



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA




TARANTO

PROGETTO DI RECUPERO E VALORIZZAZIONE TURISTICO- CULTURALE DELL'ARSENALE MILITARE DI TARANTO


SERIE:	IMPIANTI	DESCRIZIONE:	RELAZIONE TECNICO- ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	
COD. PROG.	TAVOLA:	NOME FILE:		SCALA:
	I 00	I 00_RELAZIONE IMPIANTO FV.docx		N.N.
PROGETTISTI:	T.V. (INFR) Ilaria Ing. BALDINI S.T.V. (INFR) Paola Arch. RISI			
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:	C.V. (INFR) Marcello Ing. TOMASSI			
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	APPROVAZIONI:	
00	22/07/2020	EMISSIONE		
01	15/03/2021	REVISIONE		




	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	LOCALIZZAZIONE DEL CANTIERE	3
3.	INQUADRAMENTO URBANISTICO E AMBIENTALE.....	5
4.	FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO.....	6
4.1.	FATTIBILITÀ PAESAGGISTICA.....	7
4.2.	FATTIBILITÀ IDROGEOLOGICA	7
5.	IL PROGETTO D'INTERVENTO.....	8
6.	DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTO FOTOVOLTAICO	9
7.	VINCOLI PROGETTUALI.....	11
7.1.	VINCOLI DOVUTI ALLA DISTANZA DALL'ELIPORTO	12
7.1.1.	INTERFERENZE DOVUTE ALL'ALTEZZA DELL'IMPIANTO.....	12
7.1.2.	ABBAGLIAMENTO.....	13
7.2.	VINCOLI DOVUTI ALLA PRESENZA DEL MARE	14
7.2.1.	EVENTI METEO-MARINI	14
7.2.2.	LA SALINITÀ DELL'ARIA.....	15
8.	PRE-DIMENSIONAMENTO TECNICO DELL'IMPIANTO	17
8.1.	ASPETTI GENERALI	17
9.	OFFICINA FORNI E FABBRI – MUSEO NAVALE	19
9.1.	STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA	21
9.2.	MIGLIORAMENTI AMBIENTALI.....	23
9.3.	STIMA SOMMARIA DELLA SPESA	24
10.	OFFICINA PICCOLI MOTORI – MUSEO DEL MARE	25
10.1.	STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA	26
10.2.	MIGLIORAMENTI AMBIENTALI.....	29
10.3.	STIMA SOMMARIA DELLA SPESA	29
11.	OFFICINA SETTORE SCAFI	30
11.1.	STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA	31
11.2.	MIGLIORAMENTI AMBIENTALI.....	34
11.3.	STIMA SOMMARIA DELLA SPESA	34
12.	ALLESTIMENTO E VALORIZZAZIONE DEL PERCORSO DI VISITA	35
12.1.	COSTI	37

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^ Divisione		Rev.:
			01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		Data: 15.03.2021

13. CONCLUSIONI.....37

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione tecnico-illustrativa riguardante l'efficientamento energetico per gli interventi previsti dal Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il recupero e valorizzazione turistico-culturale dell'Arsenale Militare Marittimo di Taranto, che necessariamente dovrà essere pensato quanto più possibile eco-compatibile e rispettoso dei vincoli ambientali.

La presente relazione intende non tanto definire la fattibilità tecnica della realizzazione, in quanto trattasi di un intervento limitato in zone circoscritte o puntuali che verrà realizzato mediante installazioni canoniche fotovoltaiche o mediante moduli flessibili a film sottile, cosiddetti moduli CIGS, utilizzati per essere perfettamente integrati con il profilo architettonico di un tetto, ma con questa si vuole valutare in primis la quantità di energia che l'installazione può mettere a disposizione a parziale compensazione dei nuovi consumi energetici degli edifici e percorsi museali in progetto nonché la stima dei costi correlati.

Non verranno pertanto trattati nella presente relazione gli impianti di illuminazione, edili di risistemazione e adeguamento, opere a verde, impianto di recupero acque di prima pioggia e piovane che comunque verranno realizzati a completamento dell'intervento di riqualificazione dell'intero progetto e per i quali si rimanda agli elaborati specifici.

2. LOCALIZZAZIONE DEL CANTIERE

L'area d'intervento comprende diverse zone all'interno dell'Arsenale della Marina Militare, inserito nel tessuto urbano di Taranto. L'Arsenale Militare Marittimo di Taranto occupa un'area di oltre 90 ettari (14,6 coperti, 5,4 di altri Enti e 70 scoperti) ha un fronte a mare di circa 3 Km con uno sviluppo di 4,5 Km di banchine (da ponente a levante sulla sponda meridionale del Mar Piccolo) ed è delimitato da un muro di cinta alto 6 m e lungo circa 4000 m.



	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021



Figura 1- Planimetria di inquadramento dell'area dell'Arsenale interessata dai lavori

Il progetto generale prevede, in estrema sintesi:

1. Realizzazione di un Entry point presso l'officina Reparto Manutenzione Macchine da Lavoro Automobilistiche *(altro progetto in redazione da parte della Direzione del Genio per la Marina di Taranto)*;
2. Adeguamento, ampliamento e allestimento museografico dell'edificio D32A - Mostra storica Artigiana *(altro progetto in redazione da parte della Direzione del Genio per la Marina di Taranto)*;
3. Riqualificazione e adeguamento dell'officina Forni e Fabbri che verrà destinata ad ospitare un sommergibile della classe Sauro il quale, a seguito di lavori navalmeccanici, verrà reso visitabile;
4. Riqualificazione e adeguamento per l'apertura ai visitatori dell'officina Scafi;
5. Riqualificazione e adeguamento dell'Officina Piccoli Motori per allestimento di un museo permanente basato su esposizioni multimediali e reperti di archeologia marina;
6. Allestimento e adeguamento dei percorsi di visita attraverso:

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

- la manutenzione straordinaria delle facciate degli edifici: Stazione di pompaggio Brin (percorso B), Officina Fonderie (percorso B), Chiesa Arsenale Cappella San Giovanni Paolo II (percorso B), Officina Congegnatori 2 (percorso A e B);
- sistemazioni aree esterne all'Entry Point belvedere (percorso A e B);
- restauro n. 2 scale di discesa (percorso A pedonale);
- restauro scala di risalita (percorso A pedonale);
- ripristino viabilità e marciapiedi percorso A;
- ripristino viabilità e marciapiedi percorso B.

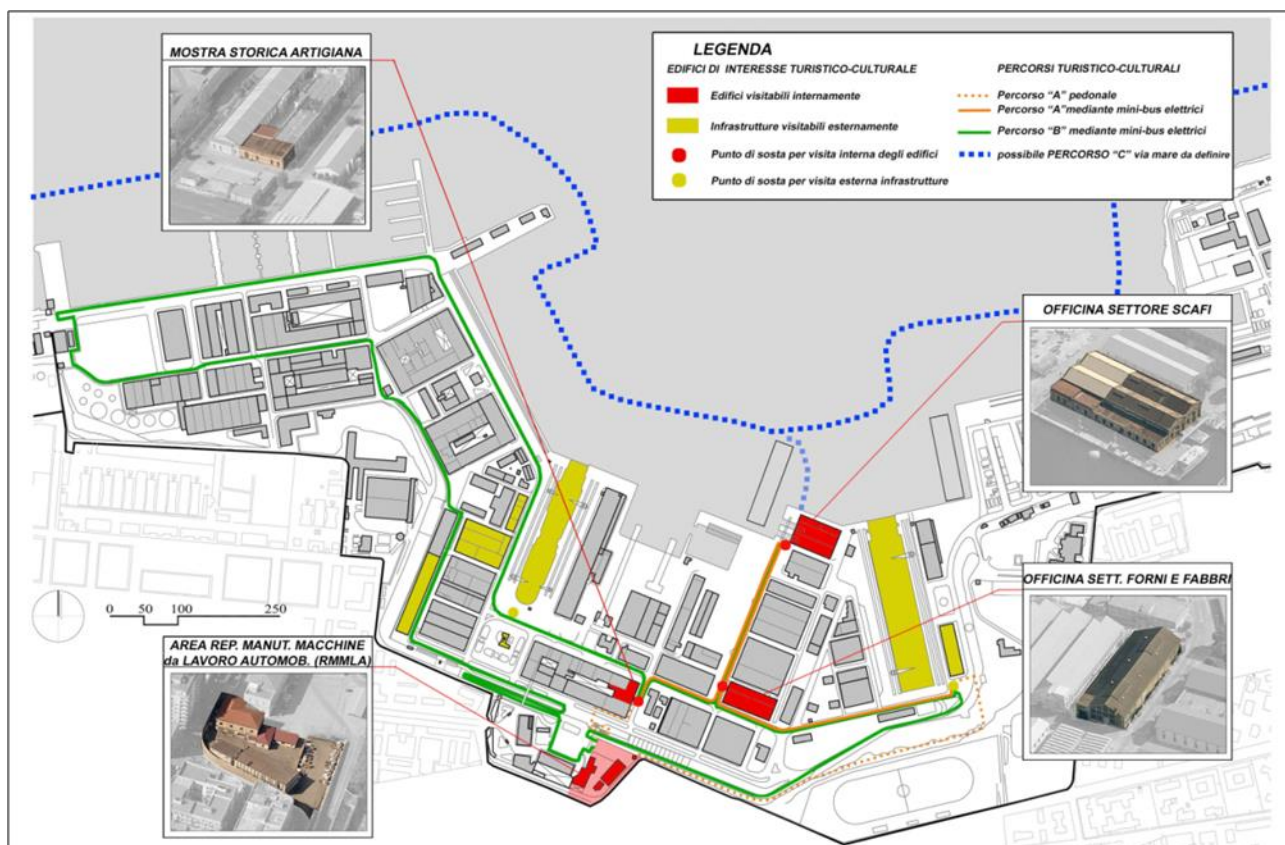



Figura 2 - Inquadramento di insieme dei percorsi museali

3. INQUADRAMENTO URBANISTICO E AMBIENTALE

In base al P.R.G. vigente gli interventi da realizzare ricadono nella zona definita come A3 – Zona Speciale Vincolata, aree di proprietà pubblica soggette a vincolo speciale in quanto riservate alle destinazioni d'uso specifiche affermate dai vincoli stessi, che vengono accolti e inseriti nella Variante Generale al P.R.G. di Taranto.

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

Come evidenziato nell'allegato "Studio di prefattibilità ambientale", a cui si rimanda per gli approfondimenti, l'area risulta interessata, anche se solo in parte, da un vincolo idrogeologico. La quasi totalità delle strutture all'interno dell'Arsenale, la cui realizzazione risale ad oltre settanta anni, sono soggetti al D.lgs. n°42 del 22.01.2004, Codice dei Beni Culturali ai sensi dell'art. 54 c.2.

4. FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

L'energia elettrica prodotta dagli impianti oggetto della presente relazione sarà finalizzata esclusivamente ad usi pubblici, quindi immessa nella rete elettrica locale o nazionale secondo il principio dello "scambio sul posto".

Tale impianto intende accrescere il carattere di eco-compatibilità ed eco-sostenibilità dell'intervento infrastrutturale generale previsto per l'Arsenale di Taranto nell'ambito del Programma di musealizzazione, dando la possibilità di:


- accrescere l'immagine dell'impegno della Marina Militare riguardo alle tematiche ambientali;
- contribuire alla produzione di energia da fonti rinnovabili, cooperando al raggiungimento degli obblighi derivanti dal protocollo di Kyoto sia a livello nazionale sia in particolare nell'ambito di una zona particolarmente degradata.

Queste opportunità sono dovute alle caratteristiche dell'intervento proposto, che:

- consente la produzione di energia elettrica senza emissione di sostanze inquinanti;
- utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- consente il risparmio di combustibile fossile;
- non produce nessun rifiuto o scarto di lavorazione;
- non è fonte di inquinamento acustico;
- non è fonte di inquinamento atmosferico.

Al fine di una migliore comprensione degli impatti visivi ed ambientali dell'opera in oggetto, verranno analizzate le caratteristiche dell'area in rapporto all'intorno, individuando soluzioni tali da garantire un impiego virtuoso degli spazi ed una continuità paesaggistica nel rispetto del costruito e del territorio. Gli interventi previsti infatti:

- non impegnano superfici con presenza di macchia mediterranea, essenze arboree e arbustive autoctone essendo realizzati su superfici a copertura di vari edifici;

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

- saranno realizzati mediante l'uso di mezzi meccanici idonei ad evitare danni e disturbi all'area circostante (contenimento delle emissioni di polveri e rumore).

In quest'ottica, la mitigazione degli impatti, associata ai benefici economici e ambientali che deriveranno dalla realizzazione dell'opera, conferirà al progetto proposto una valenza decisamente rilevante nel sistema energetico locale con positivi riflessi sociali nella comunità locale.

