

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A  
TERRA DA 34,49 MW IN IMMISSIONE,  
TIPO AD  
INSEGUIMENTO MONOASSIALE  
“GONNOS-MAR”  
COMUNE DI GONNOSFANADIGA (SU)**

**Analisi Costi Benefici**

**Committente:** ENERGYGONNOSMAR1 SRL

**Località:** COMUNE DI GONNOSFANADIGA

CAGLIARI, 05/2022

**STUDIO ALCHEMIST**

Ing.Stefano Floris – Arch.Cinzia Nieddu

Via Isola San Pietro 3 - 09126 Cagliari (CA)

Via Semplicio Spano 10 - 07026 Olbia (OT)

stefano.floris@studioalchemist.it

cinzia.nieddu@studioalchemist.it

www.studioalchemist.it



## Sommario

### Sommario

1. Premessa	3
2. Caratteristiche progettuali	3
2.1 Inquadramento Geografico	3
2.2 Caratteristiche progettuali	5
3. Analisi dei costi-benefici	7
3. 1 Riduzione emissioni di CO2 e risparmio di combustibile	8
4. Analisi benefici energetici	9
5. Analisi delle interferenze	13
6. Conclusioni	14

## 1. Premessa

Ai sensi della vigente normativa regionale l'opera in progetto ha seguito la procedura di verifica di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale). Di seguito si riporta l'analisi dei costi e dei benefici energetici ed ambientali, derivanti dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra, avente una potenza di picco, nelle migliori condizioni climatiche e solari, pari a circa 34,49 MWp nel Comune di Gonnosfanadiga (SU).

## 2. Caratteristiche progettuali

L'intervento contempla la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale in immissione pari a 34.487,6 kW di picco per la produzione di energia elettrica posato sul terreno livellato mediante l'istallazione di inseguitori solari. Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Gonnosfanadiga, nella provincia del Sud Sardegna a circa 6 km a ovest dal centro abitato, a vocazione prevalentemente agricola e pastorale.

### 2.1 Inquadramento Geografico

L'area di progetto è localizzata a sud-ovest della Regione Sardegna, nell'area agricola del comune di Gonnosfanadiga, piccolo centro urbano situato nella provincia del Sud Sardegna, a circa 60 km da Cagliari.

Il comune di Gonnosfanadiga si estende in proporzioni simili tra la pianura del Medio Campidano a nord est, le colline attorno al paese e il massiccio del monte Linas a sud ovest. Ha un territorio che si estende per 125,19 km<sup>2</sup>, una popolazione di 6 328 abitanti (dati Istat 2021) e una densità di 50,55 ab./km<sup>2</sup>.



Fig.1 posizione del comune di Gonnosfanadiga rispetto alla Sardegna e all'interno della provincia del Sud Sardegna

Il progetto interessa anche il territorio comunale di Guspini, nel quale è prevista la connessione alla stazione elettrica di proprietà Terna.

Le infrastrutture più importanti sono distanti circa 50 Km per quanto riguarda il porto di Porto Torres e 45 km per quanto concerne l'aeroporto di Cagliari-Elmas.

Allo stato attuale il sito di intervento è utilizzato per il pascolo di ovini e per la coltivazione di foraggiere o per lo più il territorio risulta incolto.

