



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE

DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE

**L'AGRIVOLTAICO QUALE NUOVA SOLUZIONE ENERGETICA
SOSTENIBILE: UN INQUADRAMENTO DI QUESTA NUOVA
TECNOLOGIA E L'ANALISI DELLE OPINIONI DEI CITTADINI SUL
SUO IMPATTO PAESAGGISTICO**

Relatore: Prof. Daniel Vecchiato

Laureando: Gabriel Bortolato

Matricola n. 1216932

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Abstract

As a result of the uncontrolled increase of greenhouse gases in the last decades, specifically due to anthropogenic activities, the Planet is getting closer to an unprecedented global warming.

To prevent this phenomenon many international deals are in place among countries with the specific purposes of reducing emissions and decarbonization, through the passage from coal produced energy (with the release of CO₂) to energy obtained by means of renewable sources.

The aim of this research is to give an overview on the climatic emergency and the possible sustainable solutions. Among them, the employment of the agrivoltaic technology has been analysed. This is a system composed of photovoltaic panels installed on agricultural fields that enables the coexistence between the agricultural activities and the production of green energy. Moreover, this study focusses on the citizens choices about the trade-off for the generation of sustainable energy in spite of the landscape quality, diminished by the agrivoltaic system.

Looking at the dissertation structure, firstly, an insight about the global warming causes and its consequent effects can be found. Secondly, the solutions offered by international politics, concerning a collaboration for a shared aim, are discussed. The topic has been mainly investigated from a political perspective with the main international, european and national deals (the Kyoto protocol, Green Deal and PNIEC, respectively), highlighting their final purposes.

The document continues with a section dedicated to the main renewable sources and their employment. Specifically, the agrivoltaic technology has been explored with a detailed analysis on the system itself, the current global and national diffusion, the different types of systems, the agrivoltaic pros and cons and the opinion of the main environmental organizations.

In the last part a questionnaire, which is the core of the research, was carried out. The data collected were subsequently analysed, observing the citizens preferences on the landscape impact caused by the agrivoltaic systems, in the light of the necessity to generate energy with zero emissions.

Considering the results obtained, the respondents have shown a good knowledge of the environmental problem in question. The agrivoltaic technology seems to be accepted in hilly landscapes, fields and orchards, although it is less appreciated in breeding and low crops contexts. In conclusion, it can be considered a promising alternative which can contribute to the achievement of a shared purpose, by means of an integrated combination of solutions.

Riassunto

In seguito all'aumento incontrollato di emissioni di gas serra degli ultimi decenni, dovuto principalmente ad attività antropogeniche, il pianeta sta andando incontro ad un riscaldamento climatico senza precedenti. Per contrastare questo fenomeno sono in atto diversi accordi internazionali tra stati, con obiettivi precisi di riduzione di emissioni e decarbonizzazione, ovvero il passaggio dalla produzione di energia tramite l'utilizzo di fonti fossili (con rilascio di CO₂) a energia prodotta da fonti rinnovabili.

Lo scopo di questa ricerca è quello di inquadrare l'emergenza climatica e le possibili soluzioni sostenibili. In particolare si è approfondito l'utilizzo dell'agrivoltaico, ovvero una tecnologia che prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici nei campi destinati alla coltivazione, con una coesistenza tra le attività agricole e la produzione di energia pulita. Lo studio si concentra sulle scelte dei cittadini in merito al trade-off in termini di impatto paesaggistico degli impianti agrivoltaici, a fronte di un guadagno di energia da fonti rinnovabili.

Nella prima parte troviamo un approfondimento sulle cause del riscaldamento climatico e, in particolare, sugli effetti che esso provoca. In seguito si parla di soluzioni di politica internazionali, ovvero della collaborazione tra stati per un obiettivo comune. L'argomento è sviluppato soprattutto da un punto di vista politico con i principali accordi internazionali (Protocollo di Kyoto), europei (Green Deal) e nazionali (PNIEC) evidenziando gli obiettivi e i propositi che essi si pongono.

Il documento prosegue con una parte dedicata alle principali fonti rinnovabili e al loro utilizzo. Nel dettaglio si è approfondita la soluzione dell'agrivoltaico, con un'analisi su: modalità di utilizzo, diffusione attuale a livello mondiale e nazionale, diverse tipologie di impianti, argomenti a favore e a sfavore dell'agrivoltaico e opinione dei principali enti ambientali.

Infine troviamo la parte più innovativa della ricerca, ovvero un questionario con raccolta dati e successiva analisi delle risposte ottenute, in particolare osservando le preferenze dei cittadini riguardo all'impatto paesaggistico dato dagli impianti, a fronte della necessità di produrre energia senza emissioni. Alla luce dei risultati ottenuti, i rispondenti hanno dimostrato una buona conoscenza della problematica ambientale considerata. La tecnologia dell'agrivoltaico gode generalmente di una buona accettazione in paesaggi collinari, prati e frutteti, mentre risulta meno gradita in contesti di allevamento e di coltivazioni basse. In conclusione può essere considerata un'alternativa promettente che può contribuire al raggiungimento di uno scopo comune, attraverso l'impiego di un insieme integrato di soluzioni.

Sommario

ABSTRACT	III
1 INTRODUZIONE	13
2 IL RISCALDAMENTO CLIMATICO E LA PRODUZIONE DI ENERGIA	15
2.1 EFFETTI DEL RISCALDAMENTO CLIMATICO	15
2.2 SOLUZIONI DI POLITICA INTERNAZIONALE AL PROBLEMA	21
2.2.1 PREAMBOLO TEORICO: L'EQUILIBRIO DI NASH, DILEMMA DEL PRIGIONIERO, FREE RIDING	21
2.2.2 IL PROTOCOLLO DI KYOTO	24
2.2.3 IL GREEN DEAL	26
2.2.4 PNIEC	27
3 L'ENERGIA RINNOVABILE COME SOLUZIONE AL PROBLEMA DEL RISCALDAMENTO CLIMATICO	29
3.1 LE FONTI ENERGETICHE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA	29
3.2 L'AGRIVOLTAICO	36
3.2.1 COSA È	36
3.2.2 ELEMENTI POSITIVI E NEGATIVI	42
3.2.3 ESPERIENZE PILOTA	44
3.2.4 QUADRO NORMATIVO E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI	48
4 LO STUDIO DELLE PREFERENZE DEL CONSUMATORE IN MERITO ALL'UTILIZZO DELL'AGRIVOLTAICO IN VENETO	51
4.1 INTRODUZIONE	51
4.2 IL QUESTIONARIO	51
4.3 RISULTATI	52
4.3.1 CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE DEL CAMPIONE	53
4.3.2 CONOSCENZA DELL'EMERGENZA CLIMATICA E DELLE PRINCIPALI FONTI RINNOVABILI	56
4.3.3 CONTRIBUTO DEL CITTADINO ALLA RIDUZIONE DEL RISCALDAMENTO CLIMATICO	62

4.3.4	CONOSCENZE DEL CONSUMATORE IN MERITO ALL'AGRIVOLTAICO	66
4.3.5	IMPATTO PAESAGGISTICO	70
5	CONCLUSIONI	89

Indice tabelle

Tabella 1	- Dilemma del Prigioniero, strategie e matrice dei pay-offs.	23
Tabella 2	– Età	53
Tabella 3	– Professione	54
Tabella 4	– Regione di residenza	56
Tabella 5	– Situazione climatica globale	57
Tabella 6	– Situazione climatica globale con immagine	58
Tabella 7	– Confronto contributi fonti energetiche	59
Tabella 8	- Contenuto di energia e CO ₂ emessa per diversi combustibili	59
Tabella 9	– Le seguenti fonti di energia sono rinnovabili?	61
Tabella 10	– Quanto bisognerebbe investire su ogni fonte energetica?	61
Tabella 11	– Fa la raccolta differenziata?	62
Tabella 12	– Durante l'acquisto di un'auto tiene conto delle emissioni prodotte?	63
Tabella 13	– Presta attenzione agli sprechi elettrici in casa?	63
Tabella 14	– Presta attenzione agli sprechi idrici in casa?	63
Tabella 15	– Presta attenzione agli sprechi alimentari in casa?	64
Tabella 16	– Presta attenzione alla plastica presente negli acquisti di prodotti?	64
Tabella 17	– Contributo personale alla causa ambientale	65
Tabella 18	– Percentuale massima della SAU dedicata agli impianti fotovoltaici	84
Tabella 19	– La soluzione dell'agrivoltaico le piace?	85

Indice dei grafici

Grafico 1 - Aumento temperatura media mondiale (MET, 2018)	15
Grafico 2 - Concentrazione CO ₂ misurata nel Mauna Loa, vulcano delle Hawaii. (fonte: WMO)	16
Grafico 3 - Concentrazione CH ₄ in atmosfera (fonte: WMO)	17
Grafico 4 - Concentrazione N ₂ O in atmosfera (fonte: WMO)	17
Grafico 5 - aumento livello del mare (Aviso, 2021)	18
Grafico 6 - Contenuto di calore oceanico globale (EPA, 2020)	19
Grafico 7 - Aumento acidità superficie acqua del mare (EEA, 2020)	19
Grafico 8 - Aumento eventi di perdita (MET, 2016)	20
Grafico 9 - Crescita energie rinnovabili per continente nel tempo	29
Grafico 10 – Crescita produzione singole fonti rinnovabili nel tempo	30
Grafico 11 - Distribuzione consumi energetici per fonte dei principali paesi UE (ISPRA)	32
Grafico 12 - Crescita rinnovabili installate in Italia (IRENA)	32
Grafico 13 - Crescita energia solare negli ultimi 10 anni	34
Grafico 14 - Crescita energia idroelettrica negli ultimi 10 anni	34
Grafico 15 - Crescita energia eolica negli ultimi 10 anni	35
Grafico 16 – Genere	53
Grafico 17 – Titolo di studio	54
Grafico 18 – Standard di vita	55
Grafico 19 – Associazioni ambientaliste	55
Grafico 20 – La temperatura a livello globale sta aumentando?	56
Grafico 21 – Importanza salvaguardia del Pianeta	57
Grafico 22 – Contributo personale alla causa ambientale	65
Grafico 23 – Sovrapprezzo massimo in bolletta per avere 100% di energia elettrica da fonti rinnovabili	66
Grafico 24 – Ha un impianto fotovoltaico nella sua abitazione o in terreni di sua proprietà?	66

Grafico 25 – Sa cosa è un impianto agrivoltaico?	67
Grafico 26 – Ha mai visto un impianto agrivoltaico?	67
Grafico 27 – Gradimento prima figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)	72
Grafico 28 – Gradimento seconda figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)	74
Grafico 29 – Gradimento terza figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)	75
Grafico 30 – Gradimento quarta figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)	77
Grafico 31 – Gradimento quinta figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)	78
Grafico 32 – Impianto agrivoltaico nei pressi della sua abitazione	81
Grafico 33 – Impianto agrivoltaico visibile dalla sua abitazione	82
Grafico 34 – Impianto agrivoltaico in un’area ricreativa frequentata	82
Grafico 35 – E’ una percentuale dedicabile all’installazione di pannelli fotovoltaici?	83
Grafico 36 – Percentuale massima della SAU dedicata agli impianti fotovoltaici	84
Grafico 37 – La soluzione dell’agrivoltaico le piace?	85
Grafico 38 – A quali condizioni approverebbe l’installazione?	86
Grafico 39 – Domanda finale: quale opzione adotterebbe?	86

Indice delle figure

Figura 1 - Modifica territori in Veneto per aumento temperatura media	21
Figura 2 - Adesione al Protocollo di Kyoto (Rete Clima)	24
Figura 3 - Schema obiettivi Green Deal Europeo	26
Figura 4 - Target di riduzione PNIEC	27
Figura 5 - Incremento energetico Giappone	33
Figura 6 - Sistema agrivoltaico per il pascolo a Sant’Alberto, Ferrara	38
Figura 7 - Sistema fotovoltaico in coltivazioni agricole a terra, Ungheria	39
Figura 8 - Sistema fisso a disposizione verticale dei pannelli, Germania	40

Figura 9 - Sistema sollevato da terra, Francia	40
Figura 10 - Serra fotovoltaica a Sorgà, Verona	41
Figura 11 - Impianto galleggiante in Cina	42
Figura 12 - Impianto agrivoltaico in Germania	46
Figura 13 – Sistema agrivoltaico a un'unica tessera o a insieme di tessere (ENEA)	48
Figura 14 – Seminativo con visuale dal basso	71
Figura 15 – Impianto agrivoltaico su prato	73
Figura 16 – Allevamento	74
Figura 17 – Frutteto con visuale dall'alto	76
Figura 18 – Paesaggio collinare	77

1 Introduzione

In accordo con la comunità scientifica internazionale, si è giunti a individuare nelle attività antropogeniche la principale causa del riscaldamento climatico che stiamo riscontrando negli ultimi decenni, in particolare a partire dagli anni 70.

Questo è dovuto all'incremento produttivo e allo sviluppo dei settori industriale e agro-zootecnico. Infatti i prodotti della combustione e i reflui agro-zootecnici hanno proprietà tali da intensificare l'effetto serra e rientrano nella categoria dei "gas serra". Basti pensare che l'uomo ha già riversato in atmosfera una quantità di CO₂ doppia rispetto a quella precedente alla rivoluzione industriale (410-415 parti per milione rispetto a 200-180 parti per milione) (Enel Green Power, 2021).

Le imminenti e tragiche conseguenze del cambiamento climatico sono già visibili. Le previsioni stimate dagli addetti ai lavori devono seriamente sensibilizzare ognuno di noi all'emergenza ambientale a cui stiamo andando incontro. Per citarne alcune, dal 2019 l'aumento della temperatura rispetto ai valori preindustriali è stato di **1,1°C**, con una stima di un valore pari a **1,5°C** tra il 2030-2050 senza interventi di riduzione (WWF, 2021).

L'effetto a cascata che si scatena da questo cambiamento climatico è incontrollabile: scioglimento dei ghiacci polari con conseguente aumento del livello dei mari, modifica di precipitazioni, correnti marine e habitat ecologici, danni alle specie animali, all'agricoltura e quindi alla salute umana; per non parlare dei fenomeni naturali distruttivi come alluvioni e uragani.

Nonostante la complessità e la tardività di intervento, le strategie e le alternative per ridurre la produzione di gas serra ci sono e devono necessariamente essere incrementate. Parliamo infatti in prevalenza dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, passando poi al risparmio energetico, fino ai metodi di cattura, sequestro e conversione della CO₂. Attualmente in Italia il principale piano d'azione verso la decarbonizzazione è il PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, 2019). Tale piano ha diverse linee di intervento, che spaziano "dalla decarbonizzazione all'efficienza e sicurezza energetica, passando attraverso lo sviluppo del mercato interno dell'energia, della ricerca, dell'innovazione e della competitività" (ENEA, 2021).

A livello continentale, un importante contributo è stato dato dal Green Deal Europeo (2019), un patto tra gli stati membri dell'Unione Europea che ha come obiettivo la neutralità climatica entro il 2050.

Passando poi su scala internazionale, si fa riferimento al Protocollo di Kyoto (entrato in vigore nel 2005), un trattato tra stati che obbliga a ridurre e limitare le emissioni in atmosfera di gas serra.

La ricerca oggetto di questa tesi è stata realizzata con lo scopo di inquadrare l'emergenza climatica e sensibilizzare ogni lettore alla necessità di trovare nuove alternative.

Più nel dettaglio, si è approfondita la tecnologia dell'**Agrivoltaico**, ovvero la coesistenza di pannelli fotovoltaici e agricoltura, con l'applicazione degli impianti in aree destinate alla coltivazione.

Più nello specifico, l'elaborato ha i seguenti **obiettivi**:

1. Capire quale è la conoscenza della popolazione in merito al problema del riscaldamento climatico ed alle sue possibili soluzioni da un punto di vista energetico;
2. Capire quali sono le percezioni e gli svantaggi in merito alla costruzione di nuovi impianti agrivoltaici;
3. Capire quale è il grado di accettazione degli impianti agrivoltaici per i cittadini anche in funzione del loro impatto paesaggistico;
4. Capire quale è la disponibilità dei cittadini a favorire la costruzione di impianti agrivoltaici nel proprio territorio ed evitare l'effetto NIMBY (Not In My Back Yard).

Il presente documento è organizzato con una prima parte dedicata al riscaldamento climatico e alla situazione energetica attuale e futura. Segue un approfondimento sulle fonti rinnovabili, soffermandosi sull'Agrivoltaico con relativi aspetti positivi e negativi. Troviamo infine la raccolta dati con il questionario, l'analisi e la discussione dei risultati ottenuti.

2 Il riscaldamento climatico e la produzione di energia

2.1 Effetti del riscaldamento climatico

A partire dagli anni 70 le principali potenze mondiali sono andate incontro a uno straordinario e repentino sviluppo industriale. Le conseguenze di tali attività hanno portato a un **riscaldamento climatico** senza precedenti, con effetti significativi e previsioni allarmanti. Basti pensare che il 2019 è stato il secondo anno più caldo mai registrato, con un aumento della temperatura media globale superiore di 1,1°C rispetto ai valori preindustriali (WWF,2021). Inoltre a partire dagli anni 80 ogni decennio è stato più caldo del precedente, come mostrato nel seguente grafico (Grafico 1).

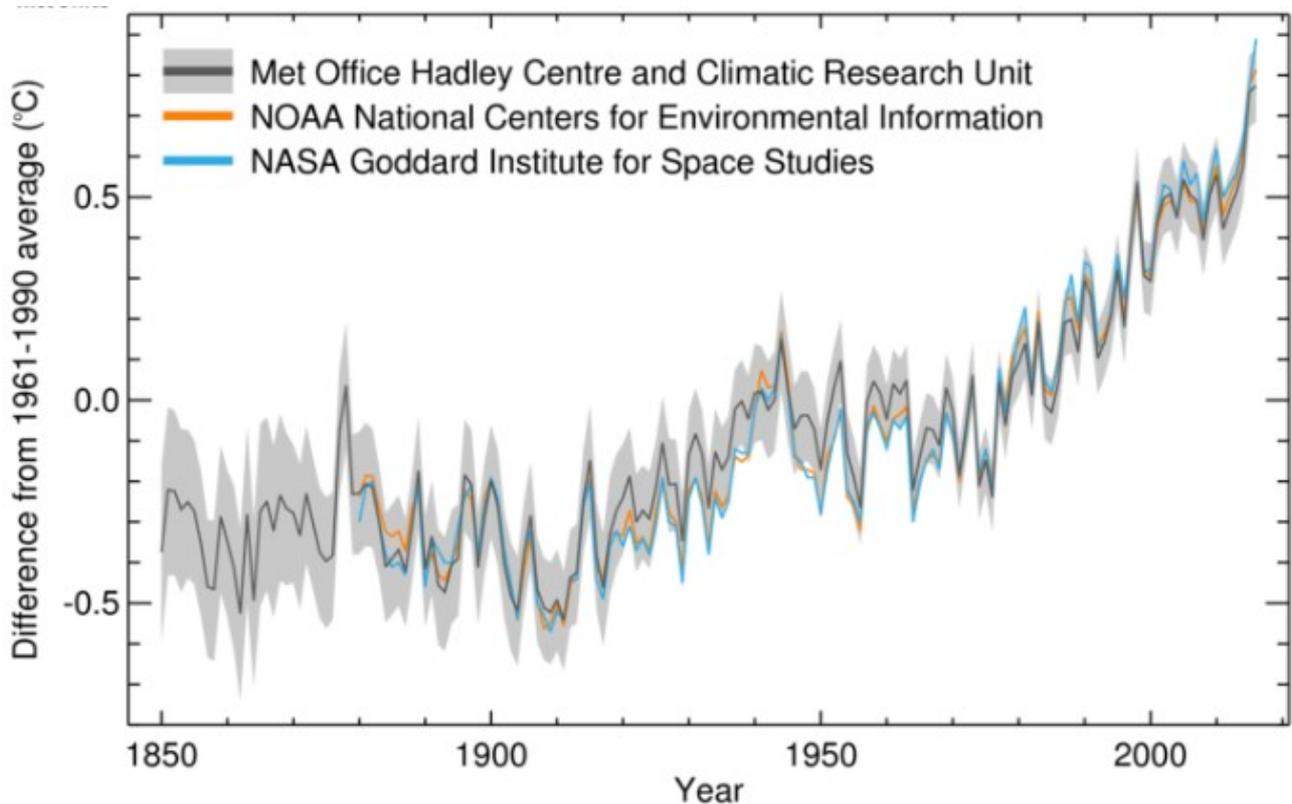


Grafico 1 - Aumento temperatura media mondiale (MET, 2018)

Da un punto di vista chimico, il riscaldamento climatico si manifesta in particolare per l'**effetto serra**. Questo fenomeno dipende dalla presenza in atmosfera di alcuni gas, detti **gas serra**, che sono in grado di assorbire parte della radiazione infrarossa emessa dal Sole e dalla Terra, rilasciando successivamente energia termica. Il risultato di tale processo porta ad avere una temperatura media globale di 15°C, che senza il contributo dei gas serra si abbasserebbe fino a -18°C. E' doveroso perciò sottolineare che l'effetto serra è un fenomeno fondamentale per la vita sulla Terra. Ciò che porta al riscaldamento climatico è l'intensificazione di questo processo a causa dell'eccessiva immissione in atmosfera dei principali gas serra come CO₂, H₂O, CH₄, N₂O, O₃ (rispettivamente anidride carbonica, acqua, metano, protossido di azoto, ozono). Inoltre vengono introdotti gas serra di origine antropica, in particolare HFC (idrofluorocarburi), composti contenenti molecole di Idrogeno, Fluoro e Carbonio che sono stati utilizzati per rimpiazzare i CFC (Clorofluorocarburi) che causavano il buco dell'Ozono. Nei seguenti grafici (Grafico 2, Grafico 3, Grafico 4) si osserva l'aumento di concentrazione dei relativi gas serra in atmosfera nel corso degli anni.

