

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA  
FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA CON ACCUMULO  
DENOMINATO "SASSARI 01"**

**REGIONE SARDEGNA**  
PROVINCIA di SASSARI  
COMUNE di SASSARI

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:	Titolo:
<b>Integr 10</b>	<b>Analisi costi benefici</b>

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.a.	<b>A4</b>	<b>Integr10_AnalisiCostiBenefici</b>

Progettazione:	Committente:
<b>DOTT. ING. FABIO CALCARELLA</b> Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu P. IVA 04433020759	<b>Whysol-E Sviluppo S.r.l.</b> Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO Tel: +39 02 359605 info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it P. IVA 10692360968
 	

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Giugno 2022	Integrazioni MITE - MIC - Regione Sardegna	EMP	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.

## ANALISI COSTI BENEFICI

*Per quanto riguarda l'Analisi Costi Benefici, si ritiene necessario produrre le seguenti Analisi Costi Benefici integrazioni:*

- *calcolo dei proventi a cui applicare il calcolo dell'ammontare degli investimenti compensativi a favore del comune, ai sensi della lettera h) dell'allegato 2 al D.M. 10.09.2010, e s.m.i.;*
- *sviluppo di alternative progettuali che tengono conto della vocazione agricola dell'area, combinando, ove possibile, la produzione elettrica con quella agricola. L'analisi di tipo comparativo dovrà misurare la soluzione economicamente più vantaggiosa tra il fotovoltaico a terra e l'agro fotovoltaico (e l'eolico) che preservano la destinazione agricola del suolo;*
- *in merito alla stima dell'impatto economico sociale sull'uso del suolo possono essere 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 visivo possono essere 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);*
- *per quanto riguarda l'ipotesi di impianto agro-fotovoltaico potranno essere adottate le Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia (Università degli Studi della Tuscia);*
- *tra le esternalità sui recettori locali dovranno essere valutati gli effetti della componente microclima sulle aree limitrofe.*

## INVESTIMENTI COMPENSATIVI A FAVORE DEL COMUNE

A fronte dei benefici globali prodotti dalla realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile (vedi paragrafi successivi) dobbiamo considerare, d'altra parte, che 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.

Vediamo allora quali sono le contropartite economiche del territorio a fronte dei costi esterni sostenuti.

- 1) Il Comune di Sassari, in cui è prevista l'installazione dell'impianto, percepirà in termini di IMU un introito annuale stimabile in circa (valori medi) 4.000,00 € per ogni ettaro occupato dall'impianto e quindi complessivamente:

$$115 \text{ ha} \times 4.000,00 \text{ €/ha} = 460.000,00 \text{ €/anno}$$

- 2) I proprietari dei terreni percepiranno mediamente (valore stimato sulla base di dati medi per i terreni della zona) da altri impianto 2.500,00 € per ogni ettaro occupato dall'impianto per la cessione del diritto di superficie, e quindi:

$$115 \text{ ha} \times 2.500,00 \text{ €/ha} = 287.500,00 \text{ €/anno}$$

- 3) L'attività di gestione e manutenzione dell'impianto è stimata essere di 10.000,00 €/MWp ogni anno. Assumendo cautelativamente che solo il 20% (2.000,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali (sorveglianza, tagli del verde, piccole opere di manutenzione), stimiamo cautelativamente un ulteriore vantaggio economico per il territorio di:

$$73 \text{ MW} \times 2.000,00 \text{ €/MWp} = 146.000,00 \text{ €/anno}$$

- 4) Per quanto concerne i costi di costruzione dell'impianto e delle relative opere di connessione si stima un costo di 550.000,00 €/MWp. Considerando, ancora in maniera conservativa, che il 20% (110.000,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali, abbiamo complessivamente un introito di:

$$73 \text{ MW} \times 110.000,00 \text{ €/MWp} = 8.030.000,00 \text{ €}$$

Non considerando (conservativamente) alcun tasso di attualizzazione e dividendo semplicemente per 20 anni (durata presunta del periodo di esercizio dell'impianto), abbiamo:

$$8.030.000,00 / 20 \text{ anni} = 401.500,00 \text{ €/anno}$$

In definitiva abbiamo la seguente quantificazione **prudenziale** dei benefici locali.

	<b>BENEFICI LOCALI</b>
IMU	460.000,00 €/anno
Diritto di superficie a proprietari dei terreni	287.500,00 €/anno
Manutenzione impianto	146.000,00 €/anno
Lavori di costruzione	401.500,00 €/anno
<b>TOTALE</b>	<b>1.295.000,00 €/anno</b>

A questi si aggiungono puramente economici, è corretto che si aggiungano altri benefici per l'economia locale:

- i dati provenienti dal bio monitoraggio, realizzato con l'apicoltura a cura e spese della Società proponente, saranno infatti messi a disposizione gratuitamente delle amministrazioni locali. (per la tutela della biodiversità si rimanda ad altro successivo paragrafo)
- L'attività agro zootecnica di allevamento di pecore di razza sarda che produce (come vedremo) un utile di circa 40 mila euro/anno appannaggio di imprese locali.

## ALTERNATIVE PROGETTUALI – ANALISI COMPARATIVE

Così come indicato nella Nota 6681 del 11.03.2022 dell'Assessorato Ambiente della Regione Sardegna sarà sviluppata una analisi comparativa che prenda in considerazione:

- Un progetto fotovoltaico a terra
- Un progetto agro fotovoltaico
- Un progetto eolico

Nell'ambito delle integrazioni progettuali prodotte, in coerenza a quanto fortemente raccomandato dallo stesso Assessorato all'Ambiente della Regione Sardegna, si è valutata e implementata, sempre da un punto di vista progettuale, la gestione agro – zootecnica delle aree (recintate) utilizzate per l'installazione dei moduli fotovoltaici e del Sistema di Accumulo.

Pertanto allo scopo di coniugare la generazione di energia pulita con l'utilizzo efficiente e sostenibile del suolo è previsto l'allevamento di ovini in ragione di due capi per ettaro, per un totale quindi di circa 260 animali, all'interno delle aree (recintate) dell'impianto fotovoltaico in progetto, stabilendo, opportuni accordi di filiera.

