



PROVINCIA DI COSENZA

Settore Edilizia Scolastica
Servizio Progettazione Interventi Edilizia Scolastica e Pubblica

PROGETTO LAVORI DI COMPLETAMENTO AUDITORIUM POLIFUNZIONALE



Responsabile Unico del Procedimento :
Arch. Fiorino Sposato

Progetto Architettonico ed Impiantistico
a cura dello staff interno all'Ente composto da

Arch. Fiorino SPOSATO

Ing. Eugenio AIELLO

Coordinamento della Sicurezza
del cantiere in tutte le fasi

Ing. Pierfrancesco Farfalla

TAV. FV 01

Impianto Fotovoltaico
Relazione Tecnica impianto da 6.12 kwp

PROGETTO ESECUTIVO

COMUNE DI TREBISACCE
via Leonardo da Vinci, snc
87047 Trebisacce

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DA 6,12 KWp DA INSTALLARE SUL TETTO
DELL'AUDITORIUM POLIFUNZIONALE SCOLASTICO
NEL COMUNE DI TREBISACCE (CS)

COMMITTENTE:

PROVINCIA DI COSENZA

ELABORATI:

- *Relazione tecnica;*
- *Schema unifilare impianto;*
- *Schema planimetrico dell'intervento 1:2000 e schemi grafici;*
- *Dimensionamento e verifica con SW Sunny Design SMA*

DATA
14/01/2021

IL TECNICO
Ing. Eugenio Aiello

INDICE

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO	Pag. 3
DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE	Pag. 4
ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 5
• Sito di installazione	Pag. 6
• Descrizione dell'impianto	Pag. 6
• Calcolo del fabbisogno	Pag. 6
• Radiazione solare e analisi delle ombre	Pag. 7
SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI	Pag. 10
• Generatore fotovoltaico	Pag. 10
• Strutture di sostegno dei moduli	Pag. 11
• Gruppo di conversione	Pag. 12
• Quadri elettrici	Pag. 13
• Cavi elettrici e di cablaggio	Pag. 13
• Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)	Pag. 14
IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)	Pag. 15
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	Pag. 16
VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE	Pag. 19
ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	Pag. 20
• Varie	Pag. 20
• Conclusioni	Pag. 20
• Schema unifilare	Pag. 21
PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO	Pag. 22
INDICAZIONI DI MASSIMA PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA	Pag. 22
SCHEMI PLANIMETRICI	Pag. 24

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento adoperate per la progettazione e l'installazione degli impianti fotovoltaici sono:

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico utilizzata sulle mappe di *R_ggmm* su piano orizzontale calcolate dall'ENEA;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ il D.M. 37/08 e il relativo regolamento di attuazione e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1 utilizzando le mappe di *Rggmm* su piano orizzontale calcolate dall'ENEA.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 6120 Wp.

<i>Dati relativi al committente</i>	
Committente:	Provincia di Cosenza
Indirizzo:	Piazza XV Marzo, 5 – 87100 Cosenza
Recapito telefonico:	0984 8141
Codice fiscale:	80003710789

<i>Località di realizzazione dell'intervento</i>	
Tipo di edificio:	Auditorium polifunzionale di Scuola pubblica
Indirizzo:	via Leonardo Da Vinci – Trebisacce (CS)
Destinazione d'uso dell'immobile:	Scuola pubblica elementare
Potenza contrattuale:	85 kW
Tariffa:	B1
Intestatario utenza:	Provincia di Cosenza
Tipologia fornitura:	scuola pubblica

<i>Dati relativi al posizionamento del generatore FV</i>	
Posizionamento del generatore FV:	Integrazione con tetto a falda (Integrato architettonicamente in Edificio nuovo)
Angolo di azimut del generatore FV:	-71°
Angolo di tilt del generatore FV:	11°
Fattore di albedo:	Asfalto invecchiato
Fattore di riduzione delle ombre K _{ombre} :	95%

SITO DI INSTALLAZIONE

Il campo fotovoltaico sarà installato sulla falda esposta a est dell'Auditorium polifunzionale scolastico nel Comune di Trebisacce, con un orientamento azimutale a -71° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 11° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile. L'impianto sarà installato in un edificio non soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 95%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 18 moduli, suddivisi in 2 stringhe aventi ognuna 9 moduli, per una superficie totale dell'impianto di 30,52 m². Si prevede di utilizzare 2 stringhe in parallelo.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1. L'impianto sarà dotato display informativo da collocare in un luogo visibile al pubblico.