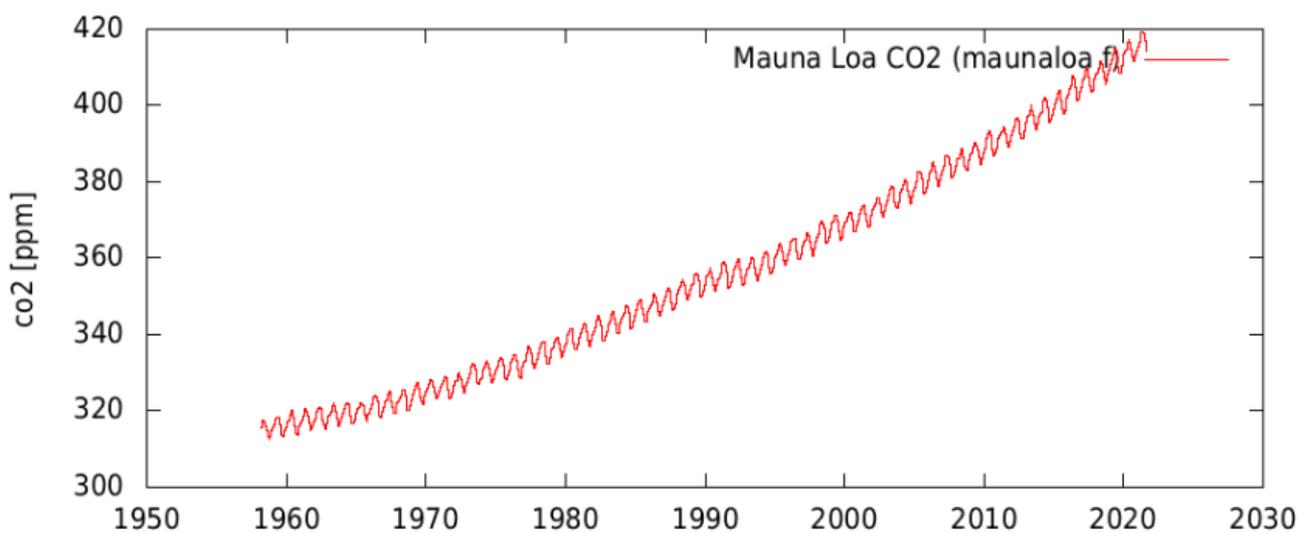


Grafico 2 - Concentrazione CO₂ misurata nel Mauna Loa, vulcano delle Hawaii. (fonte: WMO)

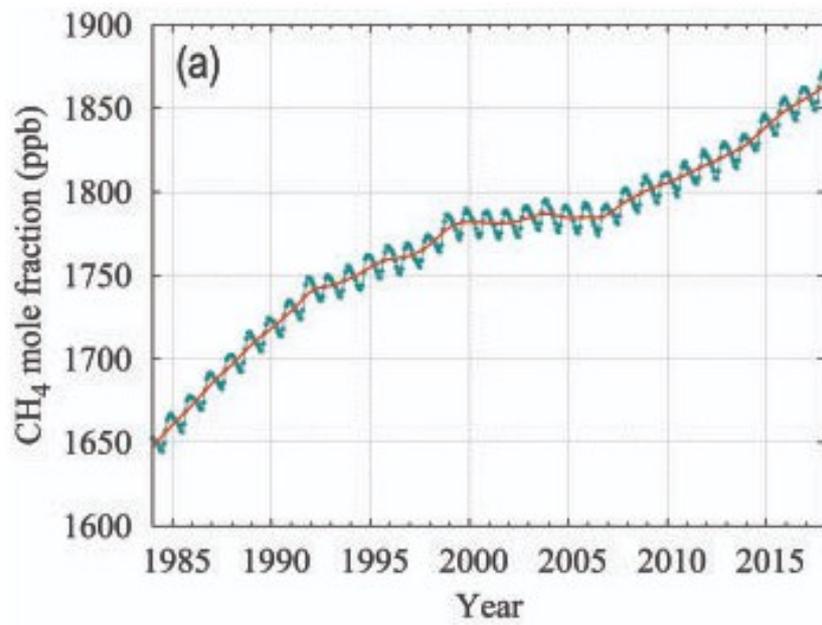


Grafico 3 - Concentrazione CH₄ in atmosfera (fonte: WMO)

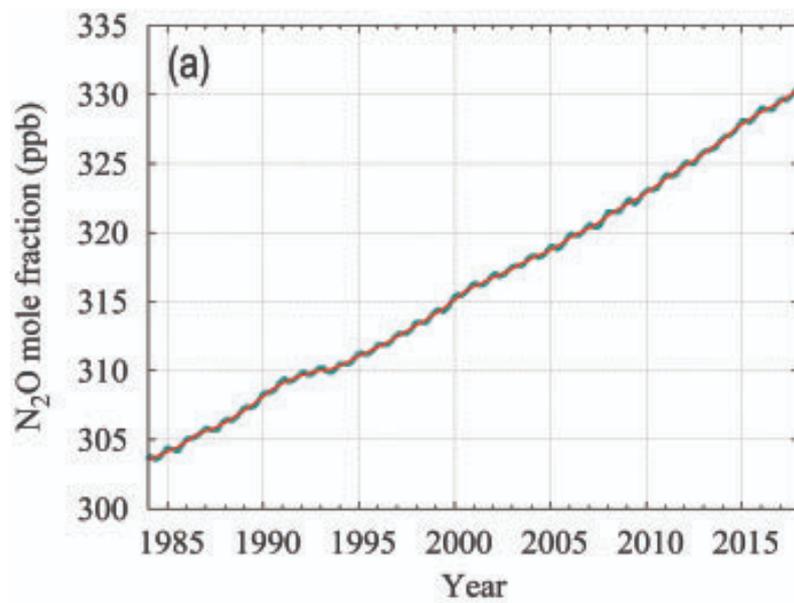


Grafico 4 - Concentrazione N₂O in atmosfera (fonte: WMO)

Il riscaldamento climatico provoca una serie di conseguenze che a cascata si ripercuotono sull'ambiente e sull'uomo. In primo luogo l'aumento della temperatura media porta a uno scioglimento dei ghiacci polari e dei ghiacciai, con un successivo aumento del livello del mare. Si stima infatti un tasso del calo del ghiaccio artico per decennio del **12,85%** (WWF,2021). Analizzando le alterazioni subite dai mari, possiamo osservare nei successivi grafici (Grafico 5, Grafico 6, Grafico 7) l'andamento nel tempo del livello, della temperatura e dell'acidità delle acque.

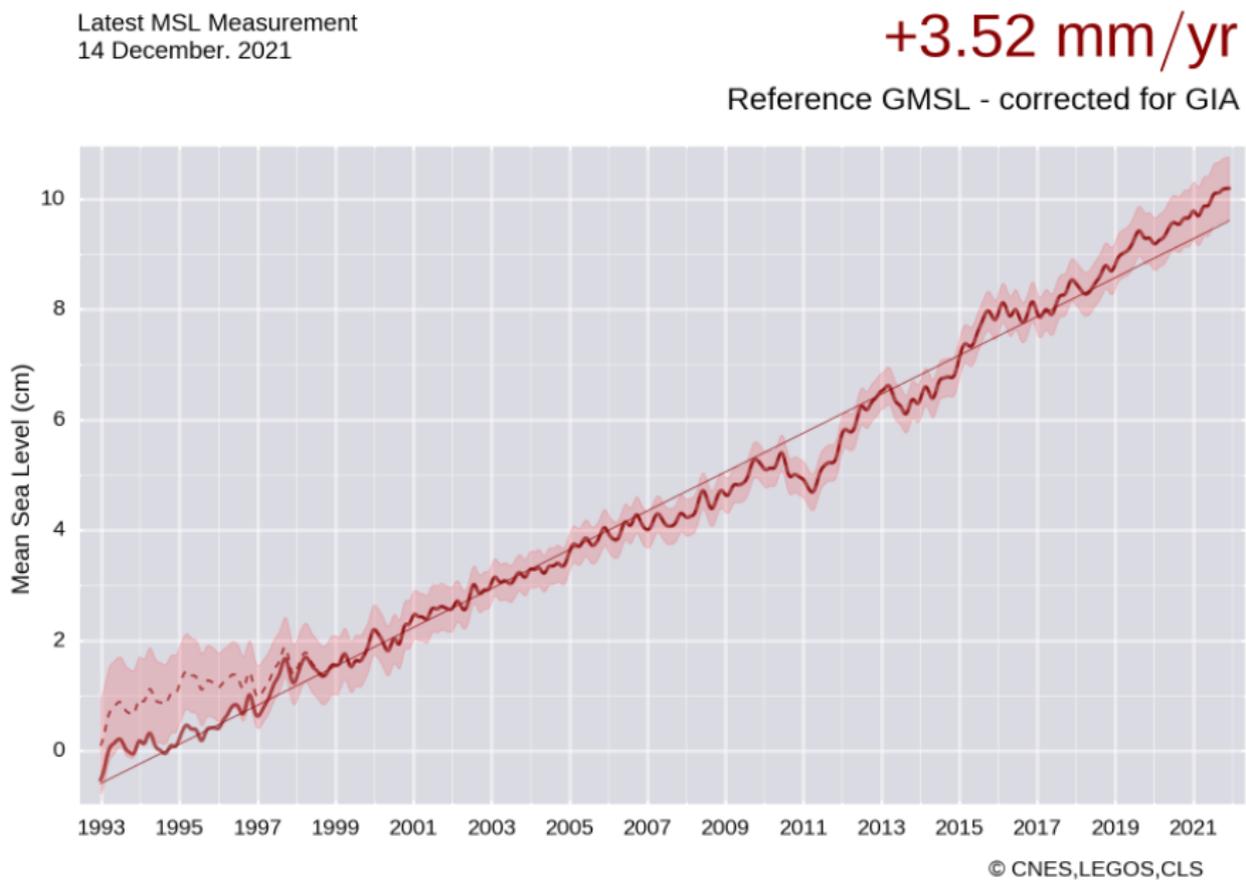


Grafico 5 - aumento livello del mare (Aviso, 2021)

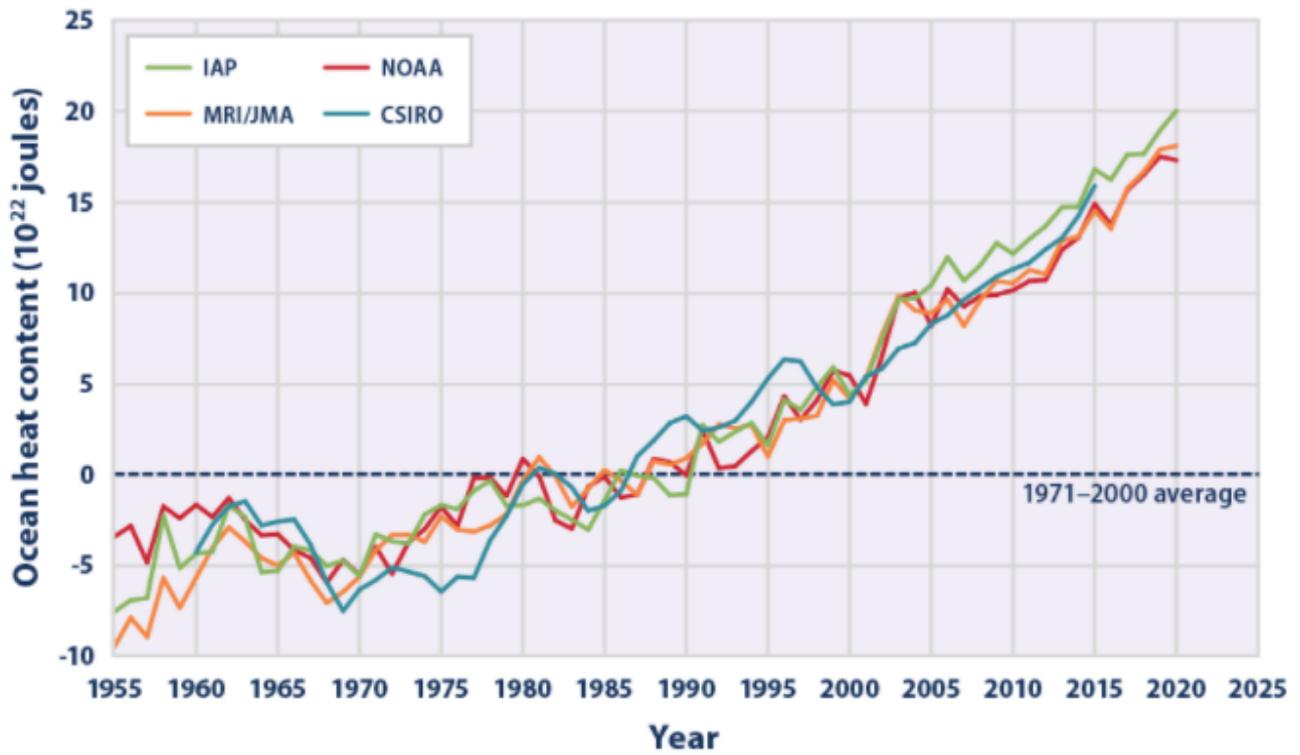


Grafico 6 - Contenuto di calore oceanico globale (EPA, 2020)

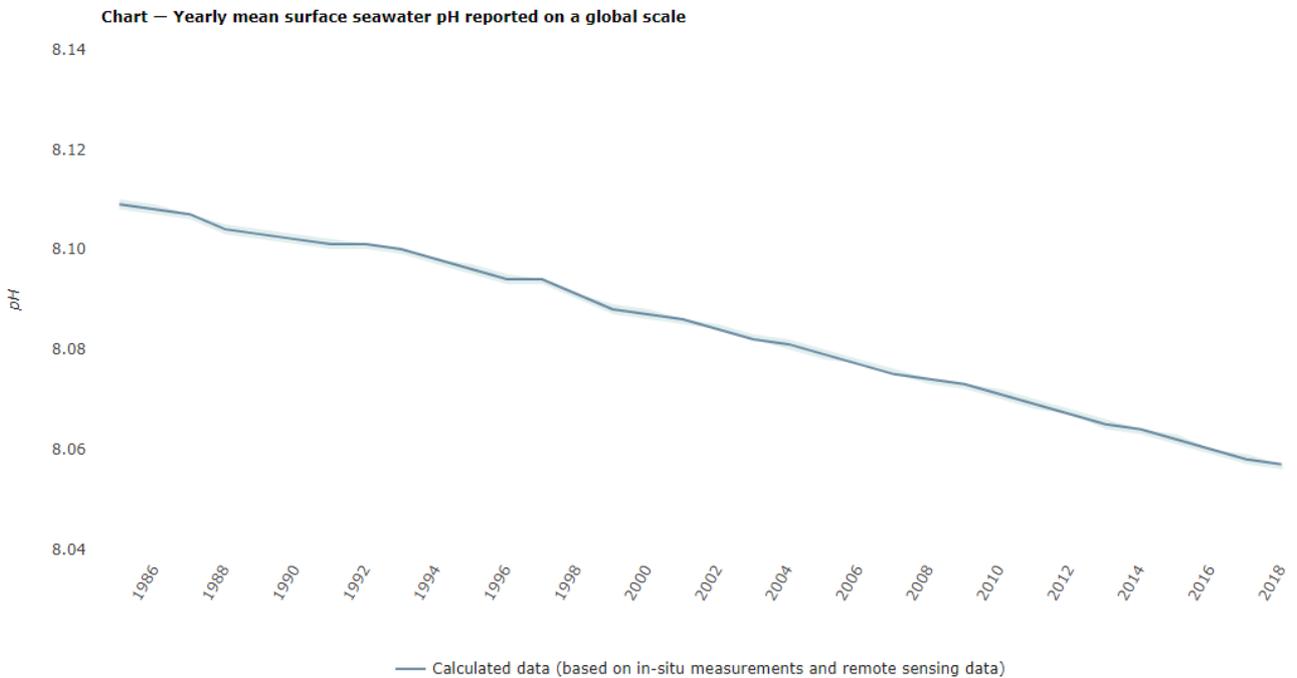


Grafico 7 - Aumento acidità superficie acqua del mare (EEA, 2020)

Questa serie di alterazioni provoca dei cambiamenti osservabili nelle precipitazioni, nelle correnti marine e negli habitat naturali. Ad esempio diverse specie di uccelli sono costrette a modificare le loro abitudini di migrazione, spostandosi in periodi diversi. Oppure le specie montane si spingono sempre più in alta quota.

Focalizzandosi sul danno provocato sull'uomo, questo si riscontra con le perdite agricole provocate da ondate di caldo eccezionali, periodi di siccità o eventi naturali disastrosi. Come mostrato nel Grafico 8, il numero di eventi dannosi negli anni è in aumento parallelamente all'intensificazione del riscaldamento climatico.

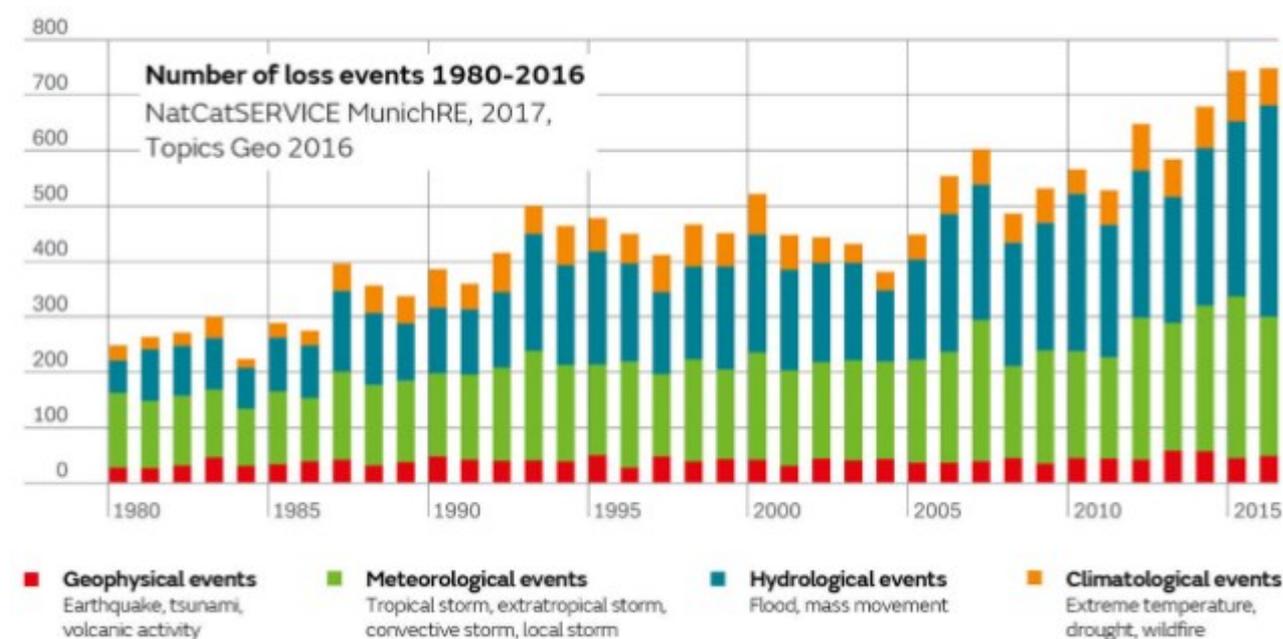


Grafico 8 - Aumento eventi di perdita (MET, 2016)

In merito alle potenziali perdite di terreni agricoli, come riportato da IPCC si prevede che entro il 2100 il livello del mare subirà un aumento variabile da 0,43 cm a 0,84 cm in base a quanto si ridurranno le emissioni. ENEA stima che ci saranno perdite di decine di chilometri quadrati di territori, in particolare nelle zone costiere e nel Veneto, come mostrato in Figura 1.

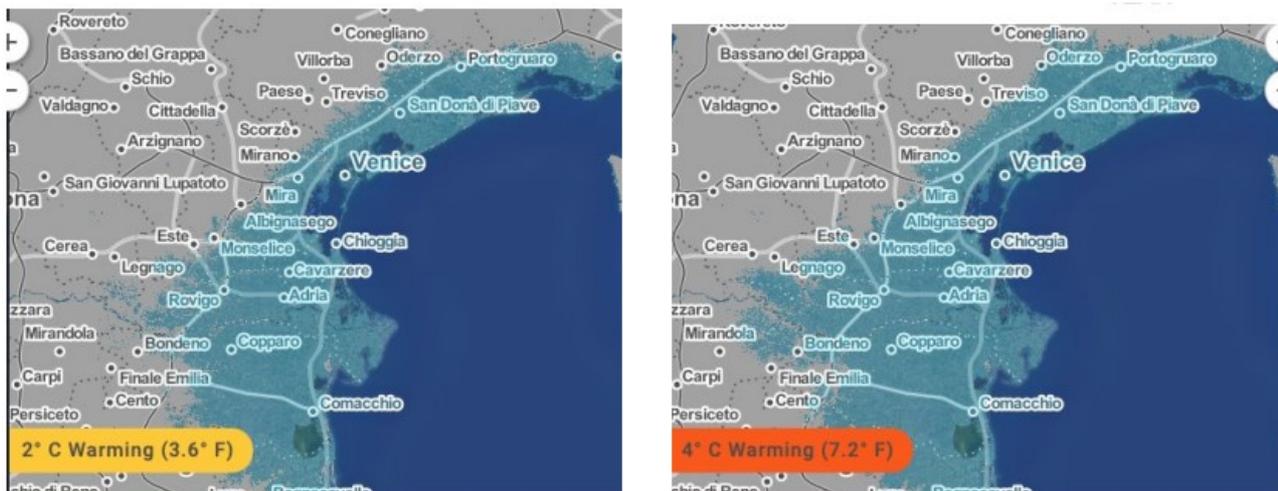


Figura 1 - Modifica territori in Veneto per aumento temperatura media

Per limitare l'ormai irreversibile danno provocato è necessario ridurre le emissioni, affidandosi alla produzione di energia pulita, originata da processi privi di prodotti climalteranti.

Come sviluppato nella sezione 2.2, per contrastare il riscaldamento climatico sono stati siglati dei trattati internazionali tra stati, che prevedono sanzioni in caso di mancato raggiungimento di determinati obiettivi di decarbonizzazione prefissati.

2.2 Soluzioni di politica internazionale al problema

2.2.1 Preambolo teorico: l'equilibrio di Nash, Dilemma del Prigioniero, Free Riding

In merito alle collaborazioni internazionali instaurate con lo scopo di risolvere un problema ambientale mondiale, è interessante approfondire, nella teoria dei giochi, l'Equilibrio di John Nash, secondo il quale l'unico modo per migliorare è collaborare e agire insieme. Questo capitolo è quindi sviluppato in un campo socio-economico e dà una dimostrazione matematica della necessità di cooperare per raggiungere un obiettivo comune.

Il teorema di Nash (elaborato da John Nash, matematico ed economista statunitense Premio Nobel per l'Economia nel 1994) appare per la prima volta in un articolo del 1950, nel quale egli dimostra che **esiste sempre una situazione di equilibrio**, che si ottiene quando ogni giocatore compie la sua scelta in modo da massimizzare il suo **payoff** (premio, ricompensa) anche senza conoscere le mosse degli avversari (quindi le scelte degli altri non influenzano la propria e viceversa).