La realizzazione di un allevamento ovino rappresenta, quindi, una opportunità di

- reale utilizzo del suolo in abbinamento alla produzione di energia da fonte solare;
- mantenimento della biodiversità e di creazione di filiere locali,

L'allevamento è concepito allo stato brado/libero dove i capi sono allevati all'aperto e le strutture dei moduli costituiscono un ricovero di fatto dalle intemperie e dal sole, con pascolo diurno degli animali. Inoltre avendo la disponibilità di aree di progetto recintate e separate fra di loro sarà attuato un pascolo dinamico a rotazione che consiste nello spostare gli animali ciclicamente da un'area all'altra in modo che il valore nutritivo dell'erba sia ottimale in relazione allo stato vegetativo. Le pecore pascolano al massimo per 2-3 giorni per parcella. Questa gestione del pascolo permette di valorizzare l'erba nel miglior stadio di sviluppo e permette una ricrescita veloce e abbondante, senza attingere alle riserve delle piante. Il tempo di rotazione, il tempo che precede il ritorno sullo stesso appezzamento, è variabile a seconda della stagione e della velocità di crescita dell'erba. Il periodo di riposo varia da 18-20 giorni in primavera, durante il picco di crescita, a circa 40 giorni in autunno (di solito dura di più in estate, in caso di siccità). In sintesi, il pascolo dinamico a rotazione mira ad offrire alla mandria l'erba nello stadio fenologico ottimale, ciò grazie all'elevata densità istantanea su piccoli appezzamenti e a tempi di rotazione adeguati alle dinamiche di crescita dei pascoli. **Inoltre previene problemi di erosione del terreno poiché migliora la qualità del prato infittendolo.**

**In definitiva il progetto Fotovoltaico in esame potrà essere definito ai sensi di Legge IMPIANTO AGROVOLTAICO.**

Nel PNRR 2021 redatto dal Governo Italiano vengono infatti definiti come agrivoltaici: sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura. La definizione è stata poi modificata con la legge 29 luglio 2021, n. 108 (ex D.L. 77/2021) come segue: **impianti agro voltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione**

### Confronto Fotovoltaico a terra – Agro voltaico

L'implementazione di un allevamento ovino di 260 capi con la semina di un prato polifita permette di utilizzare circa il 92% dell'area (recintata a disposizione) per questa attività agro zootecnica, con l'ulteriore vantaggio di mantenere ed incrementare la biodiversità dell'area. Il tutto senza avere alcun tipo modifica nella **produzione di energia dell'impianto fotovoltaico, che rimane quantitativamente la stessa, e nel funzionamento del Sistema di Accumulo.**

Su una superficie totale recintata di poco meno di 116 ha, la copertura artificiale rappresentata da strada, cabine elettriche, platee di fondazione dei container supera di poco 8 ha, pertanto oltre il 92% della superficie può essere utilizzato per il pascolo della mandria di ovini (107 ha).

Aree recintate	AREA TOTALE		PRATO POLIFITA		COPERTURA ARTIFICIALE	
	(mq)	(ha)	(mq)	(ha)	(mq)	(mq)
1.a - Area EST	118.171	11,82	103.613	10,36	14.558	1,46
1.b - Area EST	4.622	0,46	3.033	0,30	1.589	0,16
2 - Area Est	136.969	13,70	126.817	12,68	10.152	1,02
3 - Area Est	269.989	27,00	255.008	25,50	14.981	1,50
4 - Area Est	107.210	10,72	99.635	9,96	7.575	0,76
5 - Area centrale	126.587	12,66	117.423	11,74	9.164	0,92
6 - Area Ovest	393.152	39,32	367.345	36,73	25.807	2,58
<b>TOTALE</b>	<b>1.156.700</b>	<b>115,67</b>	<b>1.072.874</b>	<b>107,29</b>	<b>83.826</b>	<b>8,38</b>

E' evidente pertanto che l'impianto Agro Voltaico, a parità di produzione energetica, sfrutta meglio la risorsa terreno e permette di coniugare le due attività (produzione di energia allevamento ovini).

### Confronto Agro voltaico - Eolico

In relazione alle caratteristiche dell'impianto, al numero di moduli fotovoltaici (130.488), alla loro potenza unitaria (575 Wp) ed all'irraggiamento previsto nelle Aree di impianto sulla base dei dati ricavati da PVGIS, si stima una produzione di energia elettrica totale dell'impianto fotovoltaico in progetto di circa 153,27 GWh/anno

$$75.030,60 \text{ kWp} \times 2.043 \text{ kWh/kWp} \approx 153.273 \text{ MWh/anno}$$

Non solo. E' prevista l'installazione di un sistema di accumulo di potenza pari a 120 MW e capacità di 360 MWh, che permette di accumulare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e di cederla alla rete quando necessario, peraltro con tempi di risposta praticamente immediati, con grande benefici per la rete elettrica nazionale, come in più occasioni sollecitato dalle istituzioni preposte e riportato nel PNRR.

Per effettuare il confronto consideriamo di voler realizzare un parco eolico in cui siano installati aerogeneratori di ultima generazione che abbiano una potenza unitaria di 4 MW, altezza base mozzo di 110-120 m, rotore con diametro di 110-125 m. In base alle condizioni anemologiche dell'area un aerogeneratore con queste caratteristiche ha una produzione media annua compresa tra 9.000-10.000 MWh. Ciò significa che per avere la stessa produzione di energia dell'impianto agro voltaico in progetto, dovranno essere installati 16 aerogeneratori.

Considerando di disporre le macchine su tre file, e considerando una distanza (minima) pari a 4d tra macchine sulla stessa fila e 6d, tra le file, l'installazione del parco eolico andrà ad interessare un'area di circa 380 ha. E' evidente che si tratta di una stima per difetto perché in considerazione della presenza di vincoli ed ostacoli di diversa natura con relative distanze di rispetto (linee elettriche, strade, abitazioni, vincoli di varia natura), la superficie che andrà ad interessare un parco eolico di questa portata sarà pari ad almeno 500 ha.

Per ogni aerogeneratore si può stimare il seguente consumo di suolo:

- plinto di fondazione 400 mq
- piazzola (in fase di esercizio) 400 mq
- strada di accesso 300 x 5= 1.500 mq

per complessivi 2.300 mq circa, moltiplicato 16 aerogeneratori abbiamo un consumo di suolo pari a 3,7 ha CIRCA a cui si aggiungono 5.000 mq della SSE, e 3.000 mq per l'accumulo. La superficie occupata a terra dal **parco eolico non utilizzabile per altri scopi è pertanto di 4,5 ha circa.**

Considerando che l'impianto **agro fotovoltaico** con accumulo ha una estensione di 116 ha, di cui il 92% utilizzabile per l'attività agro zootecnica, **la superficie non utilizzabile per altri scopi è di circa 9,3 ha.**

Bisogna poi considerare gli altri impatti prodotti dagli impianti posti a confronto.

L'Area Vasta ovvero l'area in cui si manifestano gli impatti dell'impianto fotovoltaico, si estende sino a 3 km dai limiti delle aree di progetto, mentre per il grande eolico, l'impatto visivo si manifesta (Linee Guida Nazionali) sino ad una distanza pari ad almeno 50 volte l'altezza del sistema torre tubolare – rotore, che per il caso in esame è di 180-200 m, e quindi 9-10 km.