Tale display dovrà indicherà la produzione di energia elettrica, sia giornaliera che complessiva cumulata, nonché il risparmio di CO₂ ottenuto e la riduzione di consumi di energia primaria in termini di Ktep.

CALCOLO DEL FABBISOGNO

L'utente consumerà mediamente 20000 kWh. Tale calcolo è stato eseguito sulla base dei consumi medi presunti ipotizzati dal Distributore dell'Energia Elettrica.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

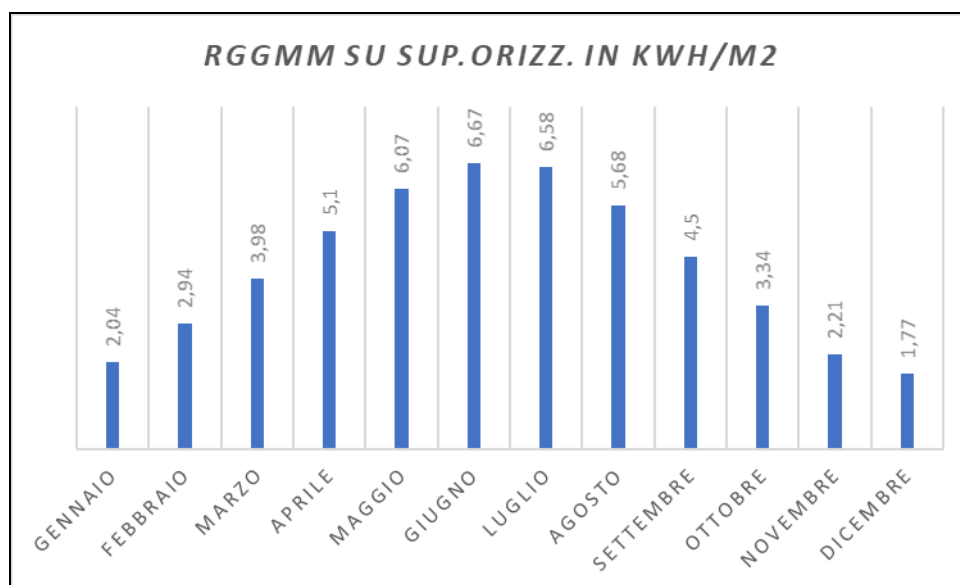
La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “Enea” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Trebisacce (CS) avente latitudine 39.863633°, longitudine 16.526126° e altitudine di 29 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2.04	2.94	3.98	5.10	6.07	6.67	6.58	5.68	4.50	3.44	2.21	1.17

Fonte dei dati: Enea



Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²] - Fonte dei dati: Enea

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione solare annua sul piano
orizzontale [kWh/m²]