4.1. FATTIBILITÀ PAESAGGISTICA

Come citato in premessa per gli immobili all'interno dell'Arsenale la cui realizzazione risalga ad oltre settanta anni, soggetti al D.lgs. n°42 del 22.01.2004, Codice dei Beni Culturali ai sensi dell'art. 54 c.2, sarà necessario richiedere la verifica dell'interesse culturale ai sensi dell'art.12 c. 1 del Codice.

Gli interventi più invasivi previsti in progetto si configurano comunque come ristrutturazioni edilizie pesanti rispettando l'involucro esterno esistente per cui soggetti a richiesta di parere.

4.2. FATTIBILITÀ IDROGEOLOGICA


La Relazione geologica a cui si fa riferimento è stata redatta nel luglio 2013 ed è riportata all'elaborato G04.

Il territorio d'indagine è posto nella fascia meridionale del Mar Piccolo, area morfologicamente subplaneggiante e geologicamente caratterizzata dalla sovrapposizione, per trasgressione, di una serie sedimentaria clastica pleistocenica su di un substrato mesozoico carbonatico, ampiamente affiorante nell'entroterra della stessa regione, a quote più elevate, sebbene di più antica genesi.

La natura e lo stato di addensamento dei terreni di sottofondazione inducono a ritenere l'area in oggetto esente da fenomeni franosi in atto e/o potenziali, e quindi idonea a ricevere strutture quali quelle in progetto.

Ai sensi della normativa vigente, utilizzando i dati della Down- Hole eseguita è stata individuata la categoria di suolo dell'area in studio: essa rientra nella categoria C.

Mentre per quanto concerne il fattore sismico topografico, l'area in studio ricade in zona T1.

	<p align="center">MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^a Divisione</p>	Rev.:
		01
	<p align="center">RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Data: 15.03.2021

Per ulteriori elementi di approfondimento si rimanda alla Relazione Illustrativa (elaborato nr. 02 ed allo Studio di Prefattibilità Ambientale dello Studio di Fattibilità (elaborato nr. 04).

5. IL PROGETTO D'INTERVENTO

Il progetto prevede l'installazione di impianti fotovoltaici sulle coperture di alcune officine oggetto di ristrutturazione e rifunzionalizzazione nonché l'installazione di 5 pensiline di arredo urbano nelle aree di sosta dei bus navetta complete di stazioni di ricarica, in particolare:

1. Installazione di 3 pensiline FV nell'area adibita a parcheggio nei pressi dell'Entry point presso l'officina RMMLA e 2 pensiline FV nell'area di sosta dei bus navetta presso l'officina Congegnatori 2;
2. Falda di copertura dell'officina Forni e Fabbri;
3. Falde di copertura dell'officina Piccoli Motori;
4. Falde di copertura dell'officina Scafi.


Lo stato dei luoghi manterrà la sua destinazione d'uso, per gli impianti fotovoltaici essendo opere non invasive non sarà necessario, in prima approssimazione, prevedere particolari o dedicate indagini strutturali, essendo le stesse previste in progetto nell'ambito degli interventi di ristrutturazione delle officine interessate.

Tuttavia, la situazione di antropizzazione della zona interessata e la realizzazione di impianti accessori quali il trattamento e recupero delle acque piovane si dovranno prevedere indagini per la ricerca di eventuali sotto servizi e indagini per la bonifica di ordigni inesplosi, nelle aree oggetto di scavi e/o di posizionamento delle vasche di raccolta e trattamento delle acque.

Nelle fasi più avanzate della progettazione che riguarderanno l'ottimizzazione del layout delle superfici FV, la collocazione dell'impiantistica elettrica nonché la realizzazione delle opere accessorie saranno comunque previste tutte le indagini necessarie.

In estrema sintesi le opere e gli impianti tecnologici che saranno realizzati a completamento dell'installazione del parco fotovoltaico possono essere sinteticamente riassunte:

- recinzione dell'area;
- preparazione delle coperture;
- assemblaggio dei pannelli con il montaggio delle strutture di sostegno;
- installazione dei manufatti prefabbricati di trasformazione e gestione dell'energia elettrica;

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

- realizzazione impianto di prima pioggia;
- realizzazione impianto recupero acque piovane;
- realizzazione impianto di terra e contro le scariche atmosferiche (se necessario);
- installazione dell'impianto di illuminazione;.
- opere di scavo per il passaggio dei cavi elettrici.




Figura 3 - Edifici interessati dall'installazione degli impianti FV (in rosso)

6. DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto è realizzato attraverso l'assemblaggio di più moduli fotovoltaici posti sulla copertura delle officine oggetto di ristrutturazione e sulle pensiline di stationamento e ricarica dei bus elettrici disposte lungo il percorso museale.

Riguardo la scelta del tipo di modulo da installare in corrispondenza delle coperture delle officine, una prima soluzione prevedeva l'utilizzo di pannelli a celle solari monocristalline in Silicio, collocati in aderenza alle falde al fine di impattare il meno possibile sul paesaggio. La presente proposta, al

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

fine di rispondere alle osservazioni avanzate dalla Soprintendenza in occasione della prima valutazione del Progetto, prevede l'utilizzo di moduli flessibili a film sottile, cosiddetti moduli CIGS (CIGS sta per Copper, Indium, Gallium, Selenide, ovvero Rame, Indio, Gallio, Seleniuro, i componenti utilizzati per realizzarli), utilizzati per essere perfettamente integrati con il profilo architettonico di un tetto.

Si tratta di un tappetino lungo 5,7 m e largo 0,495 m, spesso 3 mm e capace di generare tra i 250 e 300 watt di potenza. Quello da 300 watt, considerato nel presente progetto, ha una produzione stimata annua di 81,5 kW. La sua efficienza energetica oscilla tra il 10,5% ed il 12,6%. Il modulo è flessibile si adatta a tutte le forme di superfici, è leggero (il peso è di 3,5 kg per metro quadro) e non richiede perforazioni, buchi o staffe di supporto sul tetto.

La potenza elettrica sarà data dalla somma delle potenze di tutti i generatori installati. L'energia elettrica prodotta dai moduli FV in corrente continua (CC) sarà trasformata da "inverter" in corrente alternata (CA) con le idonee caratteristiche di tensione e frequenza perché possa essere utilizzata ed immessa nel sistema elettrico della base o della rete pubblica secondo il principio di "scambio sul posto". Ogni inverter avrà una potenza nominale compatibile col numero di stringhe fotovoltaiche poste al suo ingresso e saranno alloggiati in contenitori elettrici prefabbricati. Saranno inoltre installati anche i trasformatori da Bassa Tensione (BT – 230 V) a Media Tensione (MT – 10 / 15 / 20 kV) per la consegna dell'energia alla rete elettrica locale o nazionale.

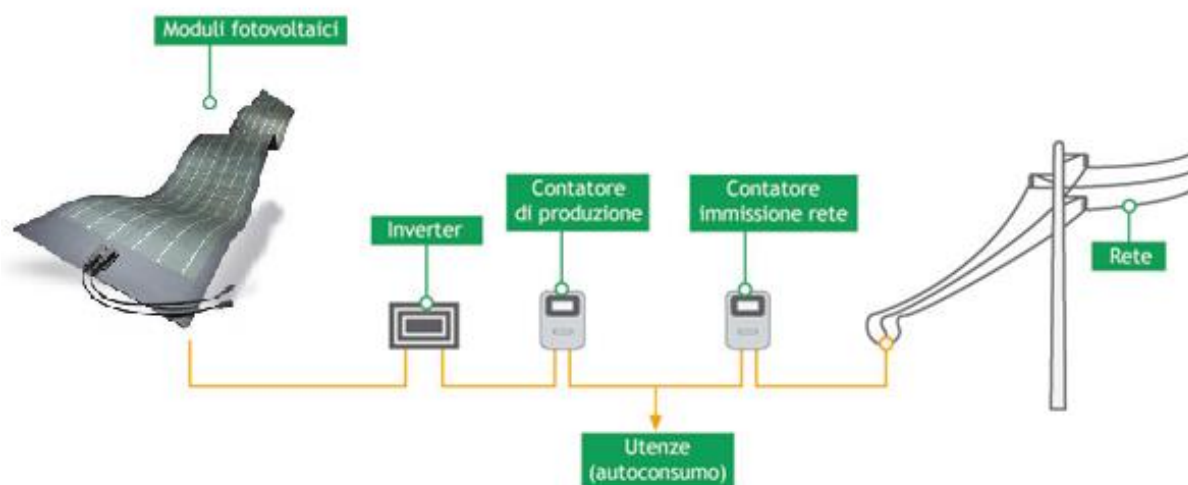



Figura 4 - Schema Impianto FV a scambio sul posto

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

Occorre evidenziare che per riuscire a recuperare in parte la perdita di potenza dovuta al diverso tipo di modulo installato (dimezzata rispetto alla soluzione precedente), si è considerata raddoppiata la superficie per le due officine che offrivano la possibilità della doppia falda esposta a sud (Piccoli Motori e Settore Scafi)

Per le pensiline situate nelle stazioni di fermata e di ricarica si è scelto di mantenere l'utilizzo di pannelli a celle solari monocristalline in Silicio. Le tavole fotovoltaiche che costituiranno le coperture delle 5 pensiline FV saranno posizionate per mezzo di idonee strutture di sostegno in acciaio zincato, rivolte quanto più possibile verso la direttrice Sud e con una specifica inclinazione rispetto al piano orizzontale. La struttura sarà fissata al terreno a mezzo di plinti o fondazioni superficiali. Anche tali strutture saranno opportunamente dimensionate in base alle azioni sismiche, al carico neve e all'azione del vento previsti dalle normative vigenti per il sito considerato. Il mercato offre diversificate soluzioni tecniche e di *design* anche con piede zavorrato per quelle situazioni specifiche che presentano elementi ostativi alle operazioni di scavo (ad esempio fitta rete di sottoservizi).

Dette pensiline saranno affiancate dalle stazioni di ricarica rapida per bus navetta.

L'altezza massima dei moduli fotovoltaici su pensilina dipende dall'inclinazione che verrà ottimizzata nel corso dello sviluppo del progetto, ma si prevede non possa superare i 2,5 - 3 metri.

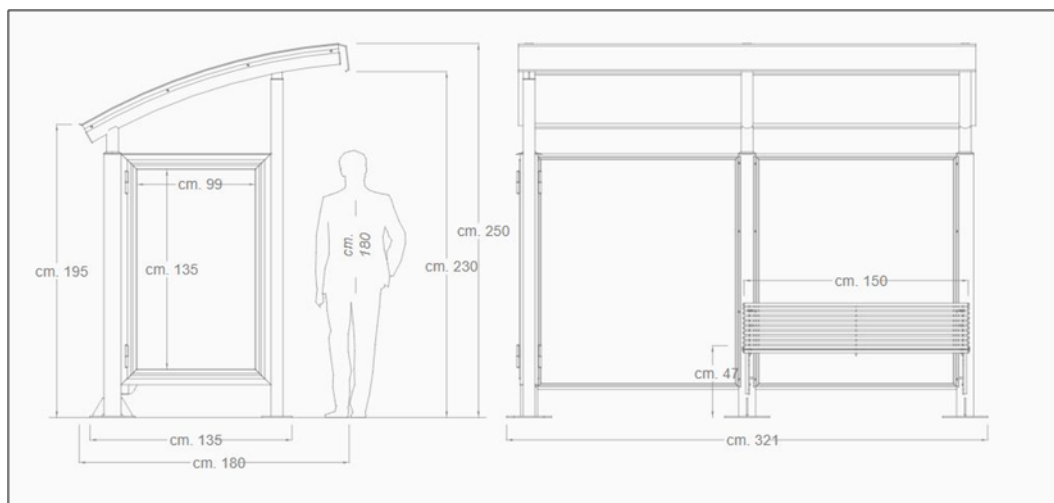



Figura 5 - Pensilina FV, dimensioni di massima

7. VINCOLI PROGETTUALI

Il sito di installazione considerato è senz'altro indicato ad ospitare gli impianti fotovoltaici tra l'altro già presenti su alcuni immobili e parcheggi auto, data l'estensione delle superfici disponibili

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

e l'assenza di strutture che potrebbero proiettare ombre significative sui generatori. Nel caso specifico però essendo il sistema FV collocato in prossimità della linea di costa ed in un'area dove è possibile prevedere operazioni di volo dalle Unità ormeggiate in Arsenale, alcuni vincoli progettuali devono essere necessariamente valutati. Ci sarà la possibilità comunque di esaminare, oltre quelli che saranno citati nei paragrafi successivi, altri fattori di interferenza sofferti dall'impianto FV, qualora questi vengano evidenziati nel corso dello sviluppo della progettazione.