Inoltre il rumore seppure privo di toni acuti (rumore bianco) prodotto da un aerogeneratore si manifesta per almeno 400 m dalla base della torre, mentre il rumore prodotto da inverter e trasformatori si mantiene nell'ordine di pochi metri.

In tabella riportiamo in sintesi i principali dati di confronto tra le due tipologie di impianto.

<b>TIPOLOGIA IMPIANTO FER</b>	<b>FOTOVOLTAICO</b>	<b>EOLICO</b>
Altezza componenti	3 m	165-200 m
Superficie non utilizzabile per altri scopi	9,3 ha	4,5 ha
Area interessata dall'impianto	116 ha	500 ha
Area Vasta (area interessata dagli impatti prodotti dall'impianto)	3 km da perimetro	9-10 km dal perimetro
Area interessata dal rumore	< 20 m dalle cabine	Almeno 400 m dagli aerogeneratori

Sulla base delle considerazioni di cui sopra è evidente che a parità di energia prodotta, l'impatto prodotto dall'impianto agro fotovoltaico risulta essere sicuramente più accettabile rispetto a quello di un equivalente impianto eolico. A ciò si aggiunga la difficoltà pratica di trovare aree così ampie che permettano la realizzazione di impianti eolici di grossa taglia, lontani (almeno 10 km) da aree paesaggisticamente tutelate.

A ciò si aggiunga una ulteriore considerazione. In relazione agli ultimi dettami legislativi (Decreto Energia – Aprile 2022) gli impianti agro voltaici di qualsiasi potenza che sono realizzati entro un raggio di 3 km possono essere autorizzati in PAS, ovvero con un iter autorizzativo semplificato. Dal momento che l'impianto in oggetto ricade in tale ambito territoriale (è ubicato immediatamente a sud dell'Area Industriale di Porto Torres) è evidente che la scelta dell'area è sostanzialmente corretta per la realizzazione di questo tipo di impianti, aldilà dell'iter autorizzativo scelto.

**In definitiva la scelta di realizzare nelle aree individuate un impianto agro voltaico è corretta e sicuramente preferibile alla realizzazione di un impianto eolico che produca la stessa quantità di energia.**

## IMPATTO ECONOMICO E SOCIALE SULL'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 di 2018", sono definiti i costi esterni imputabili a una serie di fattori e relativi all'uso di suolo necessario per la realizzazione dell'impianto. Nel prosieguo questo documento sarà semplicemente definito come il *Rapporto 2018*.

**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.**

Per quanto attiene il progetto in esame rammentiamo che la superficie complessiva recintata, ivi compresa quella utilizzata per la realizzazione della sottostazione elettrica è pari a **115,7 ha circa**, mentre la superficie effettivamente impermeabilizzata o semi impermeabilizzata utilizzata per strade, cabine elettriche, sottostazione elettrica, platee di appoggio dei container, vasche trasformatori è complessivamente pari a **8,4 ha circa**. A questi due numeri si farà pertanto riferimento nel prosieguo della trattazione.

I fattori presi 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 ciascuno di questi **servizi ecosistemici** sarà data

- 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 agrovoltaiico.



## SEQUESTRO E STOCCAGGIO DI CARBONIO (SSC)

### Descrizione del Servizio Ecosistemico

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 (Hutyrá et al., 2011), secondo modalità incrementali rispetto alla naturalità dell'ecosistema considerato (tale regola vale in generale e nel contesto mediterraneo e del nostro Paese). Questo servizio contribuisce alla regolazione del clima a livello globale e gioca un ruolo fondamentale nell'ambito delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici. Fra tutti gli ecosistemi, quelli forestali naturali e seminaturali presentano il più alto potenziale di sequestro di carbonio. Il danno peggiore è pertanto il consumo di suolo nelle aree a copertura naturale e seminaturale o, più in generale, nei contesti territoriali connotati da un elevato grado di naturalità (Sallustio et al., 2015).

La valutazione di questo servizio di regolazione viene effettuata sia rispetto al valore di stock sia al valore del flusso di servizio. Per quanto riguarda il valore di stock, la valutazione viene fatta con 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 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 nella seguente Tabella (Sallustio et al. 2015).

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

**Valori di contenuto di carbonio per classe d'uso del suolo**

### **Valutazione Economica**

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 *Rapporto 2018* fa riferimento ad entrambi i costi:

- Il costo del flusso di servizio è fissato per il 2018 al valore di 121,45 €/tC
- 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 ad aprile 2022 è pari a:

$$121,45 \text{ €/tC} \times 1,074 = 130,44 \text{ €/tC}$$

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

### **Valutazione Economica per il progetto in esame**

Come da tabella sopra riportata nelle aree agricole il valore di carbonio contenuto in un terreno agricolo è pari a **58,1 Mg/ha**

Un Mg è pari a 10<sup>6</sup>g, e quindi pari ad una tonnellata, pertanto abbiamo

$$58,1 \text{ Mg C/ha} \times 130,44 \text{ €/tC} = 7.579 \text{ €/ha}$$

**Considerando i nostri 8,4 ha abbiamo che il costo esterno relativo al mancato servizio di stoccaggio e sequestro di carbonio è pari a:**

$$7.579 \text{ €/ha} \times 8,4 \text{ ha} = 63.664 \text{ € per anno}$$

## QUALITA' DEGLI HABITAT

### Descrizione del Servizio Ecosistemico

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 ecologici, 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.

### Valutazione Economica

Uno studio internazionale condotto da Costanza (*Costanza et altri, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387*) 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.

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

**Valori economici della Qualità di habitat per tipologia di habitat**

### **Valutazione Economica per il progetto in esame**

Per il caso in esame si considera il valore delle superfici agricole ad uso estensivo indicato nella Tabella precedente, attualizzato al 2022, con un coefficiente di rivalutazione monetaria **1,09** (calcolato dal sito internet *rivaluta.istat.it*):

$$520,40 \text{ €/ha} \times 1,09 = 567,24 \text{ €/ha per anno}$$

**Il valore del servizio ecosistemico relativo alla perdita di habitat**, per il caso in progetto determina un costo esterno pari a:

$$567,24 \text{ €/ha} \times 8,4 \text{ ha} = 4.765 \text{ € per anno}$$

Dove 8,64 ha è la superficie complessiva che ha subito impermeabilizzazione o parziale impermeabilizzazione.

## PRODUZIONE AGRICOLA

Per la valutazione economica si è fatto riferimento al database RICA (<http://arearica.crea.gov.it>) che indica su scala regionale con riferimento all'anno 2017 valori di mercato di vari prodotti. I valori sono riportati nella Tabella sotto.

In particolare trattandosi di seminativi si è fatto riferimento alla coltura a più alto valore aggiunto tra quelle coltivabili e pertanto si è considerata un valore aggiunto pari a 1.145 €/ha (valore anno 2017).