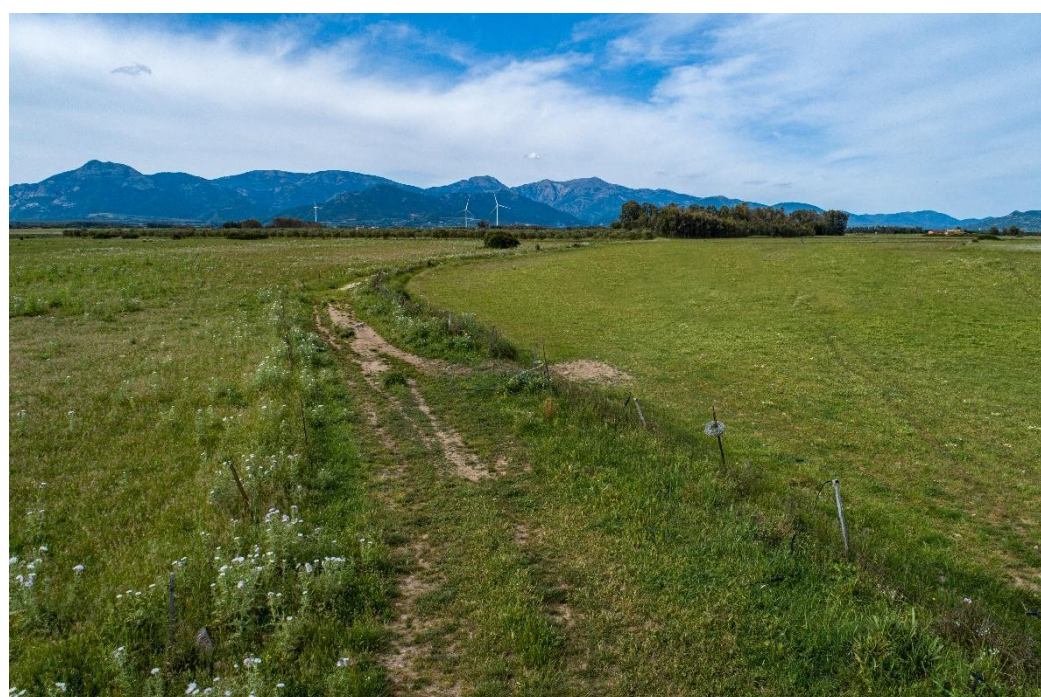


Fig.2 Foto dell'area di intervento

## 2.2 Caratteristiche progettuali

L'intervento favorisce l'attuazione della strategia per lo sviluppo di energia da fonti rinnovabili derivata dalla crescente consapevolezza della comunità internazionale circa gli effetti negativi associati alla produzione di energia dai combustibili fossili.

La regolamentazione nazionale suddivide gli impianti fotovoltaici in vari gruppi, per dimensione, modalità di utilizzo e di posa.

Prima in 3 gruppi:

- piccoli impianti: con potenza nominale inferiore a 20 kW;
- medi impianti: con potenza nominale compresa tra 20 kW e 50 kW;
- grandi impianti: con potenza nominale maggiore di 50 kW.

Questa classificazione è stata in parte dettata dalla stessa normativa italiana del Conto energia.

L'STMG e il Testo unico della produzione elettrica definiscono i criteri di allacciamento per impianti fotovoltaici superiori a 1 kWp fino ad impianti di grandi dimensioni.

A livello legislativo l'incentivazione della produzione di energia elettrica da Fonti di energia rinnovabile (FER) si inserisce nelle politiche nazionali e regionali di programmazione energetica in integrazione con risparmio energetico e uso razionale dell'energia. In base a quanto riconosciuto dall'Unione Europea, l'energia prodotta attraverso il sistema fotovoltaico potrebbe in breve tempo diventare competitiva rispetto alle produzioni convenzionali, tanto da rendere perseguibile il raggiungimento dell'obiettivo del 4% di produzione energetica mondiale tramite questo sistema entro il 2030.

La parte normativa viene esplicitata nella sua completezza all'interno della Relazione *SIA01 Quadro Programmatico*, si vuole a questo solo aggiungere che per velocizzare le pratiche di iter per la transizione ecologica e la decarbonizzazione dell'economia sono in arrivo il nuovo Decreto Fer 1 e il Decreto Fer 2 per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabile. Il Governo segue il percorso delineato con il Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC) e le riforme e gli investimenti del PNRR. Il percorso di semplificazione è cominciato con la Legge 120/2020 (di conversione del DL 76/2020) che all'articolo 56 contiene misure per la semplificazione dei progetti e degli interventi riguardanti gli impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile. La norma, modificando il D.lgs. 28/2011, semplificherebbe l'installazione degli impianti da fonti rinnovabili, inoltre il D.lgs. 199/2021 per il recepimento della Direttiva RED II, stabilisce procedure omogenee per le nuove installazioni e la sostituzione degli impianti da rinnovabili. La sfida sarà quella di garantire la sicurezza del sistema energetico, cogliendo al contempo l'opportunità della sfida della decarbonizzazione.