Annua
1 551.00

Fonte dei dati: Enea

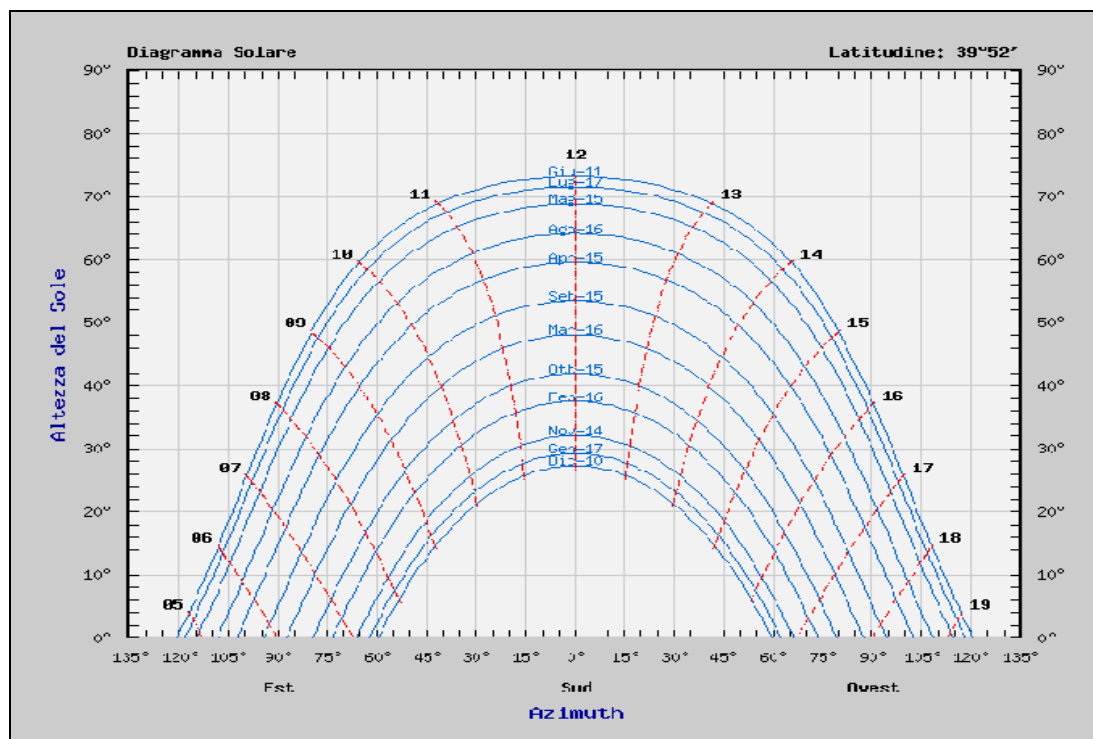
FATTORI MORFOLOGICI E AMBIENTALI

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a: **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di TREBISACCE:



Albedo

Inoltre, per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono individuati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

L'Albedo medio annuo è: 0.1

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Viessmann Vitovolt 300-M340WA” con una vita utile stimata di oltre 25 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

Numero moduli:	18
Potenza nominale	340 Wp
Celle:	Silicio monocristallino alta efficienza
Tensione circuito aperto V_{OC}	41,88 V
Corrente di corto circuito I_{SC}	10,30 A
Tensione V_{MP}	34,69 V
Corrente I_{MP}	9,80 A
Grado di efficienza:	20,10 %
Dimensioni:	1692 mm x 1002 mm

La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $18 \times 340 \text{ Wp} = 6120 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

Numero di stringhe	2
Numero di moduli per stringa	9
Tensione V_{MP} a 25°C	312.21 V
Corrente I_{MP} a 25°C	$9,80 \text{ A} \times 2 = \mathbf{19,60 \text{ A}}$
Superficie complessiva moduli	$1692 \text{ mm} \times 1002 \text{ mm} \times 18 = \mathbf{30,52 \text{ m}^2}$

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc. La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 11° (tilt) e ha un orientamento azimutale a -71° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato aderenti al piano di copertura, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati avendo cura di ripristinare la tenuta stagna dell'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Integrazione con tetto a falda (Integrato architettonicamente in Edificio nuovo).

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione sarà composto da n° 1 inverter tipo “Sunny SMA SB 6000TL-21”.

Le caratteristiche tecniche dell’inverter scelto sono le seguenti:

Ingresso max:	6280 Wp
Tensioni in ingresso consentite:	210 – 750 V
Corrente massima in ingresso:	15 A /15 A
Efficienza:	> 97 %
Peso:	27 kg

QUADRI ELETTRICI

❑ **Quadro lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro sul lato DC di ogni convertitore per il sezionamento e la protezione delle stringhe.

❑ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo sul lato AC, all’interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All’interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della società distributrice dell’energia elettrica ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all’interno di cavidotti di edifici

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con “+” e del negativo con “-“

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra già esistente dell'edificio.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

VALENZA DELL'INIZIATIVA

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Impianto Fotovoltaico Auditorium Trebisacce", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

ATTENZIONE PER L'AMBIENTE

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 7686 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Risparmio di combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.22
TEP risparmiate in un anno	4.25
TEP risparmiate in 20 anni	85

Fonte dei dati: Articolo 2, comma 3, dei decreti ministeriali 20 luglio 2004

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	496.0	0.93	0.58	0.029
Emissioni evitate in un anno [kg]	12 000.23	22.50	14.03	0.70
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	220 551.19	413.53	257.90	12.90

Fonte dei dati: Rapporto ambientale ENEL 2006

In base alle norme UNI 8477-1 e UNI 10349 applicate sulle mappe di *Rg_{gmm}* su piano orizzontale calcolate dall'ENEA, l'irraggiamento calcolato su moduli esposti a -71° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 11° con un fattore di albedo scelto: Asfalto invecchiato risulta essere pari a 1551.00 kWh/m².

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ}MODULI = 340 \times 18 = 6120 \text{ Wp}$$

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) del 85% che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

$$P_{CA} = P_{STC} \times 85\% = 5202 \text{ Wp}$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E \text{ [kWh/anno]} = (I \times A \times K_{ombre} \times R_{MODULI} \times R_{BOS})$$

In cui: I = irraggiamento medio annuo = 1551.00 kWh/m²

A = superficie totale dei moduli = 30,52 m²

$K_{\text{ombre}} = \text{Fattore di riduzione delle ombre} = 95\%$.