Si è poi considerato che una parte dell'area (quella non occupata da strade e cabine elettriche) sarà utilizzata come prato e pascolo e che nelle aree di progetto saranno allevate 260 pecore.

L'attualizzazione di tutti i valori economici riportati nella Tabella sono stati riportati ad aprile 2022 facendo riferimento al coefficiente di rivalutazione ISTAT calcolato sul sito [rivaluta.istat.it](http://rivaluta.istat.it), pari a 1,09.

**Il valore del servizio ecosistemico relativo alla perdita di produzione agricola**, per il caso in progetto può essere così determinato:

Perdita di produzione di seminativo sull'80% della superficie utilizzata, dal momento che oggi almeno il 20% di detta superficie è utilizzato per il pascolo.  $115,7 \text{ ha} \times 0,8 = 92,6 \text{ ha}$

Utilizzo per prati e pascoli della parte di superficie non occupata da cabine e strade

Utilizzo per allevamento di 260 capi di ovini (pecore)

Facendo ancora riferimento alla Tabella sotto riportata, questi i valori numerici:

Utilizzo del suolo	Valore in Tabella	Valore attualizzato	Quantità	Valore Totale
Perdita seminativo	1.145 €/anno	1.248 €/ha anno	92,6 ha	115.565 €/anno
Utilizzo per prati e pascoli	233 €/ha anno	254 €/anno	107,3 ha	27.254 €/anno
Pecore	316 €/capo	344 €/anno	260 capi	89.440 €/anno
<b>TOTALE</b>				<b>1.129 €/anno</b>

In definitiva il cambio di destinazione d'uso agricolo del suolo comporta un piccolo beneficio esterno pari a

**1.129 €/anno**

**In questo caso non si tratta di un costo esterno ma di una esternalità positiva.**

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Sardegna	C1110T	D01	Frumento tenero e spelta	632	EUR_per_ha
Sardegna	C1120T	D02	Frumento duro	935	EUR_per_ha
Sardegna	C1200T	D03	Segale	550	EUR_per_ha
Sardegna	C1300T	D04	Orzo	698	EUR_per_ha
Sardegna	C1400T	D05	Avena	460	EUR_per_ha
Sardegna	C1500T	D06	Mais	1.508	EUR_per_ha
Sardegna	C2000T	D07	Riso	1.608	EUR_per_ha
Sardegna	C1600T_C1700T_C1900T	D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	1.020	EUR_per_ha
Sardegna	P0000T	D09	Leguminose da granella - totale	1.307	EUR_per_ha
Sardegna	P1000T	D09A	Leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	1.026	EUR_per_ha
Sardegna	R1000T	D10	Patate (comprese le patate primaticce e da semina)	10.085	EUR_per_ha
Sardegna	R2000T	D11	Barbabietola da zucchero	2.386	EUR_per_ha
Sardegna	R9000T	D12	Piante sarchiate foraggere	3.827	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000T	D14	Orticole - all'aperto	15.191	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	11.594	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000TK	D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	19.233	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000S	D15	Orticole - in serra	33.459	EUR_per_ha
Sardegna	N0000T	D16	Fiori e piante ornamentali - all'aperto	98.670	EUR_per_ha
Sardegna	N0000S	D17	Fiori e piante ornamentali - in serra	187.154	EUR_per_ha
Sardegna	G0000T	D18	Piante raccolte verdi	892	EUR_per_ha
Sardegna	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	751	EUR_per_ha
Sardegna	G9100T_G9900T	D18B	Altre foraggere avvicendate	222	EUR_per_ha
Sardegna	G3000T	D18C	Altre foraggere: Mais verde	1.344	EUR_per_ha
Sardegna	G2000T	D18D	Altre foraggere: Leguminose	418	EUR_per_ha
Sardegna	E0000T	D19	Semi e piantine seminativi	5.363	EUR_per_ha
Sardegna	ARA99T_ARA09S	D20	Altre colture per seminativi	1.145	EUR_per_ha
Sardegna	Q0000T	D21	Terreni a riposo o a set-aside senza aiuto	-	EUR_per_ha
Sardegna	I3000T	D23	Tabacco	8.882	EUR_per_ha
Sardegna	I4000T	D24	Luppolo	10.175	EUR_per_ha
Sardegna	I1150_2300T	D25	Cotone	1.400	EUR_per_ha
Sardegna	I1110T	D26	Colza e ravizzone	326	EUR_per_ha
Sardegna	I1120T	D27	Girasole	570	EUR_per_ha
Sardegna	I1130T	D28	Soia	872	EUR_per_ha
Sardegna	I1140T	D29	Lino da olio	1.819	EUR_per_ha
Sardegna	I1190T	D30	Altre oleaginose erbacee	2.310	EUR_per_ha
Sardegna	I2100T	D31	Lino da fibra	1.195	EUR_per_ha
Sardegna	I2200T	D32	Canapa	1.169	EUR_per_ha
Sardegna	I2900T	D33	Altre colture tessili	1.152	EUR_per_ha
Sardegna	I5000T	D34	Piante aromatiche, medicinali e da condimento	28.890	EUR_per_ha
Sardegna	I6000T_I9000T	D35	Altre piante industriali	1.760	EUR_per_ha
Sardegna	J0000T	F00	Prati e pascoli - totali	233	EUR_per_ha
Sardegna	J1000T	F01	Prati permanenti e pascoli	360	EUR_per_ha
Sardegna	J2000T	F02	Pascoli magri	132	EUR_per_ha
Sardegna	J3000TE	F03	Prati e pascoli permanenti non in uso	-	EUR_per_ha
Sardegna	K0000T_UAA09S	F04	Orti familiari	-	EUR_per_ha
Sardegna	F0000T	G01	Frutteti e Bacche (piccoli frutti) - totali	16.714	EUR_per_ha
Sardegna	F1000T	G01A	Frutteti - di origine temperata	5.808	EUR_per_ha
Sardegna	F2000T	G01B	Frutteti - di origine sub-tropicale	11.364	EUR_per_ha
Sardegna	F4000T	G01C	Frutteti - frutta a guscio	5.171	EUR_per_ha
Sardegna	F3000T	G01D	Bacche (piccoli frutti)	11.550	EUR_per_ha
Sardegna	F1100T	G01E	Pomacee	7.047	EUR_per_ha
Sardegna	F1200T	G01F	Drupacee	5.122	EUR_per_ha
Sardegna	T0000T	G02	Agrumeti	5.909	EUR_per_ha
Sardegna	O1000T	G03	Oliveti - totali	8.238	EUR_per_ha
Sardegna	O1100T	G03A	Oliveti - per olive da tavola	1.790	EUR_per_ha
Sardegna	O1910T	G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548	EUR_per_ha
Sardegna	W1000T	G04	Vigneti - totali	7.521	EUR_per_ha
Sardegna	W1110T	G04A	Vigneti - per uva da vino di qualità DOP	9.487	EUR_per_ha
Sardegna	W1190T	G04B	Vigneti - per uva da vino comune	6.613	EUR_per_ha
Sardegna	W1200T	G04C	Vigneti - per uva da tavola	4.695	EUR_per_ha
Sardegna	W1300T	G04D	Vigneti per uva passa	12.250	EUR_per_ha
Sardegna	W1120T	G04E	Vigneti - per uva da vino di qualità IGP	9.487	EUR_per_ha
Sardegna	W1100T	G04F	Vigneti da vino	8.474	EUR_per_ha