Nel dettaglio l'equilibrio di Nash è composto da vari fattori:

- insieme di giocatori (agenti) indicati con i
- l'insieme delle strategie che un agente ha a disposizione, cioè le azioni che può compiere, indicato con la lettera s
- per ogni giocatore, una funzione U associata al payoff derivante dalle strategie adottate

Si verifica un equilibrio di Nash quando le combinazioni di strategie dei giocatori sono tali che:

$$U_i (s_1^e, s_2^e, \dots, s_i^e, \dots, s_N^e) \geq U_i (s_1^e, s_2^e, \dots, s_i, \dots, s_N^e)$$

Questa disuguaglianza dimostra che, qualora un gioco ammetta almeno un equilibrio di Nash, se un agente sceglie una strategia diversa può solo peggiorare il proprio payoff. Se ne deduce quindi che, se i giocatori raggiungono un equilibrio di Nash, nessuno può migliorare il proprio risultato modificando **solo** la propria strategia, ed è quindi vincolato alle scelte degli altri. Poiché questo vale per tutti i giocatori, è evidente che se esiste un equilibrio di Nash ed è unico, esso rappresenta la *soluzione* del gioco, in quanto nessuno dei giocatori ha interesse a cambiare strategia. Nash ha quindi dimostrato che per ogni gioco finito (cioè avente un numero finito di giocatori e strategie) esiste almeno un equilibrio di Nash, ovvero una soluzione vantaggiosa per tutti. Questo concetto riportato alla problematica ambientale evidenzia la necessità della comunità mondiale di agire nell'interesse comune. Tuttavia è noto che questo teorema possa non essere la soluzione migliore per tutti (Ottimo di Pareto). Possono esserci infatti altre combinazioni di strategie che aumentano i payoff dei giocatori, come nel caso del Dilemma del Prigioniero.

In questo esempio due prigionieri si trovano in celle diverse, ed è quindi impossibile comunicare tra loro e pertanto hanno due strategie:

1. Confessare, accusando l'altro
2. Non confessare

Le conseguenze delle loro azioni sono le seguenti:

- Se entrambi non confessano avranno una pena di 1 anno
- se entrambi confessano, accusando l'altro, avranno una pena di 6 anni
- se fanno scelte diverse, chi confessa sarà libero mentre l'accusato avrà 7 anni di pena

Conoscendo queste condizioni, e non conoscendo la strategia che adotterà l'altro prigioniero, l'equilibrio di Nash è rappresentato dalla scelta di confessare per entrambi. Infatti la strategia di confessare, è una strategia "dominante" per entrambi i giocatori, ovvero la strategia che garantisce la minor pena (ovvero il massimo beneficio) a prescindere dalla scelta che farà l'altro prigioniero. Ma come ovviamente intuiamo, in casi reali come questo la teoria di Nash non è sempre la soluzione migliore. Nella Tabella 1 sono riassunte le varie strategie con i relativi pay-offs.

Giocatore 1 \ Giocatore 2	NON CONFESSARE	CONFESSARE
NON CONFESSARE	(1, 1)	(7, 0)
CONFESSARE	(0, 7)	(6, 6)

Tabella 1 - Dilemma del Prigioniero, strategie e matrice dei pay-offs.

Come rappresentato in Tabella 1 l'equilibrio di Nash si ha per la combinazione di strategie confessare-confessare. Notiamo però, che la soluzione più conveniente per i due prigionieri sarebbe non confessare-non confessare. Tale soluzione però non è un equilibrio di Nash, e sarebbe una soluzione del gioco "cooperativa", da cui i due prigionieri hanno un gran incentivo a deviare. In tal senso dunque, il miglior risultato si può raggiungere solo attraverso la cooperazione nelle situazioni in cui l'esito del gioco dipende dalle strategie di più giocatori. In tali situazioni l'equilibrio di Nash costituisce una soluzione subottimale.

Un ultimo esempio di carattere sociologico che può essere applicato alla problematica ambientale e in particolare alla collaborazione tra Stati è il problema del **Free Rider**. Il termine Free Rider viene definito da Treccani come "Agente economico che attua un comportamento opportunistico finalizzato a fruire pienamente di un bene (o servizio) prodotto collettivamente, senza contribuire in maniera efficiente alla sua costituzione." Un esempio quotidiano di Free Riding può essere quello di prendere un mezzo pubblico senza biglietto. Oppure nel caso di un appartamento con più affittuari che desiderano installare una connessione internet, uno di questi può rifiutare il servizio evitando di pagare la sua quota, ma non sarà facile per gli altri controllare che effettivamente non sfrutti questo bene.

Infine la questione si verifica tutt'oggi con la pandemia di Covid-19 in merito all'opportunità di vaccinarsi. Il Free Riding ravvisabile nella inosservanza delle misure di contenimento del contagio ed in particolare dall'obbligo vaccinale, dimostra gli effetti prodotti dal singolo sulla comunità (Economia Comportamentale, 2021): nello specifico il free rider qui decide di non vaccinarsi, fruendo dei benefici apportati da coloro che si sono vaccinati senza alcun rischio dovuto alla vaccinazione.

Passando ora alle collaborazioni internazionali tra Stati da un punto di vista politico, approfondiamo nei seguenti paragrafi i principali accordi in scala internazionale (Protocollo di Kyoto), europea (Green Deal) e nazionale (PNIEC), soffermandoci sugli obiettivi posti da tali concordati.

2.2.2 Il protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto è un importante accordo internazionale tra stati che stabilisce precisi obiettivi di riduzione delle emissioni in atmosfera di gas serra, responsabili del riscaldamento climatico (ENAC). Tale documento è stato sottoscritto l'11 Dicembre 1997 durante la Conferenza delle Parti di Kyoto (COP3) ma è entrato in vigore solamente il 16 Febbraio 2005 grazie alla sua ratifica da parte della Russia. Infatti il trattato, per entrare in vigore, avrebbe dovuto comprendere almeno 55 stati che rappresentassero non meno del 55% delle emissioni globali (Rete Clima, ENAC, ISPRA). In Figura 2 vengono rappresentate le adesioni al Protocollo di Kyoto.

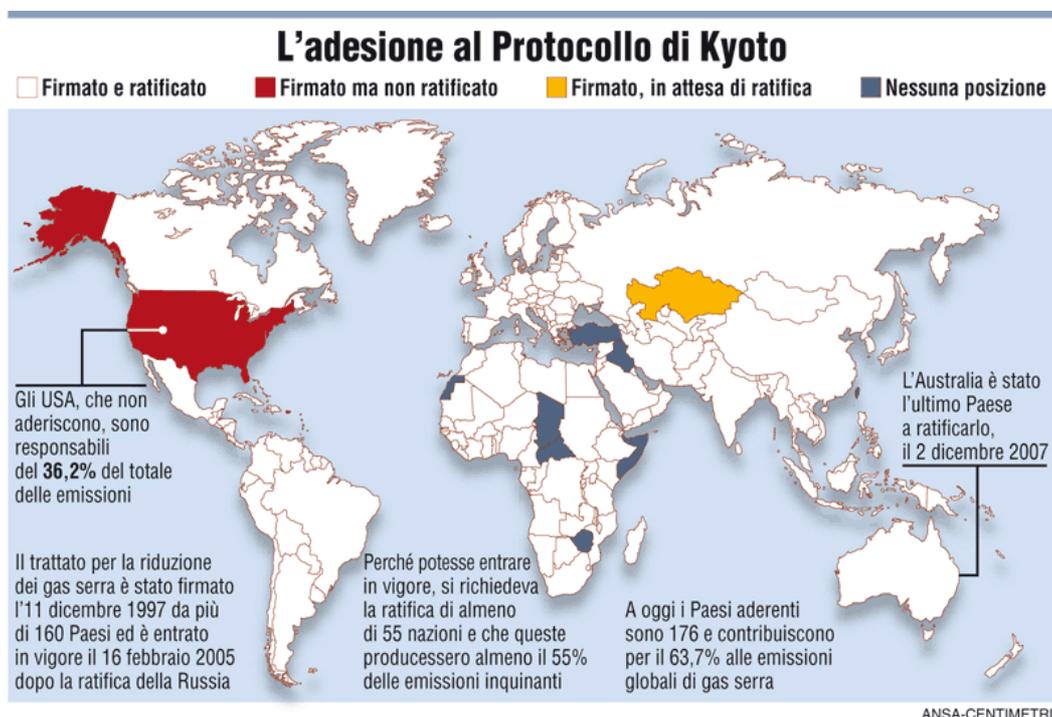


Figura 2 - Adesione al Protocollo di Kyoto (Rete Clima)

Nello specifico i paesi industrializzati, ritenuti i principali responsabili della concentrazione di gas serra in atmosfera, si impegnano a ridurre le proprie emissioni, tra il 2008 e il 2012, di almeno il 5% rispetto ai livelli del 1990, presi come riferimento (ISPRA). Tuttavia nel protocollo sono presenti delle eccezioni che si basano su meccanismi di mercato, i cosiddetti “Meccanismi flessibili”. Questi si compongono in:

- **Emission Trading Internazionale (ET):** consente lo scambio di crediti di emissione tra paesi industrializzati e paesi in transizione economica. In particolare un paese che ha superato il proprio obiettivo di riduzione può cedere tali crediti a un altro paese che, al contrario, non ha raggiunto il proprio obiettivo.
- **Meccanismo di Sviluppo Pulito (CDM):** consente ai paesi industrializzati e ai paesi in transizione economica di realizzare progetti nei paesi in via di sviluppo. Tali interventi devono avere dei benefici sia in termini di riduzione di emissioni, che in termini economico sociali a vantaggio dei paesi ospitanti.
- **Implementazione Congiunta (JI):** consente ai paesi industrializzati e ai paesi in transizione economica di realizzare progetti di riduzione di emissioni in paesi appartenenti allo stesso gruppo.

Il Protocollo di Kyoto ha terminato la sua validità il 31/12/2012. Alcuni stati hanno raggiunto il proprio target di riduzioni già nel 2009, dimostrando la possibilità di raggiungimento degli obiettivi. Inoltre hanno riportato un vantaggio nell'economia nazionale con il processo di decarbonizzazione (Rete Clima).

Analizzando la posizione dell'Italia, il nostro paese aveva come obiettivo una riduzione emissiva del 6,5%. Purtroppo seguendo le richieste del Protocollo di Kyoto, i tagli di emissioni sono arrivati solo al 4,6%. Come riportato da ISPRA, va sottolineato che nel periodo dal 1990 al 2012 c'è comunque stato un netto miglioramento, con una riduzione complessiva delle emissioni di gas serra del 14,3%. Questo non è stato però sufficiente a soddisfare i target previsti dal trattato (Rete Clima). Nel dicembre 2012, nell'Accordo di Doha, il precedente Protocollo è stato prorogato fino al 2020 con nuovi obiettivi e limitazioni. Nel frattempo il 04 novembre 2015 entra in vigore l'*Accordo di Parigi*, con l'obiettivo principale di mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2°C.

2.2.3 Il Green Deal

Il Green Deal è un insieme di piani d'azione e iniziative politiche proposte dalla Commissione Europea, pubblicato l'11 dicembre 2019. Ha come principale obiettivo il raggiungimento della neutralità climatica in Europa entro il 2050. A differenza del Protocollo di Kyoto, esplicita la volontà di agire su vari fronti, in particolare su "clima, energia, trasporti e fiscalità in modo da ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990" (Commissione Europea). In particolare il Green Deal vuole andare a migliorare la salute e il benessere dei cittadini e delle generazioni future, basandosi su sostenibilità e innovazione. Tra i vari ambiti d'azione, troviamo:

- Aria e acqua puliti, con un suolo sano e biodiversità
- Edifici rinnovati ed efficienti dal punto di vista energetico
- Cibo sano e a prezzi accessibili
- Più trasporti pubblici
- Energia più pulita e innovazione tecnologica pulita d'avanguardia
- Prodotti più duraturi, riparabili, riciclabili e riutilizzabili
- Posti di lavoro adeguati alle esigenze future
- Industria competitiva e resiliente

Gli obiettivi del Green Deal sono riassunti in Figura 3.



Figura 3 - Schema obiettivi Green Deal Europeo

2.2.4 PNIEC

Il PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima) è un testo pubblicato il 21 gennaio 2020 dal Ministero dello Sviluppo Economico. Come spiegato da quest'ultimo, "Con il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento". Il piano si struttura su 5 linee di intervento, che si svilupperanno in modo integrato:

- Decarbonizzazione
- Efficienza
- Sicurezza energetica
- Sviluppo del mercato interno dell'energia
- Ricerca, innovazione e competitività

In Figura 4 si elencano gli obiettivi del PNIEC in termini di riduzione di emissioni e di utilizzo delle fonti rinnovabili.



Figura 4 - Target di riduzione PNIEC

Il ministero dello Sviluppo economico assicura che "l'ambiente verrà preservato conciliando sviluppo industriale e scelte ecologiche".

3 L'energia rinnovabile come soluzione al problema del riscaldamento climatico

3.1 Le fonti energetiche per la produzione di energia

Come introdotto nella prima parte del documento, è urgente e necessaria un'azione di intervento per contenere il cambiamento climatico. Per raggiungere gli obiettivi degli accordi internazionali e soddisfare la richiesta energetica mondiale è perciò doverosa una transizione verso un settore energetico a basso costo di carbonio (Irena, 2020). La soluzione a questo problema la troviamo nelle **energie rinnovabili**. Come illustrato nel Grafico 9 negli ultimi anni si è verificato un progressivo aumento della produzione di energia rinnovabile in tutto il mondo.

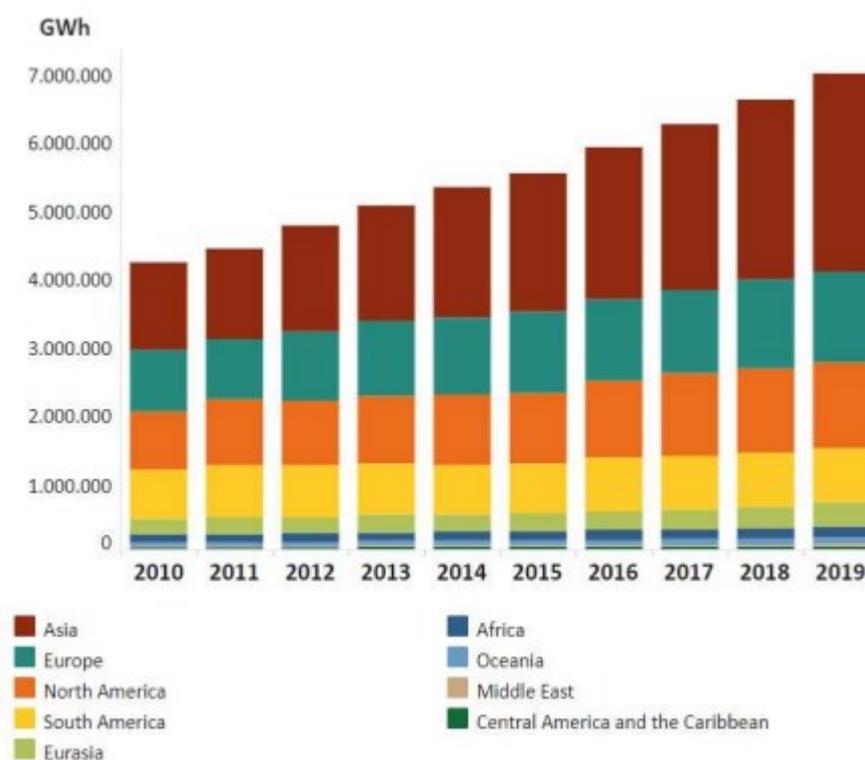


Grafico 9 - Crescita energie rinnovabili per continente nel tempo

Nel successivo grafico (Grafico 10) osserviamo invece l'aumento di produzione di ogni specifica tipologia di fonte rinnovabile.

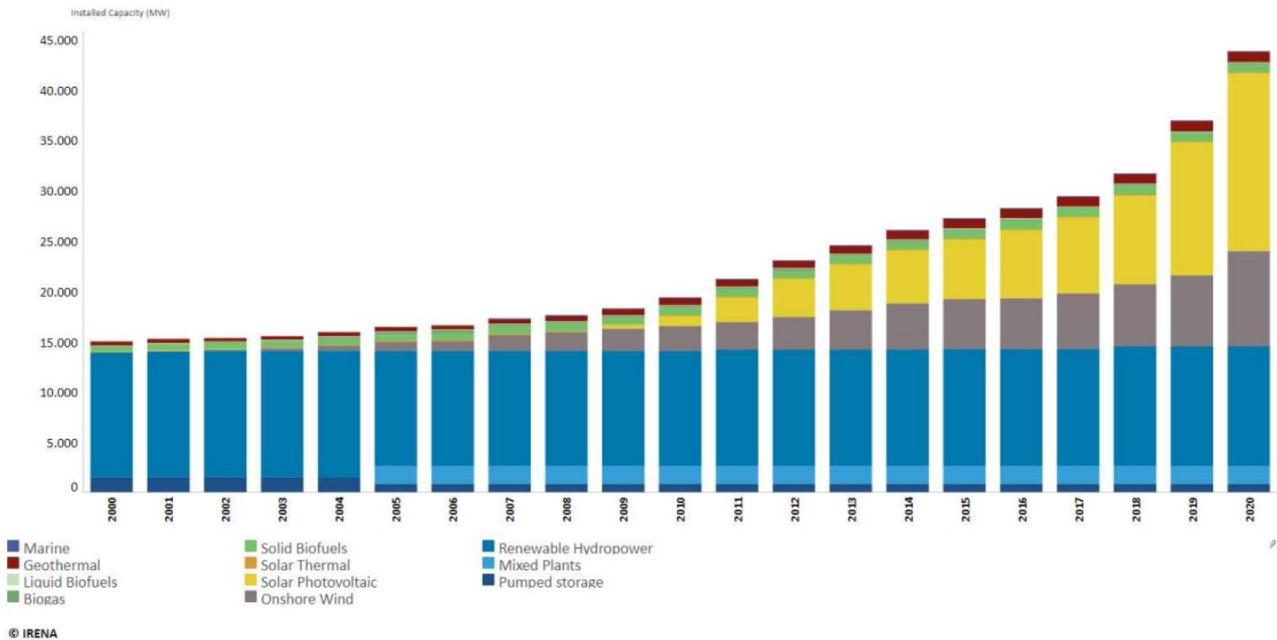


Grafico 10 – Crescita produzione singole fonti rinnovabili nel tempo

Come spiegato da Irena (International Renewable Energy Agency), affidarsi alle fonti rinnovabili porta con sé una serie di vantaggi e benefici in molti ambiti, tra cui:

- in ambito atmosferico la maggior parte delle energie rinnovabili (eolica, solare, idroelettrica) non producono inquinamento, mentre altre (geotermica, biomassa) inquinano con un tasso molto limitato.
- in ambito lavorativo forniscono milioni di posti di lavoro, grazie anche alla diminuzione dei costi, allo sviluppo tecnologico e alle politiche governative a sostegno delle rinnovabili
- in ambito energetico garantiscono l'accesso all'elettricità a milioni di persone che, con il solo utilizzo di combustibili fossili, non ne avrebbero. Questo è dovuto in particolare al fatto che la produzione di energia verde è decentralizzata, infatti le attività di sviluppo si svolgono anche localmente, non per forza in un centro urbano.

In termini economici, il recente progresso delle fonti rinnovabili è stato reso possibile anche grazie all'ingente riduzione dei costi di produzione. Come riportato da Irena "i prezzi dei moduli solari

fotovoltaici sono diminuiti circa del 90% dalla fine del 2009, mentre i prezzi delle turbine eoliche sono diminuiti del 55-60% dal 2010”. Un bilancio sulla situazione globale delle rinnovabili è stato fatto nel recente rapporto di **REN21**, l’organismo internazionale istituito dalle Nazioni Unite per incentivare le rinnovabili. E’ purtroppo emerso un enorme divario tra ciò che i governi dichiarano e ciò che realmente intraprendono per la transizione energetica. Tra le conclusioni tratte dal rapporto, si sono evidenziati i seguenti aspetti:

1. L’uso delle rinnovabili è aumentato quasi del 5% a livello mondiale dal 2009 al 2019 stabilendo la produzione record del 29% del totale a livello globale, ma questo dato è messo in ombra dal fatto che i combustibili fossili rimangono la fonte di energia dominante nel mondo.
2. Nonostante l’impegno al raggiungimento di obiettivi stabiliti da accordi internazionali, sono presenti incentivi e sussidi sei volte superiori per il combustibile fossile rispetto al rinnovabile. Questo porta inevitabilmente i governi a pensare al proprio profitto e non al bene comune.
3. Per la prima volta in assoluto, il numero di paesi con politiche di sostegno alle energie rinnovabili non è aumentato.
4. Passare alle energie rinnovabili non solo è necessario e possibile, ma anche conveniente. In molte aree delle principali potenze economiche mondiali (Cina, UE, India, Stati Uniti) è più economico costruire nuovi impianti eolici o solari piuttosto che alimentare centrali elettriche a carbone. Si parla infatti di un guadagno ambientale ed economico globale.
5. I progressi del mondo verso la neutralità climatica possono essere monitorati utilizzando le energie rinnovabili come indicatore. Secondo REN21 i governi devono spingere molto di più sulla produzione rinnovabile e la quota energetica “green” deve essere al centro dei target e dei processi decisionali mondiali, nazionali e locali.

Passando all’analisi della situazione europea, come riportato dall’articolo di Vittorio da Rold (Repubblica, 2022) “la quota del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili ha raggiunto il 22,1% nel 2020. Si tratta di 2 punti percentuali al di sopra del livello obiettivo per il 2020.” Anche a livello nazionale tutti i 26 stati membri hanno raggiunto gli obiettivi prefissati, ad eccezione della Francia. L’Italia è arrivata al 20,4% a fronte del 17% richiesto. Si tratta dunque di un significativo e speranzoso risultato a livello europeo, in vista della neutralità climatica prevista per il 2050. Nel seguente grafico (Grafico 11) si riassumono i consumi energetici per fonte in percentuale dei principali paesi UE nel 2019.

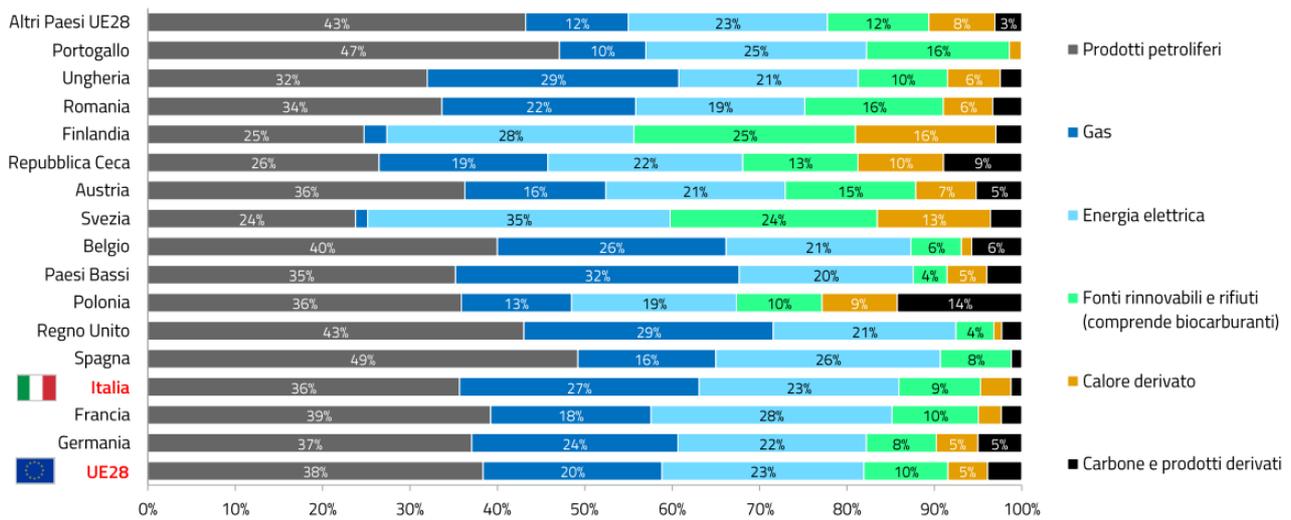


Grafico 11 - Distribuzione consumi energetici per fonte dei principali paesi UE (ISPRA)

Per quanto riguarda la situazione nazionale, i dati GSE del 2019 indicano una produzione energetica da fonti rinnovabili pari al 35,3%. Questo valore dovrà necessariamente aumentare, poiché si prevede una crescita del consumo energetico in Italia per lo sviluppo dell'elettrificazione in vari settori, in particolare nei trasporti. Nel successivo grafico (Grafico 12) si osserva la crescita della capacità di rinnovabili installata negli ultimi 20 anni in Italia.