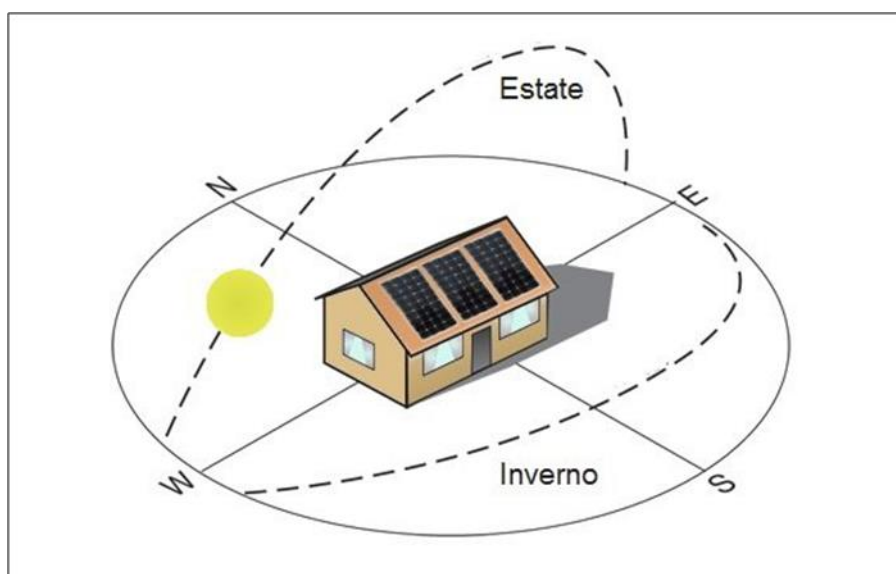


Figura 6 - Azimut ottimale di orientamento


7.1. VINCOLI DOVUTI ALLA DISTANZA DALL'ELIPORTO

Esistendo la possibilità di operazioni di volo dalle Unità navali ormeggiate in Base, è doveroso considerare e prevedere i possibili effetti dell'impianto FV su tali particolari attività. I due principali rischi che devono essere valutati sono:

- interferenza fisica dell'impianto con i velivoli: a tal fine si valuterà l'altezza dell'impianto, intesa come altezza max di tutti i singoli componenti;
- abbagliamento che i piloti, in fase di decollo, volo e/o atterraggio, potrebbero patire a causa dalla luce rinviata dai moduli fotovoltaici.

7.1.1.INTERFERENZE DOVUTE ALL'ALTEZZA DELL'IMPIANTO

Per valutare tale elemento occorre far riferimento all'altezza dell'impianto fotovoltaico ed in particolare delle coperture fotovoltaiche. Come già anticipato, la massima altezza ipotizzabile può essere considerata l'altezza delle coperture delle officine pertanto ben al disotto degli ostacoli già

	<p align="center">MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^a Divisione</p>	Rev.:
		01
	<p align="center">RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Data: 15.03.2021

presenti nelle Base come pali di illuminazione, torri faro o le gru presenti in prossimità dei bacini di carenaggio. Gli altri componenti dell'impianto non presentano altezze dimensionali degne di nota. Il rischio in esame pertanto non introduce elementi ostativi o che necessitano di misure di mitigazione, alla realizzazione degli impianti FV previsti in progetto.

7.1.2.ABBAGLIAMENTO


Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva di un osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione ad una intensa sorgente luminosa. Considerato l'insieme dei componenti dell'impianto, gli elementi che sicuramente possono generare i fenomeni di abbagliamento sono i moduli fotovoltaici.

Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un pannello, oppure dalla superficie di una cella solare, e che quindi non può più contribuire alla produzione di corrente elettrica. Strutturalmente il componente del modulo al quale è principalmente imputabile la riflessione della radiazione luminosa è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari. I moduli fotovoltaici di ultima generazione sono protetti frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza, il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco.

Per diminuire ulteriormente le perdite per riflessione ed incrementare l'efficienza di un modulo fotovoltaico la tecnologia odierna mette a disposizione ulteriori possibilità per la mitigazione del fenomeno quali ad esempio l'utilizzo di moduli fotovoltaici con vetro piramidale e trattamenti superficiali con nano-tecnologie.

Questa tipologia di vetro ha le caratteristiche per funzionare come una "light trap": intrappola i raggi solari e ne limita la riflessione.

Ad oggi sono numerosi, in Italia e in Europa, gli aeroporti che si stanno munendo o che hanno già da tempo sperimentato con successo estesi impianti fotovoltaici (es. Bari Palese: Aeroporto Karol Wojtyla; Roma: Aeroporto Leonardo da Vinci; Bolzano: aeroporto Dolomiti; Atene: Eleftherios Venizelos; Aeroporto Berlin – Neuhardenberg; Aeroporto di Saarbücken). Pertanto, senza considerare particolari scelte progettuali, da una prima analisi, risulta del tutto accettabile l'entità

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^ Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

del riflesso generato dalla presenza dei moduli fotovoltaici installati nelle vicinanze di zone adibite ad operazioni di volo.

In definitiva anche il rischio di abbagliamento non può essere considerato ostativo alla possibilità di realizzazione del parco FV in esame e che tale aspetto si può considerare gestibile con l'adozione di pannelli antiriflesso ormai comunemente reperibili sul mercato.

7.2. VINCOLI DOVUTI ALLA PRESENZA DEL MARE

Il sito di installazione è situato in prossimità della linea di costa devono pertanto essere considerati gli effetti meteomarinari sull'impianto.

In particolare:

7.2.1. EVENTI METEO-MARINI

In prima approssimazione si prevede che sarà sufficiente nel caso in esame, scegliere un opportuno grado di protezione di tutti gli apparati e componenti tecnologici contro la penetrazione di agenti esterni di natura solida e liquida (Codice IP), in aderenza dei marchi internazionali di protezione di cui alla tabella sottostante. Per quanto riguarda le strutture, le stesse saranno opportunamente dimensionate nei riguardi delle azioni di neve, vento e pioggia previste per la zona.


	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione		Rev.:
			01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		Data: 15.03.2021


Tabella grado di protezione IP

1a cifra: Grado di protezione contro l'ingresso di oggetti solidi		2a cifra: Grado di protezione contro l'ingresso di liquidi								
		Non protetto	Protetto contro acqua gocciolante	Protetto contro acqua gocciolante con un angolo entro ±15°	Protetto contro acqua spruzzata con un angolo entro ±60°	Protetto contro spruzzi d'acqua da qualsiasi direzione	Protetto contro getti d'acqua pompati da qualsiasi direzione	Protetto contro forti getti d'acqua da qualsiasi direzione e acqua di mare	Protetto contro brevi immersioni (fino a 1 mt di profondità)	Protetto contro la prolungata immersione in acqua (oltre 1 mt di profondità)
		IPx0	IPx1	IPx2	IPx3	IPx4	IPx5	IPx6	IPx7	IPx8
Non protetto	IP0x	IP00	IP01	IP02						
Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi più grandi di 50 mm Ø (es. una mano)	IP1x	IP10	IP11	IP12	IP13					
Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi più grandi di 12 mm Ø (es. un dito)	IP2x	IP20	IP21	IP22	IP23					
Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi più grandi di 2,5 mm Ø (es. fili, attrezzi)	IP3x	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34				
Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi più grandi di 1 mm Ø (es. fili, attrezzi)	IP4x	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	IP45	IP46		
Protezione contro la polvere tale da non interferire con il funzionamento del dispositivo. Depressione atmosferica 200mm colonna d'acqua. Flusso d'aria pari a 80 volte il volume della custodia	IP5x					IP54	IP55	IP56		
Completamente ermetico a polveri e fumi	IP6x					IP64	IP65	IP66	IP67	IP68

Figura 7 - Indice di protezione IP

7.2.2.LA SALINITÀ DELL'ARIA

Per evitare una corrosione eccessiva delle strutture metalliche per l'ancoraggio dei moduli, le quali si ipotizzano costituite da acciaio zincato a caldo, occorrerà scegliere uno spessore dello strato di zinco a protezione dell'acciaio adeguato all'aggressività dell'aria. In base all'ambiente di esposizione verrà scelto l'acciaio zincato che garantisca una durata coerente con l'attesa di vita utile dell'impianto (20 anni). Di seguito un grafico d'esempio in cui viene mostrata la durata tipica del rivestimento di zinco fino alla prima manutenzione, per diverse categorie di ambienti (secondo la norma ISO 9223) e relative velocità di corrosione.

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

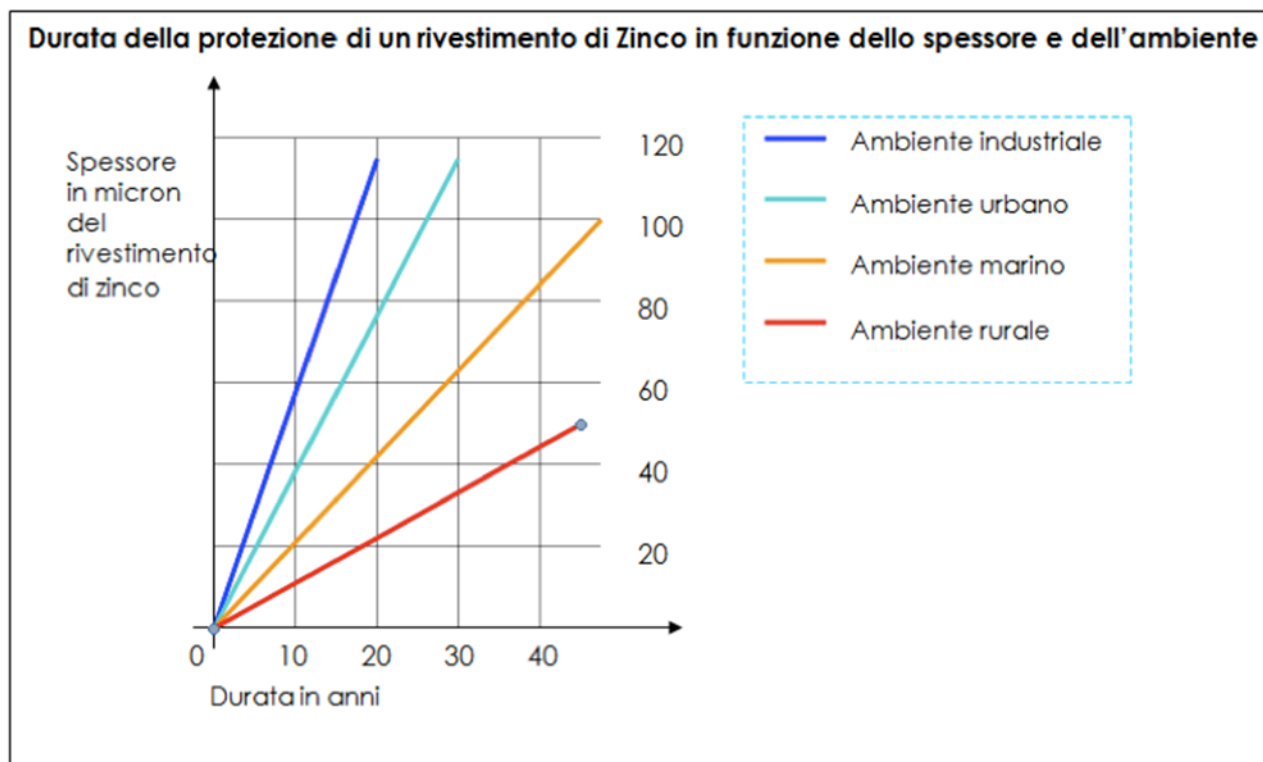



Figura 8 - Durata del rivestimento di zinco fino alla prima manutenzione

Si dovrà prevedere quindi uno strato di zincatura dell'acciaio delle strutture non inferiore ai 40 micron. Da valutare successivamente un possibile incremento stante la forte industrializzazione delle aree limitrofe.

I vetri dei moduli fotovoltaici solitamente hanno superfici molto lisce ma vista la natura dell'ambiente in cui i moduli saranno posti, dovrà esser prevista una pulizia della loro superficie frontale più frequente rispetto a quella di un impianto standard. I pannelli fotovoltaici oggi in commercio, così come tutti i componenti dell'impianto, soprattutto quelli dedicati alle applicazioni industriali, sono comunque studiati e progettati per resistere alle più svariate condizioni meteorologiche e ambientali. Nel corso dell'approfondimento progettuale saranno sicuramente individuati apparati ed apparecchiature adatte alle caratteristiche tipiche del sito di installazione qui considerato.

In conclusione, anche gli aspetti legati alla localizzazione dell'impianto in prossimità della linea di costa non introducono alcun elemento ostativo alla realizzazione del parco fotovoltaico.

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

8. PRE-DIMENSIONAMENTO TECNICO DELL'IMPIANTO

8.1. ASPETTI GENERALI

Al fine della valutazione della quantità di energia producibile dall'impianto FV dovremo definire i seguenti fattori:

- la radiazione solare incidente sul luogo di installazione, dipendente dal clima e dal posizionamento geografico;
- l'azimut dei moduli FV, ovvero l'angolo misurato sul piano orizzontale tra la normale alla superficie dei moduli e la direzione Nord-Sud (90° Ovest – 0° Sud – -90° Est);
- il tilt dei moduli fotovoltaici, ovvero l'inclinazione dei moduli rispetto al piano orizzontale;
- l'auto-ombreggiamento delle file di moduli FV adiacenti.