Sardegna	L0000T	G05	Vivai	48.181	EUR_per_ha
Sardegna	X0000T	G06	Altre colture permanenti - Alberi di Natale	1.860	EUR_per_ha
Sardegna	PECR9_H9000T	G06	Altre colture permanenti	1.860	EUR_per_ha
Sardegna	PECRS	G07	Colture permanenti in serra (Frutteti - di or.temp.)	26.594	EUR_per_ha
Sardegna	U1000	I02	Funghi coltivati sotto copertura (100 mq) - 7,2 raccolti	38.556	EUR_per_100_m2
Sardegna	C_1	J01	Equini	-	EUR_per_capo
Sardegna	A2010	J02	Bovini maschi e femmine meno di 1 anno	1.131	EUR_per_capo
Sardegna	A2120	J03	Bovini maschi da 1 a meno di 2 anni	485	EUR_per_capo
Sardegna	A2220	J04	Bovini femmine da 1 a meno di 2 anni	372	EUR_per_capo
Sardegna	A2130	J05	Bovini maschi d 2 anni e più	848	EUR_per_capo
Sardegna	A2230	J06	Giovenche di 2 anni e più anni	399	EUR_per_capo
Sardegna	A2300F	J07	Vacche da latte	2.468	EUR_per_capo
Sardegna	A2300G	J08	Altre vacche (vacche nutrici, vacche da riforma)	838	EUR_per_capo
Sardegna	A4100	J09	Ovini - totali	167	EUR_per_capo
Sardegna	A4110K	J09A	Pecore	316	EUR_per_capo
Sardegna	A4120	J09B	Ovini - altri (arieti e agnelli)	164	EUR_per_capo
Sardegna	A4200	J10	Caprini - totali	168	EUR_per_capo
Sardegna	A4210K	J10A	Capre	388	EUR_per_capo
Sardegna	A4220	J10B	Caprini - altri	83	EUR_per_capo
Sardegna	A3110	J11	Suini - lattinzoli < 20 Kg	441	EUR_per_capo
Sardegna	A3120	J12	Suini - scrofe da riproduzione > 50 Kg	1.834	EUR_per_capo
Sardegna	A3130	J13	Suini - altri (verri e suini da ingrasso > 20 Kg)	712	EUR_per_capo
Sardegna	A5140	J14	Polli da carne (broilers)	2.068	EUR_per_100_capi
Sardegna	A51100	J15	Galline ovaiole	3.058	EUR_per_100_capi
Sardegna	A5000X5100	J16	Altro pollame - totale	9.676	EUR_per_100_capi
Sardegna	A5230	J16A	Tacchini	5.420	EUR_per_100_capi
Sardegna	A5220	J16B	Oche	2.893	EUR_per_100_capi
Sardegna	A5210	J16B	Anatre	3.156	EUR_per_100_capi
Sardegna	A5410	J16C	Struzzi	52.500	EUR_per_100_capi
Sardegna	A5240_5300	J16D	Altro pollame (faraone, ecc.)	1.110	EUR_per_100_capi
Sardegna	A6111	J17	Conigli - fattrici	65	EUR_per_capo
Sardegna	A6710R	J18	Api (alveare)	190	EUR_per_alveare
Sardegna	A2300	J19	Vacche	1.680	EUR_per_capo
Sardegna	A2410	J20	Bufale	2.468	EUR_per_capo

**Valore della produzione per ettaro dei terreni agricoli a seconda del tipo di coltura**  
**(Fonte <http://arearica.crea.gov.it>)**

## PRODUZIONE LEGNOSA

Il valore del servizio ecosistemico è nullo in tutte le classi di copertura non forestale come per il caso in esame.

Pertanto il costo esterno di questo servizio ecosistemico non viene considerato.

## IMPOLLINAZIONE

L'impollinazione è un servizio ecosistemico di fondamentale importanza poiché costituisce uno dei fattori di produzione della 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).

Nel progetto è prevista l'installazione di arnie e di specie mellifere lungo la siepe perimetrale.

Nel Report 2018 di ISPRA viene utilizzato il valore di riferimento compreso tra 15.430 e 20.602 (€/Km<sup>2</sup> 2009), già utilizzato nelle precedenti edizioni, attualizzato all'anno 2015 attraverso il coefficiente di rivalutazione monetaria. Tali valori attualizzati e riportati in ettari (anziché in km<sup>2</sup>) diventano 169,27 €/ha – 226 €/ha.

**Per il progetto in esame in relazione all'inserimento di arnie e specie vegetali impollinatrici si può supporre che, con la realizzazione del progetto, si passi dal valore minimo (169,27 €/ha) al valore massimo (226 €/ha).**

Considerando l'area di 107,3 ha, abbiamo

$$(226-169) \text{ €/ha} \times 107,3 \text{ ha} = 11.481 \text{ €/anno}$$

**In questo caso non si tratta di un costo esterno ma di una esternalità positiva.**



## REGOLAZIONE DEL MICROCLIMA

La presenza di moduli fotovoltaici in un'area determina delle variazioni microclimatiche. Nel 2016 alcuni scienziati ambientali della Lancaster University e del Centro di Ecologia e Idrologia Britannico, hanno studiato per 12 mesi gli effetti di un tipico parco solare sui processi micro climatici e naturali del terreno che lo ospita. Hanno messo sotto osservazione per 12 mesi una centrale fotovoltaica con potenza installata pari a 5 MW nei pressi di Swindon, scoprendo che in estate i pannelli esercitano un effetto di raffreddamento nel suolo sottostante che può arrivare fino a 5,2 gradi centigradi. Al contrario in inverno gli spazi tra i pannelli risultavano fino a 1,7 gradi centigradi più freddi rispetto alle aree coperte dai moduli fotovoltaici. D'altra parte nello stesso studio è stato osservato che queste tendenze opposte **non hanno apportato significative differenza della temperatura media giornaliera** dell'aria; tuttavia, da aprile a settembre l'aria è stata costantemente più fresca sotto i moduli fotovoltaici durante il giorno e più caldo di notte, di fatto diminuendo le differenze di temperatura minime e massima durante le 24 ore.