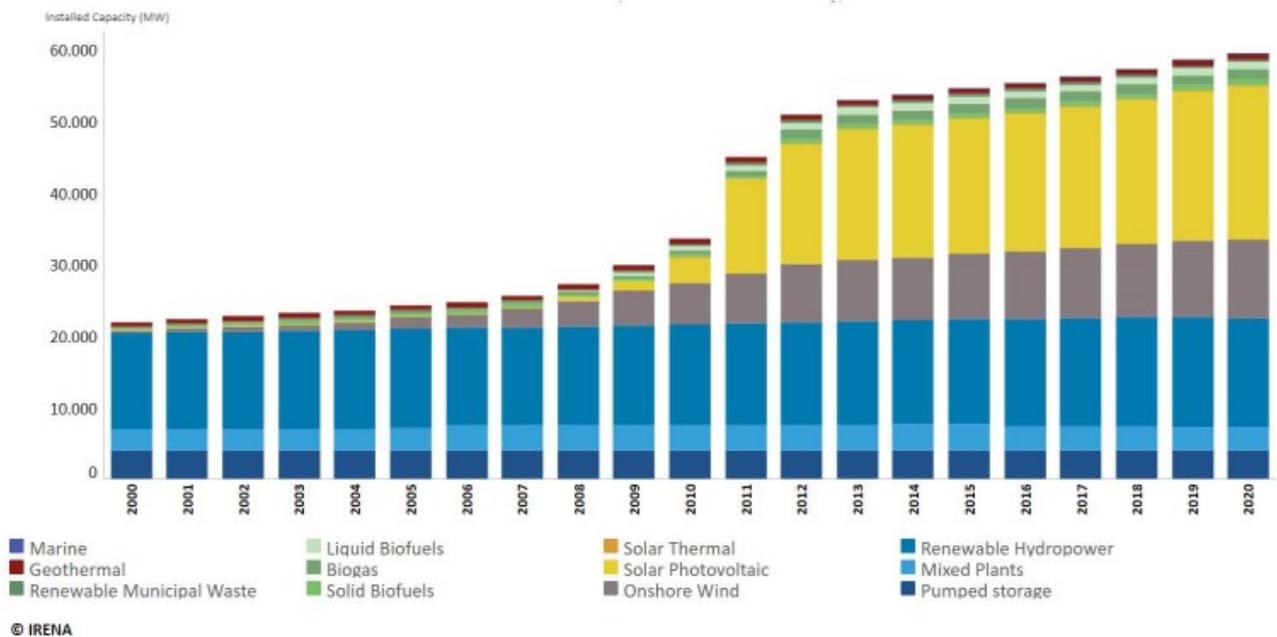
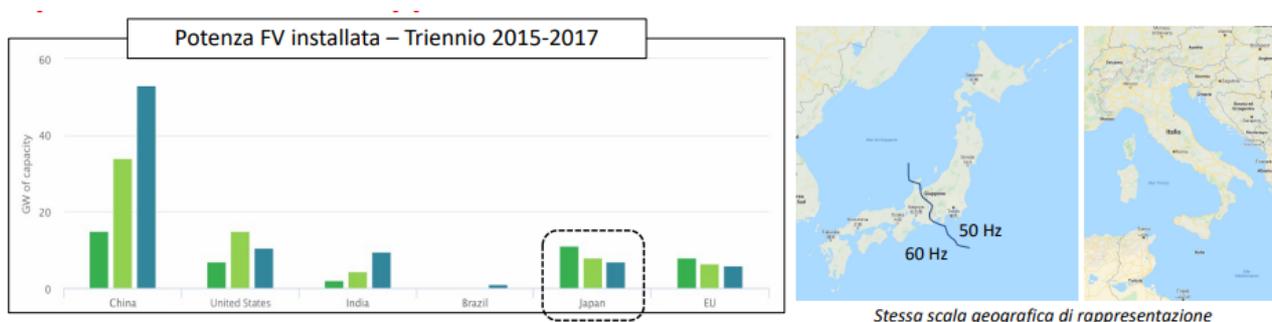


Grafico 12 - Crescita rinnovabili installate in Italia (IRENA)

Seguendo i target definiti dal PNIEC (30% dei consumi finali lordi di energia coperti da rinnovabili), anche incrementando la produzione di impianti fotovoltaici ed eolici saremmo comunque distanti dal raggiungimento della quota obiettivo per dei limiti di superfici disponibili. Basti pensare che per soddisfare il target PNIEC entro il 2030 sarebbe necessario produrre il 240% della quantità di impianti rinnovabili installati attualmente. E' chiaro che il percorso è complicato e già segnato, ma si può ancora arginare il problema. Questo si può fare incrementando la produzione attuale, in particolare risolvendo questioni che rallentano l'intero processo (tempi burocratici, superfici non disponibili, riduzione dei costi). Ci sono inoltre delle possibili alternative valide come l'Agrivoltaico, sviluppato nella sezione 3.2. Come riassunto in Figura 5, il caso del Giappone (per superficie e caratteristiche simile all'Italia) ci dimostra che un incremento energetico di tali dimensioni è possibile.



- Un caso studio di riferimento – **Giappone**
 - 120% della superficie italiana
 - 200% della popolazione italiana (interferenza sociale, spazi liberi)
 - Disponibilità solare media simile a Nord Italia
 - Ha una rete relativamente debole (due sotto-reti a 50-60 Hz)
 - Potenza fotovoltaica installata nel triennio 2015-2017 maggiore dell'intera Europa
 - **+42,7 GW nel quinquennio 2014-2018 (più del doppio del fotovoltaico complessivo italiano)**

Figura 5 - Incremento energetico Giappone

A livello internazionale, la produzione di *green energy* riguarda perlopiù energia solare, energia idroelettrica ed energia eolica, come raffigurato nel Grafico 10.

Nei seguenti grafici (Grafico 13, Grafico 14, Grafico 15) si osserva la crescita di produzione di queste fonti rinnovabili negli ultimi 10 anni.

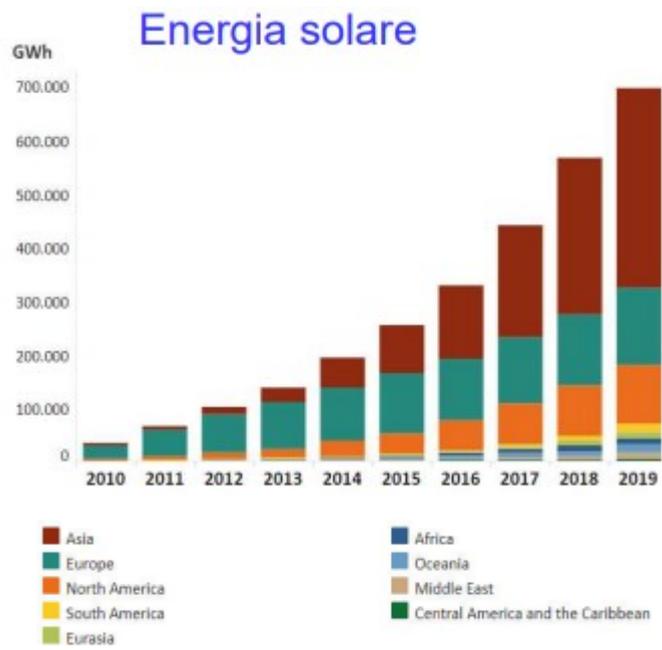


Grafico 13 - Crescita energia solare negli ultimi 10 anni

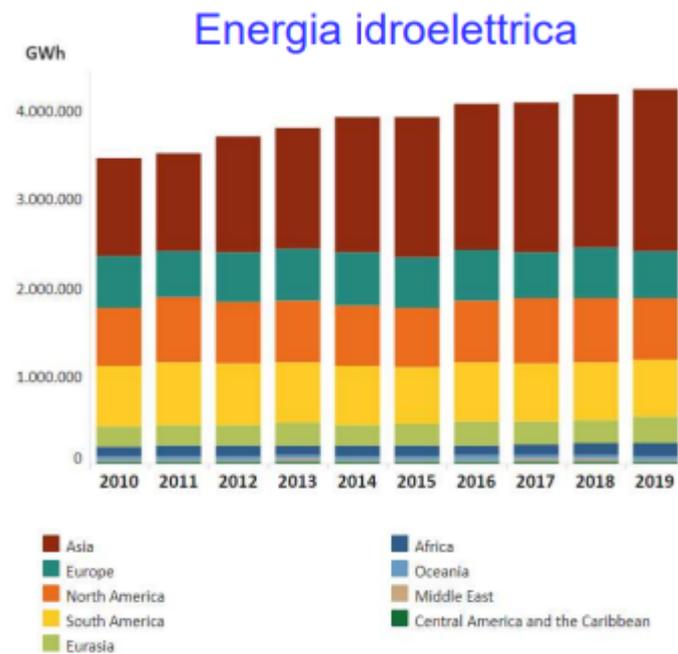


Grafico 14 - Crescita energia idroelettrica negli ultimi 10 anni

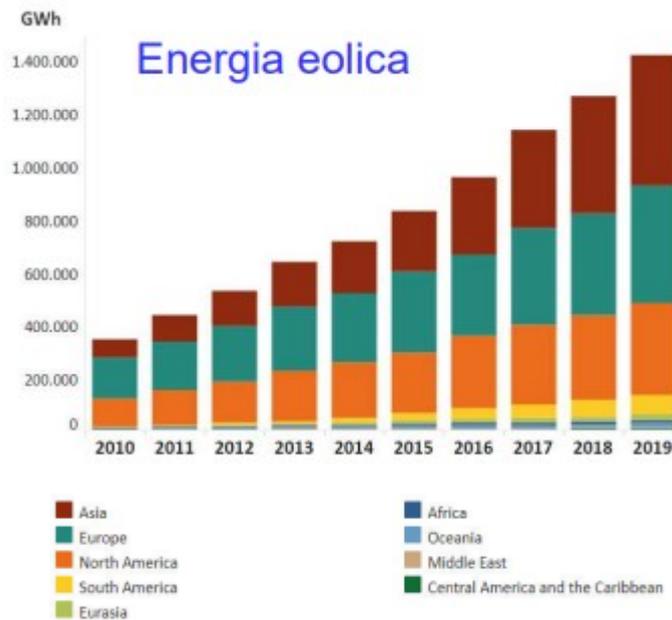


Grafico 15 - Crescita energia eolica negli ultimi 10 anni

Come si può osservare il processo di crescita negli ultimi anni è significativo per l'energia solare ed eolica, mentre l'energia idroelettrica ha avuto uno sviluppo anticipato. L'**energia solare** è un tipo di fonte rinnovabile che viene sfruttata grazie all'utilizzo di pannelli solari. Questi dispositivi catturano la radiazione solare per dare direttamente energia termica (si parla di conversione termica) oppure per eccitare materiali fotovoltaici, che tramite eccitazione di elettroni generano direttamente energia elettrica (si parla di fotoconversione). Il Silicio è il principale materiale utilizzato per la fotoconversione, grazie alle sue proprietà di semiconduttore che danno l'**effetto fotovoltaico** (separazione di cariche positive e negative in un materiale come risultato dell'eccitazione di elettroni). Gli impianti fotovoltaici sono ideali per la produzione e l'impiego di elettricità in siti remoti, nei quali risulterebbe difficile giungere con reti di distribuzione. Questa fonte rinnovabile presenta però degli aspetti negativi e certamente migliorabili, tra i quali si evidenziano:

- Notevole utilizzo di energia e rilascio CO₂ durante il processo di costruzione dei pannelli
- Tempi lunghi per ottenere permessi e realizzare impianti
- Problema dell'immagazzinamento di energia durante le ore notturne o di scarsa illuminazione
- Impatto paesaggistico

Come illustrato nel Grafico 14, l'**energia idroelettrica** non ha avuto un particolare incremento di produzione negli ultimi anni, infatti già nel 2010 costituiva l'80% dell'energia rinnovabile totale

prodotta globalmente. Questa fonte rinnovabile sfrutta l'energia dell'acqua in caduta (dighe, cascate) per azionare una turbina collegata a un alternatore, il quale produrrà energia elettrica. La costruzione di dighe comporta però diversi problemi ambientali, tra i quali:

- Allagamento di aree limitrofe
- Perdita della fauna ittica
- Eutrofizzazione dell'acqua dei bacini
- Impatto paesaggistico

L'**energia eolica** sfrutta invece l'energia del vento che investe una turbina eolica facendo ruotare le sue pale, generando corrente elettrica. L'energia prodotta è direttamente proporzionale alla velocità del vento e alla lunghezza delle pale. Questa tipologia di fonte rinnovabile è definita la più economica, inoltre può essere applicata in siti remoti sfruttando quindi luoghi più congeniali, come ad esempio le coste e le zone poco profonde in mare aperto. Tra gli aspetti negativi si incontrano:

- Intermittenza di funzionamento in caso di assenza di vento
- Necessità di linee di trasporto di energia prodotta a causa della distanza dei siti da centri urbani
- Problematiche ambientali per la realizzazione di alcuni siti (disboscamento)
- Modifica dell'habitat ecologico
- Pericolo per alcune specie di uccelli
- Inquinamento acustico dato dalla rotazione delle pale
- Impatto paesaggistico

3.2 L'agrivoltaico

3.2.1 Cosa è

Riassumendo quanto analizzato finora, è chiaro che è necessaria una svolta a livello globale per raggiungere gli obiettivi dettati dai trattati internazionali. Nel caso dell'Italia, gli studi effettuati evidenziano un bisogno di soluzioni alternative, dato che le attuali fonti rinnovabili non sono sufficienti al raggiungimento dei target PNIEC, nonostante l'impegno e lo sviluppo tecnologico crescente. In questa sezione introdurremo e spiegheremo l'**Agrivoltaico**, una possibile soluzione alla domanda di energia da fonti rinnovabili e alla limitata disponibilità di superficie su cui effettuare l'installazione di pannelli fotovoltaici con cui sfruttare l'energia solare.

Con il termine Agrivoltaico si fa riferimento all'interazione e alla coesistenza tra la produzione di energia solare e le pratiche agricole, al fine di massimizzare l'uso del suolo. In questi impianti, nel terreno destinato all'agricoltura (o allevamento) vengono montate delle strutture con installati i pannelli fotovoltaici a qualche metro di altezza. Questo permette di coltivare comunque il terreno sottostante sfruttando al meglio ogni superficie idonea, senza compromettere le tecniche agricole e il passaggio dei macchinari. L'opinione degli esperti del settore si divide tra sostenitori e oppositori. Alcune esperienze sperimentali effettuate dimostrano molti benefici dell'agrivoltaico, in particolare in termini di qualità del terreno, qualità del prodotto e consumi ridotti di acqua. La problematica principale riguarda invece lo scetticismo sulla possibilità di utilizzare in questo modo le superfici destinate all'agricoltura per la produzione di cibo o foraggi. Si mette dunque in discussione l'effettiva capacità di questa tecnologia di superare il trade-off tra produzione di cibo ed energia sfruttando i terreni agricoli. Come dichiarato infatti nelle *linee guida in materia di impianti agrivoltaici* rilasciate dal MITE (Ministero della Transizione Ecologica), “la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione”.

Un'altra questione che tende ad eclissare questa promettente pratica riguarda le limitazioni imposte dal Governo e dalle Regioni che, per tutelarsi da possibili impianti abusivi, da perdite economiche e da perdita di qualità paesaggistica, preferiscono limitare o impedire la realizzazione di parchi agrivoltaici.

Entrando più nello specifico, esistono varie tecniche e sistemi agrovoltaici, ognuno congeniale a una tipologia di coltura, sintetizzabili nelle seguenti soluzioni:

1. Sistemi per il pascolo e per le coltivazioni basse;
2. Sistemi sollevati da terra;
3. Serre fotovoltaiche;
4. Impianti galleggianti.

Le diverse soluzioni verranno ora presentate e descritte in maggior dettaglio.

Sistemi per il pascolo e per le coltivazioni agricole basse

Questa soluzione è adatta ad aziende zootecniche che hanno la necessità di avere aree destinate al pascolo. Il beneficio maggiore è dato dall'ombreggiamento degli impianti energetici che, oltre ad essere un riparo per gli animali, consentono di aumentare la produzione di fieno ed erba grazie al miglioramento dell'umidità del suolo. La corretta disposizione geometrica degli impianti fotovoltaici evita problematiche relative allo sfalcio dell'erba e alle lavorazioni del terreno. In Figura 6 viene presentato un esempio di disposizione di pannelli ottimale per il pascolo.

Questo sistema può essere utilizzato anche per le coltivazioni agricole basse come mostrato in Figura 7, andando a proteggere le piante da vento o grandine.



Figura 6 - Sistema agrivoltaico per il pascolo a Sant'Alberto, Ferrara



Figura 7 - Sistema fotovoltaico in coltivazioni agricole a terra, Ungheria

Sistemi sollevati da terra

In questa categoria si comprendono sia impianti fissi che con inseguitore, ovvero un dispositivo che permette di orientare i pannelli in modo ottimale rispetto ai raggi del Sole, per aumentare l'energia solare captata e dunque la resa effettiva. Un' ulteriore modalità può essere la disposizione verticale con pannelli bifacciali, come osservabile in Figura 8. Sono ottimali per aziende che coltivano piante di dimensioni maggiori, come i vigneti. L'altezza degli impianti permette il normale passaggio delle macchine operatrici senza intralciare le lavorazioni, oltre a un beneficio sia per gli agricoltori che per le piante in termini di esposizione al sole e alle alte temperature. Vedremo successivamente anche i benefici chimico-fisici del terreno dati dalla presenza dei pannelli fotovoltaici.



Figura 8 - Sistema fisso a disposizione verticale dei pannelli, Germania



Figura 9 - Sistema sollevato da terra, Francia

In Figura 9 abbiamo un esempio di sistema sollevato da terra.

Serre fotovoltaiche

Vengono considerati impianti agrivoltaici anche le serre con copertura sostituita con pannelli fotovoltaici. Tra i benefici dati dalla presenza dei pannelli, si evidenzia un minor irraggiamento solare che porta a un esito positivo delle coltivazioni. Questo diminuisce però l'effetto serra, con delle conseguenti esigenze di riscaldamento della serra. Un esempio di serre fotovoltaiche è visibile in Figura 10.



Figura 10 - Serra fotovoltaica a Sorgà, Verona

Impianti galleggianti

Questa particolare forma di agrivoltaico riguarda gli specchi d'acqua con copertura di pannelli fotovoltaici. Si usano in bacini destinati all'acquacoltura o al consumo umano. Il beneficio principale di questi sistemi riguarda la riduzione dell'evaporazione dell'acqua fino all'80%. Si ha dunque un risparmio idrico importante, proporzionale alla percentuale di superficie coperta. L'impianto galleggiante più grande al mondo è stato realizzato in Cina (Figura 11).



Figura 11 - Impianto galleggiante in Cina

3.2.2 Elementi positivi e negativi

Analizziamo ora i principali aspetti positivi e negativi dell’Agrivoltaico, valutati a mezzo di studi sperimentali effettuati in varie parti del mondo, Italia compresa.

Argomenti a favore dell’Agrivoltaico

- Funzione di protezione da eventi atmosferici intensi, come pioggia, neve, venti o grandine.
- Utilizzo dell’energia prodotta per alimentare l’azienda in questione, con conseguente beneficio per l’attività. Come riportate dal MISE “l’autoconsumo dell’energia prodotta tramite l’impianto agrivoltaico si configura pertanto come uno strumento di efficienza aziendale”.
- Beneficio per gli animali dato dalle installazioni, che rappresentano una zona d’ombra e di riparo.
- Riduzione della perdita d’acqua e degli apporti idrici, grazie alla minor evapotraspirazione e al miglioramento dell’umidità del suolo connessa alle fasce d’ombra dei pannelli. In generale, **minor spreco di acqua**.

- Abbassamento della temperatura media nell'area sottostante all'impianto, con benefici per le piante (soffrono meno il caldo) e per la salute dei lavoratori.
- Utilizzo delle strutture come sostegno per le coltivazioni "rampicanti" (frutteti, leguminose).
- Necessità di utilizzare la superficie agricola per avere una produzione di green energy tale da raggiungere gli obiettivi europei. Attualmente l'Agrivoltaico rappresenta una delle ultime "scialuppe di salvataggio".
- L'utilizzo dei pannelli fotovoltaici ha raggiunto un livello tecnologico che assicura affidabilità e produttività, oltre a una notevole diminuzione dei costi di produzione e installazione.
- La struttura impermeabile dei pannelli fotovoltaici può essere sfruttata per accumulare l'acqua piovana e l'acqua di rugiada, con opportuni sistemi di raccolta. In questo modo si evitano fenomeni di erosione, ristagno e allagamento del suolo e si ha acqua disponibile per le esigenze della coltivazione.

Argomenti a sfavore dell'Agrivoltaico

- **Impatto paesaggistico.** Come andremo a studiare nel capitolo 4, l'applicazione di impianti di una certa dimensione ha un impatto sul paesaggio più o meno gravoso. Ogni soggetto valuterà se la priorità è la necessità di produrre energia pulita o mantenere incontaminata una determinata area agricola. Vi è inoltre, per legge, l'impossibilità di realizzare impianti fotovoltaici in aree di pregio naturalistico, paesaggistico e in aree protette. Questo riduce il territorio disponibile, ma è anche un aspetto positivo in quanto preserva luoghi pregiati e rappresentativi.
- Tempi lunghi legati a **questioni burocratiche**, in particolare per avere i permessi necessari per l'installazione degli impianti.
- **Limitazioni della varietà dei prodotti coltivabili.** L'applicazione degli impianti può creare infatti una condizione climatica omogenea nell'area interessata in termini di temperatura, ore di luce, intensità di luce ecc. Questo è limitante nel caso in cui ci siano differenti colture, dato che ognuna necessita di parametri differenti per avere una produzione ottimale. In merito a questa problematica è stato fatto un approfondimento nel paragrafo 3.2.4.
- Trade-off tra la produzione alimentare e la produzione di energia. Bisogna infatti fare un bilancio per capire quanto si perde in termini di produzione alimentare per dedicare spazio e

tempo all'impianto fotovoltaico. La domanda che molti esperti si pongono è "Quanto raccolto avrei in più se, in un'area allestita con pannelli, questi non ci fossero?"