$R_{\text{MODULI}} = \text{rendimento di conversione dei moduli} = 20,17\%$

$R_{\text{BOS}} = \text{rendimento del B.O.S.} = 85\%$

Pertanto, applicando la formula abbiamo:

$$E = (1551.00 \times 30,52 \times 95\% \times 20,10\% \times 85\%) = 7686 \text{ kWh/anno}$$

Il valore di 7686 kWh/anno è l'energia che il sistema fotovoltaico produrrà in un anno, se non vi sono interruzioni nel servizio.

I misuratori di energia prodotta saranno due:

- ❑ un misuratore dell'energia totale prodotta dal sistema fotovoltaico, fornito e posato a cura dell'installatore dell'impianto, sul quadro della c.a. del sistema, oppure direttamente integrato nell'inverter (display).
- ❑ un contatore di energia di tipo elettromeccanico con visualizzazione della quantità di energia ceduta alla rete elettrica esterna, e sarà posto a cura del Distributore di Energia Elettrica. Le predisposizioni murarie saranno a cura dell'installatore dell'impianto FV.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D' AVER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08, art. 7;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE

IL TECNICO

ing. Eugenio Aiello

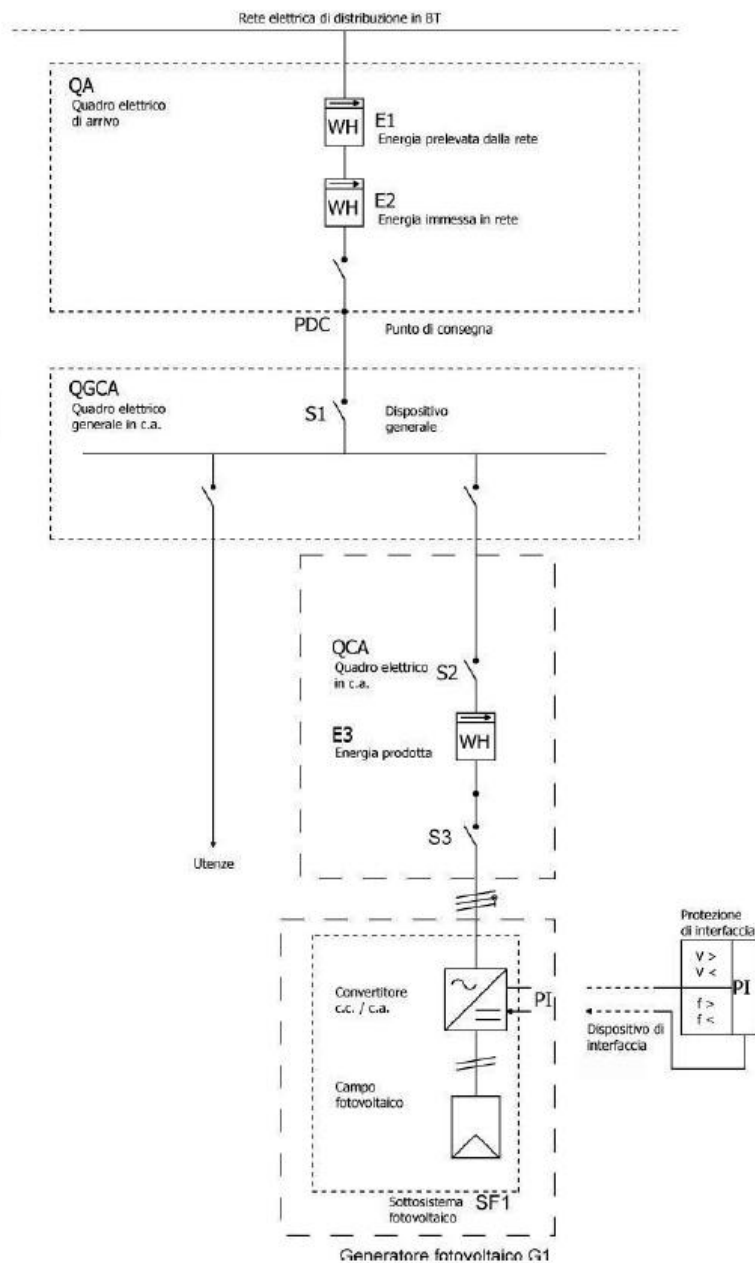
Schema Unifilare Impianto Auditorium Trebisacce da 6,12 kWp

SCHEMA UNIFILARE GENERALE

Connessione Monofase in BT, protezione di interfaccia (PI)

IMPIANTO FV AUDITORIUM TREBISACCE DA 6,12 Kwp:

18 moduli Viessman
Vitovolt 300-M340WA da 340 Wp
Inverter SMA Sunny Boy SB6000TL-21



PREFATTIBILITA' AMBIENTALE DELL'INTERVENTO

L'intervento oggetto della presente relazione tecnico-descrittiva non comporta alcun problema di fattibilità ambientale, essendo l'intervento facilmente eseguibile sul territorio urbano-comunale in via Leonardo da Vinci nel Comune di Trebisacce. Quindi l'accessibilità dei mezzi necessari per l'esecuzione dei lavori sarà agevole essendo la scuola elementare dotata di ampio piazzale di parcheggio.