Questo è uno dei pochi (forse l'unico) studio scientifico che tratta specificamente il tema del micro clima nelle aree interessate da grandi impianti fotovoltaici quale quello in Progetto.

Con riferimento allo specifico impianto in progetto rispetto a quello su cui è stata condotta l'osservazione scientifica osserviamo quanto segue.

1. L'impianto in progetto, a differenza dell'impianto di Swindon è realizzato con inseguitori solari (e non con moduli fissi) e quindi le aree di ombreggiamento non sono fisse ma cambiano nel corso della giornata. Sicuramente tale condizione ha degli effetti sul microclima al di sotto dei moduli e determina minori variazioni di temperatura tra le aree **sotto** e quelle **tra** dai moduli.
2. L'area in cui è stata condotta la sperimentazione (Inghilterra meridionale) è diversa da quella 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.
4. Infine la suddivisione del progetto in aree non contigue ma distanti tra loro sicuramente limita gli effetti di variazione del microclima.

Dal momento che lo studio anglo sassone ha dimostrato che, nonostante ci siano variazioni di temperature tra zone sotto i moduli e zone tra i moduli, questo non apporta differenze significative nella temperatura media giornaliera, riteniamo che gli effetti della cosiddetta "isola di calore" **non siano applicabili agli impianti fotovoltaici**.

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 che nel caso di inseguitori mono assiali, in cui i moduli 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.

**Per quanto sopra la realizzazione dell'impianto agro voltaico in progetto non genera costi esterni legati alla variazione del microclima nelle aree di progetto ed in quelle limitrofe.**

I costi esterni sono semmai relativi alla variazione delle colture indotte dall'impianto agro voltaico e quindi già definiti e calcolati nel punto dedicato alla Produzione Agricola.

Infine due notazioni di carattere generale.

1. La variazione è legata al solo micro clima di un'area e non può estendersi a tutta un'area geografica, quindi non può avere effetti "globali"
2. Le variazioni climatiche non è detto abbiano necessariamente effetti negativi. Nel periodo estivo le aree ombreggiate subiscono una minore evapotraspirazione diurna e quindi trattengono meglio l'umidità notturna. Effetto sicuramente non negativo nei periodi più siccitosi.

## **RIMOZIONE DI PARTICOLATO E OZONO**

### **Descrizione del Servizio Ecosistemico**

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 (O<sub>3</sub>), 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 O<sub>3</sub> e di adsorbimento di PM10.

### **Valutazione economica**

La valutazione monetaria considera i valori di esternalità (costo per tonnellata) dell'inquinamento da PM10 e da O<sub>3</sub>. 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 284,9-910 €/ha per il PM10 e tra i 234,9 e 693,7 €/ha per O<sub>3</sub> (EEA, 2014).

### **Valutazione economica per il Progetto in esame**

Dal momento che la Sardegna non è sicuramente tra le aree più inquinate del Paese possiamo attestarci sui valori più bassi per entrambi i parametri e al solito moltiplicarli per gli ettari di terreno privi di vegetazione naturale a seguito della realizzazione del progetto.

$$285 \text{ €/ha anno} \times 8,4 \text{ ha} = 2.394 \text{ €/anno per il PM10}$$

$$235 \text{ €/ha anno} \times 8,4 \text{ ha} = 1.974 \text{ €/anno per O}_3$$

**Per complessivi 4.368 ha/anno.**

## 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).

### Valutazione economica del SE

Ci sono diverse stime del valore di tonnellate di perdita di suolo per ettaro riferite al territorio italiano

- 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)

Per le Aree di Progetto in esame in considerazione dell'andamento sub pianeggiante, per la limitazione delle aree effettivamente impermeabilizzate o semi impermeabilizzate, poiché si tratta di terreni poco profondi, possiamo pensare di far riferimento al valore più basso di **6.5 ton/ettaro per anno**

Il conseguente costo esterno o, se si preferisce, la valutazione economica di questo servizio ecosistemico, è valutato per valori compresi tra 11,01 e 117,6 €/t al 2015, che rivalutato ad aprile 2022 determina valori compresi tra 12,11 e 129,36 €/t (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,1). Per il progetto in esame andremo a considerare un valore medio basso di 65 €/t. Tale valore riportato alla superficie è pari a:

**422,5 €/ha per anno**

### **Valutazione economica per il progetto in esame**

Con riferimento alle caratteristiche geologiche, pedologiche, morfologiche e vegetazionali delle Aree di Progetto osserviamo quanto segue:

1. Dal punto di vista geologico si tratta di terreni calcarenitici
2. Dal punto di vista pedologico si tratta di terreni poco profondi
3. Dal punto di vista morfologico le aree di progetto sono pianeggianti o sub pianeggianti e pertanto non particolarmente soggette a fenomeni di erosione
4. Dal punto di vista vegetazionale la coltivazione di un prato polifita nella fase di esercizio contribuisce a mantenere in buone condizioni lo strato di terreno vegetale e preservarlo dall'erosione
5. La realizzazione di strade e cabine con l'asportazione della parte superficiale costituita da terreno vegetale e la successiva impermeabilizzazione anche parziale (in corrispondenza delle strade), costituisce attività antropica che comporta processi di degrado del suolo.

Sulla base di queste osservazioni possiamo sicuramente affermare che confrontando le condizioni ante operam e post operam nel Progetto in esame, la perdita del servizio ecosistemico, che dipende come detto dalla capacità protettiva del terreno vegetale, è limitata alle aree interessate dalle cabine elettriche, dai container del Sistema di Accumulo e dalle strade (in macadam) interne alle Aree di progetto, pari a **8,4 ha**.

Pertanto il mancato servizio ecosistemico (costo esterno) relativo all'erosione ha per il progetto in esame è pari a:

$$422,5 \text{ €/ha per anno} \times 8,4 \text{ ha} = 3.549 \text{ €/anno}$$

## 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, esso 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.

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 BIGBANG 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  $\Delta V$  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.

### Valori economici

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. Tali valori attualizzati ad aprile 2022 determinano valori compresi tra 8,02 e 9,35 €/mc per anno (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,07).

### Valutazione economica per il progetto in esame

Considerando che le precipitazioni medie annue nell'area di progetto sono comprese tra 350-400 mm (*fonte Regione Sardegna – Annuario dei dati ambientali 2017*), abbiamo i seguenti valori riportati all'unità di superficie.

$$350 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} = 0,35 \text{ m} \times 10.000 \text{ mq} = 3.500 \text{ mc}$$

$$400 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} = 0,40 \text{ m} \times 10.000 \text{ mq} = 4.000 \text{ mc}$$

Ovvero su un ettaro di terreno nelle aree di progetto "piovono" ogni anno 3.500-4.000 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 varia tra 2.450-2800 mc.