- Impossibilità di realizzare impianti fotovoltaici in aree di pregio naturalistico, paesaggistico e in aree protette. Questo riduce il territorio disponibile, ma è anche un aspetto positivo in quanto preserva luoghi pregiati e rappresentativi.

Proviamo ora ad analizzare le motivazioni, dati alla mano, per cui l'agrivoltaico può presentare una soluzione soprattutto per quanto riguarda la mancanza di territorio alternativo a quello agricolo sul quale installare gli impianti fotovoltaici. Secondo alcuni studi effettuati, per il soddisfacimento degli obiettivi posti dal PNIEC in Italia, sarebbe necessario produrre annualmente 32,2 GW. Ipotizzando l'utilizzo delle tecnologie più efficienti, questo dato si raggiungerebbe con una superficie coperta da pannelli fotovoltaici pari a 260 km², ovvero meno dello 0,09% della superficie italiana (approssimativamente un'area equivalente a tre volte il comune di Padova). E' da considerare un valore eccessivo? Tale quesito verrà posto nel questionario descritto nel capitolo 4, in modo da avere un'opinione direttamente dai cittadini.

Passando alla diffusione dell'agrivoltaico, in Italia, la principale iniziativa è **Agrivoltaico Sostenibile**. Essa nasce da un progetto di ENEA in collaborazione con ETA – Florence Renewable Energies, con lo scopo di "creare una rete nazionale atta a promuovere conoscenze e scambio di buone pratiche per lo sviluppo e la diffusione dei sistemi agrivoltaici" (Agrivoltaico Sostenibile). Una significativa conclusione tratta dal progetto afferma che *"Se solo lo 0,32% dei terreni agricoli italiani fosse coperto da impianti solari, il 50% degli obiettivi PNIEC sarebbe soddisfatto"*. Come riportato da Andrea Balocchi nell'articolo "Fotovoltaico in natura", gli esperimenti effettuati in Italia evidenziano i benefici portati dall'interazione tra produzione energetica e produzione alimentare.

3.2.3 Esperienze pilota

La prima esperienza ha riguardato "Le GREENHOUSE". Esso stesso cita "Le Greenhouse è il primo Consorzio di aziende specializzate nella coltivazione in ambiente agrofotovoltaico. I primi impianti agricoli in ambiente fotovoltaico sono stati realizzati sulla costa tirrenica calabrese nel 2011 e sulla costa ionica. Nel 2018 il progetto è stato replicato in Umbria e successivamente nel 2019 in Sardegna. Ad oggi la continua sperimentazione ed il costante monitoraggio consentono di registrare dati importanti in termini di sostenibilità, esortando Le Greenhouse ad un crescente impegno nel connubio vincente tra generazione di energia elettrica e produzione agricola su tutto il territorio italiano". Un primo importante beneficio verificato riguarda il risparmio d'acqua, grazie ai minori apporti necessari

data la presenza dei pannelli. Inoltre si è notato un miglioramento in termini di qualità dei limoni, con risultati superiori agli standard qualitativi richiesti dai disciplinari di produzione.

Un'altra iniziativa agrivoltaica avviata è il progetto Fattoria Solare La Petrosa, nei pressi di Cosenza. Nel dettaglio, l'articolo sopra citato spiega "il progetto prevede il miglioramento fondiario del terreno tramite l'implementazione di un piano agronomico integrato con strutture fotovoltaiche, che prevede la coltivazione di piante officinali, ottimali per la sopravvivenza e permanenza in loco degli insetti pronubi, quelli che trasportano il polline da un fiore all'altro permettendo l'impollinazione".

Un progetto basato invece sull'allevamento è stato sviluppato a Oristano. Esso ha testimoniato il beneficio per gli animali dato dall'interazione tra biologia e tecnologia grazie all'ombreggiatura creata dagli impianti fotovoltaici, che mitiga il clima e protegge da eventi atmosferici intensi.

Passando in scala europea, non mancano i progetti ambiziosi che si basano sulla previsione di una futura diffusione dell'agrivoltaico. Il primo piano che si sta realizzando in Francia è il progetto Horizeo, che vede protagonisti tre pilastri dell'energia francese: Engie, Neoen e RTE. Si pensa di costruire quello che sarebbe l'impianto fotovoltaico più grande d'Europa, con un investimento da un miliardo di euro. "Il piano contempla la possibilità di integrare 1 GW di energia solare con 40 MW di energy storage, un impianto a idrogeno, un'azienda ortofrutticola e un data center." Una parte dell'area del progetto sarà destinata all'integrazione tra produzione di energia solare e agricoltura.

Un altro grande progetto iniziato in Germania è il "APV-Obstbau", che vede impegnati colossi come BayWa r.e. e il Fraunhofer ISE. In questo impianto agrivoltaico si coltivano mele (Figura 12), con il fine di garantire la produzione di frutta sicura e sostenibile, producendo anche energia solare. Inoltre un altro obiettivo del progetto è dimostrare i vantaggi economici per gli agricoltori, in particolare per i minori investimenti per la protezione delle colture.



Figura 12 - Impianto agrivoltaico in Germania

Anche su scala mondiale troviamo progetti che puntano sull'Agrivoltaico. Un recente studio della Oregon State University stima che convertendo solo l'1% dei territori agricoli americani con sistemi agrivoltaici, si raggiungerebbero gli obiettivi di produzione di energia rinnovabile del paese. Senza contare il risparmio d'acqua che ne conseguirebbe. Lo sviluppo dell'Agrivoltaico è osservabile anche in Cina, Giappone e Corea del Sud, con progetti e impianti realizzati già da anni e con recenti leggi che facilitano la realizzazione di essi. Nonostante la diffusione, lo sviluppo e i risultati rassicuranti ottenuti dagli studi sull'agrivoltaico, persistono limitazioni e problematiche legate a una legge in particolare che va a regolare l'adozione di impianti. A tal proposito, in Italia l'1 Marzo 2022 è stato emanato il decreto legge numero 17 relativo alle misure per il contenimento del gas e dell'energia elettrica. Nel documento si è parlato anche di agrivoltaico, purtroppo con conclusioni sconfortanti. Come riportato nell'articolo di Luca Fraioli di "La Repubblica" del 17 Marzo 2022, il decreto prevede che "le aziende agricole interessate a impiantare pannelli, potranno ricevere i relativi incentivi statali a patto che la superficie aziendale coinvolta non ecceda il 10 per cento del totale". Tale norma non impedisce la realizzazione di impianti più estesi del 10 per cento del totale, ma ovviamente influenza i privati rendendo economicamente conveniente restare nel limite stabilito, avvalendosi degli

incentivi. Il decreto legge 17 con tutta probabilità provocherà una brusca frenata e rinuncia all'agrivoltaico da parte di molti privati. Sull'argomento si sono espressi diversi esperti e rappresentanti dei principali enti del settore. Franco Miglietta, dirigente di ricerca del CNR (Consiglio nazionale delle ricerche), ha dichiarato: "Due settimane fa il governo ha approvato un decreto che potrebbe uccidere il fotovoltaico e l'agrivoltaico italiano. Un vero killer della transizione ecologica. In tal modo si scoraggiano le piccole aziende agricole, quelle con pochi ettari o poche decine di ettari. Se ho dieci ettari totali e posso mettere pannelli solo su un ettaro non troverò nessuna azienda pronta a investirci, perché ci sono costi fissi (per esempio l'allaccio alla rete elettrica, *ndr*) che si abbattano solo con una economia di scala".

Un'ulteriore critica verso tale decreto è stata mossa da Stefano Ciafani, presidente di Legambiente, una delle principali associazioni per la tutela dell'ambiente. "Il limite del 10% rischia in realtà di affossare totalmente l'agrivoltaico, che invece è la soluzione ideale per conciliare coltivazioni e produzione di energia. Il decreto finirà per penalizzare le aziende agricole medio-piccole e non risolve il problema degli impianti fotovoltaici a terra, perché potranno essere comunque costruiti, senza incentivi, anche sul 100% del terreno". Per Legambiente è inoltre arrivato il momento di rivedere le linee guida per l'autorizzazione degli impianti da fonti rinnovabili e fissare nuove regole capaci di tutelare il paesaggio, il suolo e la biodiversità, e di spingere il modello agrivoltaico attraverso specifiche procedure e incentivi.

A favore dell'Agrivoltaico troviamo anche Confagricoltura, la più antica organizzazione di tutela e rappresentanza delle imprese agricole, fortemente convinta che tale sinergia tra produzione agricola ed energetica provochi una serie di benefici, oltre che al recupero di aree abbandonate o incolte (Confagricoltura, 2021).

A sostegno del decreto si schiera invece solamente Coldiretti, la principale organizzazione degli imprenditori agricoli, che ha fortemente spinto per il comma in questione. Non è infatti una novità la contrarietà del suo presidente Ettore Prandini all'interazione fotovoltaico e agricoltura. Egli sostiene infatti che "La terra non è un bene replicabile; occuparla con i pannelli fotovoltaici equivale a cancellare il cibo del nostro territorio dalle tavole degli italiani". Anche Coldiretti appoggia comunque l'energia rinnovabile, purché tale sviluppo non danneggi l'attività agricola e non contrasti la salvaguardia dell'ambiente, del suolo agricolo e del paesaggio.

3.2.4 Quadro normativo e requisiti degli impianti agrivoltaici

In questa sezione approfondiamo alcuni aspetti relativi al quadro normativo e ai requisiti degli impianti agrivoltaici, secondo quanto riportato dal documento realizzato dal MITE *Linee guida in materia di impianti agrivoltaici*. Innanzitutto un impianto può variare in base a:

- Distribuzione in pianta dei moduli
- Altezza dei moduli da terra
- Sistemi di supporto dei moduli
- Tecnologie fotovoltaiche impiegate

Ogni impianto fotovoltaico presenta un proprio **pattern tridimensionale**, caratterizzato dalla distribuzione spaziale, dalla densità dei moduli in pianta e dall'altezza minima da terra. Il pattern di un impianto corrisponde, in generale, a una progettazione nella quale le file dei moduli sono orientate secondo la direzione est-ovest e i moduli sono rivolti a sud, con un angolo di inclinazione al suolo pari alla latitudine meno una decina di gradi. Inoltre le file sono disposte in modo da non ombreggiarsi a vicenda, se non per un numero limitato di ore. Queste disposizioni “preimpostate” vengono modificate per eventualmente non ostacolare le attività agricole o la crescita delle piante. In generale, in base a esigenze od ostacoli territoriali, un sistema agrivoltaico può essere costituito da un'unica “tessera” o da un insieme di “tessere”, come mostrato in Figura 13.



Figura 13 – Sistema agrivoltaico a un'unica tessera o a insieme di tessere (ENEA)

Nel suddetto documento è stato riportato uno studio effettuato in Germania in merito al comportamento delle differenti colture sottoposte alla riduzione di radiazione luminosa per la presenza dei pannelli fotovoltaici. Questo ha permesso di classificarle in:

- “Colture non adatte”. Hanno un elevato fabbisogno di luce, anche modeste coperture determinano una forte riduzione della resa. (Frumento, mais, girasole)
- “Colture poco adatte”. (Cavolfiore, barbabietola)

- “Colture adatte”. Una copertura moderata non ha quasi effetto sulle rese. (Orzo, avena, carote)
- “Colture mediamente adatte”. (Cipolle, fagioli)
- “Colture molto adatte”. L’ombreggiatura ha effetti favorevoli sulla resa. (Patata, insalata)

Tali aspetti sono di fondamentale importanza per un’azienda che, in base al proprio prodotto, dovrà tenerne conto prima di avviare un impianto agrivoltaico.

Troviamo poi una sezione dedicata ai requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati. Come riportato nel testo delle linee guida (MITE, 2022) presentiamo i seguenti requisiti:

- **“Requisito A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l’integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **Requisito B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell’attività agricola e pastorale;
- **Requisito C:** L’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **Requisito D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l’impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **Requisito E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.”

Infine viene fatta una classificazione in merito ai possibili soggetti che “meglio si adattano a realizzare la produzione combinata di energia e prodotti agricoli”:

- **“Soggetto A:** Impresa agricola che realizza il progetto al fine di contenere i propri costi di produzione, utilizzando terreni agricoli di proprietà.
- **Soggetto B:** Associazione Temporanea di Imprese (ATI), formata da imprese del settore energia e da una o più imprese agricole che, mediante specifico accordo, mettono a disposizione i propri terreni per la realizzazione dell’impianto agrivoltaico. Le imprese

agricole saranno interessate a utilizzare quota parte dell'energia elettrica prodotta per i propri cicli produttivi agricoli, anche tramite realizzazione di comunità energetiche.”

4 Lo studio delle preferenze del consumatore in merito all'utilizzo dell'agrivoltaico in Veneto

4.1 Introduzione

L'indagine svolta è strutturata tramite un questionario di ricerca, compilato dai rispondenti in base alle proprie conoscenze, abitudini e preferenze. Lo scopo principale del questionario è quello di rispondere alle domande di ricerca elencate nel paragrafo 1. La raccolta dei dati ottenuti è avvenuta tramite il software Google Moduli, che permette anche di analizzare i dati con Microsoft Excel per agevolare l'elaborazione delle varie risposte. Il questionario è stato diffuso tramite social network e segue la tecnica di campionamento “*snowball sampling*”, ovvero a palla di neve. Il concetto è che ogni rispondente condivide a sua volta il documento, in modo da aumentare il numero di compilazioni, proprio come una palla di neve che si ingrandisce rotolando.

4.2 Il questionario

Il questionario si articola di 7 sezioni principali, contenenti domande a risposta multipla. Inoltre sono state inserite definizioni e informazioni utili per favorire la comprensione dell'argomento. Analizzando nel dettaglio le macro-sezioni, il documento è così sviluppato:

- 1. Sezione introduttiva.**

Presenta le informazioni principali del questionario che si andrà a compilare.

- 2. Riscaldamento climatico globale.**

In questa sezione si è chiesto ai cittadini quanto sono a conoscenza dell'emergenza climatica attuale e quanto ritengono importante la salvaguardia del Pianeta, proponendo inoltre la Figura 1 per evidenziare i potenziali effetti del riscaldamento climatico.

- 3. Conoscenza in merito a diverse fonti energetiche e riscaldamento climatico.**

In questa sezione si è chiesto ai cittadini quanto conoscono le principali fonti energetiche, quanto ognuna di esse contribuisce al riscaldamento climatico e su quali bisognerebbe investire maggiormente in futuro.

- 4. Contributo del cittadino alla riduzione del cambiamento climatico.**

In questa sezione si è chiesto ai rispondenti qual è il loro contributo alla causa ambientale, sia in termini morali che in base alle loro abitudini quotidiane (sprechi energetici, alimentari, raccolta differenziata...).

5. Conoscenze del consumatore in merito all'agrivoltaico.

In questa sezione si è introdotta la soluzione dell'Agrivoltaico, riportando la definizione e i principali aspetti positivi e negativi, andando poi a capire qual è la prima impressione dei cittadini a riguardo e quali sono, secondo loro, le principali problematiche che si possono incontrare.

6. Impatto paesaggistico.

In questa sezione, che rappresenta il cuore dell'attività, si è dapprima introdotto il concetto di impatto paesaggistico, proponendo poi una serie di immagini di impianti agrivoltaici con annessa opinione dei cittadini a riguardo. Si è chiesto poi come reagirebbero i rispondenti alla realizzazione di un impianto nei pressi della loro abitazione (riferimento alla teoria NIMBY). Successivamente sono state date delle informazioni riguardo alla superficie che sarebbe necessaria per soddisfare gli obiettivi nazionali. Infine, al netto di tutte le informazioni date, si è chiesta un'opinione finale sulla soluzione dell'Agrivoltaico e quali possono essere delle eventuali condizioni per realizzarlo.

7. Caratteristiche socio demografiche del consumatore.

In questa sezione si chiedono al cittadino informazioni generiche, dalle quali è interessante realizzare l'analisi dei dati soprattutto in base a età, titolo di studio e professione.

4.3 Risultati

Sono state raccolte 211 risposte nel periodo compreso tra il 2 e il 15 Agosto 2022. I risultati ottenuti sono stati i seguenti.

4.3.1 Caratteristiche socio-economiche del campione

Genere
211 risposte

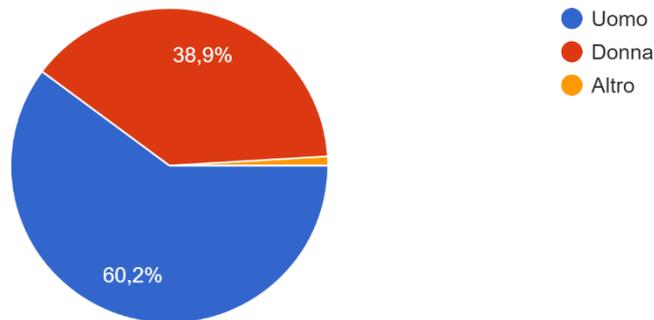


Grafico 16 – Genere

Come illustrato nel Grafico 16, il questionario presenta una maggioranza maschile, in particolare hanno risposto 127 uomini e 82 donne.

Età
211 risposte

Età	N.	%
1. <18 anni	1	0,5%
2. 18-25 anni	125	59,2%
3. 26-35 anni	18	8,5%
4. 36-45 anni	6	2,8%
5. 46-55 anni	19	9,0%
6. 56-65 anni	37	17,5%
7. >65 anni	5	2,4%
Totale complessivo	211	100%

Tabella 2 – Età

I dati in Tabella 2 evidenziano una netta maggioranza di rispondenti di età compresa tra i 18 e i 25 anni, segue l'intervallo 56-65 anni. A seguire troviamo le altre fasce d'età in percentuale minore, come illustrato in Tabella 2.

Titolo di studio

211 risposte

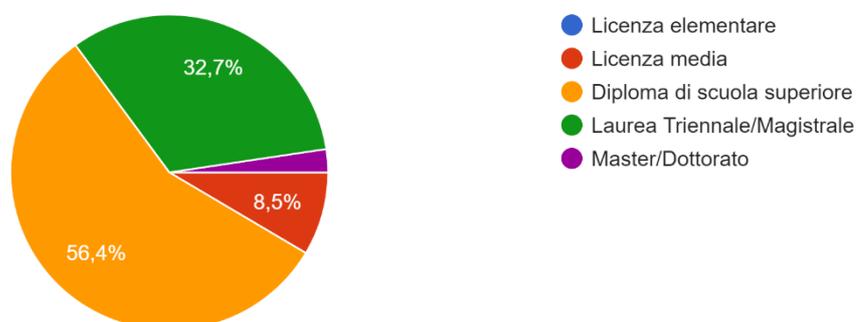


Grafico 17 – Titolo di studio

Nel Grafico 17 vengono illustrate le percentuali relative al titolo di studio dei rispondenti, con una netta maggioranza di diplomati nella scuola superiore (119 rispondenti, 56,4%), a seguire una buona presenza di laureati (69 rispondenti) e poi una minoranza di cittadini che hanno conseguito la licenza media oppure un master o dottorato.

Professione

211 risposte

Professione	N.	%
Studente	82	38,9%
Impiegato/a	65	30,8%
Operaio/a	17	8,1%
Pensionato/a	15	7,1%
Libero/a professionista	10	4,7%
Casalingo/a	8	3,8%
Dirigente	4	1,9%
Disoccupato/a	4	1,9%
Imprenditore	2	0,9%
Dottorando	1	0,5%
Forze dell'ordine	1	0,5%
Gestore qualità aziendale	1	0,5%
ricercatore	1	0,5%
Totale complessivo	211	100%

Tabella 3 – Professione

In Tabella 3 si mostrano le risposte in merito alla professione dei cittadini, con una partecipazione significativa da parte di studenti e impiegati. Troviamo poi una minoranza di operai, pensionati, liberi professionisti e casalinghi.

Come classificherebbe gli standard di vita del suo nucleo familiare?

211 risposte

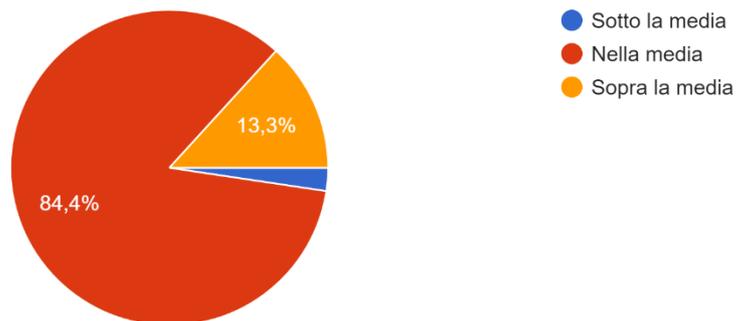


Grafico 18 – Standard di vita

Nel Grafico 18 osserviamo l'84,4% di rispondenti con uno standard di vita nella media (178 risposte), il 13,3% con uno standard di vita sopra la media (28 risposte) e solamente il 2,3% (5 risposte) sotto la media.

E' iscritto ad associazioni ambientaliste?(WWF, Greenpeace, CAI, FAI ecc)

211 risposte

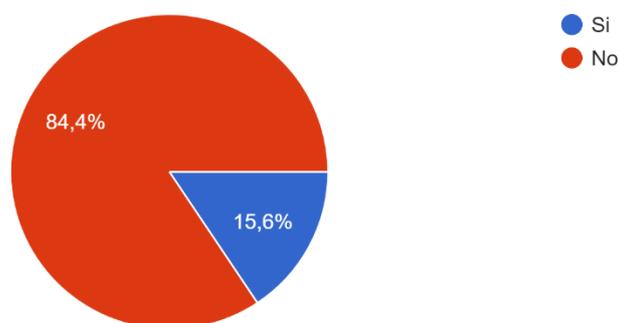


Grafico 19 – Associazioni ambientaliste

Nel Grafico 19 si mostrano le percentuali relative alla partecipazione dei cittadini ad associazioni ambientali, con ben 33 risposte (15,6%) affermative.

Regione di residenza

211 risposte

Regione	N.	%
Veneto	199	94,3%
Friuli Venezia Giulia	3	1,4%
Trentino Alto Adige	2	0,9%
Marche	2	0,9%
Umbria	2	0,9%
Emilia Romagna	1	0,5%
Lazio	1	0,5%
Sicilia	1	0,5%
Totale complessivo	211	100%

Tabella 4 – Regione di residenza

Nella Tabella 4 si illustrano le risposte relative alle regioni di residenza dei rispondenti. Come ci si aspettava, il 94% (199 risposte) dei cittadini risiede in Veneto.