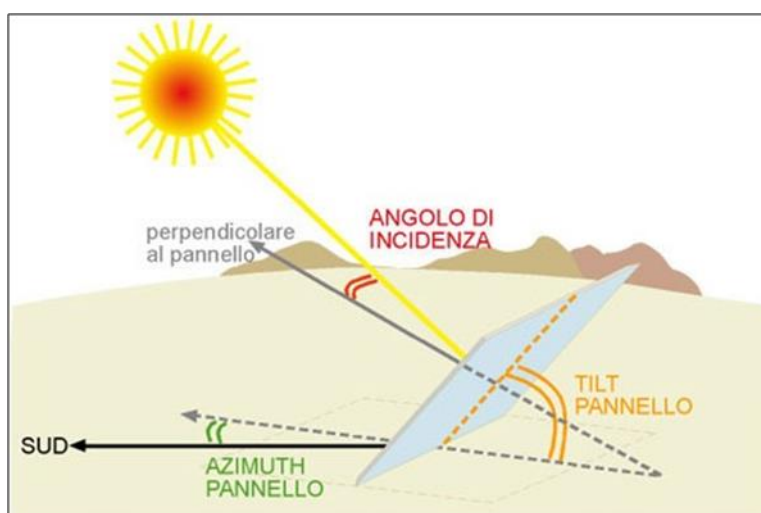



Figura 9 - Angoli significativi di installazione

La stima della quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base delle simulazioni effettuate tramite il Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS-5) a disposizione online sul sito della Comunità Europea nella sezione dedicata.

Le condizioni poste a base della simulazione sono le seguenti:

- Coordinate di localizzazione: automaticamente determinate;
- Superficie fotovoltaica: di volta in volta determinata;
- Modulo fotovoltaico flessibile: potenza di picco 300 Wp;
- Angolo di tilt ottimale: di volta in volta determinato;
- Angolo di azimut ottimale: di volta in volta determinato.


	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

Avendo l'energia in ingresso al sistema occorre poi considerare le seguenti perdite:

PERDITA DI PRODUZIONE	FONTE	VALORE	RENDIMENTO
Effetto termico	Portale PVGIS	24,66 % - 24,68%	75,32% - 75,34 %
Riflessione			
Collegamenti elettrici lato CC			
Ombreggiamento			
Collegamenti elettrici lato MT			
Perdite conversione			
Perdite per fuori servizio e manutenzione			
Perdite di dispersione			
Rendimento complessivo medio dell'impianto fotovoltaico			~75 %

Si ottiene così una stima dell'energia elettrica prodotta dal parco fotovoltaico in oggetto a disposizione della rete elettrica di distribuzione locale o nazionale.

Ulteriori dati da considerare a calcolo sono naturalmente i dati tecnici del pannello fotovoltaico che si intende adottare per la composizione del parco. In questa sede si adotterà un pannello tipo dotato delle seguenti caratteristiche:

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

Electrical Specifications*

Capacity rating	P _{max}	300 W	275 W	250 W
Tolerance of P _{max}	%	± 7%	± 7%	± 7%
Module aperture area efficiency	%	12.6%	11.5%	10.5%
Rated voltage	V _{mpp}	53.9 V	50.3 V	46.5 V
Rated current	I _{mpp}	5.6 A	5.5 A	5.4 A
Open circuit voltage	V _{oc}	71.2 V	68.4 V	65.7 V
Short circuit current	I _{sc}	6.4 A	6.3 A	6.2 A

*Measured at (STC) Standard Test Conditions: 25°C, 1 kW/m² insolation, AM 1.5

Temperature Coefficients

Maximum power	-0.43 %/°C
Voltage at Maximum Power	-0.38 %/°C
Open circuit voltage	-0.33 %/°C
Short circuit current	-0.03 %/°C

Mechanical Specifications

Dimensions	5745 x 495 x 3 mm (226 x 19.3 x 0.12 in)
Weight	9.9 kg (nominal weight with adhesive) 3.5 kg/m ² (0.7 lb/ft ²) with adhesive
Junction Box	Junction box with bypass diode
Cables	Tyco Solarlok
Front Sheet	Non-stick ETFE
Solar Cells	108 CIGS cells (210 x 100 mm)
Frame	None

Operating Conditions

Temperature Range	-40°C to + 85°C
Maximum System Voltage	1000 V

Figura 10 - Caratteristiche tecniche e dimensionali pannello tipo


9. OFFICINA FORNI E FABBRI – MUSEO NAVALE

Il progetto prevede *“l’adeguamento e l’allestimento dell’edificio destinato ad ospitare un sommergibile di classe Sauro che, a seguito di lavori navalmeccanici, potrà essere reso visitabile”*.

Gli impianti fotovoltaici saranno realizzati in corrispondenza della copertura. L’energia elettrica prodotta potrà essere utilizzata per l’autoconsumo dell’edificio. Tutta l’energia non utilizzata verrà immessa nella rete elettrica locale o nazionale secondo il principio dello “scambio sul posto”.

Per il caso oggetto del presente paragrafo i dati di input nel Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS-5), sono i seguenti:

- Superficie stimata disponibile: 1.094 mq;
- Nr. moduli: nr. 389 moduli da 300Wp per un totale di 116,7 kWp;

	<p align="center">MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^a Divisione</p>	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

- Inclinazione: 23°;
- Orientamento: 24°.

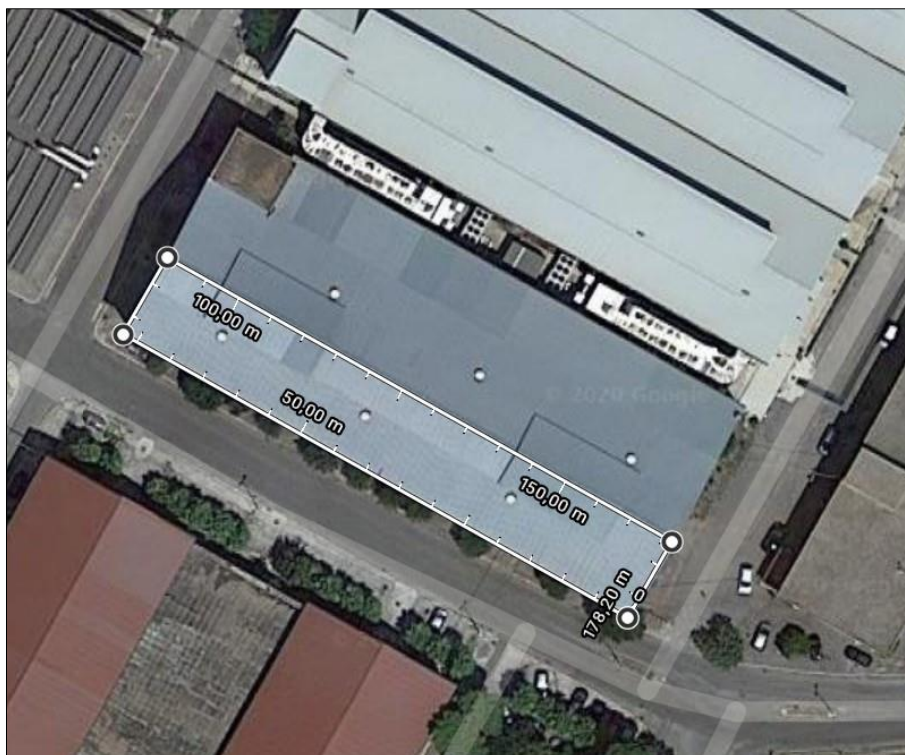



Figura 11 - Superficie di progetto officina Forni e Fabbri

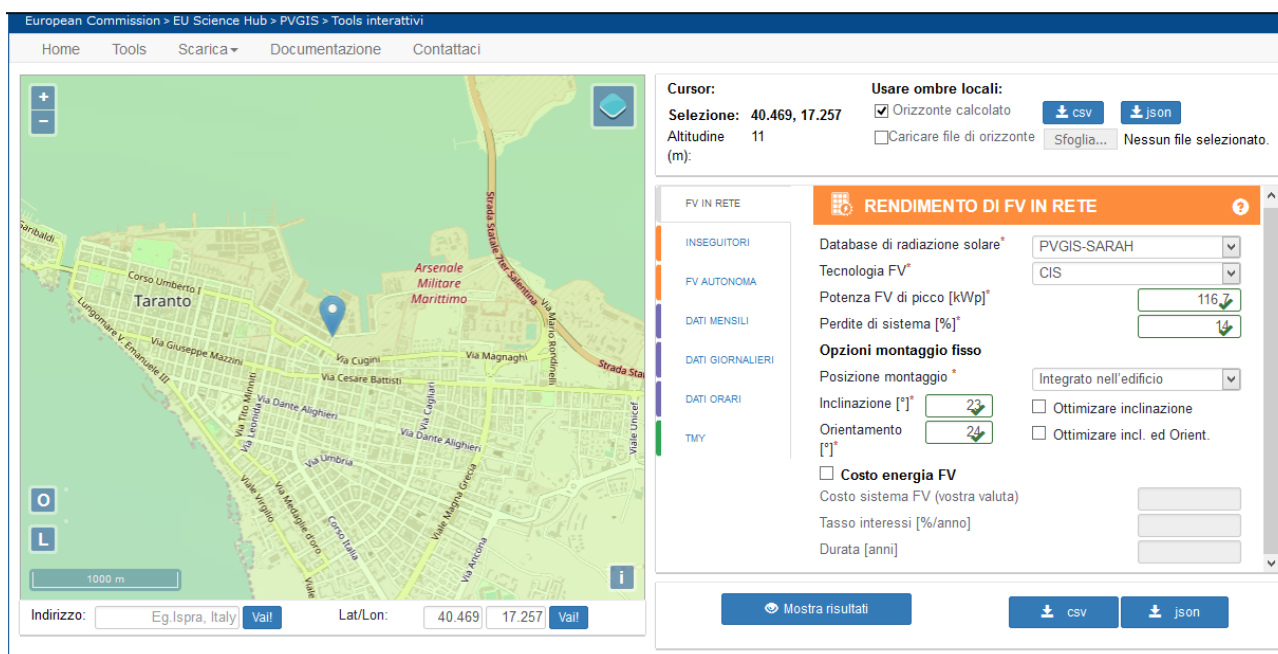


Figura 12 - Stato di progetto officina Forni e Fabbri

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data:
		15.03.2021

9.1. STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA

Tenuto conto delle grandezze sino ad ora definite ed inseriti i dati nel software di simulazione si ottengono i seguenti risultati:



The screenshot shows the PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) interface. On the left is a map of Taranto, Italy, with a location pin. The right panel contains input fields for system parameters:

- Cursor:** Selezione: 40.469, 17.257; Altitudine: 11 (m).
- Usare ombre locali:** ☒ Orizzonte calcolato; ☐ Caricare file di orizzonte.
- Database di radiazione solare:** PVGIS-SARAH.
- Tecnologia FV:** CIS.
- Potenza FV di picco [kWp]:** 116.7.
- Perdite di sistema [%]:** 14.
- Opzioni montaggio fisso:** Posizione montaggio: Integrato nell'edificio; Inclinazione [°]: 23; Orientamento [°]: 24.
- Costo energia FV:** Costo sistema FV (vostra valuta): ; Tasso interessi [%/anno]: ; Durata [anni]: .

Buttons for 'Mostra risultati', 'csv', and 'json' are at the bottom right.

Figura 13 – Dati di input nel PVGIS.

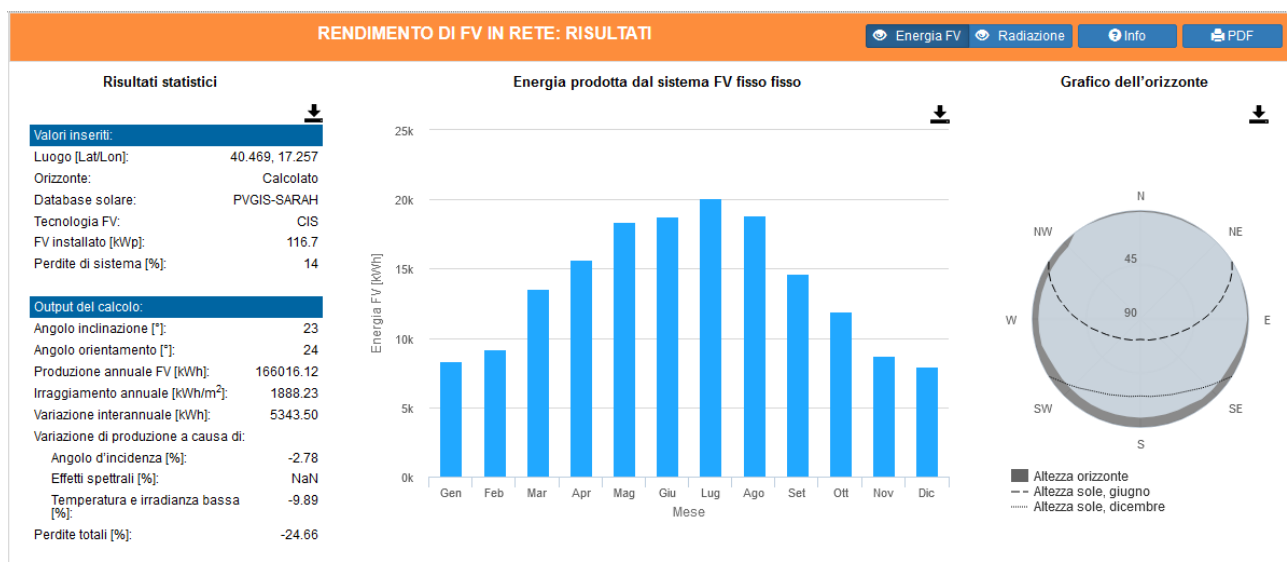


Figura 14 – Energia mensile prodotta.