INDICAZIONI E DISPOSIZIONI DI MASSIMA PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA.

MEZZI DA IMPIEGARE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE:

AUTOCARRO

Durante le manovre in retromarcia o con scarsa visibilità, assistere l'operatore dell'autocarro da personale a terra. L'autocarro deve essere in perfetto stato di efficienza tecnica e di sicurezza (in conformità alle norme specifiche di appartenenza).

AUTOCESTELLO

Prima dell'utilizzo verificare che nella zona di lavoro non vi siano linee elettriche aeree che possano interferire con le manovre, controllare i percorsi e le aree di manovra approntando gli eventuali rafforzamenti. Non sovraccaricare il cestello. L'area sottostante la zona operativa deve essere opportunamente delimitata.

UTENSILI D'USO COMUNE

Mettere a disposizione dei lavoratori attrezzature adeguate al lavoro da svolgere e fornire le dovute istruzioni sulle modalità d'uso. Durante l'uso degli utensili indossare guanti, occhiali protettivi.

OPERAZIONI PRELIMINARI ALL'ESECUZIONE DEI LAVORI:

Prima di effettuare il lavoro, gli operatori verificano che l'area di lavoro sia opportunamente delimitata, con nastro di segnalazione bianco-rosso, e opportunamente segnalata.

Assistere, con personale a terra, in ogni fase (accesso, circolazione e uscita dal cantiere) le manovre effettuate dai mezzi.

Fornire le informazioni necessarie ad eseguire una corretta movimentazione manuale dei carichi pesanti ed ingombranti.

L'operatore addetto posiziona l'autocestello in posizione stabile in terreno privo di pendenze.

Estendere completamente gli stabilizzatori ed eventualmente interporre elementi ripartitori del carico.

Gli operatori caricano le attrezzature e i materiali sull'autocestello.

Un operatore sale sull'autocestello e utilizzando gli appositi comandi, coadiuvato dall'altro al suolo, determina la posizione del cestello in relazione ai pannelli fotovoltaici e materiale elettrico da movimentare, effettuando i relativi cablaggi lavorando fuori tensione.

A lavori ultimati l'operatore addetto mette l'autocestello in assetto di viaggio, assistito da personale a terra.

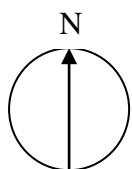
Accertarsi preventivamente che gli utensili siano idonei al lavoro e in buono stato di conservazione.

A tutti coloro che devono operare in prossimità di zone di transito veicolare vanno forniti gli indumenti fluorescenti e rifrangenti aventi le caratteristiche previste dal decreto del 9 giugno 1995.

Idonei otoprotettori devono essere consegnati ed utilizzati in base alla valutazione del rischio rumore.

Tali indicazioni preliminari, inerenti la sicurezza nell'esecuzione delle opere, hanno il solo scopo di fornire delle indicazioni di massima per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento e del POS ai sensi del D.lgs.81/2008 così come modificato del D.lgs.106/09 che risulteranno parte integrante del progetto esecutivo.

Planimetria Generale Scala 1:2000 – Impianto fotovoltaico Auditorium Trebisacce



**Dimensionamento e verifica
di funzionamento impianto FV
6.12 Kwp -Auditorium Trebisacce**

Progetto: Auditorium Trebisacce
Numero del progetto: 01

Ubicazione: Italia / Trebisacce

Tensione di rete: 230V (230V / 400V)

Panoramica del sistema

18 x Viessmann Vitovolt 300-M340WA (03/2020) (Superficie 1 (Est))

Azimut: -71 °, Inclinazione: 11 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 6,12 kWp



1 x SMA SB 6000TL-21

+ 1 x Modulo dati SWDM-10

Monitoraggio dell'impianto



Sunny Home Manager 2.0



Sunny Portal

Dati dimensionamento FV

Numero complessivo moduli fotovoltaici:	18
Picco di potenza:	6,12 kWp
Numero di inverter FV:	1
Potenza nominale CA degli inverter FV:	6,00 kW
Potenza attiva CA:	6,00 kW
Rapporto potenza attiva:	98 %
Rendimento annuo di energia*:	8.289,02 kWh