4.3.2 Conoscenza dell'emergenza climatica e delle principali fonti rinnovabili

Secondo lei la temperatura atmosferica a livello globale sta aumentando? (ovvero stiamo assistendo ad un innalzamento della temperatura media)

211 risposte

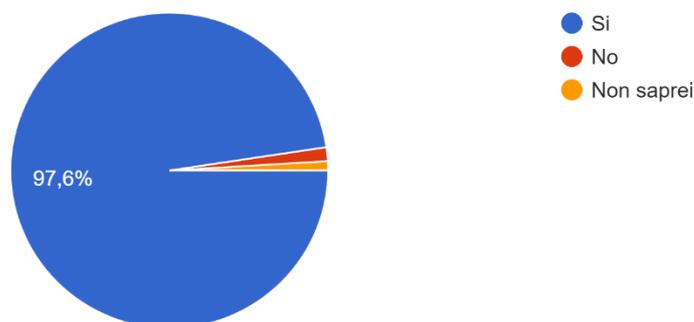


Grafico 20 – La temperatura a livello globale sta aumentando?

Nel Grafico 20 osserviamo che ben 206 rispondenti (97,6%) sono consapevoli dell'innalzamento della temperatura media mondiale in corso.

Quanto ritiene importante la salvaguardia del Pianeta e delle generazioni future?

211 risposte

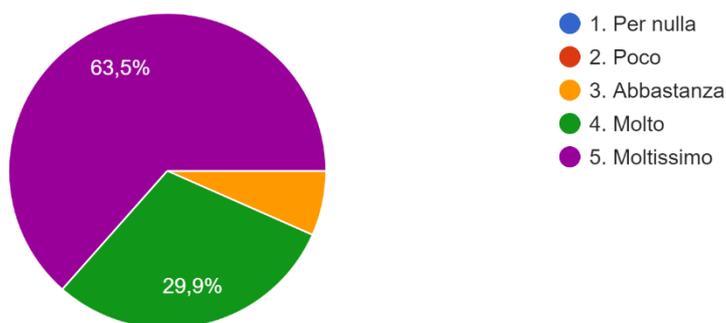


Grafico 21 – Importanza salvaguardia del Pianeta

Il Grafico 21 mostra dei dati significativi in merito all'importanza della salvaguardia del Pianeta e delle generazioni future, infatti nessun cittadino ha risposto “Per nulla” o “poco”. Troviamo invece una maggioranza di persone estremamente interessate al problema (134 risposte a “moltissimo”), seguita da 63 persone che hanno scelto l’opzione “molto”, mentre solo 14 persone hanno scelto “abbastanza”.

Come definirebbe l'attuale situazione climatica globale?

211 risposte

Situazione climatica globale	Media	N.	%
1. Irrecuperabile		29	13,7%
2. A rischio		174	82,5%
3. Sotto controllo		6	2,8%
4. Buona		2	0,9%
5. Ottima		0	0,0%
Totale complessivo	1,91	211	100,0%

Tabella 5 – Situazione climatica globale

Nella Tabella 5 si elencano le risposte relative alla situazione climatica globale secondo i cittadini. La maggioranza ha una visione pessimistica in merito alla situazione climatica e la definisce “A

rischio” e “Irrecuperabile” e solo una minoranza la considera “Sotto controllo” o “Buona”. Non ci sono risposte per “Ottima”. La media dei punteggi è pari a 1,91 (1 = irrecuperabile; 5 = ottima).

Sapendo che, senza un intervento di riduzione delle emissioni di gas serra, la temperatura aumenterà di 1,5°C tra il 2030 e il 2050, come valuta la situazione climatica attuale?

211 risposte

Situazione climatica globale	Media	N.	%
1. Irrecuperabile		41	19,4%
2. A rischio		164	77,7%
3. Sotto controllo		5	2,4%
4. Buona		1	0,5%
5. Ottima		0	0,0%
Totale complessivo	1,84	211	100,0%

Tabella 6 – Situazione climatica globale con immagine

Nella Tabella 6 si presenta la stessa domanda della Tabella 5, ma la risposta è stata data dopo aver mostrato ai cittadini la Figura 1, nella quale si evidenzia l’effetto del riscaldamento climatico sull’innalzamento del livello del mare, in particolare proprio in Veneto. E’ interessante, in questa sequenza di domande simili, osservare come variano le risposte dopo aver ricevuto delle informazioni a riguardo. Come da aspettative, il numero di risposte per “Irrecuperabile” è aumentato da 29 a 41 e la media è scesa da 1,91 a **1,84**.

Andiamo ora ad analizzare le opinioni dei cittadini in merito al contributo di ogni fonte energetica al cambiamento climatico. E’ necessario fare una premessa a proposito: nonostante le zero emissioni della maggior parte delle fonti rinnovabili **durante il loro funzionamento**, bisogna però introdurre il concetto di *carbon management*, ovvero l’insieme dei processi che comportano emissioni di gas serra nell’intero ciclo di vita di un qualsiasi prodotto (Aequilibria, 2020). Tra i principali troviamo: l’estrazione delle materie prime, il loro trasporto, la produzione dei beni, la logistica, la fase d’uso e il fine vita. Perciò è corretto ricordare che, considerando l’intero ciclo vitale che porta all’utilizzo finale di un bene, ci sono comunque delle emissioni di gas serra dovute a tutti i processi che lo precedono.

Quanto ritiene che le seguenti fonti energetiche contribuiscano al cambiamento climatico, ovvero ad un innalzamento della temperatura atmosferica media?

Contributo	Carbone		Gas naturale		Petrolio		Nucleare		Solare/Fotovoltaico		Idroelettrico		Eolico		Biomasse		Idrogeno	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
1. Per nulla	4	2%	11	5%	3	1%	33	16%	112	53%	109	52%	135	64%	15	7%	62	29%
2. Poco	15	7%	60	28%	8	4%	77	36%	80	38%	88	42%	67	32%	80	38%	92	44%
3. Abbastanza	46	22%	69	33%	43	20%	44	21%	14	7%	10	5%	5	2%	85	40%	47	22%
4. Molto	71	34%	56	27%	74	35%	28	13%	2	1%	1	0%	1	0%	26	12%	6	3%
5. Moltissimo	75	36%	15	7%	83	39%	29	14%	3	1%	3	1%	3	1%	5	2%	4	2%
Media	3,94		3,02		4,07		2,73		1,6		1,58		1,44		2,65		2,52	

Tabella 7 – Confronto contributi fonti energetiche

Nella Tabella 7 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al contributo dato da ogni fonte energetica al cambiamento climatico. In merito ai combustibili fossili (carbone, gas naturale e petrolio), i rispondenti ritengono correttamente che il contributo di questi sia elevato. Le medie calcolate in una scala da 1 a 5 sono infatti rispettivamente 3,94, 3,02 e 4,07. Confrontando i valori ottenuti con i dati della Tabella 8 possiamo notare che i cittadini considerano, correttamente, il carbone più impattante del gas naturale, mentre la media del petrolio sarebbe dovuta essere inferiore a quella del carbone.

Confronto del contenuto di energia e della CO₂ emessa per diversi combustibili

Combustibile	Contenuto di energia per g di combustibile (kJ/g)	Moli di CO ₂ emesse per 1000kJ di energia prodotta
H ₂	120.0	0
Gas naturale (CH ₄)	50.6	1.2
Petrolio	43.6	1.6
Carbone	33-39	2.0-2.2
Etanolo	27.3	1.6
Biomassa (cellulosa)	14.9	2.2

Tabella 8 - Contenuto di energia e CO₂ emessa per diversi combustibili

Passando poi al contributo dato dal nucleare si osserva che le risposte sono molto più omogenee, probabilmente a causa della minor conoscenza di questa fonte energetica. In una scala da 1 a 5, la media è infatti di 2,73. E' difficile calcolare il contributo del nucleare al riscaldamento climatico, anche se è certo che l'estrazione di uranio e la costruzione della centrale stessa comportano rilasci massivi di CO₂ in atmosfera, che contribuisce all'innalzamento della temperatura media. In seguito confrontiamo le risposte dei cittadini in merito al contributo dato dalle principali fonti rinnovabili, ovvero solare/fotovoltaico, idroelettrico ed eolico. Le **medie** calcolate in una scala da 1 a 5 sono le seguenti:

- Solare/fotovoltaico: 1,6
- Idroelettrico: 1,58
- Eolico: 1,44

I valori risultano piuttosto bassi, anche se è doveroso ricordare che dal momento della loro attivazione questi impianti rinnovabili non rilasciano CO₂ in atmosfera, ma durante i processi di produzione (e non solo) provocano un'emissione di gas serra. Bisogna quindi considerare l'intero ciclo vitale di questi impianti, come sopraccitato nel paragrafo 4.3.2 con il concetto di *carbon management*. Proseguendo con l'analisi della Tabella 7, osserviamo le risposte dei cittadini in merito al contributo dato dall'utilizzo delle biomasse e dell'idrogeno al riscaldamento climatico. Riguardo alle biomasse, come per il nucleare, osserviamo un'omogeneità nella distribuzione delle risposte, probabilmente a causa della poca conoscenza di questa fonte. In una scala da 1 a 5, la media risulta 2,65, quindi tendenzialmente alta. Effettivamente, nonostante siano considerate una fonte rinnovabile, la combustione delle biomasse provoca un rilascio di CO₂ in atmosfera, come illustrato in Tabella 8. Le emissioni di CO₂ sono però pari a quelle assorbite dalle piante nel corso della loro vita, perciò l'impatto sull'ambiente delle biomasse è minore rispetto a quello dei combustibili fossili. Riguardo al contributo dato dall'utilizzo dell'idrogeno al riscaldamento climatico, in una scala da 1 a 5 la media è di 2,52, quindi i rispondenti ritengono, correttamente, che le emissioni dell'idrogeno siano basse. Osservando la Tabella 8 notiamo che potenzialmente l'idrogeno produce molta energia con un rilascio di CO₂ pari a zero, ma ad oggi è ancora una risorsa in fase di studio. Infatti il problema si riscontra nel fatto che deve necessariamente essere prodotto tramite processi chimici che rilasciano CO₂. In futuro si cercherà di produrlo a partire dall'acqua, tramite idrolisi.

A suo parere, le seguenti fonti di energia sono "rinnovabili"?

	Carbone		Gas naturale		Petrolio		Nucleare		Solare/fotovoltaico		Idroelettrico		Eolico		Biomasse		Idrogeno	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Si	13	6%	39	18%	6	3%	52	25%	202	96%	192	91%	203	96%	74	35%	119	56%
No	184	87%	151	72%	194	92%	126	60%	5	2%	10	5%	4	2%	111	53%	50	24%
Non lo so	14	7%	21	10%	11	5%	33	16%	4	2%	9	4%	4	2%	26	12%	42	20%

Tabella 9 – Le seguenti fonti di energia sono rinnovabili?

Nella Tabella 9 confrontiamo le risposte dei cittadini riguardo al fatto che le seguenti fonti siano rinnovabili o meno. Osservando i combustibili fossili, i dati dicono correttamente che carbone, gas naturale e petrolio non sono risorse rinnovabili. (hanno risposto “No” rispettivamente l’87%, il 72% e il 92%.) Troviamo poi le risposte riguardo al nucleare. La questione del nucleare è un tema molto discusso dagli scienziati, ma al momento non è considerata una fonte rinnovabile in quanto utilizza l’uranio, ovvero una risorsa non rinnovabile. Quindi il 60% dei cittadini ha correttamente risposto “no”. Passando poi alle principali fonti rinnovabili, la maggioranza dei cittadini è consapevole che solare/fotovoltaico, idroelettrico ed eolico fanno parte di questa categoria. Hanno infatti risposto “Si” rispettivamente il 96%, il 91% e il 96%. Proseguendo con l’analisi della Tabella 9 osserviamo le risposte dei cittadini riguardo al fatto che le biomasse siano una fonte rinnovabile o meno. Le biomasse sono una fonte di energia rinnovabile che presentano vari vantaggi, ad esempio lo smaltimento dei rifiuti è facilitato dal fatto che si tratti di prodotti biodegradabili. Dunque solo il 35% dei cittadini ha correttamente risposto “si”. Infine discutiamo il caso dell’idrogeno. L’idrogeno è argomento di discussione in quanto, una volta prodotto, ha come emissione l’acqua, ma per essere prodotto necessita di reazioni chimiche che rilasciano CO₂. Data la scarsa conoscenza e diffusione di questa fonte energetica, il 20% ha scelto “non lo so”. La maggior parte (56%) ha invece scelto il “Si”.

A suo parere, su quali tra le seguenti fonti energetiche bisognerebbe investire di più in futuro per preservare l'ambiente?

Investimento	Carbone		Gas naturale		Petrolio		Nucleare		Solare/Fotovoltaico		Idroelettrico		Eolico		Biomasse		Idrogeno	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
1. Per nulla	154	73%	77	36%	150	71%	50	24%	3	1%	3	1%	3	1%	24	11%	3	1%
2. Poco	53	25%	81	38%	55	26%	60	28%	5	2%	11	5%	12	6%	89	42%	45	21%
3. Abbastanza	3	1%	34	16%	5	2%	50	24%	39	18%	47	22%	35	17%	51	24%	43	20%
4. Molto	1	0,5%	12	6%	1	0,5%	22	10%	50	24%	58	27%	52	25%	29	14%	57	27%
5. Moltissimo	0	0%	7	3%	0	0%	29	14%	114	54%	92	44%	109	52%	18	9%	63	30%
Media	1,29		2,0		1,32		2,62		4,27		4,07		4,19		2,66		3,63	

Tabella 10 – Quanto bisognerebbe investire su ogni fonte energetica?

Nella Tabella 10 si confrontano le risposte dei cittadini in merito a quanto bisognerebbe investire su ogni fonte energetica. Partendo dai combustibili fossili, in una scala da 1 a 5 è stata calcolata una **media** di 1,29 per il carbone, 2,0 per il gas naturale e 1,32 per il petrolio. I rispondenti sono quindi consapevoli dell'impatto dato da queste fonti e ritengono che non si debba investire su queste.

Analizzando poi i dati riguardanti il nucleare, le risposte risultano varie e disomogenee, a dimostrazione della scarsa conoscenza e dello scetticismo sull'utilizzo di questa energia. In una scala da 1 a 5, la media risulta 2,62. Passando alle principali fonti rinnovabili, le medie risultanti sono le seguenti: (intervallo da 1 a 5)

- Solare/fotovoltaico: **4,27**
- Idroelettrico: **4,07**
- Eolico: **4,19**

Si tratta in tutti i casi di valori elevati che testimoniano la volontà e la fiducia dei cittadini nell'investire su fonti rinnovabili.

Proseguendo con i dati della Tabella 10 osserviamo le risposte dei cittadini in merito a quanto bisognerebbe investire in futuro, per preservare l'ambiente, sulle biomasse. La media di 2,66 e le risposte varie rispecchiano la scarsa conoscenza di questa tipologia di fonte rinnovabile.

Infine troviamo le risposte relative all'investimento che bisognerebbe fare sull'idrogeno. La media risulta piuttosto alta, ovvero 3,63, anche se le risposte sono abbastanza varie, a testimonianza della scarsa conoscenza di questa fonte energetica.

4.3.3 Contributo del cittadino alla riduzione del riscaldamento climatico

Risponda alle seguenti domande considerando il suo comportamento abituale.

Raccolta differenziata	Media	N.	%
1. Mai		1	0,5%
2. Raramente		0	0,0%
3. A volte		10	4,7%
4. Spesso		41	19,4%
5. Sempre		159	75,4%
Totale complessivo	4,69	211	100,0%

Tabella 11 – Fa la raccolta differenziata?

Nella Tabella 11 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo alla riduzione del riscaldamento climatico, in particolare alla loro propensione a fare la raccolta differenziata. Le percentuali sono notevoli, con una media di 4,69.

Emissioni auto acquistata	Media	N.	%
1. Mai		14	7%
2. Raramente		27	13%
3. A volte		46	22%
4. Spesso		75	36%
5. Sempre		49	23%
Totale complessivo	3,56	211	100%

Tabella 12 – Durante l’acquisto di un’auto tiene conto delle emissioni prodotte?

Nella Tabella 12 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo alla riduzione del riscaldamento climatico, in particolare alla loro propensione ad acquistare un’auto tenendo conto delle emissioni prodotte. La media è abbastanza alta, ovvero di 3,56.

Sprechi elettrici	Media	N.	%
1. Mai		1	0,5%
2. Raramente		9	4,3%
3. A volte		31	14,7%
4. Spesso		99	46,9%
5. Sempre		71	33,6%
Totale complessivo	4,09	211	100,0%

Tabella 13 – Presta attenzione agli sprechi elettrici in casa?

Nella Tabella 13 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo alla riduzione del riscaldamento climatico, in particolare alla loro propensione a limitare gli sprechi elettrici in casa. La media è molto alta, ovvero 4,09.

Sprechi idrici	Media	N.	%
1. Mai		2	1%
2. Raramente		6	3%
3. A volte		42	20%
4. Spesso		91	43%
5. Sempre		70	33%
Totale complessivo	4,05	211	100%

Tabella 14 – Presta attenzione agli sprechi idrici in casa?

Nella Tabella 14 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo alla riduzione del riscaldamento climatico, in particolare alla loro propensione a limitare gli sprechi d’acqua in casa. La media è molto alta, ovvero 4,05.

Sprechi alimentari	Media	N.	%
1. Mai		0	0%
2. Raramente		10	5%
3. A volte		34	16%
4. Spesso		78	37%
5. Sempre		89	42%
Totale complessivo	4,17	211	100%

Tabella 15 – Presta attenzione agli sprechi alimentari in casa?

Nella Tabella 15 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo alla riduzione del riscaldamento climatico, in particolare alla loro propensione a limitare gli sprechi alimentari in casa. La media è molto alta, ovvero 4,17.

Plastica negli acquisti	Media	N.	%
1. Mai		19	9%
2. Raramente		48	23%
3. A volte		62	29%
4. Spesso		51	24%
5. Sempre		31	15%
Totale complessivo	3,13	211	100%

Tabella 16 – Presta attenzione alla plastica presente negli acquisti di prodotti?

Nella Tabella 16 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo alla riduzione del riscaldamento climatico, in particolare alla loro propensione a limitare gli acquisti di prodotti di plastica. Le percentuali sono varie e la media è, purtroppo, solo del 3,13.

Come valuta il suo contributo personale alla causa ambientale?

211 risposte

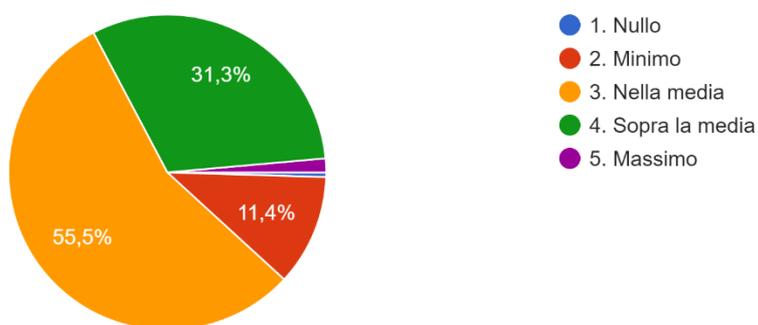


Grafico 22 – Contributo personale alla causa ambientale

Contributo personale	Media	N.	%
1. Nullo		1	0,5%
2. Minimo		24	11,4%
3. Nella media		117	55,5%
4. Sopra la media		66	31,3%
5. Massimo		3	1,4%
Totale complessivo	3,22	211	100,0%

Tabella 17 – Contributo personale alla causa ambientale

Nel Grafico 22 e in Tabella 17 osserviamo le risposte dei cittadini in merito al loro contributo personale alla causa ambientale. La media è piuttosto buona, ovvero 3,22.

Quale sovrapprezzo MASSIMO sarebbe disposto a pagare in più in bolletta elettrica per far sì che il 100% dell'energia elettrica da lei consumata sia prodotta da fonti rinnovabili?

211 risposte

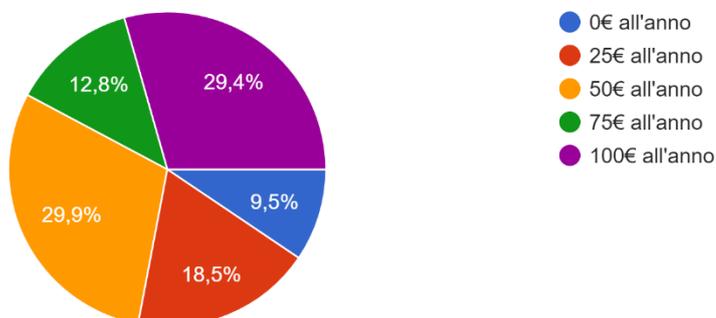


Grafico 23 – Sovrapprezzo massimo in bolletta per avere 100% di energia elettrica da fonti rinnovabili

Nel Grafico 23 osserviamo le risposte dei cittadini in merito a quale sovrapprezzo MASSIMO sarebbero disposti a pagare in più in bolletta elettrica, per far sì che il 100% dell'energia elettrica consumata sia prodotta da fonti rinnovabili. Le percentuali sono varie, ma prevalgono “50€ all'anno” con il 29,9% (63 risposte), “100€ all'anno” con il 29,4% (62 risposte). Le altre quote presentano percentuali minori, come illustrato nel Grafico 23. Calcolando la media dei risultati ottenuti, questa risulta di **58,53€ all'anno**.

4.3.4 Conoscenze del consumatore in merito all'agrivoltaico

Ha un impianto fotovoltaico nella sua abitazione o in terreni di sua proprietà?

211 risposte

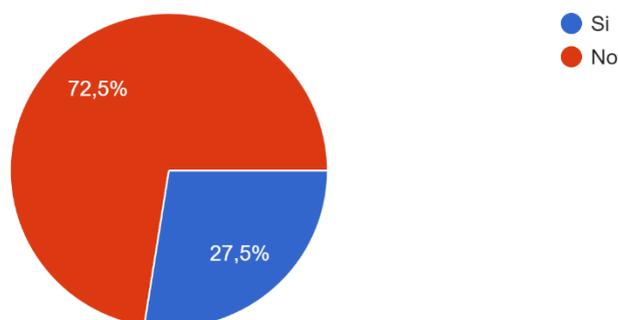


Grafico 24 – Ha un impianto fotovoltaico nella sua abitazione o in terreni di sua proprietà?

Nel Grafico 24 osserviamo le risposte dei cittadini alla domanda posta sul possesso di un impianto fotovoltaico presso propri terreni o abitazioni. Hanno risposto “Si” 58 persone, ovvero il 27,5%.

Sa cosa è un impianto agrivoltaico?