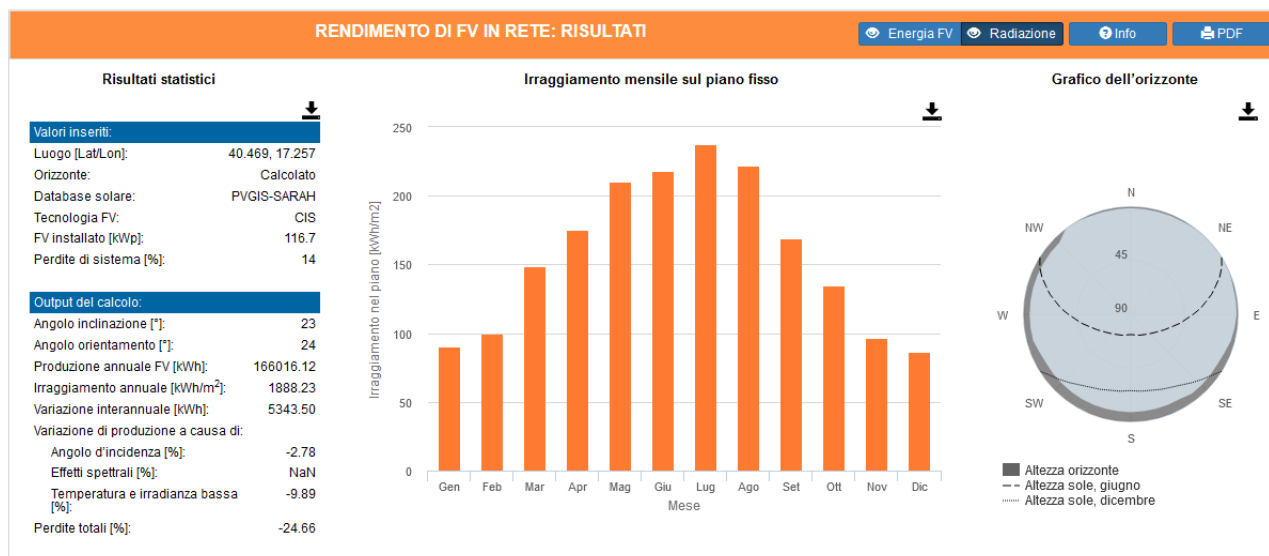


Figura 15 – Irraggiamento mensile.

Energia prodotta dal sistema FV fisso fisso
(C) PVGIS, 2021

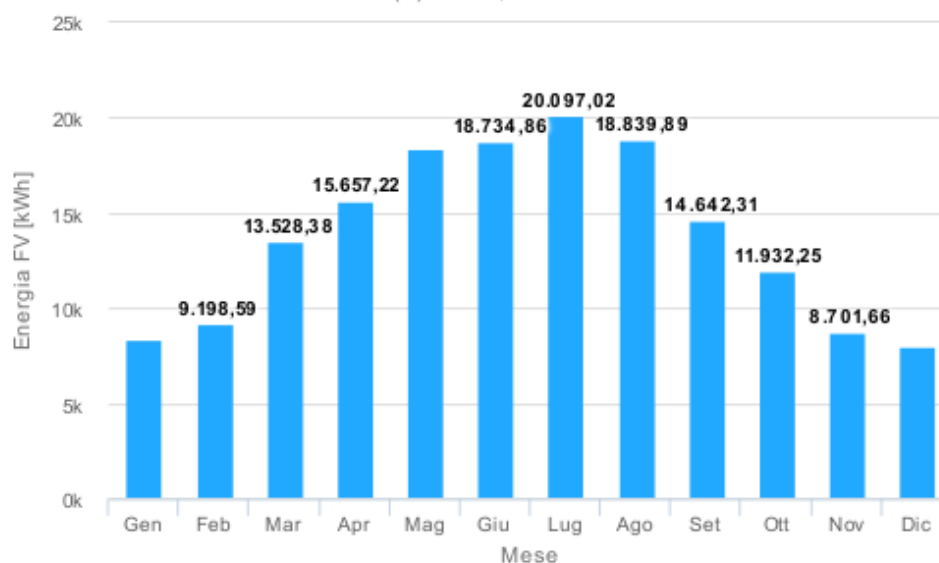


Figura 16 - Energia mensile prodotta per potenza installata.

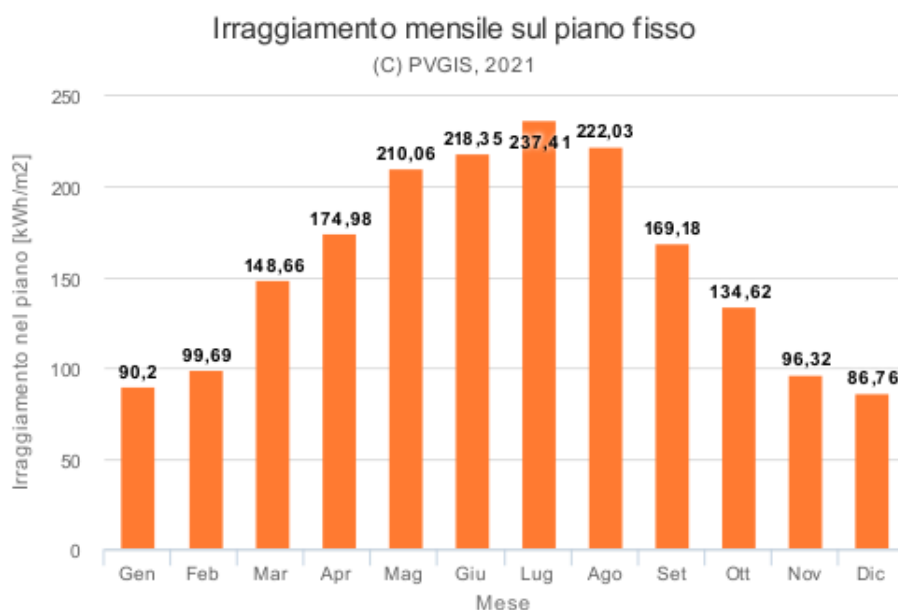


Figura 17 – Irraggiamento mensile su piano fisso.

Il parco fotovoltaico, nella configurazione adottata, con una potenza installata di 116,7 kWp, produrrebbe 166.016,12 kWh di energia elettrica l'anno, pari a circa **116,02 MWh/anno**.


9.2. MIGLIORAMENTI AMBIENTALI

Data la stima sull'energia elettrica prodotta, si può ricavare la quantità di anidride carbonica non emessa in atmosfera, così come le Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) risparmiate.

Il parco fotovoltaico calcolato produrrebbe ogni anno 116,02 MWh/anno di energia elettrica. Considerando che per produrre 1 kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,531 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione), per l'impianto in questione si può prevedere il seguente risparmio in termini di emissioni di CO₂ in atmosfera:

Produzione elettrica	Fattore mix elettrico	t CO ₂ non emesse
116,02 MWh/anno	0,531 kg CO ₂ /kWhel	61,6 t CO₂/anno

Analogamente, in base alle previsioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas relative all'evoluzione del rendimento medio del parco termoelettrico nazionale, è possibile adottare, per il calcolo delle Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP), un fattore di conversione pari a 0,062 x 10-

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

3 TEP/kWh. Se ne deduce che per l'impianto in oggetto il risparmio è quello indicato nella tabella seguente:


Produzione elettrica	Fattore conversione	TEP risparmiate
116,02 MWh/anno	0,062 x 10 ⁻³ TEP/kWh	7,2 TEP/anno

9.3. STIMA SOMMARIA DELLA SPESA

Sulla base di ricerche di mercato, dai prezziari correnti e dalla valutazione dei costi di appalti simili, si stima parametricamente un costo complessivo relativo all'installazione del sistema fotovoltaico di circa 1.800 € per kWp (comprensivo di inverter e componentistica come meglio dettagliato nella documentazione economica).

Nel caso in esame pertanto si stima un costo di installazione complessivo pari a circa 208.800,00 € ripartiti secondo la seguente tabella parametrica:

VOCE	FONTE	COSTO UNIT.	COSTO
Impianto Fotovoltaico	Indagine mercato, appalti simili	1.500,00 €/kWp	174.000,00 €
Inverter, Quadri, Cavi, Access.	Indagine mercato, appalti simili	300,00 €/kWp	34.800,00 €
TOTALE		1.800,00 €	208.800,00 €

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^ Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

10. OFFICINA PICCOLI MOTORI – MUSEO DEL MARE

Il progetto prevede importanti lavori di ristrutturazione e adeguamento strutturale al fine di rendere l'edificio, attualmente in disuso, fruibile per accogliere i reperti che compongono l'offerta culturale del MiBACT.



Figura 18 - Superficie falda officina Piccoli Motori.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in corrispondenza delle due falde di copertura dell'officina più favorevolmente esposte alla direttrice di ottimizzazione dell'irraggiamento solare, il doppio della superficie rispetto alla soluzione precedente, per riuscire a recuperare in parte la perdita di potenza dovuta al diverso tipo di modulo installato.

Per il caso oggetto del presente paragrafo i dati di input nel *Photovoltaic Geographical Information System* (PVGIS-5), sono i seguenti:

- Superficie stimata disponibile: 1.132,04 mq;
- Nr. moduli: nr. 402 moduli da 300Wp per un totale di 120,6 kWp;
- Inclinazione: 21°;
- Orientamento: 24°.


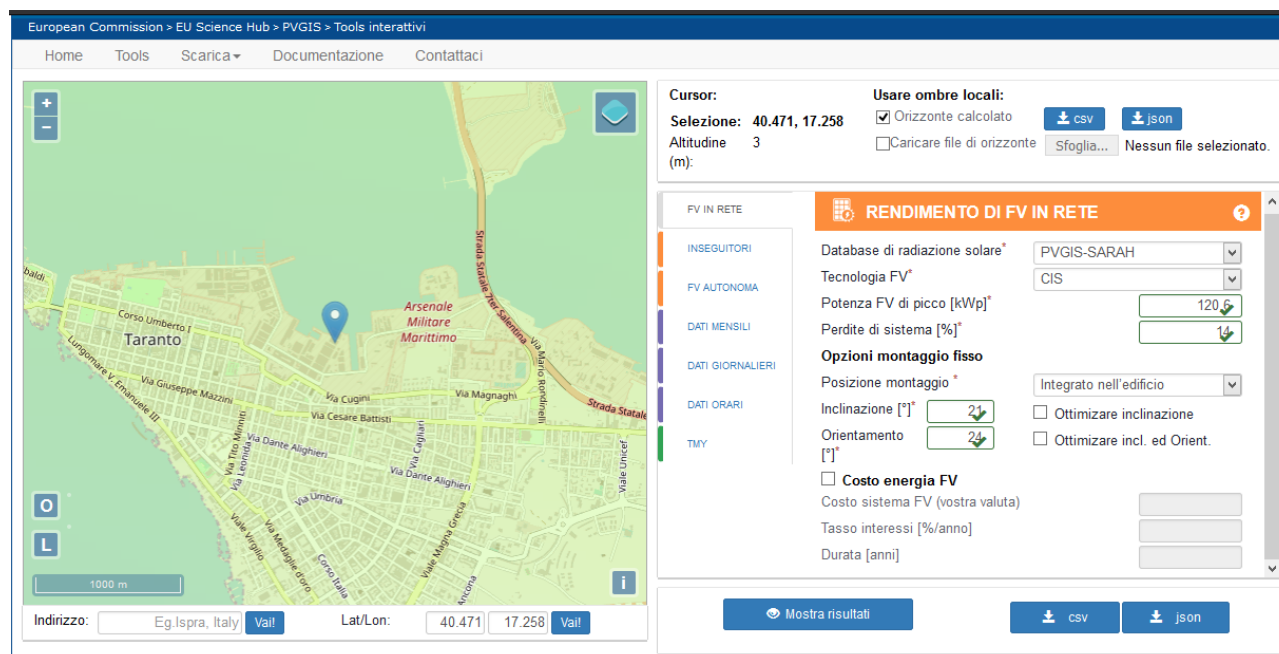
	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	



Figura 19 - Stato di progetto officina Piccoli motori

10.1. STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA

Tenuto conto delle grandezze sino ad ora definite ed inseriti i dati nel software di simulazione si ottengono i seguenti risultati:



The screenshot displays the PVGIS-SARAH web application interface. On the left, a map shows the location of Taranto, Italy, with a blue pin indicating the project site. The map includes street names and a scale bar. Below the map, the address 'Eg. Ispra, Italy' is entered, and the coordinates 'Lat/Lon: 40.471, 17.258' are displayed. On the right, the 'RENDIMENTO DI FV IN RETE' (Network PV Yield) section is active. It contains various input fields and checkboxes for configuring the simulation. The 'Cursor' section shows the selection of coordinates 40.471, 17.258 and an altitude of 3 meters. The 'Usare ombre locali' (Use local shadows) section has the 'Orizzonte calcolato' (Calculated horizon) checkbox checked. The 'FV IN RETE' (Network PV) section lists various data series: INSEGUITORI, FV AUTONOMA, DATI MENSILI, DATI GIORNALIERI, DATI ORARI, and TMY. The 'Database di radiazione solare' (Solar radiation database) is set to 'PVGIS-SARAH'. The 'Tecnologia FV' (PV technology) is set to 'CIS'. The 'Potenza FV di picco [kWp]' (Peak PV power) is set to 120.6. The 'Perdite di sistema [%]' (System losses) are set to 10. The 'Opzioni montaggio fisso' (Fixed mounting options) section has 'Posizione montaggio' (Mounting position) set to 'Integrato nell'edificio' (Integrated into the building). The 'Inclinazione [°]' (Tilt) is set to 21, and the 'Orientamento [°]' (Orientation) is set to 24. The 'Costo energia FV' (PV energy cost) section includes fields for 'Costo sistema FV (vostra valuta)' (PV system cost), 'Tasso interessi [%/anno]' (Interest rate), and 'Durata [anni]' (Duration). At the bottom, there is a 'Mostra risultati' (Show results) button and download buttons for 'csv' and 'json' files.