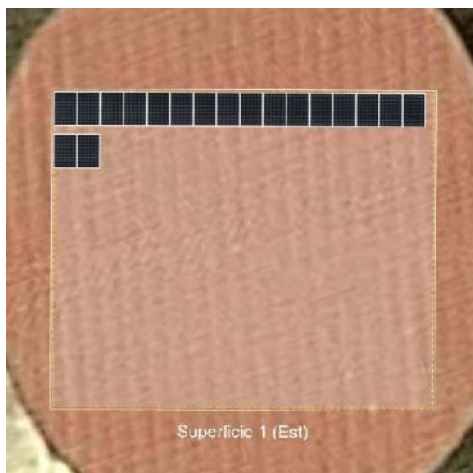
Fattore di utilizzo dell'energia:	100 %
Performance Ratio*:	86,1 %
Rendimento specifico di energia*:	1354 kWh/kWp
Perdite di linea (in % sull'energia FV):	---
Carico asimmetrico:	6,00 kVA
Riduzione di CO ₂ dopo 20 anni:	85 t

*Importante: i valori di rendimento visualizzati sono dati approssimativi rilevati matematicamente. SMA Solar Technology AG non si assume alcuna responsabilità per il valore di rendimento effettivo, che può differire dai valori di rendimento qui visualizzati. Eventuali differenze possono dipendere da svariati fattori esterni, come ad es. imbrattamento dei moduli fotovoltaici o variazioni del grado di efficacia degli stessi.

Il suo sistema energetico a colpo d'occhio



Progetto: Auditorium Trebisacce



Provincia di
Cosenza
Piazza XV Marzo
n.5
87100

Tel.: 0984141
Fax: 09848141
E-mail: info@eletrotecnica-nome.it
Internet: www.eletrotecnica-nome.it

Numero del progetto: ---

Ubicazione: Italia / Trebisacce

Data: 14/01/2021

Creato con Sunny Design 5.01.3.R

© SMA Solar Technology AG 2021

Sistema energetico

Impianto FV



Inverter FV

1 x SMA SB 6000TL-21



Generatori FV

18 x Viessmann Vitovolt 300-M340WA

Componenti aggiuntivi



Gestione energetica

1 x Modulo dati SWDM-10

1 x Sunny Home Manager 2.0

1 x Sunny Portal

Dimensioni del sistema

Impianto FV

6,12 kWp

Vantaggi



Costi dell'elettricità su 20
anno/i (circa)

0,087 EUR

Rendita annua (IRR)

2,10 %

Tempo previsto di
ammortizzazione

16

Riduzione di CO₂ dopo 20
anni

85 t

Retribuzione dopo 20 anno/i

15.814 EUR

*Importante: i valori di rendimento visualizzati sono dati approssimativi rilevati matematicamente. SMA Solar Technology AG non si assume alcuna responsabilità per il valore di rendimento effettivo, che può differire dai valori di rendimento qui visualizzati. Eventuali differenze possono dipendere da svariati fattori esterni, come ad es. imbrattamento dei moduli fotovoltaici o variazioni del grado di efficacia degli stessi.

Dimensionamento dell'inverter

Progetto: Auditorium Trebisacce

Numero del progetto: 01

Ubicazione: Italia / Trebisacce

Temperatura ambiente:

Temperatura minima: 0 °C

Temperatura di dimensionamento: 24 °C

Temperatura massima: 36 °C

Progetto parziale Auditorium Trebisacce

1 x SMA SB 6000TL-21 (Parte dell'impianto 1)

Picco di potenza:	6,12 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	18
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos φ = 1):	6,28 kW
Potenza attiva CA max (cos φ = 1):	6,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	103 %
Fattore di dimensionamento:	102 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	1381,5 h



SMA SB 6000TL-21

Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Superficie 1 (Est)

9 x Viessmann Vitovolt 300-M340WA (03/2020), Azimut: -71 °, Inclinazione: 11 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso B: Superficie 1 (Est)