211 risposte

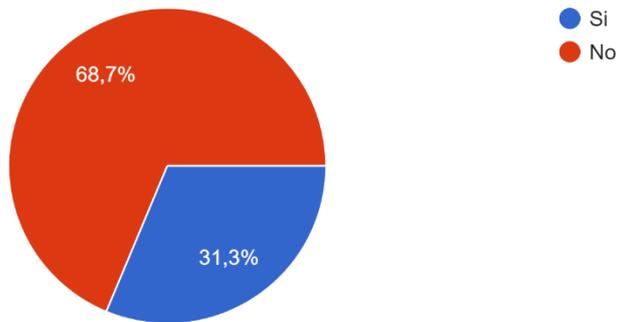


Grafico 25 – Sa cosa è un impianto agrivoltaico?

Nel Grafico 25 osserviamo le risposte dei cittadini alla domanda posta sulla conoscenza dell'impianto agrivoltaico. Hanno affermato di conoscerlo 66 persone, ovvero il 31,3%.

Ha mai visto un impianto agrivoltaico?

66 risposte

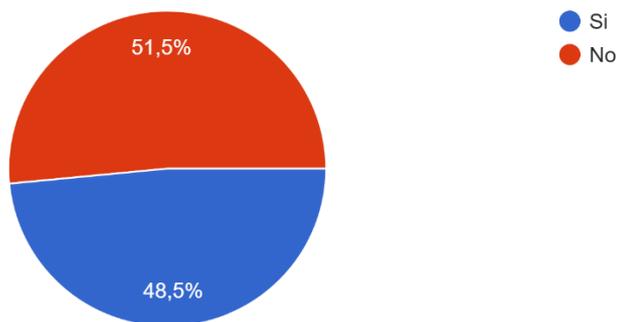


Grafico 26 – Ha mai visto un impianto agrivoltaico?

Solo le persone che avevano precedentemente affermato di conoscere l'impianto agrivoltaico (66) sono state indirizzate a una sezione che chiedeva se ne avessero mai visto uno. Di queste, 32 hanno affermato di sì (48,5%).

In seguito è stata inserita la definizione di agrivoltaico e si è chiesta una prima impressione ai cittadini a riguardo. Nella domanda sono state proposte delle risposte, ma era anche possibile scrivere la propria idea. Nell'analisi successiva sono riportate le più significative.

In base a quanto detto finora, quali sono le sue prime impressioni sull'agrivoltaico?

211 risposte

Possibili risposte proposte:

- Irrealizzabile: 3 risposte (1,4%)
- Inappropriato: 1 risposta (0,5%)
- Fuori luogo: 1 risposta (0,5%)
- Non necessario: 6 risposte (2,8%)
- **Realizzabile: 106 risposte (50,2%)**
- **Necessario: 69 risposte (32,7%)**
- Risolutivo: 15 risposte (7,1%)

Vediamo ora le principali impressioni proposte direttamente dai cittadini:

- “Non ritengo che il fotovoltaico sia la soluzione al problema energetico attuale in quanto nella produzione di pannelli si inquina più di quanto si pensi”
- “Complicato ma interessante”
- “Realizzabile, ma ovviamente non per tutti i tipi di coltivazione”
- “Non risolutiva ma parecchio utile alla causa”
- “Molto interessante”

Anche nella domanda successiva, sono state proposte delle risposte in merito agli aspetti negativi dell'agrivoltaico, oppure era possibile scrivere la propria opinione. Riporteremo le più significative.

Inoltre, in questa domanda, era possibile scegliere più risposte, perciò i numeri riportati non sono da considerare sui 211 rispondenti totali.

Quali sono, a suo parere, gli aspetti negativi della realizzazione di un impianto agrivoltaico? (sono possibili più risposte)

211 risposte

Possibili risposte proposte:

- **Elevati costi di realizzazione: 116 risposte (55%)**
- **Impatto paesaggistico, con riduzione della qualità del paesaggio: 115 risposte (54,5%)**
- **Minore qualità del prodotto coltivato: 59 risposte (28%)**
- Rischio di inquinamento del prodotto coltivato: 26 risposte (12,3%)
- **La presenza dei pannelli su terreno agricolo porta a una minor fertilità del suolo stesso: 46 risposte (21,8%)**

Vediamo ora le principali problematiche proposte direttamente dai cittadini:

- “La luce solare come arriva alle piante, se si trovano sotto ai pannelli?”
- “Contrasto degli impianti con le coltivazioni agricole tradizionali”
- “Difficoltà di smaltimento in futuro dei pannelli”
- “Difficoltà nel passaggio dei mezzi agricoli”
- “Costi di manutenzione elevati”

In seguito sono stati elencati i principali aspetti positivi e negativi verificati sperimentalmente. A questo punto abbiamo chiesto nuovamente un'opinione sull'agrivoltaico ai cittadini, per osservare come questa cambiava al netto delle informazioni fornite.

Considerando le informazioni che le sono state appena date, come valuta la tecnologia dell'agrivoltaico?

211 risposte

Risposte proposte:

- Irrealizzabile: 3 risposte (1,4%)
- Inappropriato: 2 risposte (0,9%)
- Fuori luogo: 0 risposte (0%)
- Non necessario: 7 risposte (3,3%)
- **Realizzabile: 100 risposte (47,4%)**

- **Necessario: 66 risposte (33,1%)**
- **Risolutivo: 27 risposte (12,8%)**

Mettiamo ora a confronto questi dati con quelli raccolti in precedenza:

Risposte iniziali:

- Irrealizzabile: 3 risposte
- Inappropriato: 1 risposta
- Fuori luogo: 1 risposta
- Non necessario: 6 risposte
- **Realizzabile: 106 risposte (50,2%)**
- **Necessario: 69 risposte (32,7%)**
- Risolutivo: 15 risposte

Risposte finali:

- Irrealizzabile: 3 risposte
- Inappropriato: 2 risposte
- Fuori luogo: 0 risposte
- Non necessario: 7 risposte
- **Realizzabile: 100 risposte (47,4%)**
- **Necessario: 66 risposte (33,1%)**
- **Risolutivo: 27 risposte (12,8%)**

Possiamo osservare un aumento delle risposte alla voce “Risolutivo.” In merito alle problematiche proposte direttamente dai cittadini dopo aver fornito alcune informazioni sull’agrivoltaico, le considerazioni più rilevanti sono le seguenti:

- “Incompleto”
- “Realizzabile entro limiti”

4.3.5 Impatto paesaggistico

Nella prima parte di questa sezione, dopo aver dato la definizione di impatto paesaggistico, sono state proposte differenti tipologie di paesaggi con impianti agrivoltaici e si è chiesto ai cittadini il loro indice di gradimento. In particolare l’impatto dato dai pannelli è stato valutato sui seguenti paesaggi proposti:

- Prima figura: seminativo con visuale dal basso
- Seconda figura: impianto agrivoltaico su prato
- Terza figura: allevamento
- Quarta figura: frutteto con visuale dall’alto
- Quinta figura: paesaggio collinare

Anche per queste domande sono state proposte delle risposte e vi era la possibilità di inserire una propria opinione.

Prima figura



Figura 14 – Seminativo con visuale dal basso

Come valuta la presenza dei pannelli in questo paesaggio?

211 risposte

Risposte proposte:

- Inappropriata: 6 risposte
- Mi disturba: 34 risposte
- Fuori luogo: 20 risposte
- **Accettabile: 111 risposte (52,6%)**
- Innovativa: 30 risposte
- Ben integrata: 6 risposte

Principali valutazioni espresse dai cittadini:

- “Niente di diverso da un’installazione tradizionale”
- “Disturba, ma se funziona perché no?”

In una scala da 1 a 5, quanto gradisce il paesaggio che vede?

211 risposte

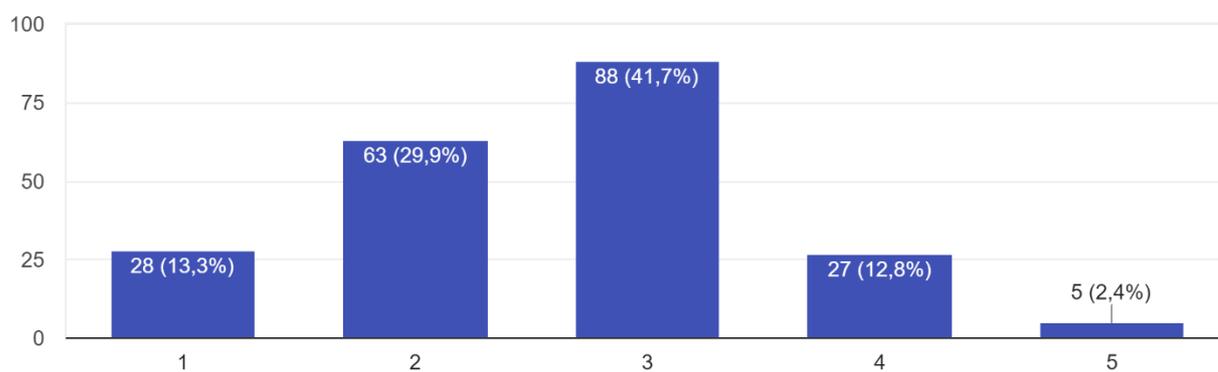


Grafico 27 – Gradimento prima figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)

Per la Figura 14, utilizzando i dati del Grafico 27 è stata calcolata una media di gradimento di **2,61**.

Seconda figura



Figura 15 – Impianto agrivoltaico su prato

Come valuta la presenza dei pannelli in questo paesaggio?

211 risposte

Risposte proposte:

- Inappropriata: 5 risposte
- Mi disturba: 14 risposte
- Fuori luogo: 9 risposte
- **Accettabile: 106 risposte (50,2%)**
- **Innovativa: 50 risposte (23,7%)**
- Ben integrata: 25 risposte

Principali valutazioni espresse dai cittadini:

- “La foto è più bella. Nei prati funziona, più che nei campi coltivati”.

In una scala da 1 a 5, quanto gradisce il paesaggio che vede?

211 risposte

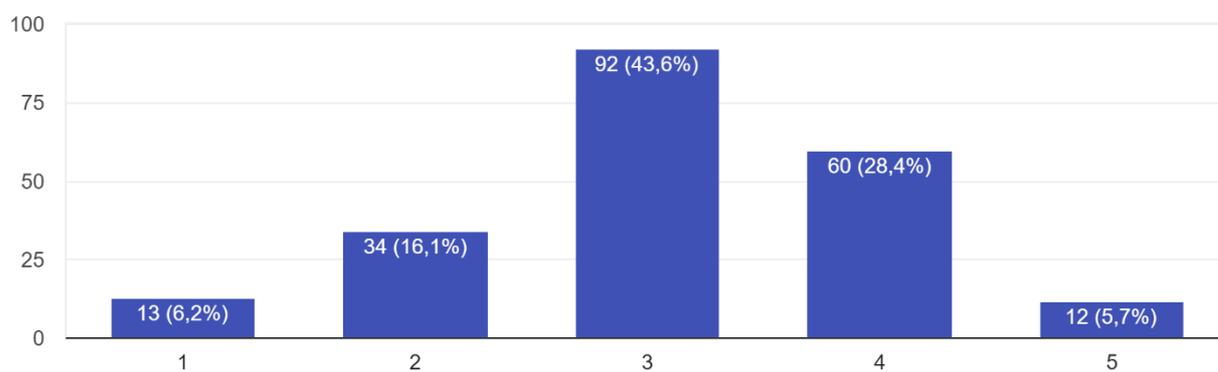


Grafico 28 – Gradimento seconda figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)

Per la Figura 15, utilizzando i dati del Grafico 28 è stata calcolata una media di gradimento di **3,11**.

Terza figura



Figura 16 – Allevamento

Come valuta la presenza dei pannelli in questo paesaggio?

211 risposte

Risposte proposte:

- Inappropriata: 7 risposte
- Mi disturba: 23 risposte
- Fuori luogo: 28 risposte
- **Accettabile: 110 risposte (52,1%)**
- Innovativa: 21 risposte
- Ben integrata: 20 risposte

In una scala da 1 a 5, quanto gradisce il paesaggio che vede?

211 risposte

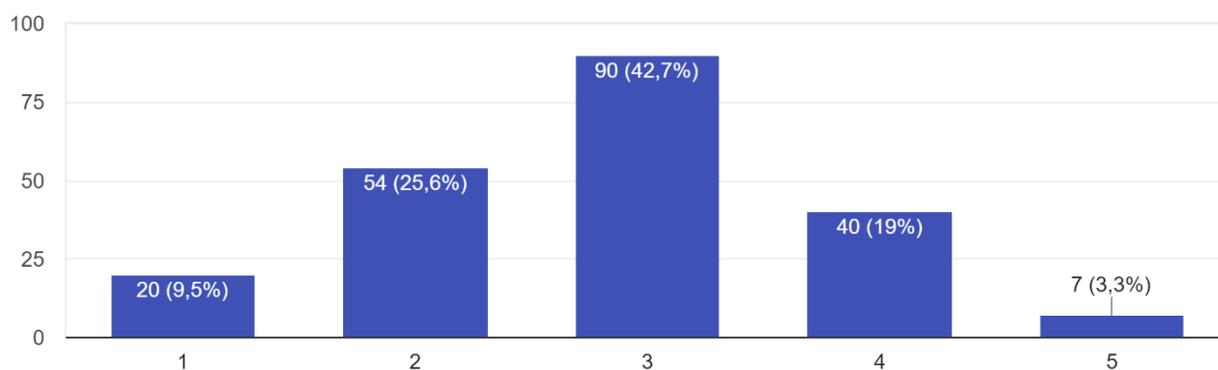


Grafico 29 – Gradimento terza figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)

Per la Figura 16, utilizzando i dati del Grafico 29 è stata calcolata una media di gradimento di **2,81**.

Quarta figura



Figura 17 – Frutteto con visuale dall'alto

Come valuta la presenza dei pannelli in questo paesaggio?

211 risposte

Risposte proposte:

- Inappropriata: 2 risposte
- Mi disturba: 13 risposte
- Fuori luogo: 5 risposte
- **Accettabile: 109 risposte (51,7%)**
- **Innovativa: 46 risposte (21,8%)**
- **Ben integrata: 35 risposte (16,6%)**

In una scala da 1 a 5, quanto gradisce il paesaggio che vede?

211 risposte

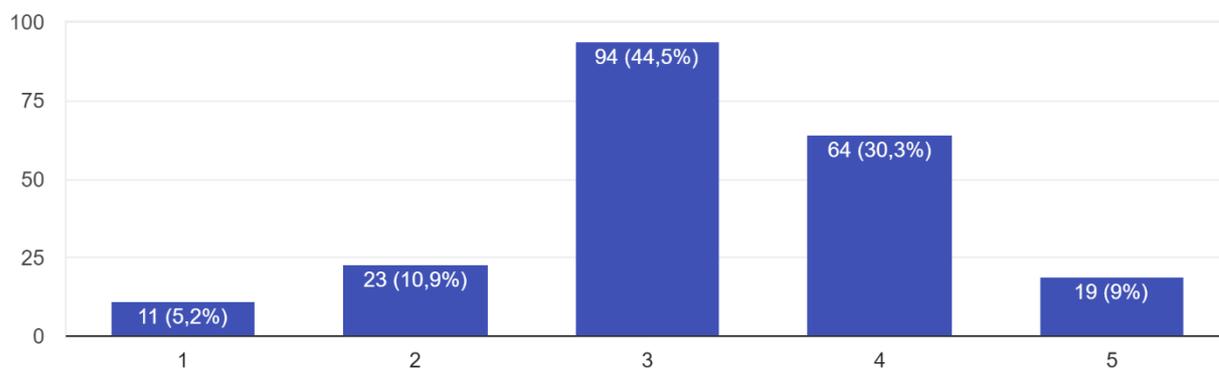


Grafico 30 – Gradimento quarta figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)

Per la Figura 17, utilizzando i dati del Grafico 30 è stata calcolata una media di gradimento di **3,27**.

Quinta figura



Figura 18 – Paesaggio collinare

Come valuta la presenza dei pannelli in questo paesaggio?

211 risposte

Risposte proposte:

- Inappropriata: 1 risposta
- Mi disturba: 9 risposte
- Fuori luogo: 8 risposte
- **Accettabile: 101 risposte (47,9%)**
- **Innovativa: 45 risposte (21,3%)**
- **Ben integrata: 47 risposte (22,3%)**

In una scala da 1 a 5, quanto gradisce il paesaggio che vede?

211 risposte

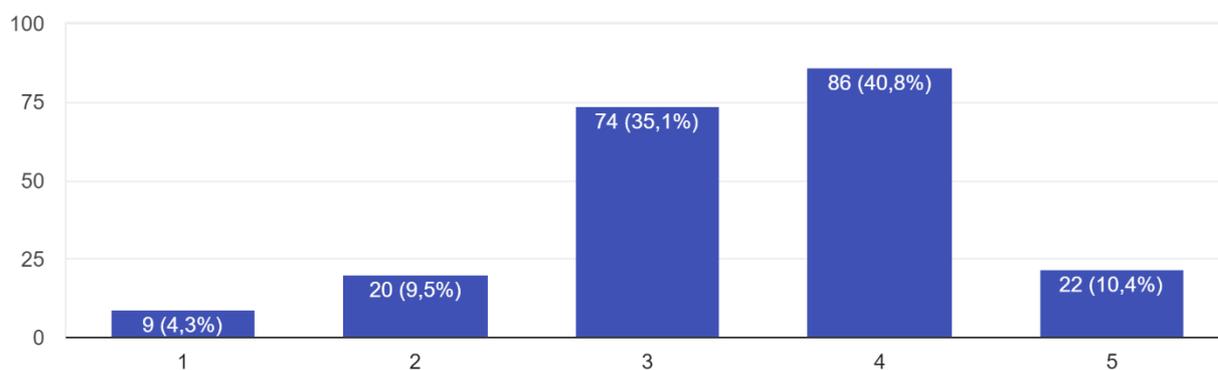


Grafico 31 – Gradimento quinta figura impianto agrivoltaico (1 = per nulla; 5 = moltissimo)

Per la Figura 18, utilizzando i dati del Grafico 31 è stata calcolata una media di gradimento di **3,44**.

Riassumendo quanto illustrato in questa prima parte della sezione dedicata all’impatto paesaggistico, la sequenza delle figure proposte era, per quanto possibile, in ordine di “bellezza paesaggistica”. E’ infatti interessante osservare come varia l’opinione dei cittadini in merito al paesaggio osservato e se, effettivamente, si riscontra una crescita del gradimento.

Per prima cosa mettiamo a confronto le opinioni delle diverse figure:

Figura 14 – Seminativo con visuale dal basso

Risposte proposte:

- Inappropriata: 6 risposte
 - Mi disturba: 34 risposte
 - Fuori luogo: 20 risposte
 - **Accettabile: 111 risposte (52,6%)**
 - Innovativa: 30 risposte
 - Ben integrata: 6 risposte
-

Figura 15 – Impianto agrivoltaico su prato

Risposte proposte:

- Inappropriata: 5 risposte
- Mi disturba: 14 risposte
- Fuori luogo: 9 risposte
- **Accettabile: 106 risposte (50,2%)**
- **Innovativa: 50 risposte (23,7%)**
- Ben integrata: 25 risposte

Figura 16 – Allevamento

Risposte proposte:

- Inappropriata: 7 risposte
- Mi disturba: 23 risposte
- Fuori luogo: 28 risposte
- **Accettabile: 110 risposte (52,1%)**
- Innovativa: 21 risposte
- Ben integrata: 20 risposte

Figura 17 – Frutteto con visuale dall'alto

Risposte proposte:

- Inappropriata: 2 risposte
- Mi disturba: 13 risposte
- Fuori luogo: 5 risposte
- **Accettabile: 109 risposte (51,7%)**
- **Innovativa: 46 risposte (21,8%)**
- **Ben integrata: 35 risposte (16,6%)**

Figura 18 – Paesaggio collinare

Risposte proposte:

- Inappropriata: 1 risposta
- Mi disturba: 9 risposte
- Fuori luogo: 8 risposte
- **Accettabile: 101 risposte (47,9%)**
- **Innovativa: 45 risposte (21,3%)**
- **Ben integrata: 47 risposte (22,3%)**

Come si può osservare dalla successione di opinioni dei cittadini, tendenzialmente c'è stato un miglioramento delle opinioni positive riguardo al paesaggio proposto. L'unica eccezione riguarda la figura dell'allevamento (Figura 16), che rispetto alle precedenti presenta percentuali minori di apprezzamento.

Andiamo poi a confrontare la **media** di gradimento di ogni figura proposta:

- Prima figura: seminativo con visuale dal basso (Figura 14): **2,61**.
- Seconda figura: impianto agrivoltaico su prato (Figura 15): **3,11**.
- Terza figura: allevamento (Figura 16): **2,81**.
- Quarta figura: frutteto con visuale dall'alto (Figura 17): **3,27**.
- Quinta figura: paesaggio collinare (Figura 18): **3,44**.

Anche in questo caso si osserva un progressivo aumento del gradimento dei paesaggi proposti, ad eccezione della figura dell'allevamento. In conclusione, i rispondenti hanno espresso un gradimento

inferiore per il paesaggio rappresentante un seminativo con una visuale dal basso. Anche l'utilizzo di pannelli in simbiosi con l'allevamento di animali ha ottenuto un riscontro negativo. La presenza di impianti agrivoltaici su prato e su frutteto è invece piaciuta maggiormente, mentre troviamo un gradimento massimo per il paesaggio collinare con pannelli fotovoltaici.

Nella seconda parte di questa sezione si sono poste delle domande ai cittadini per capire quale sarebbero le loro reazioni se un ipotetico impianto agrivoltaico venisse installato nelle zone da loro più frequentate. Infine sono state proposte delle domande conclusive, per avere un'opinione finale sulla tecnologia dell'agrivoltaico al netto di tutte le informazioni fornite.

Come reagirebbe se venisse installato un impianto agrivoltaico a una distanza inferiore a 5Km dalla sua abitazione?

211 risposte

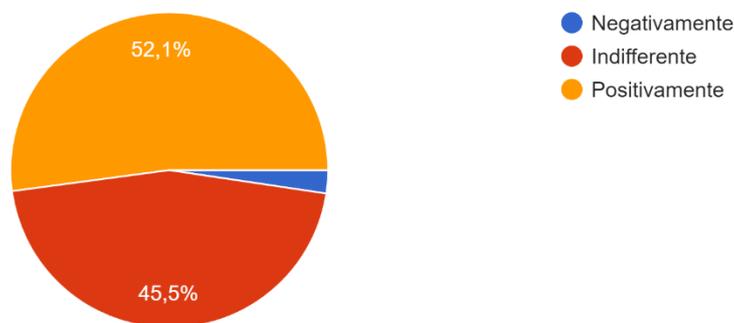


Grafico 32 – Impianto agrivoltaico nei pressi della sua abitazione

Nel Grafico 32 osserviamo una distribuzione abbastanza omogenea di risposte tra “Positivamente” (110 risposte, 52,1%) e “Indifferente” (96 risposte, 45,5%).