Figura 20 - Dati di input.

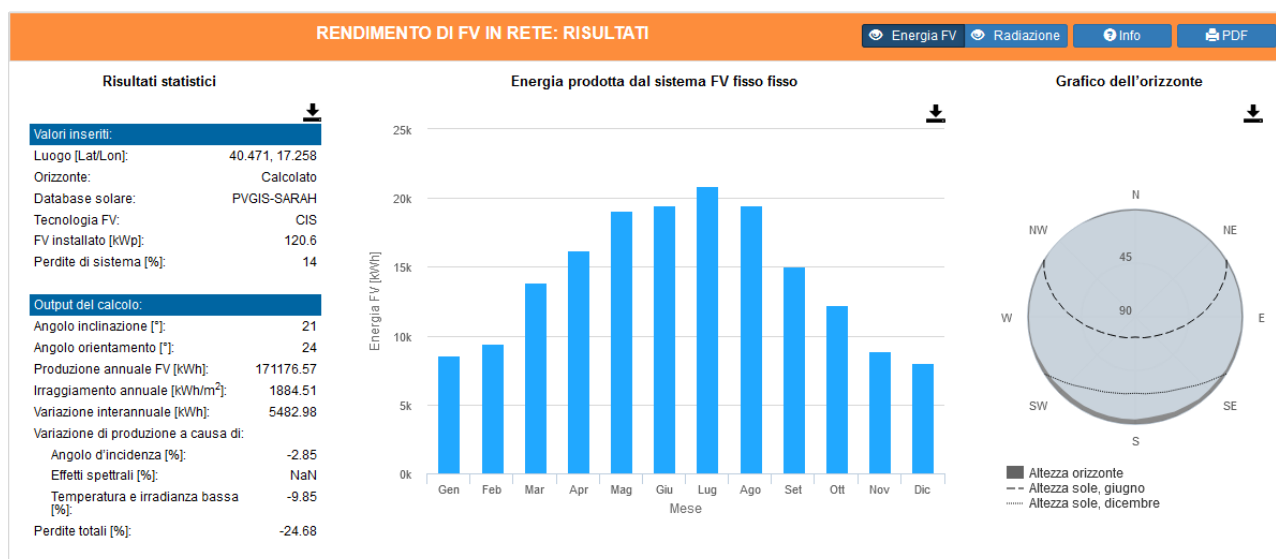


Figura 21 - Energia mensile prodotta.

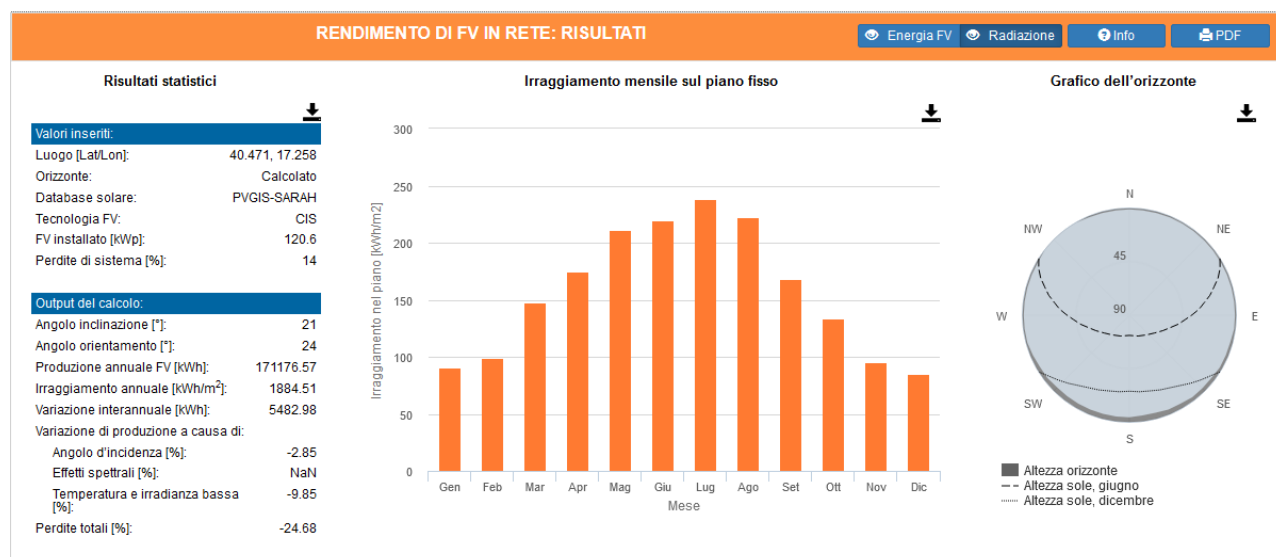


Figura 22 – Irraggiamento mensile.

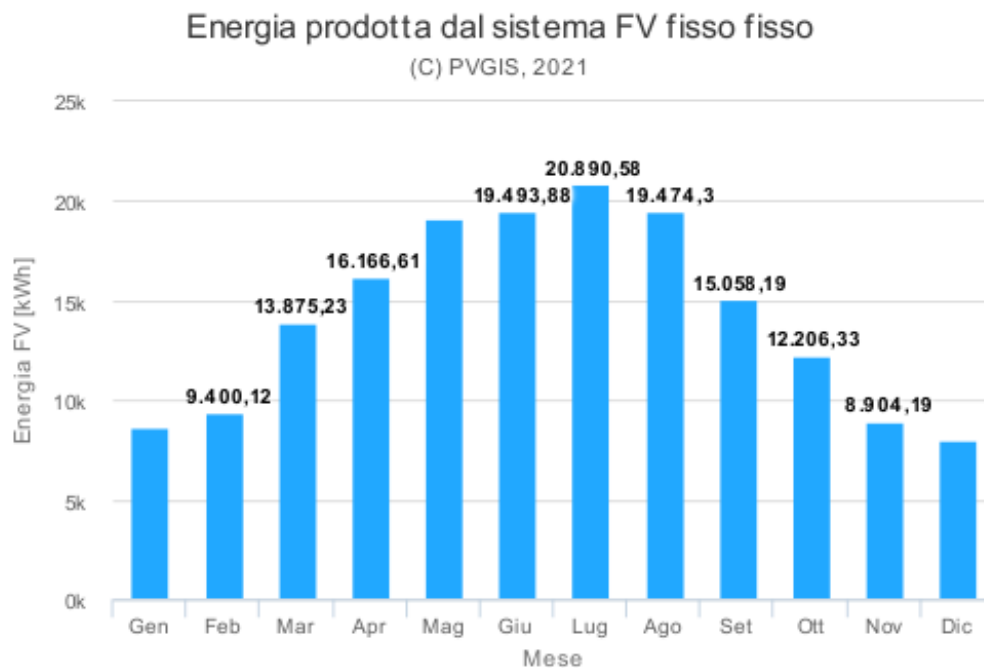


Figura 23 - Energia mensile prodotta su piano fisso,

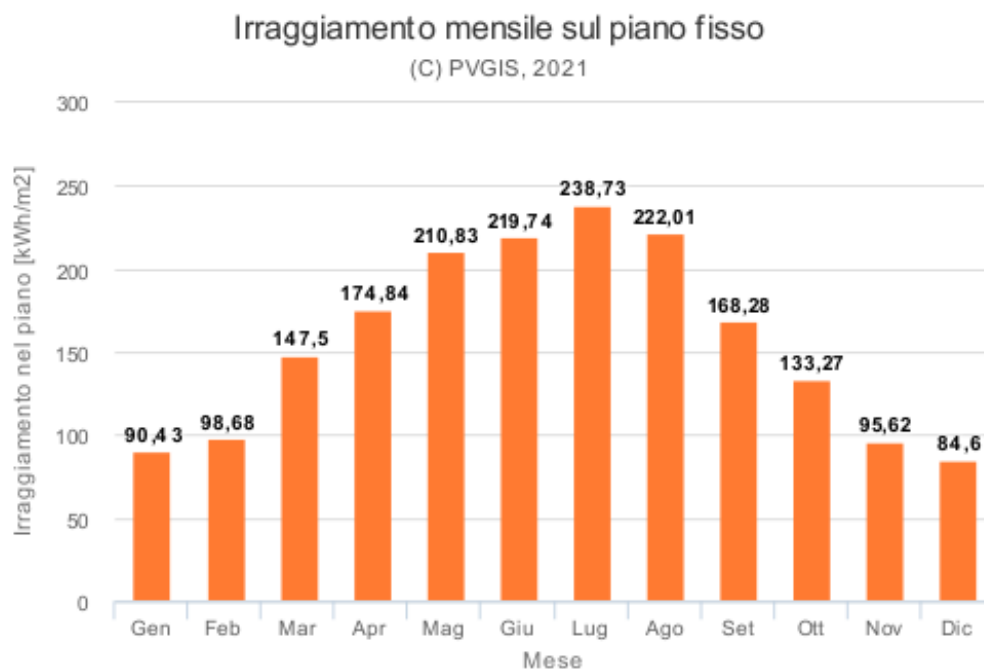



Figura 24 - Irraggiamento mensile su piano fisso.

Il parco fotovoltaico, nella configurazione adottata, con una potenza installata di 120,6 kWp, produrrebbe 171.176,57 kWh di energia elettrica l'anno, pari a circa **171,2 MWh/anno**.

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

10.2. MIGLIORAMENTI AMBIENTALI

Data la stima sull'energia elettrica prodotta, si può ricavare la quantità di anidride carbonica non emessa in atmosfera, così come le Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) risparmiate.

Il parco fotovoltaico calcolato produrrebbe ogni anno 171,2 MWh/anno di energia elettrica. Considerando che per produrre 1 kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,531 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione), per l'impianto in questione si può prevedere il seguente risparmio in termini di emissioni di CO₂ in atmosfera:

Produzione elettrica	Fattore mix elettrico	t CO ₂ non emesse
171,2 MWh/anno	0,531 kg CO ₂ /kWhel	90,9 t CO₂/anno


Analogamente, in base alle previsioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas relative all'evoluzione del rendimento medio del parco termoelettrico nazionale, è possibile adottare, per il calcolo delle Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP), un fattore di conversione pari a $0,091 \times 10^{-3}$ TEP/kWh. Se ne deduce che per l'impianto in oggetto il risparmio è quello indicato nella tabella seguente:

Produzione elettrica	Fattore conversione	TEP risparmiate
171,2 MWh/anno	$0,091 \times 10^{-3}$ TEP/kWh	15,6 TEP/anno

10.3. STIMA SOMMARIA DELLA SPESA

Nel caso di specie, tenuto conto della previsione di 1.800 € per kWp (comprensivo di inverter e componentistica come meglio dettagliato nella documentazione economica), pertanto si stima un costo di installazione complessivo pari a circa 217.080,00 € ripartiti secondo la seguente tabella parametrica:

VOCE	FONTE	COSTO UNIT.	COSTO
Impianto Fotovoltaico	Indagine mercato, appalti simili	1.500,00 €/kWp	180.900,00 €
Inverter, Quadri, Cavi, Access.	Indagine mercato, appalti simili	300,00 €/kWp	36.180,00 €
TOTALE		1.800,00 €	217.080,00 €

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

Nella presente relazione non sono stimati i costi per la realizzazione degli impianti di cui al paragrafo precedente in quanto computati in altra documentazione così come previsto nelle previsioni progettuali generali delle opere.