Il progetto viene proposto in un momento in cui il settore del fotovoltaico rappresenta una delle principali forme di produzione di energia rinnovabile e contribuisce allo sviluppo delle fonti rinnovabili in Sardegna nel rispetto dell'ambiente e del paesaggio.

La quota di energia luminosa costituisce all'incirca il 75% dell'energia complessiva emessa dal sole. La realizzazione di un impianto fotovoltaico permette di trasformare questa energia radiante in elettricità senza produrre emissioni (CO<sub>2</sub>).

L'impianto di progetto sarà costituito da:

- pannelli fotovoltaici in serie, per formare le stringhe connesse tra di loro in parallelo;
- inverter (gruppi di conversione), per trasformare l'energia elettrica da corrente continua, prodotta dai moduli fotovoltaici, in corrente alternata per poter essere immessa nella rete elettrica di distribuzione;
- cabine
- trasformatori, per innalzare la bassa tensione alla media tensione;
- quadri elettrici;
- unità di misurazione, per il computo dell'energia prodotta e conferita in rete;
- cablaggi ed altri componenti minori.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico per la generazione di energia elettrica della potenza nominale di 34,49 MW all'interno del comune di Gonnosfanadiga risulta ascrivibile alla procedura di VIA.

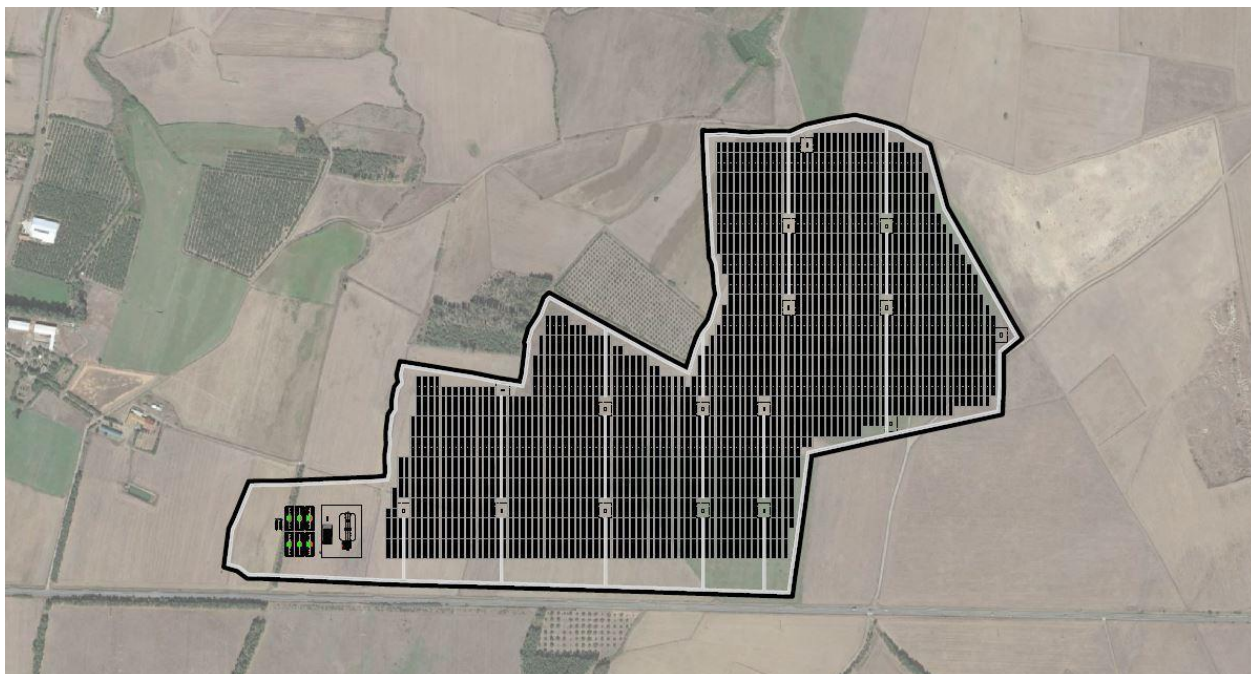


Fig. 3: Posizionamento impianto su ortofoto.