9 x Viessmann Vitovolt 300-M340WA (03/2020), Azimut: -71 °, Inclinazione: 11 °, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso A:	Ingresso B:	
Numero delle stringhe:	1	1	
Moduli fotovoltaici:	9	9	
Picco di potenza (ingresso):	3,06 kWp	3,06 kWp	
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 311 V	✓ 311 V	
Tensione fotovoltaica min.:	292 V	292 V	
Tensione CC min. (Tensione di rete 230 V):	125 V	125 V	
Tensione fotovoltaica max:	✓ 435 V	✓ 435 V	
Tensione CC max:	750 V	750 V	
Corrente max generatore:	✓ 9,1 A	✓ 9,1 A	
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	15 A	15 A	
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento	20 A	20 A	
Corrente di cortocircuito max (impianto FV):	✓ 9,5 A	✓ 9,5 A	

Fattore di sfasamento minimo

Dimensionamento dei collegamenti

Progetto: Auditorium Trebisacce

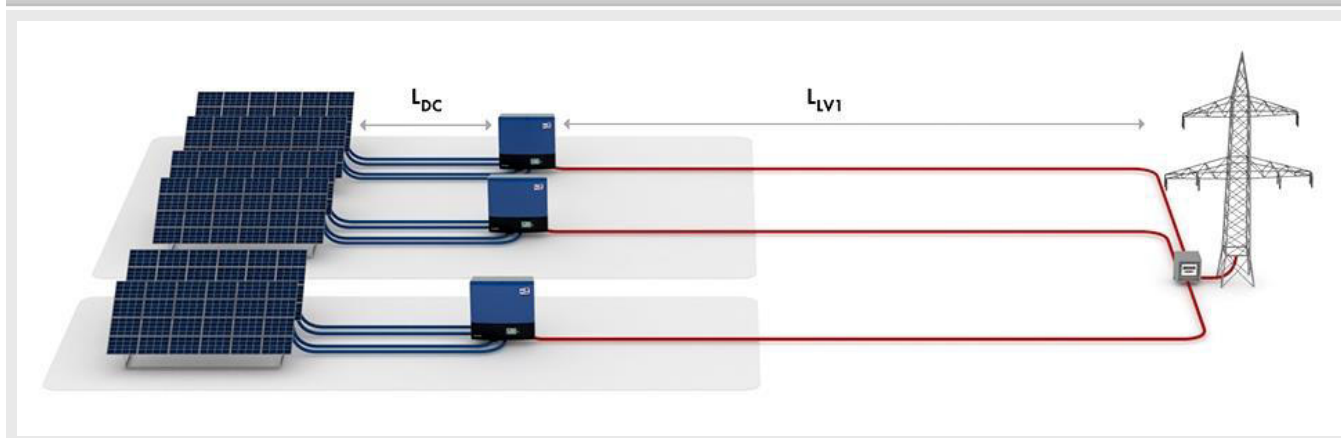
Ubicazione: Italia / Trebisacce

Numero del progetto:

Panoramica

	✓ DC	✓ LV	✓ Totale
Dissipazione di potenza a funz. nominale	28,87 W	39,02 W	67,89 W
Dissipazione di potenza relativa a funz. nom.	0,45 %	0,65 %	1,10 %
Lunghezza totale della linea	40,00 m	10,00 m	50,00 m
Sezione della linea	2,5 mm ²	6 mm ²	2,5 mm ² 6 mm ²

Grafico



Linee DC

			Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Caduta di tensione	Dissipazione di potenza rel.
Auditorium Trebisacce							
 1 x SMA SB 6000TL-21 Parte dell'impianto 1	A		Rame	10,00 m	2,5 mm ²	1,4 V	0,45 %
	B		Rame	10,00 m	2,5 mm ²	1,4 V	0,45 %

Linee LV1

			Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Resistenza di linea	Dissipazione di potenza rel.
Auditorium Trebisacce							
 1 x SMA SB 6000TL-21 Parte dell'impianto 1			Rame	10,00 m	6 mm ²	R: 57,333 mΩ XL: 1,500 mΩ	0,65 %

I risultati visualizzati sono valori approssimativi con il solo scopo di fornire all'utente informazioni generali sui possibili risultati di rendimento. I risultati vengono calcolati matematicamente. I risultati di rendimento reali dipendono in larga misura dalle condizioni climatiche reali, dall'effettiva efficienza e dalle concrete condizioni di funzionamento delle componenti del sistema, così come dal profilo di consumo individuale e possono quindi variare dai risultati calcolati. SMA Solar Technology AG declina qualsiasi responsabilità in caso di scostamenti fra i risultati di rendimento calcolati e reali.