11. OFFICINA SETTORE SCAFI

Il progetto prevede il totale recupero della struttura con la conservazione delle caratteristiche peculiari dell'officina, attualmente in disuso, che rimarrà *“a disposizione della Marina per l'uso industriale che gli è proprio, ma sarà consentito visitarlo durante alcune fasi di lavoro”*.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in corrispondenza delle due falde di copertura dell'officina più favorevolmente esposte alla direttrice di ottimizzazione dell'irraggiamento solare, il doppio della superficie rispetto alla soluzione precedente, per riuscire a recuperare in parte la perdita di potenza dovuta al diverso tipo di modulo installato.

Per il caso oggetto del presente paragrafo i dati di input nel *Photovoltaic Geographical Information System* (PVGIS-5), sono i seguenti:

- Superficie stimata disponibile: 1.168 mq;
- Nr. moduli: nr. 415 moduli da 300Wp per un totale di 124,5 kWp;
- Inclinazione: 22°;
- Orientamento: 24°.

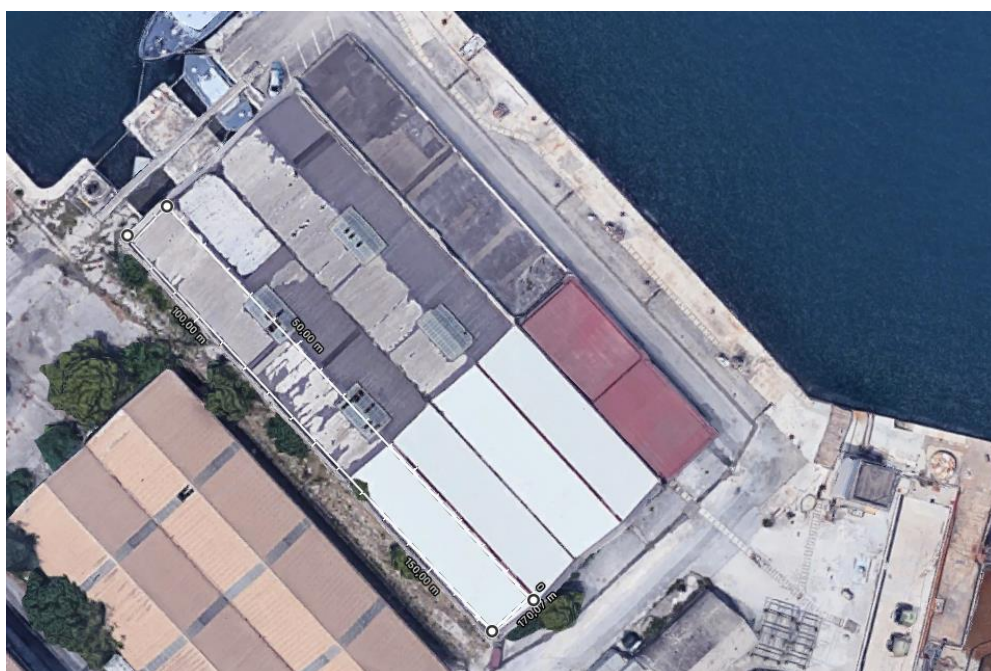


Figura 25 - Falda installazione FV officina Scafi.


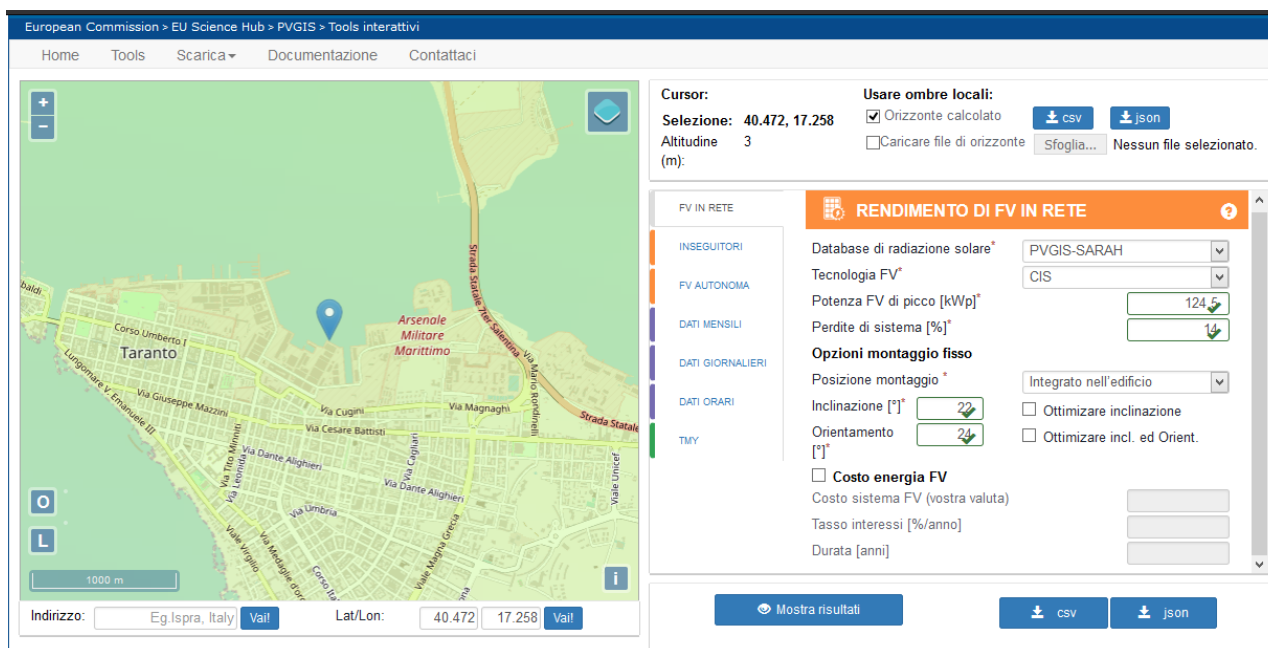
	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	



Figura 26 - Stato di progetto officina Scafi

11.1. STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA

Tenuto conto delle grandezze sino ad ora definite ed inseriti i dati nel software di simulazione si ottengono i seguenti risultati:



European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Tools interattivi

Home Tools Scarica Documentazione Contattaci

Cursor: Selezione: 40.472, 17.258
Altitudine 3 (m):

Usare ombre locali:
☒ Orizzonte calcolato ☐ Caricare file di orizzonte
Nessun file selezionato.

Database di radiazione solare* PVGIS-SARAH
Tecnologia FV* CIS
Potenza FV di picco [kWp]* 124.5
Perdite di sistema [%]* 14

Opzioni montaggio fisso
Posizione montaggio* Integrato nell'edificio
Inclinazione [°]* 29
Orientamento [°]* 24
☐ Ottimizzare inclinazione
☐ Ottimizzare incl. ed Orient.

☐ Costo energia FV
Costo sistema FV (vostra valuta)
Tasso interessi [%/anno]
Durata [anni]

Mostra risultati

Figura 27 - Dati di input.

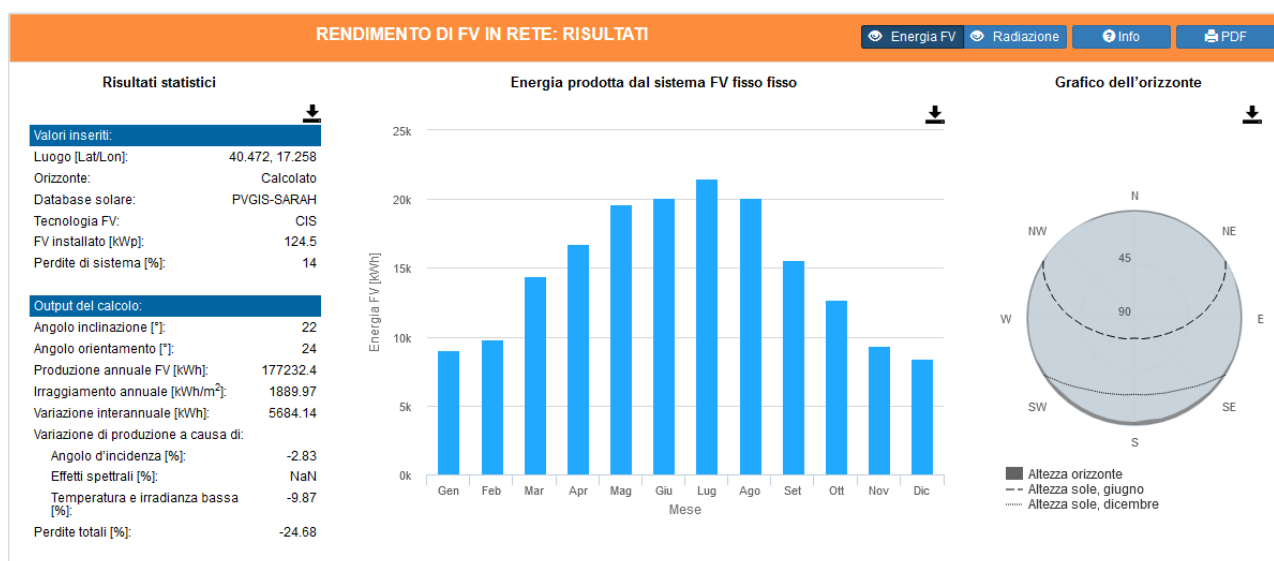


Figura 28 - Energia mensile prodotta.

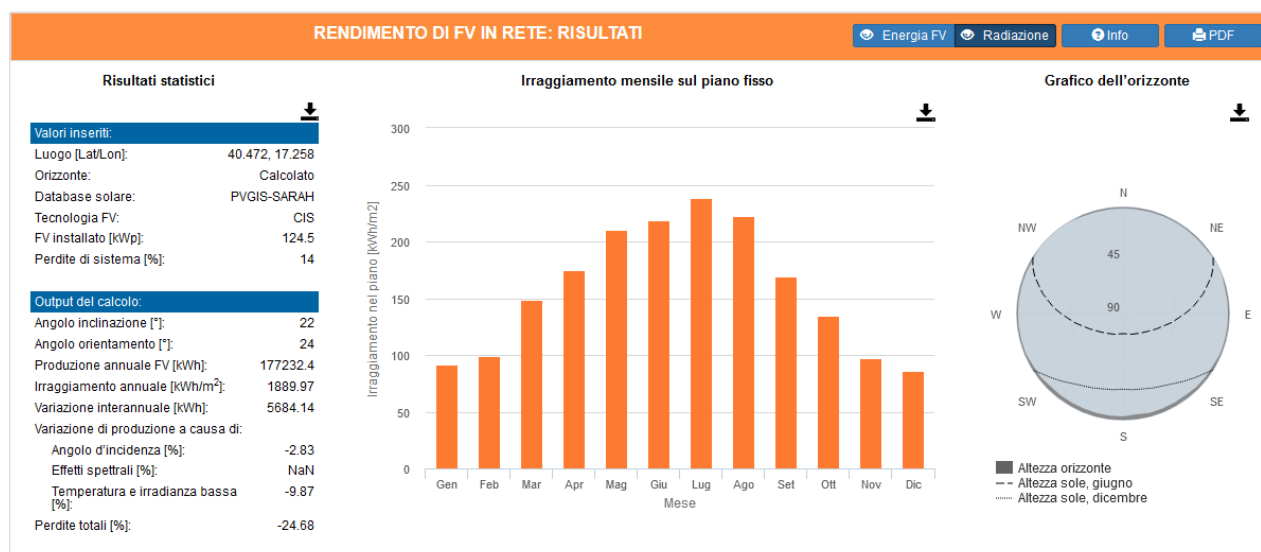


Figura 29 – Irraggiamento mensile.

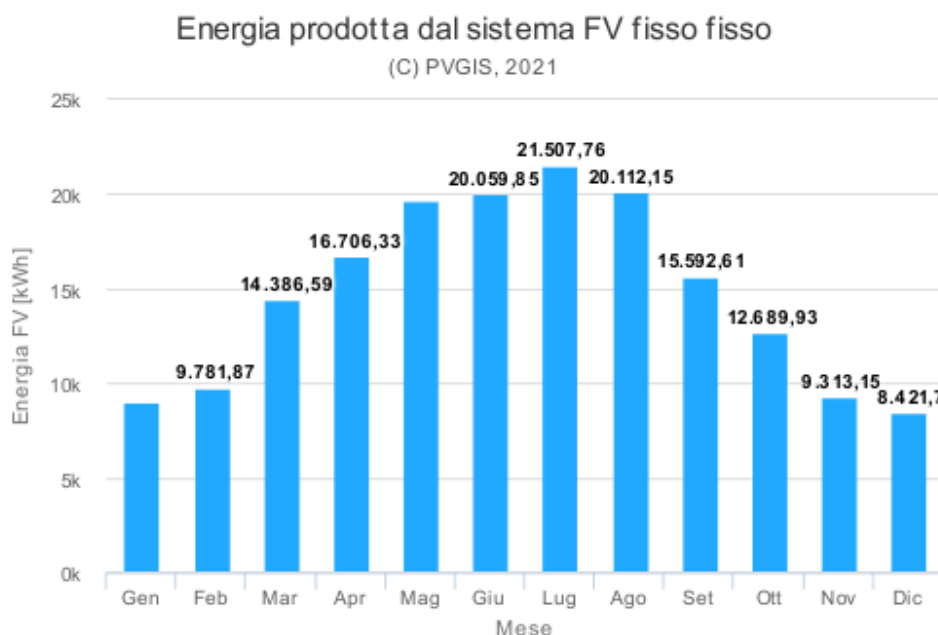


Figura 30 - Energia mensile prodotta.