L'impianto sarà costituito da 63.280 moduli fotovoltaici monocristallini da 545 Wp di tipo bifacciale, organizzati in stringhe e collegati in serie tramite 16 Power Station (TIPO 2) da 2000 kVA posizionate in maniera baricentrica rispetto alle strutture di supporto dei pannelli.

La tipologia e la configurazione delle strutture fotovoltaiche è caratterizzata da 1.102 tracker da 28x2 Portrait e da 56 tracker da 14x2 Portrait, disposti con rotazione +/- 55° in direzione Nord-Sud.

. Le strutture, disposte con orientamento est-ovest, sono concepite per ruotare durante il giorno e seguire il tragitto del sole in maniera tale da ottenere un irraggiamento massimo per più ore possibili. Nell'intorno del campo fotovoltaico vengono lasciati idonei spazi per effettuare le manutenzioni.

Gli aspetti progettuali sono dettagliatamente descritti nell'elaborato *AURE01 Relazione descrittiva di progetto* e nelle tavole progettuali.

Il tempo necessario alla realizzazione dell'impianto sarà di circa 12 mesi, a partire dal momento di ricezione di tutte le autorizzazioni e le concessioni relative al nuovo impianto, si possono verificare le tempistiche dalla relazione *AURE12 Cronoprogramma* in cui sono indicate le operazioni prioritarie.

### 3. Analisi dei costi-benefici

Lo studio di fattibilità ha lo scopo di verificare il grado di utilità per la collettività di un determinato intervento, in questo caso si tratta della realizzazione di un impianto fotovoltaico.

Il fotovoltaico risponde a numerosi benefici che verranno di seguito meglio descritti: l'energia elettrica prodotta dal sole sostituisce l'energia altrimenti prodotta attraverso fonti convenzionali non rinnovabili ed inquinanti e contribuisce alla diversificazione delle fonti, a favore della linea di sviluppo della generazione energetica distribuita. È necessario sottolineare fattori fondamentali per la ripresa economica del Paese quali l'incremento del prodotto interno lordo, l'aumento dell'occupazione, la diminuzione del picco giornaliero della domanda energetica e il miglioramento della bilancia commerciale. Tutto questo senza mai dimenticare i benefici sull'ambiente e sulla salute in termini di riduzione delle emissioni nocive ma anche in termini economici seguendo le direttive europee che devono essere rispettate pena sanzioni.

Attraverso un'analisi dei costi e dei benefici attesi, che possono essere sia interni che esterni al progetto, è possibile definire in via teorica un'analisi economica per avere una valutazione di progetto che definisca chiaramente se il progetto sia economicamente conveniente e se porti dei benefici anche a livello sociale.

I costi di esercizio di un impianto FTV possono comprendere una copertura assicurativa contro i danni provocati da eventi atmosferici, incendio, furto, guasti alle macchine, etc.

Contrariamente a quanto ci si può aspettare il costo della manutenzione ordinaria è irrisorio: rispetto ad altre tecnologie i pannelli fotovoltaici sono in grado di produrre energia con un'usura dei componenti praticamente

nulla. Gli unici interventi che potrebbero essere necessari sono la pulizia periodica dei moduli e l'eventuale sostituzione della scheda dell'inverter dopo una decina di anni, ma solo in caso di guasto.

I benefici del fotovoltaico non si limitano solo al settore industriale in sé stesso ma creano valore aggiunto anche nel cosiddetto indotto per:

- banche e istituti di credito;
- compagnie assicurative;
- studi legali, fiscali e notarili;
- imprese edili;
- trafile e, smaltitori amianto, coperturisti, prefabbricatori ecc.

