,29	1.394.440,65	3.249.538,42 €	395.440,00	8,22	2.854.098,41 €	76.168.875,02 €	918.386,88 €
26	0,875	35.948,55	16.176,85	1.386.517,70	3.255.499,14 €	406.907,76	8,00	2.848.591,38 €	79.017.466,40 €	875.969,83 €
27	0,87	35.743,13	16.084,41	1.378.594,74	3.261.862,50 €	418.708,09	7,79	2.843.154,41 €	81.860.620,81 €	835.529,35 €
28	0,865	35.537,71	15.991,97	1.370.671,78	3.268.640,15 €	430.850,62	7,59	2.837.789,53 €	84.698.410,34 €	796.973,20 €
29	0,86	35.332,29	15.899,53	1.362.748,82	3.275.844,13 €	443.345,29	7,39	2.832.498,84 €	87.530.909,18 €	760.213,44 €
30	0,855	35.126,87	15.807,09	1.354.825,86	3.283.486,78 €	456.202,30	7,20	2.827.284,48 €	90.358.193,66 €	725.166,24 €
TOTALE		1.143.163,97	514.423,79	44.091.262,72						49.989.503,45 €

Figura 13 - Analisi flussi economici esternalità positive e negative e valori cumulati

Come anticipato in precedenza, l'alternativa "zero" prevede la possibilità di non realizzare l'opera e conservare lo stato dei luoghi, con conseguente assenza di benefici di carattere sociale, ambientale ed economico rispetto alla situazione vigente. Di conseguenza, se il progetto analizzato risulta avere un VAN positivo, tale intervento sarà da considerarsi più vantaggioso e quindi preferibile rispetto alla cosiddetta alternativa zero.

Come facile osservare, i flussi di cassa anno per anno risultano essere positivi.

VANE
49.989.503,45 €

Il VANE risultante dal flusso di cassa economico appena presentato risulta essere pari a 49.989.503,45€, valore ampiamente positivo che giustifica anche dal punto di vista della comunità locale l'intervento proposto.

Non è invece possibile, né utile, calcolare il TIRE perché l'investimento genera flussi di cassa positivi per la collettività già all'anno 0, di conseguenza non è possibile computare questo parametro economico in quanto non sono presenti flussi negativi dal punto di vista socio-economico da cui rientrare. Infatti, gli impatti negativi generati dall'investimento sui servizi ecosistemici o sul consumo di suolo, per esempio, vengono compensati e superati dalle esternalità positive legate al progetto.

Riepilogando le analisi svolte finora, sia dal punto finanziario, sia dal punto di vista socio-economico e ambientale, appare evidente come l'investimento previsto per l'impianto agro-voltaico restituisca valori complessivamente positivi e quindi superiori rispetto all'alternativa "zero" o di "non azione".

7 CONCLUSIONI

In sintesi, rapportandosi alla comunità locale di MELFI l'analisi costi benefici ha dimostrato che a fronte di un valore di costi "esterni", ovvero da sopportare a carico della comunità di Melfi, pari a 193.770€/anno vi saranno benefici per la comunità locale pari a 730.596 € / anno con un rapporto maggiore di 1 a 3.77.

Con riferimento invece all'effetto di riduzione delle emissioni di CO2, e quindi con riferimento alla comunità globale, l'analisi costi benefici ha dimostrato che a fronte delle esternalità negative si avrebbero esternalità positive (il valore appunto delle mancate emissioni di CO2) da 16,57 (nei primi anni di esercizio) ad 7.20 (gli ultimi anni di esercizio) volte il valore dei costi "esterni".

L'analisi benefici, in definitiva, conferma la convenienza di realizzare l'investimento.