Come reagirebbe se venisse installato un impianto agrivoltaico visibile da una finestra dalla sua abitazione?

211 risposte

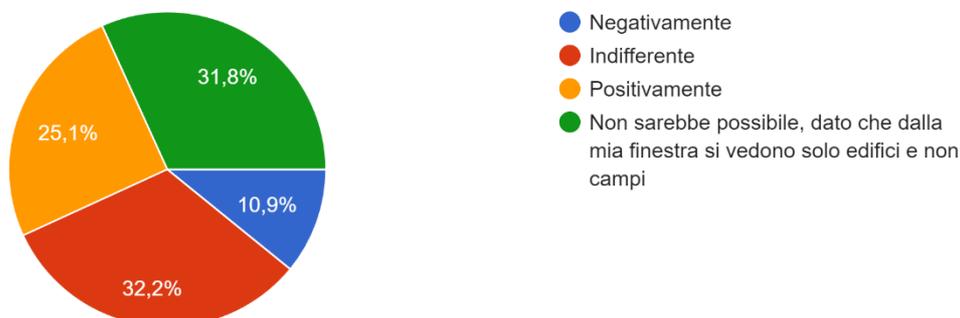


Grafico 33 – Impianto agrivoltaico visibile dalla sua abitazione

Nel Grafico 33 osserviamo delle percentuali di risposte più varie. Tenendo conto che i cittadini che hanno risposto “Non sarebbe possibile [...]” sono stati 67 e considerando solo i 144 che hanno la possibilità di avere un impianto di fronte alla propria abitazione, andiamo a ricalcolare le percentuali di risposte:

- Negativamente: 23/144 → 16%
- Indifferente: 68/144 → 47%
- Positivamente: 53/144 → 37%

Le risposte sono quindi tendenzialmente non sfavorevoli alla presenza di impianti agrivoltaici.

Come reagirebbe se venisse installato un impianto agrivoltaico a una distanza inferiore a 5Km da una zona che frequenta abitualmente per svolgere attività ricreative?

211 risposte

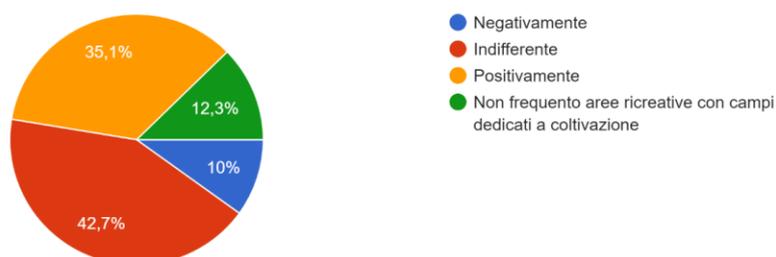


Grafico 34 – Impianto agrivoltaico in un'area ricreativa frequentata

Anche per i dati presentati nel Grafico 34 andiamo a ricalcolare le percentuali escludendo i 26 cittadini che non frequentano aree ricreative. Su un totale di 185, otteniamo:

- Negativamente: 21/185 → 11%
- Indifferente: 90/185 → 49%
- Positivamente: 74/185 → 40%

Anche in questo caso le risposte non sono sfavorevoli alla presenza di impianti agrivoltaici.

La domanda successiva è stata anticipata dall'importante affermazione rilasciata da *Agrivoltaico Sostenibile* già citata nel paragrafo 3.2.2 e qui riportata: “*Se solo lo 0,32% dei terreni agricoli italiani fosse coperto da impianti solari, il 50% degli obiettivi PNIEC sarebbe soddisfatto*”.

Ritiene che si tratti di una percentuale di terreno dedicabile all'installazione di pannelli fotovoltaici?
211 risposte

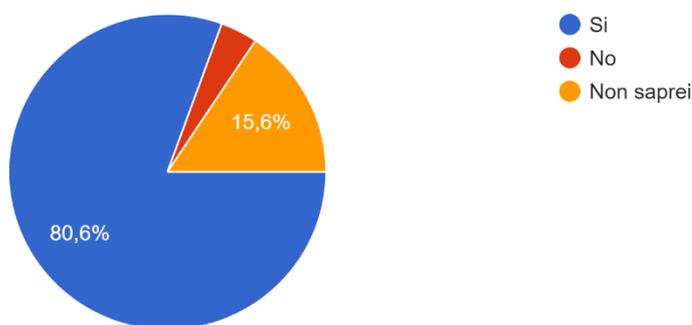


Grafico 35 – E' una percentuale dedicabile all'installazione di pannelli fotovoltaici?

Come osservabile dal Grafico 35, ben 170 cittadini (**80,6%**) ritengono che si tratti di una percentuale dedicabile all'installazione di pannelli fotovoltaici.

Sapendo che la SAU (superficie agricola utilizzata) in Italia ricopre circa il 42% dell'intera superficie nazionale, quale percentuale MASSIMA della SAU dedicherebbe ad impianti fotovoltaici?

211 risposte

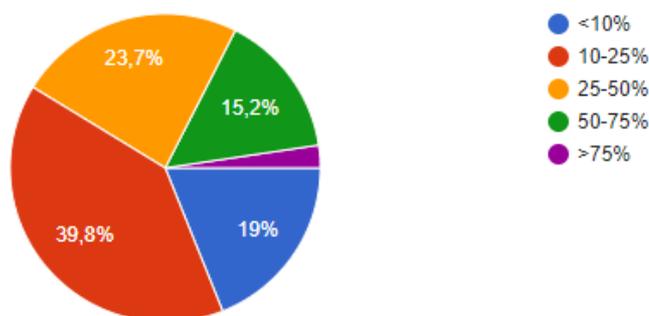


Grafico 36 – Percentuale massima della SAU dedicata agli impianti fotovoltaici

Percentuale SAU	N.	%
<10%	40	19%
10-25%	84	40%
25-50%	50	24%
50-75%	32	15%
>75%	5	2%
Totale complessivo	211	100%

Tabella 18 – Percentuale massima della SAU dedicata agli impianti fotovoltaici

Dal Grafico 36 osserviamo la distribuzione delle risposte dei cittadini in merito alla MASSIMA percentuale SAU (Superficie agricola utilizzata) che dedicherebbero agli impianti fotovoltaici. Dalla Tabella 18 si evidenzia una maggioranza di percentuale che va da 10-25% e a seguire l'intervallo 25-50%.

Al netto delle informazioni fornite finora, la soluzione dell'agrivoltaico le piace?

211 risposte

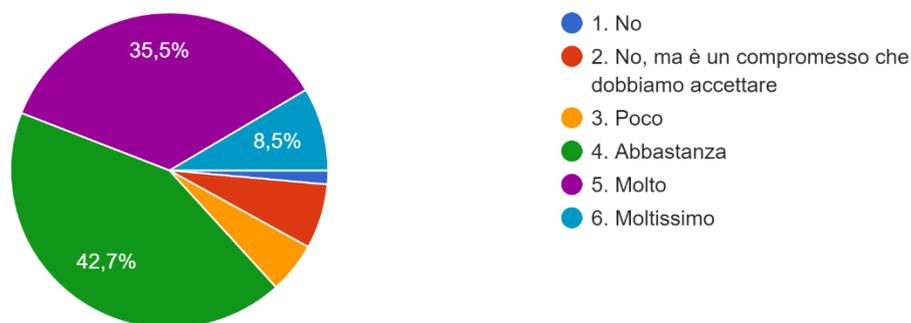


Grafico 37 – La soluzione dell'agrivoltaico le piace?

Gradimento agrivoltaico	Media	N.	%
1. No		3	1%
2. No, ma è un compromesso che dobbiamo accettare		14	7%
3. Poco		11	5%
4. Abbastanza		90	43%
5. Molto		75	36%
6. Moltissimo		18	9%
Totale complessivo	4,3	211	100%

Tabella 19 – La soluzione dell'agrivoltaico le piace?

Dai dati riportati nel Grafico 37 e in Tabella 19 osserviamo un generale apprezzamento dell'agrivoltaico, con una media di **4,3** (in un intervallo da 1 a 6).

A quali condizioni approverebbe l'installazione di impianti agrivoltaici?

211 risposte

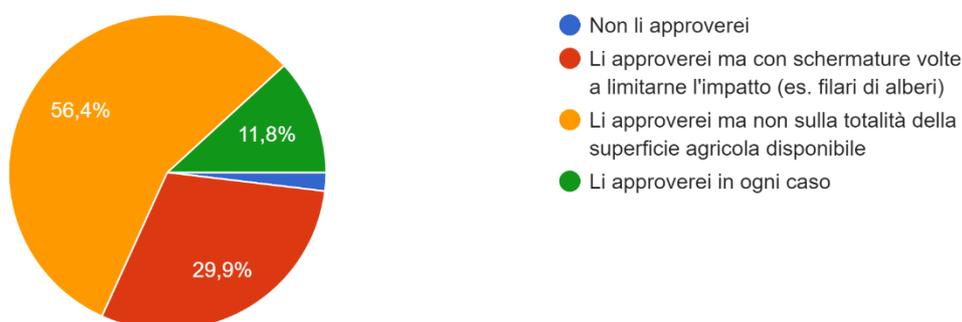


Grafico 38 – A quali condizioni approverebbe l'installazione?

Come illustrato dal Grafico 38, la maggior parte dei cittadini (119 risposte) approverebbe l'installazione degli impianti se questa non andasse a ricoprire la totalità della superficie agricola disponibile. Anche la possibilità di avere schermature per limitarne l'impatto ha raggiunto una percentuale significativa, con ben 63 risposte.

A questo punto, avendo inquadrato il problema, quale delle tre opzioni adotterebbe?

211 risposte

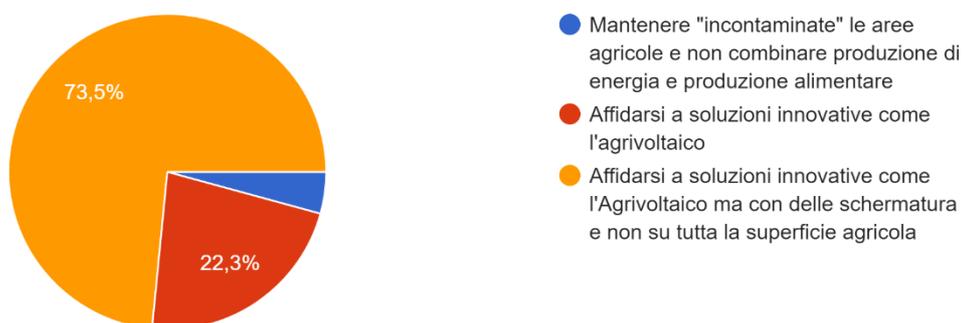


Grafico 39 – Domanda finale: quale opzione adotterebbe?

Come domanda finale si è chiesto ai cittadini quale soluzione adotterebbero, avendo inquadrato il problema. Il **73,5 %** (155 risposte) ha scelto “Affidarsi a soluzione innovative come l'agrivoltaico ma con delle schermature e non su tutta la superficie agricola”, mentre il **22,3 %** (47 risposte) si

affiderebbe interamente agli impianti agrivoltaici. Solamente il 4,3 % (9 rispondenti) ritengono che sia il caso di mantenere incontaminate le aree agricole.

5 Conclusioni

Dopo aver approfondito gli argomenti principali quali riscaldamento globale, fonti rinnovabili e agrivoltaico, grazie all'analisi dati effettuata è possibile rispondere alle domande di ricerca poste inizialmente (Capitolo 1) e qui riportate:

1. Capire quale è la conoscenza della popolazione in merito al problema del riscaldamento climatico ed alle sue possibili soluzioni da un punto di vista energetico;
2. Capire quali sono le percezioni e gli svantaggi in merito alla costruzione di nuovi impianti agrivoltaici;
3. Capire quale è il grado di accettazione degli impianti agrivoltaici per i cittadini anche in funzione del loro impatto paesaggistico;
4. Capire quale è la disponibilità dei cittadini a favorire la costruzione di impianti agrivoltaici nel proprio territorio ed evitare l'effetto NIMBY (Not In My Back Yard).

Focalizzandosi sul primo obiettivo, andiamo ad analizzare le risposte a partire dal paragrafo 4.3.2. Dal Grafico 20 possiamo dedurre che quasi la totalità dei cittadini è a conoscenza della problematica del riscaldamento climatico attuale. Inoltre sono significativi i dati della Tabella 5, nella quale la situazione climatica viene definita "a rischio" dall'82% dei rispondenti. Riguardo alle possibili soluzioni da un punto di vista energetico è stato chiesto ai cittadini, a parere loro, su quali fonti energetiche bisognerebbe investire di più in futuro. Confrontando le **medie** ottenute per ogni possibile fonte energetica, sono prevalse le seguenti: (medie calcolate in un intervallo da 1 = per nulla; a 5 = moltissimo)

- 1) Solare/fotovoltaico: **4,27**
- 2) Eolico: **4,19**
- 3) Idroelettrico: **4,07**
- 4) Idrogeno: 3,63
- 5) Biomasse: 2,66
- 6) Nucleare: 2,62
- 7) Gas Naturale: 2,00
- 8) Petrolio: 1,32
- 9) Carbone: 1,29

Secondo i rispondenti bisognerebbe dunque investire maggiormente sulle principali fonti rinnovabili, quali solare/fotovoltaico, eolico e idroelettrico.

Passando al secondo obiettivo, andiamo a riassumere quali sono, a parere dei cittadini, le percezioni e i principali aspetti negativi degli impianti agrivoltaici, utilizzando i dati analizzati a partire dalle domande al paragrafo 4.3.4. Riguardo agli svantaggi, dalle risposte ottenute i c

Possibili risposte proposte:

- **Elevati costi di realizzazione: 116 risposte**
- **Impatto paesaggistico, con riduzione della qualità del paesaggio: 115 risposte**
- **Minore qualità del prodotto coltivato: 59 risposte**
- **Rischio di inquinamento del prodotto coltivato: 26 risposte**
- **La presenza dei pannelli su terreno agricolo porta a una minor fertilità del suolo stesso: 46 risposte**

Vediamo ora le principali problematiche proposte direttamente dai cittadini:

- “La luce solare come arriva alle piante, se si trovano sotto ai pannelli?”
- “Contrasto degli impianti con le coltivazioni agricole tradizionali”
- “Difficoltà di smaltimento in futuro dei pannelli”
- “Difficoltà nel passaggio dei mezzi agricoli”
- “Costi di manutenzione elevati”

I cittadini ritengono che gli ostacoli principali per lo sviluppo di sistemi agrivoltaici siano gli elevati costi di realizzazione, l’impatto paesaggistico e la minor qualità del prodotto coltivato.

Passando ora alle principali percezioni riguardo agli impianti, è stata chiesta una loro valutazione al netto delle informazioni fornite. I risultati sono stati i seguenti:

- **Irrealizzabile: 3 risposte (1,4%)**
- **Inappropriato: 2 risposte (0,9%)**
- **Fuori luogo: 0 risposte (0%)**
- **Non necessario: 7 risposte (3,3%)**
- **Realizzabile: 100 risposte (47,4%)**
- **Necessario: 66 risposte (33,1%)**
- **Risolutivo: 27 risposte (12,8%)**

Vediamo ora le risposte dei cittadini in merito al terzo obiettivo posto, ovvero il loro grado di accettazione degli impianti agrivoltaici, in funzione anche del loro impatto paesaggistico. Nel paragrafo 4.3.5 sono state proposte cinque differenti paesaggi con applicazioni di impianti agrivoltaici e, per ogni paesaggio, è stata chiesta un'opinione e una valutazione del gradimento da 1 = per nulla a 5 = moltissimo. Le **medie** calcolate per ogni paesaggio sono risultate le seguenti:

- 1) Prima figura (Figura 14 – Seminativo con visuale dal basso: 2,61
- 2) Seconda figura (Figura 15 – Impianto agrivoltaico su prato: 3,11
- 3) Terza figura (Figura 16 – Allevamento: 2,81
- 4) Quarta figura (Figura 17 – Frutteto con visuale dall'alto: 3,27
- 5) Quinta figura (Figura 18 – Paesaggio collinare: 3,44

Possiamo affermare quindi che tendenzialmente i cittadini hanno un indice di gradimento degli impianti fotovoltaici accettabile. Sono maggiormente apprezzati impianti posizionati su paesaggi collinari, frutteti e prati, mentre l'impatto paesaggistico risulta maggiore su coltivazioni basse e allevamento.

A fine questionario, sempre in relazione alla terza domanda di ricerca è stato chiesto se, in generale, la soluzione dell'agrivoltaico piace e con che misure di mitigazione verrebbe accettato. In una scala da 1 a 6, la media di apprezzamento è stata di **4.3** e la maggior parte dei cittadini ha dichiarato che accetterebbe questa tecnologia con filari di alberi per mitigare l'impatto paesaggistico, oppure non su tutta la totalità della superficie agricola disponibile.

Passando infine all'ultimo obiettivo di ricerca, andiamo a capire qual è l'avversione dei cittadini in merito alla costruzione di impianti agrivoltaici nel proprio territorio (effetto NIMBY - Not In My Back Yard). Se una persona affermasse di essere a favore della costruzione degli impianti, ma li rifiutasse nel proprio territorio, saremmo di fronte a un così detto effetto NIMBY. Abbiamo chiesto ai rispondenti come avrebbero reagito se fosse stato installato un impianto agrivoltaico (Grafico 32, Grafico 33 e Grafico 34) rispettivamente:

- A una distanza inferiore ai 5 Km dalla loro abitazione
- Visibile da una finestra della loro abitazione
- A una distanza inferiore ai 5 Km da una zona che frequentano abitualmente per scopo ricreativo

In tutti e tre i casi, la maggior parte dei rispondenti ha dichiarato che avrebbero reagito “positivamente” o in modo “indifferente” e la risposta “negativamente” non ha mai superato, in nessuna domanda l’11% (circa 20-22 risposte su 211).

In conclusione, da quanto emerso dall’analisi dei dati ottenuti, i rispondenti hanno dimostrato una buona conoscenza della problematica ambientale considerata. La tecnologia dell’agrivoltaico gode generalmente di una buona accettazione in paesaggi collinari, prati e frutteti, mentre risulta meno gradita in contesti di allevamento e di coltivazioni basse. In definitiva può essere considerata un’alternativa promettente che può contribuire al raggiungimento di uno scopo comune, attraverso l’impiego di un insieme integrato di soluzioni.

Bibliografia

1. WWF “Cambiamenti climatici”, url: <https://www.wwf.it/cosa-facciamo/clima/cambiamenti-climatici/>
2. Enel Green Power “Il cambiamento climatico: le cause e gli effetti”, url: <https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/transizione-energetica/cambiamento-climatico-cause-conseguenze>
3. ENEA, Glossario, url: <https://www.energiaenergetica.enea.it/glossario-efficienza-energetica/lettera-p/piano-nazionale-integrato-per-l-energia-e-il-clima-2030-pniec.html#:~:text=Il%20Piano%20Nazionale%20Integrato%20per,nostro%20Paese%20verso%20la%20decarbonizzazione>
4. Met Office, “What is Climate change?”, url: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/climate-change/what-is-climate-change>
5. WMO. “Monthly Mauna Loa CO₂”, url: http://climexp.knmi.nl/getindices.cgi?WMO=CDIACData/maunaloa_f&STATION=Mauna_Loa_CO2&TYPE=i&id=someone@somewhere
6. Aviso⁺, “Means sea level”, url: <https://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/ocean-indicators-products/mean-sea-level.html#c15697>
7. EPA, “Climate changes indicators”, url: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-ocean-heat>
8. EEA, url: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/yearly-mean-surface-sea-water-1#tab-chart_3
9. IPCC, url: <https://ipccitalia.cmcc.it/i-punti-essenziali-di-ocean-and-criosphere-in-a-changing-climate-il-rapporto-speciale-ipcc/>
10. Rete Clima, “Protocollo di Kyoto”, url: <https://www.reteclima.it/protocollo-di-kyoto/>
11. ENAC, “Protocollo di Kyoto”, url: <https://www.enac.gov.it/ambiente/impatto-ambientale/le-emissioni-gassose/il-protocollo-di-kyoto>

12. ISPRA, “Protocollo di Kyoto” url: <https://www.isprambiente.gov.it/it/servizi/registro-italiano-emission-trading/contesto/protocollo-di-kyoto>
13. Commissione Europea, “Green Deal europeo”, url: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it
14. MISE, “PNIEC”, url: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf
15. MISE, “Energia clima”, url: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Energia_Clima_2030.pdf
16. Treccani, “Free-rider”, url: https://www.treccani.it/enciclopedia/free-rider_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/
17. Economia comportamentale, “Il problema del free-rider e possibili soluzioni”, url: <https://www.economiacomportamentale.it/2021/05/11/il-problema-del-free-rider-e-possibili-soluzioni/>
18. Rete Clima, “Protocollo di Kyoto: l’accordo internazionale per contrastare il cambiamento climatico”, url: <https://www.reteclima.it/protocollo-di-kyoto/>
19. Irena, “Energie rinnovabili”, url: https://www-irena-org.translate.google.com/translate?x_tr_sl=en&x_tr_tl=it&x_tr_hl=it&x_tr_pto=sc
20. Regione e ambiente, “REN21: le 5 conclusioni del GSR 2021 sulle Rinnovabili”, url: <https://www.regionieambiente.it/ren21-rapporto-2021/#:~:text=Le%20rinnovabili%20sono%20cresciute%20di,nostra%20energia%20da%20fonti%20rinnovabili.>
21. Vittorio Da Rold, Repubblica, 2022. Url: https://www.repubblica.it/green-and-blue/2022/01/26/news/europa_rinnovabili_classifica_2020-335198046/#:~:text=A%20livello%20di%20Unione%20europea,di%20energia%20da%20fonti%20rinnovabili.
22. ISPRA, “Quota rinnovabile su produzione lorda totale”, url: https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/rapporti/r320_2020.pdf
23. IRENA, “Total renewable Power Generation Capacity”, url: <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2018/Apr/Global-Renewable-Generation-Continues-its-Strong-Growth-New-IRENA-Capacity-Data-Shows>

24. Andrea Balocchi, InfoBuildEnergia, 2022. Url:
<https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/fotovoltaico-agricoltura-agrivoltaico-progetti/>
25. LeGREENHOUSE, url: <https://www.legreenhouse.it/>
26. Ministero della Transizione Ecologica, “Linee guida in materia di impianti agrivoltaici”, url:
https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf
27. Agrivoltaico Sostenibile, url: <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>
28. “Agricoltura e fotovoltaico insieme per la transizione ecologica ed energetica”, Confagricoltura. Url: <https://www.confagricoltura.it/ita/area-stampa/comunicati/agricoltura-e-fotovoltaico-insieme-per-la-transizione-ecologica-ed-energetica>
29. Aequilibria, “Carbon management”, url: <https://www.aequilibria.com/>