La perdita del servizio ecosistemico, che dipende come detto dalla capacità di infiltrazione del terreno, è limitata, per il progetto in esame, alle aree impermeabilizzate, che come detto hanno superficie complessiva di **8,4 ha**.

Dal momento che tra tali aree quelle destinate a viabilità e piazzali, di fatto la maggior parte, saranno realizzate in macadam e dunque non totalmente impermeabilizzate, possiamo considerare la valutazione economica minima proposta da ISPRA di **8,02 €/mc**.

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

$$2.800 \text{ mc /ha anno} \times 8,4 \text{ ha} \times 8,02 \text{ €/mc} = 188.631 \text{ €/anno}$$

## REGOLAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO

### Descrizione del Servizio Ecosistemico

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.

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.

Il *Rapporto 2018* per la definizione del servizio ecosistemico di approvvigionamento di acqua dolce fa proprio riferimento alla diminuzione della capacità di ricarica delle falde determinata dal consumo e relativa impermeabilizzazione del suolo.

### Valutazione Economica

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 o di ingegneria idraulica finalizzati a proteggere o aumentare la ricarica della falda.

Per il *Rapporto 2018* la valutazione economica al 2015 è compresa tra 0,03-0,071 €/mc, attualizzati ad aprile 2022 a **0,032- 0,76 €/mc** (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,07).

### Valutazione Economica per il progetto in esame

Considerando che le precipitazioni medie annue nell'area di progetto sono comprese tra 350-400 mm (*fonte Regione Sardegna – Annuario dei dati ambientali 2017*), abbiamo i seguenti valori riportati all'unità di superficie.

$$350 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} = 0,35 \text{ m} \times 10.000 \text{ mq} = 3.500 \text{ mc}$$

$$400 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} = 0,40 \text{ m} \times 10.000 \text{ mq} = 4.000 \text{ mc}$$

Ovvero su un ettaro di terreno nelle aree di progetto "piovono" ogni anno 3.500-4.000 mc di acqua

Per quanto attiene la valutazione economica faremo riferimento al valore medio stimato dal *Rapporto 2018* (media aritmetica tra valore massimo e valore minimo, pari a 0,054 €/mc). Pertanto avremo

$$4.000 \text{ mc /ha anno} \times 8,4 \text{ ha} \times 0,054 \text{ €/mc} = 1.815 \text{ €/anno}$$



## PURIFICAZIONE DELL'ACQUA DAI CONTAMINANTI

L'acqua che si infiltra nel suolo subisce un processo di "purificazione" attraverso processi bio-chimici 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 regolare 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.**

### Valutazione economica

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 aprile 2022 sono 20,14 – 5.373,17 €/ha per anno ad aprile 2022 (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,1).

### Valutazione economica per il progetto in esame

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 2.000 €/ha per anno, rispetto al valore massimo e minimo indicati nel *Rapporto2018*.

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

$$2.000 \text{ €/ha anno} \times 8,4 \text{ ha} = 16.800 \text{ €/anno}$$

## STIMA DELL'IMPATTO ECONOMICO E SOCIALE SULL'USO DEL SUOLO - CONCLUSIONI

In considerazione delle valutazioni economiche effettuate per i Servizi Ecosistemici sopra considerati, possiamo stimare il costo economico e sociale sull'uso del suolo generato dall'impianto agro voltaico in progetto.

	SERVIZI ECOSISTEMICI	COSTO ESTERNO	BENEFICI ESTERNI	
1	Stoccaggio e sequestro di carbonio	63.644,00 €		
2	Qualità degli habitat	4.765,00 €		
3	Produzione agricola		1.129,00 €	
4	Produzione di legname	0,00 €		
5	Impollinazione		11.484,00 €	
6	Regolazione del microclima	0,00 €		
7	Rimozione particolato ed ozono	4.368,00 €		
8	Protezione dall'erosione	3.549,00 €		
9	Disponibilità di acqua	188.631,00 €		
10	Regolazione del regime idrologico	1.815,00 €		
11	Purificazione dell'acqua dai contaminanti	16.800,00 €		
	<b>TOTALE</b>	<b>283.572,00 €</b>	<b>12.613,00 €</b>	<b>270.959,00 €</b>

Riteniamo tale costo esterno **assolutamente accettabile** se paragonato ai benefici locali che abbiamo stimato nei paragrafi precedenti che qui riprendiamo in sintesi.

	BENEFICI LOCALI
IMU	460.000,00 €/anno
Diritto di superficie a proprietari dei terreni	287.500,00 €/anno
Manutenzione impianto	146.000,00 €/anno
Lavori di costruzione	401.500,00 €/anno
<b>TOTALE</b>	<b>1.295.000,00 €/anno</b>

A questi si aggiungono ulteriori 38 mila euro/anno di introiti ottenuti dall'allevamento ovino (vedi paragrafo successivo).

In definitiva il rapporto **benefici/costi locali** è quasi di **5 a 1**

## **COSTI LOCALI – BENEFICI GLOBALI**

Proponiamo infine il raffronto tra **costi esterni locali legati al consumo di terreno** e i **benefici esterni globali** che otteniamo dalla mancata emissione di CO<sub>2</sub> per produzione di energia da fonte rinnovabile. A tal proposito riprendiamo alcuni valori numerici che erano stati riportati nell'Analisi Costi benefici di progetto (elaborato R28\_StudiofattibilitàAmbientale\_28b).

Con considerazioni prudenziali è stato un costo esterno per la produzione di CO<sub>2</sub> pari a 33 €/t.

Sulla base del mix di produzione energetica nazionale italiana, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) in uno studio del 2015, valuta che la sostituzione di un kWh prodotto da fonti fossili con uno prodotto da fonti rinnovabili consente di evitare l'emissione di 554,6 g CO<sub>2</sub>. Tale valore tiene anche in conto il fatto che sebbene nella fase di esercizio le fonti rinnovabili non producano emissioni nocive, nella fase di costruzione dei componenti di impianto (p.e. moduli fotovoltaici), si genera una pur piccola quantità di emissioni di gas nocivi con effetto serra.