Lo sviluppo del settore fotovoltaico ha permesso a molte piccole e medie imprese di esplorare nuovi sbocchi tecnologici, riconvertendo la propria produzione, ha dato vita a nuove aziende e dipartimenti specializzati, svolgendo una funzione anticiclica per uscire dalla crisi economica.

Il principale ostacolo all'installazione di questo tipo di tecnologia è stato, per lungo tempo, l'alto costo degli impianti stessi, e di conseguenza dell'energia prodotta. Tali limiti sono stati fortemente ridotti negli ultimi anni dalla produzione in massa, conseguenza diretta dell'incentivazione offerta alla produzione di energia solare che ha portato ad un sostanziale abbattimento dei costi. Molte speranze si possono riporre nel fotovoltaico, se integrato con gli altri sistemi di energia rinnovabile, (energia eolica, energia delle maree e energia da biomassa), per la sostituzione graduale delle energie a fonti fossili, le cui riserve sono limitate. Segnali di questo tipo provengono da diverse esperienze europee.

In Italia è consentita l'installazione di impianti fotovoltaici anche sulle aree agricole solo se soddisfano i requisiti in merito alla compatibilità ambientale, come si è cercato di fare per il caso di questo impianto.

L'affidabilità a lungo termine dei moduli fotovoltaici è fondamentale per garantire la fattibilità tecnica ed economica del fotovoltaico come fonte energetica di successo. L'analisi dei meccanismi di degrado dei moduli fotovoltaici è fondamentale per garantire una durata di vita attuale superiore a 25 anni.

### **3. 1 Riduzione emissioni di CO2 e risparmio di combustibile**

I cambiamenti climatici, l'aumento del prezzo del petrolio e le elevate emissioni di CO2 hanno riacceso, negli ultimi anni, l'interesse per le fonti energetiche rinnovabili: allo stato attuale è pertanto necessario ridurre il consumo dei combustibili fossili. Le energie rinnovabili producono un inquinamento ambientale trascurabile.

È possibile stimare le quantità energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico per generare la stessa energia prodotta da combustibili fossili e valutare quindi l'energia primaria risparmiata e le emissioni di gas serra evitate.



E' necessario tener conto che per produrre un chilowattora (Kw/h) elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 250 grammi di olio combustibile (petrolio) e di conseguenza vengono emessi nell'aria circa 0,531 kg di anidride carbonica (CO2), che contribuiscono all'innalzamento dell'effetto serra.

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187*
TEP risparmiate un anno per ogni MWh	26.367
TEP risparmiate in 25 anni per ogni MWh	768.000

Fig. 4: Delibera EEN 3/08 del 20-03-2008 (GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107)

Il coefficiente di conversione dell'energia primaria determina le Tonnellate Equivalenti di Petrolio (T.E.P.) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, che sarebbero risparmiate attraverso l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica durante tutto il corso del ciclo di vita dell'impianto FTV. L'impianto proposto consentirà un notevole risparmio di olio combustibile per la produzione di energia, evitando inoltre la produzione di CO2.

#### 4. Analisi benefici energetici

La tecnologia fotovoltaica converte, istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica senza l'uso di combustibile grazie all'effetto fotoelettrico, cioè la capacità che hanno alcuni semiconduttori, opportunamente trattati, di generare elettricità se sottoposti alla luce.

La componente base di un impianto fotovoltaico è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, ovvero quando si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1.000 W/m2.