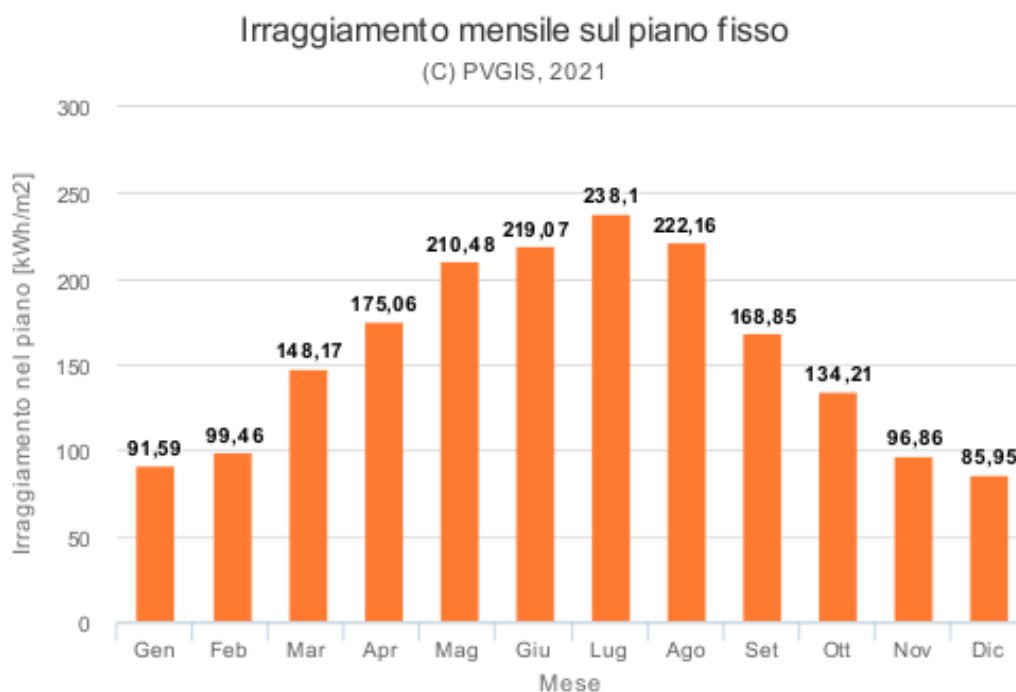



Figura 31 - Irraggiamento mensile su piano fisso.

Il parco fotovoltaico, nella configurazione adottata, con una potenza installata di 124,5 kWp, produrrebbe 177.232,4 kWh di energia elettrica l'anno, pari a circa **177,2 MWh/anno**.

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

11.2. MIGLIORAMENTI AMBIENTALI

Data la stima sull'energia elettrica prodotta, si può ricavare la quantità di anidride carbonica non emessa in atmosfera, così come le Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) risparmiate.

Il parco fotovoltaico calcolato produrrebbe ogni anno 177,2 MWh/anno di energia elettrica. Considerando che per produrre 1 kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,531 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione), per l'impianto in questione si può prevedere il seguente risparmio in termini di emissioni di CO₂ in atmosfera:

Produzione elettrica	Fattore mix elettrico	t CO ₂ non emesse
177,2 MWh/anno	0,531 kg CO ₂ /kWhel	94,1 t CO₂/anno

Analogamente, in base alle previsioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas relative all'evoluzione del rendimento medio del parco termoelettrico nazionale, è possibile adottare, per il calcolo delle Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP), un fattore di conversione pari a $0,094 \times 10^{-3}$ TEP/kWh. Se ne deduce che per l'impianto in oggetto il risparmio è quello indicato nella tabella seguente:


Produzione elettrica	Fattore conversione	TEP risparmiate
177,2 MWh/anno	$0,094 \times 10^{-3}$ TEP/kWh	16,6 TEP/anno

11.3. STIMA SOMMARIA DELLA SPESA

Sulla base di ricerche di mercato, da prezziari correnti e dalla valutazione dei costi di appalti simili, si stima parametricamente un costo complessivo relativo all'installazione del sistema fotovoltaico di circa 1.800 € per kWp (comprensivo di inverter e componentistica come meglio dettagliato nella documentazione economica).

Nel caso in esame pertanto si stima un costo di installazione complessivo pari a circa 224.100,00 € ripartiti secondo la seguente tabella parametrica:

VOCE	FONTE	COSTO UNIT.	COSTO
Impianto Fotovoltaico	Indagine mercato, appalti simili	1.500,00 €/kWp	186.750,00 €
Inverter, Quadri, Cavi, Access.	Indagine mercato, appalti simili	300,00 €/kWp	37.350,00 €
TOTALE		1.800,00 €	224.100,00 €

	<p align="center">MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3^a Divisione</p>	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	

12. ALLESTIMENTO E VALORIZZAZIONE DEL PERCORSO DI VISITA

Il progetto prevede l'installazione di nr. 5 pensiline fotovoltaiche complete di stazione di ricarica rapida per i bus navetta adibiti al trasporto dei visitatori lungo i percorsi di visita A e B. Da preferire nell'installazione sistemi *stand alone*, sistemi cioè autonomi e indipendenti dalla rete elettrica Arsenale.

Il mercato per gli arredi urbani anche in questo caso molteplici e diversificate soluzioni sia per quanto riguarda le pensiline FV che per le colonnine di ricarica, da sistemi standard a sistemi di ultimissima generazione. Le stesse pensiline inoltre potrebbero essere completate con *device* multimediali interattivi.

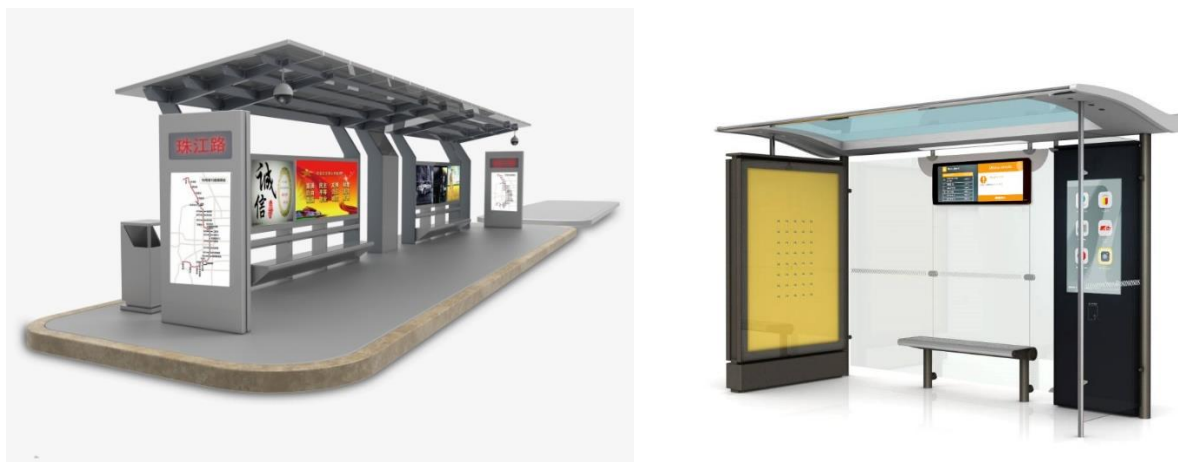


Figura 32 - Esempi di pensiline per arredo urbano.

In progetto le pensiline FV ed analogamente le stazioni di ricarica, sono previste collocate in nr. di 2 in prossimità dell'Officina Congegnatori 2 e nr. 3 presso il parcheggio dell'entry point.

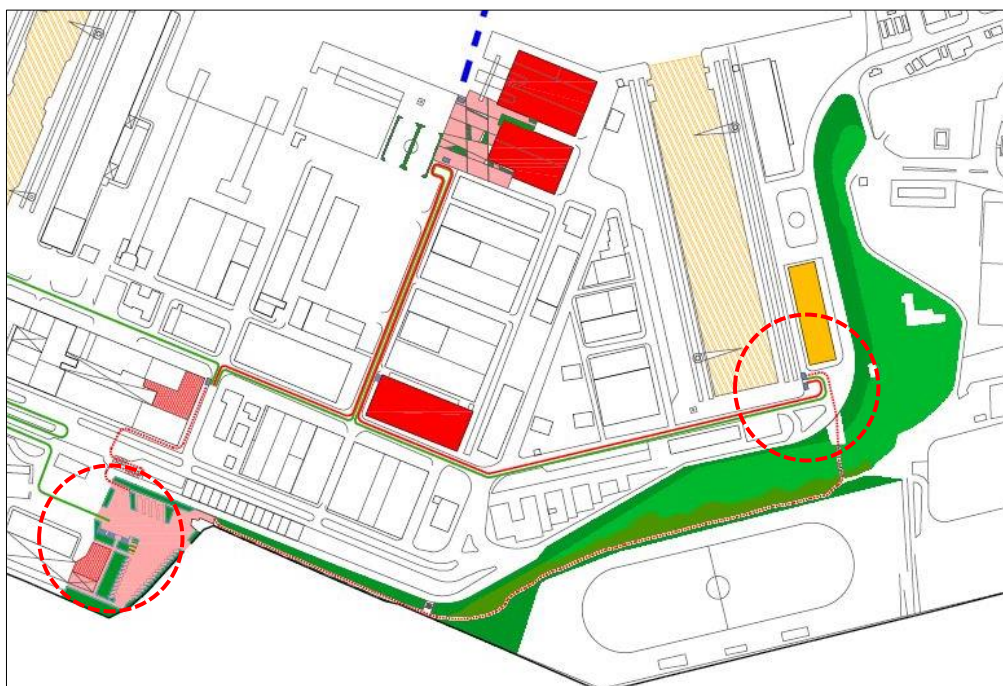


Figura 33 - Disposizione pensiline FV.



Figura 34- Particolare pensiline FV con stazione di ricarica nell'area entry point


	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.: 01
		Data: 15.03.2021
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	



Figura 35 - Esempi di stazioni di ricarica bus elettrici.

12.1. COSTI


Ai fini del presente progetto sono state prese in considerazione soluzioni standard. Come meglio dettagliato negli elaborati di computo. Anche per le colonnine di ricarica si è optato per soluzioni commerciali che saranno meglio definite nel corso dello sviluppo della progettazione soprattutto in funzione dei mezzi che verranno impiegati per il trasporto dei visitatori. Si prevedono quindi i seguenti costi:

FORNITURA	NUMERO	COSTO TOTALE
PENSILINA FV ENTRY POINT	3	11.610,00 €
PENSILINA FV PERCORSO	2	7.740,00 €
OPERE DI FONDAZIONE	20	3.110,00 €
COLONNINE RICARICA	5	58.500,00 €
TOTALE		80.960,00 €

13. CONCLUSIONI

Si sintetizzano di seguito i risultati in termini di produzione ottenuti per le coperture delle tre officine e per le pensiline situate nelle stazioni di fermata e ricarica, specificando ancora che per ogni officina, si è considerata la superficie della sola falda più favorevolmente esposta:

- Officina Forni e Fabbri: circa 116,7 kWp, produzione 171,2 MWh/anno;

	MINISTERO DELLA DIFESA SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO 1° Reparto – 3 ^a Divisione	Rev.:
		01
	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Data: 15.03.2021

- Officina Piccoli Motori: circa 120,6 kWp, produzione 171,2 MWh/anno;
- Officina Settore Scafi: circa 124,5 kWp, produzione 177,2 MWh/anno.

Per una spesa complessiva da correlare ai sistemi fotovoltaici pari a circa **730.940,00 €**.

In tale contesto si potrebbero individuare ulteriori superfici disponibili all'installazione di moduli FV, aumentando sensibilmente la possibilità di produzione di energia da fonti rinnovabili. Anche per quanto riguarda la superficie destinata al parcheggio presso l'entry point si potrebbero prevedere pensiline fotovoltaiche a copertura dei posti auto e bus. In linea di massima si stima una superficie addizionale disponibile:

AEREA	SUPERFICIE	COSTO STIMATO
Area Parcheggio*	700 mq	296.500,00 €
TOTALE		296.500,00 €

* Costo parametrico 1.800,00 €/kWp.

Tuttavia tale opzione non è stata inclusa nel presente progetto in un'ottica di limitazione dei costi associati alla realizzazione generale delle opere rimandandone ma l'eventuale implementazione agli Enti preposti all'approvazione del progetto.