In considerazione di questi dati possiamo considerare che per ogni kWh prodotto dall'impianto fotovoltaico in oggetto si abbia una mancata emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera quantificabile da un punto di vista monetario in:

$$0,033 \text{ €/kg} \times 0,5546 \text{ kg/kWh} = 0,018 \text{ €/kWh}$$

L'impianto in progetto ha una potenza installata di 75.030,60 kWp e una produzione annua netta attesa di circa **142.667.229 kWh**, con beneficio annuo per mancata emissione di CO<sub>2</sub> pari a:

$$142.667.229 \text{ kWh} \times 0,018 \text{ €/kWh} = 2.568.010 \text{ €/anno}$$

Questo dato va confrontato con il costo esterno di 7,5 €/MWh (0,0075 €/kWh), che rappresenta il costo ambientale necessario per la costruzione dei componenti dell'impianto (che abbiamo stimato nel SIA – Quadro progettuale elaborato R28\_StudiofattibilitàAmbientale\_28b)

$$142.667.229 \text{ kWh} \times 0,0075 \text{ €/kWh} = 1.070.004 \text{ €/anno}$$

Il risultato che deriva da quanto sopra indica un rapporto fra BENEFICI / COSTI di 2,1. In termini monetari il beneficio globale esterno netto è pari a:

$$2.568.010 \text{ €/anno} - 1.070.004 \text{ €/anno} = 1.498.006 \text{ €/anno}$$

**Anche in questo caso il Costo Esterno sull'uso del suolo resta comunque almeno un ordine di grandezza inferiore ai Benefici Globali che si ottengono dalla mancata emissione di CO<sub>2</sub>**

## ATTIVITA' AGRO ZOOTECNICA DEFINIZIONE DI COSTI E RICAVI

Come illustrato ai paragrafi precedenti allo scopo di coniugare la generazione di energia pulita con l'utilizzo efficiente e sostenibile del suolo è previsto l'allevamento di ovini in ragione di due capi per ettaro, per un totale quindi di circa 260 animali, all'interno delle aree (recintate) dell'impianto fotovoltaico in progetto, stabilendo, opportuni accordi di filiera con allevatori locali.

In questo paragrafo si farà una sintetica rendicontazione economica di costi e ricavi della attività zootecnica.

Si fa presente che i dati sono elaborati per il caso specifico a partire dalle informazioni contenute nel documento: *"Misura FB – Miglioramento del benessere degli animali – annualità 2009 Management dell'allevamento e costi di produzione del latte: ottimizzazione dei costi di alimentazione"*, a cura della Associazione Regionale Allevatori della Sardegna.

Il costo di una pecora sarda si aggira intorno a 160-200 €. L'investimento iniziale a completo carico della Società Proponente e facente parte dei costi di realizzazione dell'opera è compreso tra 40.000 e 50.000 €. Il costo dipende dall'età delle pecore e dalla situazione del mercato al momento dell'acquisto e quindi, al momento, non può essere determinato precisamente.

Superficie a disposizione per il pascolo 107 ha

Numero di capi previsti 260 pecore, con un carico di circa 2,5 capi per ettaro

Composizione del gregge

Pecore adulte	215
Pecore primipare	35
Arieti	10
<b>TOTALE CAPI GREGGE</b>	<b>260</b>
Rimonta	32

La produzione di latte per capo allevato si attesta attorno ai 131 l per pecora allevata all'anno. La prolificità del gregge si attesta al 121%, considerando i parti singoli e gemellari di pecore adulte e di primipare.

Pertanto per il gregge in esame si precede una produzione di latte di 28.165 l/anno e un numero di nuovi capi da parti interni pari a 314. Di questi nuovi capi 32 saranno di rimonta, il rimanente utilizzato per la produzione di carne (280 capi per il macello). In via orientativa il 50% (140 capi) saranno macellati come agnellini (peso vivo 10 kg per capo), il rimanente 50% (140 capi) come agnelli (peso vivo 40 kg).

I costi variabili sono rappresentati da:

- Acquisto mangimi
- Medicinali e costi veterinari
- Acquisto/ acquisizione sementi da prati limitrofi
- Preparazione terreni
- Acquisto paglia per ovile
- Acquisto carburanti / lubrificanti per mezzi agricoli
- Spese consortili
- Energia elettrica

I costi complessivi stimati sono pari a circa 10.000 €/anno

A questi si aggiunge il costo di uno stipendio di un operatore che è stimato in 30.000 €/anno.

Vediamo ora i ricavi

LATTE	215	131 litri	1,20 €/litro	33.798,00 €
CARNE AGNELLI – 10 kg	140	10 kg	7,50 €/kg	10.500,00 €
CARNE AGNELLONI – 10 kg	140	40 kg	6,00 €/kg	33.600,00 €
<b>RICAVI TOTALI</b>				<b>77.898,00 €</b>

In pratica il gregge a fronte di costi pari a circa 40 mila euro/anno, genera un ricavo di circa 78 mila euro/anno, e quindi un utile di circa **38 mila euro/anno**.

## ANALISI COSTI BENEFICI – CONCLUSIONI

In estrema sintesi riportiamo i valori numerici riferiti all'Analisi Costi Benefici condotta in questo documento, suddividendoli in costi e benefici locali, costi e benefici globali.

COSTI LOCALI PER USO DEL SUOLO	271 K€/anno
BENEFICI LOCALI PER COSTRUZIONE E GESTIONE IMPIANTO	1.295 k€/anno
BENEFICI LOCALI ALLEVAMENTO OVINO	38 k€/anno
BENEFICI GLOBALI MANCATA EMISSIONE DI CO <sub>2</sub>	1.500 k€/anno

E' evidente che la stima dei costi locali non è completa, mancano soprattutto i costi esterni legati all'impatto paesaggistico. Tuttavia per il progetto in esame riteniamo che questi siano molto bassi. Infatti, come ampiamente dimostrato nell'Analisi di Visibilità: **mancano punti panoramici nell'area, la visibilità da punti di interesse architettonico e archeologico è praticamente nulla, la visibilità dalle strade è molto limitata, la siepe perimetrale svolge una importante ed efficace funzione di schermo visivo anche da punti limitrofi e vicini all'area di progetto.**

D'altra parte la realizzazione di questa tipologia di impianto determina altri vantaggi economici diretti ed indiretti, i principali sono

1. La riduzione del prezzo dell'energia elettrica. Negli anni il prezzo dell'energia elettrica è sceso per molte cause: calo della domanda (dovuta alla crisi economica), calo del prezzo dei combustibili, aumento dell'offerta. La crescita di eolico e fotovoltaico con costi marginali di produzione quasi nulli ha contribuito ad abbassare i prezzi sul mercato dell'energia, portando a forti riduzioni del PUN. Ricordiamo a tal proposito che per l'impianto in progetto non sono previsti incentivi statali (impianto in grid parity);
2. Riduzione del fuelrisk e miglioramento del mix e della sicurezza nazionale nell'approvvigionamento energetico. La crescente produzione da fonti rinnovabili comporta una minore necessità di importazione di combustibili fossili, riducendo la dipendenza energetica dall'estero;
3. Altre esternalità evitate. La produzione di energia da combustibili fossili comporta oltre alle emissioni di CO<sub>2</sub>, anche l'emissione di altri agenti inquinanti NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM e SO<sub>2</sub>, che generano aumento delle malattie, danni all'agricoltura, e agli edifici, che generano ulteriori costi esterni, ovvero costi sociali, evitabili con un diverso mix energetico;