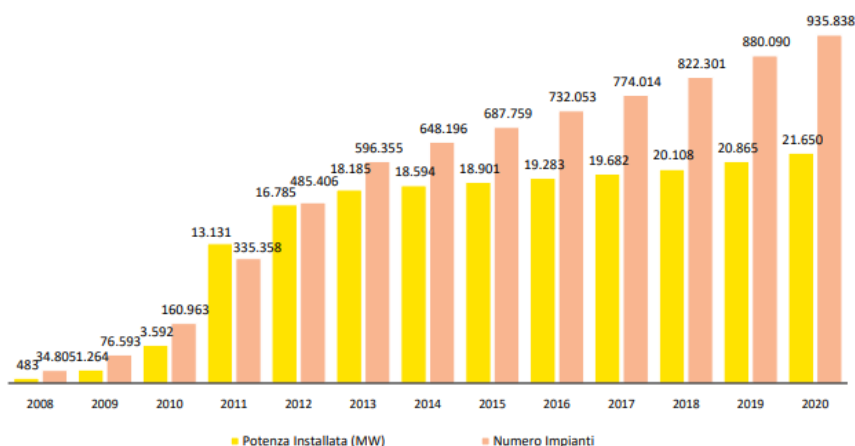


Fig. 5: Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici in Italia

Il grafico illustra l'evoluzione del numero e della potenza installata degli impianti fotovoltaici in Italia nel periodo 2008- 2020; si può osservare come, alla veloce crescita iniziale favorita - tra l'altro - dai meccanismi di incentivazione denominati Conto Energia segua, a partire dal 2013, una fase di consolidamento caratterizzata da sviluppo più graduale. Gli impianti entrati in esercizio nel corso del 2020 hanno una potenza media di 13,5 kW; si tratta del dato più alto osservato dal 2013, legato principalmente all'installazione, nel corso dell'anno, di alcune centrali fotovoltaiche di dimensioni rilevanti. La taglia media cumulata degli impianti fotovoltaici nel 2020 conferma il trend decrescente, attestandosi a 23,1 kW.

Radiazione solare cumulata annua nel 2020 (Italia)



Fig. 6: Elaborazione a cura di RSE su dati EUMETSAT

(<http://sunrise.rse-web.it/>)

La posizione geografica della Sardegna, come evidenziato anche dal Piano Energetico Ambientale Regionale, è particolarmente favorevole per lo sviluppo delle energie rinnovabili, se si considera il livello di insolazione che permette un rendimento ottimale del sistema fotovoltaico.

Dall'applicazione della norma si ottiene in Sardegna un irraggiamento globale annuo per una superficie inclinata di 30° pari a circa 1800 kWh/m<sup>2</sup>/anno.

Radiazione solare annua (kWh/m <sup>2</sup> )			
	orizzontale	verticale	ottimale
minima	1596	1147	1818
media	1619	1180	1846
massima	1650	1211	1885

Produzione annua per kilowatt picco (kWh/kWp)			
	orizzontale	verticale	ottimale
minima	1166	846	1319
media	1191	877	1352
massima	1220	905	1387

Angolo di inclinazione ottimale per i moduli fotovoltaici (in gradi)	
	Angolo
minimo	32
medio	33
massimo	34

Fig. 7: Elaborazione dati medi per il Sud Sardegna

L'impianto fotovoltaico raggiunge i picchi di produzione durante gli intervalli temporali costituiti dalle ore centrali dei giorni del periodo estivo. All'interno di questi stessi intervalli temporali si verificano anche i picchi massimi di fabbisogno elettrico nazionale. La sovrapposizione temporale tra picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e picchi di fabbisogno nazionale comporta un effettivo smorzamento di questi ultimi. L'impianto quindi persegue pienamente i benefici energetici, in termini di investimenti su opere e infrastrutture.

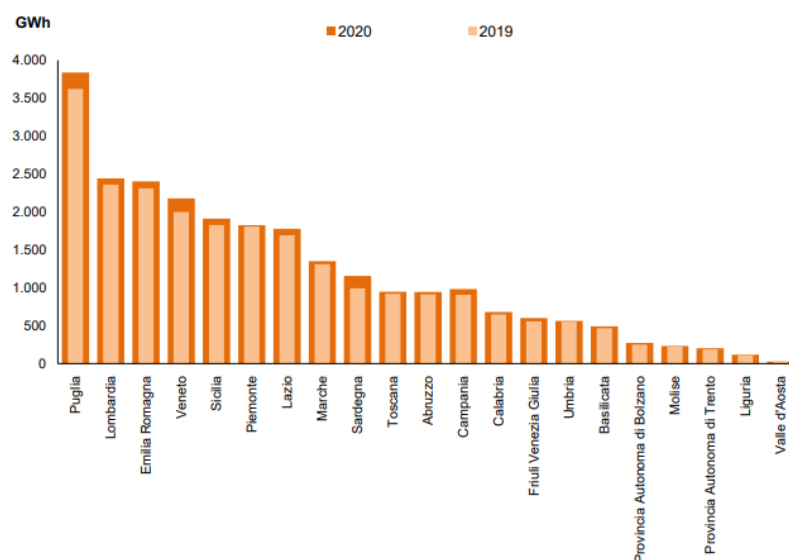


Fig.8 – Produzione degli impianti fotovoltaici nelle regioni italiane nel 2019 e 2020

In continuità con gli anni precedenti, nel 2020 la regione con la maggiore produzione fotovoltaica risulta la Puglia, con 3.839 GWh (15,4% dei 24.942 GWh prodotti complessivamente a livello nazionale). Seguono la Lombardia con 2.441 GWh e l'Emilia Romagna con 2.402 GWh, che hanno fornito un contributo pari rispettivamente al 9,8% e al 9,6% della produzione complessiva del Paese.

Per tutte le regioni italiane, nel 2020 si osservano variazioni positive delle produzioni rispetto all'anno precedente; la regione caratterizzata dall'aumento più rilevante è la Sardegna (+16,3% rispetto al 2019), seguita da Veneto (+9,0%) e dalle Province Autonome di Bolzano e Trento (rispettivamente +8,7% e +8,5%.

Un'altra informazione importante è che nessuna tecnologia per la produzione di energia ha avuto un tale calo dei prezzi nell'ultimo decennio. L'esempio più lampante è quello dei moduli di silicio multicristallino che nel 2010 costavano circa 2 dollari a watt mentre lo scorso anno hanno toccato gli 0,20, circa il 90% in meno. Contemporaneamente si è assistito a una straordinaria diffusione del fotovoltaico, cresciuto di circa 6 volte nel medesimo lasso temporale. La potenza solare globale infatti è passata da 16 Gigawatt nel 2010 a 105 Gigawatt nel 2019.

## 5. Analisi delle interferenze

Nel caso dell'impianto fotovoltaico in progetto da un punto di vista socio - economico, le interferenze più rilevanti sono legate alla realizzazione e dismissione dell'opera.

Gli aspetti negativi che potrebbero avere un impatto significativo nel caso della realizzazione dell'opera considerata possono essere raggruppati in due categorie:

- aspetti di natura ambientale e paesaggistica

- aspetti insediativi e infrastrutturali

Vengono di seguito analizzate ma sono, in ogni caso, dettagliate all'interno del SIA.

#### **Interferenze in fase di cantiere (realizzazione e dismissione):**

**RIFIUTI:** Dovuti soprattutto agli imballaggi, saranno costituiti da cartone, legno, plastica e polistirolo che verranno inviati ai rispettivi centri di smaltimento, mentre nella fase di dismissione si tratterà di pali in acciaio zincato, moduli fotovoltaici, profili in alluminio, viti, morsetti, cavi in rame, cabine, trasformatori e inverter, materiale elettrico e materiale inerte che verranno inviati ai centri di recupero se non in parte ritirati, previ precedenti accordi, dalla ditta produttrice. In fase di dismissione dell'impianto saranno rimosse tutte le strutture facendo attenzione a non asportare il suolo e verranno ripristinate le condizioni esistenti. Sono previsti scavi e movimentazione di terra di piccola entità sia per i pali che per le cabine e la rete di connessione e i cavidotti, ma la terra verrà utilizzata per le piantumazioni della vegetazione a confine o per livellare il terreno qualora fosse necessario.

**EMISSIONI:** Le emissioni gassose in atmosfera sono imputabili al traffico veicolare, durante le fasi di cantiere per l'allestimento del parco fotovoltaico e di dismissione dello stesso, e prevedono l'utilizzo mezzi meccanici lungo tutta la durata del cantiere, per il trasporto delle strutture, dei moduli e di altre utilities. Il rumore prodotto è relativo alla preparazione del terreno, al montaggio delle strutture e ai mezzi meccanici utilizzati.

**CONSUMO DI SUOLO:** Le interferenze in questo senso saranno riconducibili sia alla fauna che alla flora esistente nell'area in quanto viene occupato, in parte, suolo agricolo. I disturbi alla fauna sono imputabili al disturbo generato in fase di cantiere e alla limitata sottrazione di aree non di pregio e poco abitate dalle specie animali selvatiche. L'occupazione del sito, modifica parzialmente le condizioni ecologiche, essendo il sito caratterizzato da vegetazione rada e disomogenea. Verranno piantate specie erbacee tipiche della macchia mediterranea sia all'interno dell'area che a confine per mitigare la visuale dell'impianto fotovoltaico.

#### **Interferenze in fase di esercizio**

**RIFIUTI:** La produzione di rifiuti in questa fase è nulla o limitata esclusivamente alla manutenzione dell'impianto, come nel caso di sostituzione delle apparecchiature (imballaggi, ecc.).

**EMISSIONI:** Durante la fase di esercizio non si genereranno rumore ed emissioni in atmosfera poiché non vi sono sorgenti significative.

**CONSUMO DI SUOLO:** Interferenze dell'impianto con la componente di paesaggio si manifesta nell'occupazione di suolo durante tutta la vita del parco fotovoltaico (25/30 anni). Non verranno intaccate particolari risorse idriche poiché le piogge assolvono in gran parte a questa funzione, infatti la stessa acqua



utilizzata per la pulizia, in quanto priva di detergenti, sarà usata per irrigare qualora necessario le specie erbacee presenti nell'impianto.

**RADIAZIONI:** l'interferenza dell'impianto con radiazioni non ionizzanti sarà dovuta ai soli campi elettromagnetici correlati alla trasmissione dell'energia elettrica, mediante:

- linee di bassa tensione continua che collegheranno i moduli ai quadri e all'inverter;
- il cavo di media tensione alternata che collega l'inverter alla cabina di consegna;
- l'elettrodotto AT con il cavo di collegamento alla Stazione.

I campi elettromagnetici prodotti dai cavi in canaletta fuori terra e quelli prodotti dalle cabine di trasformazione sono da considerarsi poco significativi, in particolare questi ultimi si mantengono solo entro qualche metro di distanza dal perimetro della cabina stessa.

## 6. Conclusioni

Sulla base di quanto riportato nei paragrafi precedenti, l'area interessata dallo sviluppo dell'impianto fotovoltaico risulta idonea a questo tipo di utilizzo in quanto caratterizzata da un alto irraggiamento solare, inoltre la quasi totale assenza di calamità naturali la rende perfetta per la valorizzazione del suolo.

La realizzazione dell'impianto implicherà un coinvolgimento di manodopera locale qualificata, sia per la realizzazione che per la manutenzione, nonché per tutte le opere idrauliche e di mitigazione.

Il progetto si caratterizza positivamente per il fatto che quasi tutte le interferenze sono a carattere temporaneo, infatti esse sono principalmente legate alle attività di cantiere per la costruzione e successivamente alla dismissione dell'impianto fotovoltaico. Le restanti interferenze sono quelle legate alla fase di esercizio sono legate ad azioni relative esclusivamente alla manutenzione e alla presenza dell'impianto come elemento sul territorio temporaneo.

Infine deve essere considerato che l'approvvigionamento dell'energia solare è, per sua natura, a costo zero e che l'iniziativa proposta non presenta significative ricadute negative sull'ambiente e il territorio, altresì permetta una rivalutazione in termini di utilizzo maggiormente sostenibile di un'area che altrimenti avrebbe un potenziale molto più limitato.