Dimensionamento gestione energetica

Progetto: Auditorium Trebisacce

Ubicazione: Italia / Trebisacce

Numero del progetto:

Impianto FV		Monitoraggio dell'impianto	
Auditorium Trebisacce		Interno all'impianto	Esterno
 1 x SMA SB 6000TL-21 + 1 x Modulo dati SWDM-10		 Sunny Home Manager 2.0 La centrale di controllo con dispositivo di misurazione integrato per la gestione energetica intelligente	 Sunny Portal Portale Internet per il monitoraggio degli impianti, la visualizzazione e la presentazione dei dati relativi all'impianto
Note			
 Sunny Home Manager 2.0		Per gestire l'immagazzinamento e limitare l'immissione di potenza attiva è necessario che il dispositivo di misurazione interno del Sunny Home Manager 2.0 per la misurazione dell'immissione in rete e del prelievo dalla rete sia collegato e configurato (si veda guida di progettazione "SMA Smart Home").	
 Generale		La portata massima della comunicazione è pari a 100 m sia tramite Bluetooth® Wireless Technology all'aperto che tramite Speedwire (SMA Ethernet).	

Note

Progetto: Auditorium Trebisacce

Ubicazione: Italia / Trebisacce

Numero del progetto:



Auditorium Trebisacce



In Italia gli impianti FV devono essere in grado di produrre potenza reattiva secondo la norma CEI 0-21. Il fattore di sfasamento degli inverter utilizzati viene impostato a 1. Se il gestore di rete ha set point diversi, essi devono essere impostati manualmente.

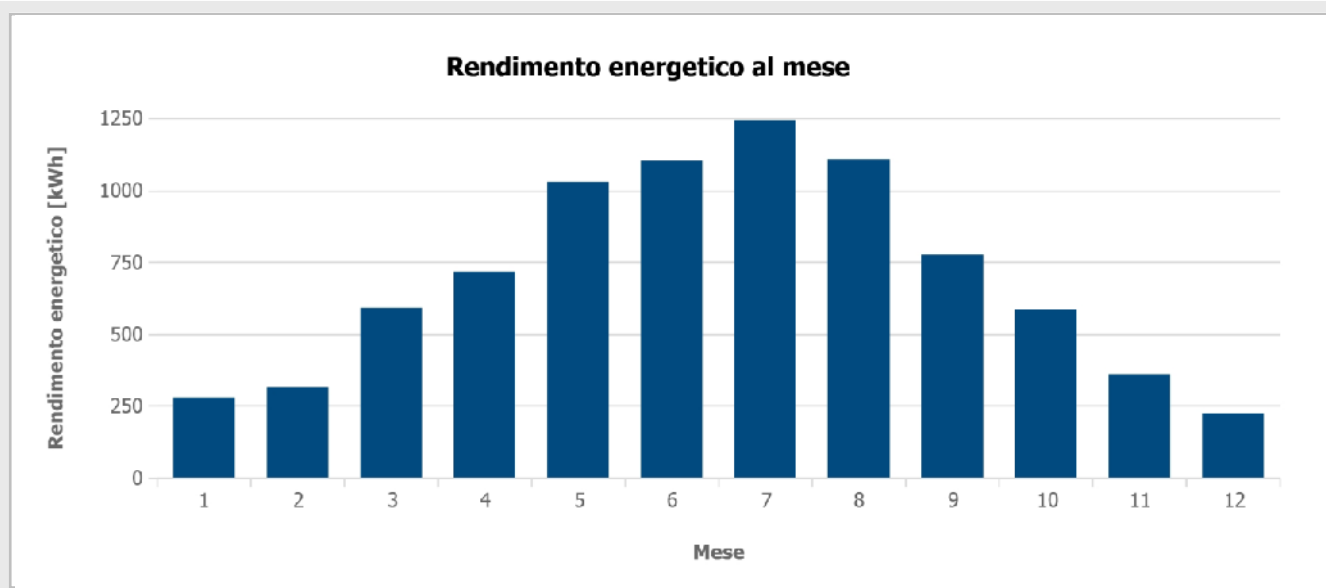
Valori mensili

Progetto: Auditorium Trebisacce

Ubicazione: Italia / Trebisacce

Numero del progetto:

Diagramma



Tabella

Mese	Rendimento energetico [kWh]	Performance Ratio
1	277 (3,3 %)	86 %
2	312 (3,8 %)	86 %
3	588 (7,1 %)	88 %
4	715 (8,6 %)	87 %
5	1024 (12,4 %)	87 %
6	1097 (13,2 %)	86 %
7	1238 (14,9 %)	85 %
8	1103 (13,3 %)	85 %
9	773 (9,3 %)	86 %
10	580 (7,0 %)	86 %
11	357 (4,3 %)	86 %
12	224 (2,7 %)	85 %

Analisi della redditività

Progetto: Auditorium Trebisacce

Numero del progetto:

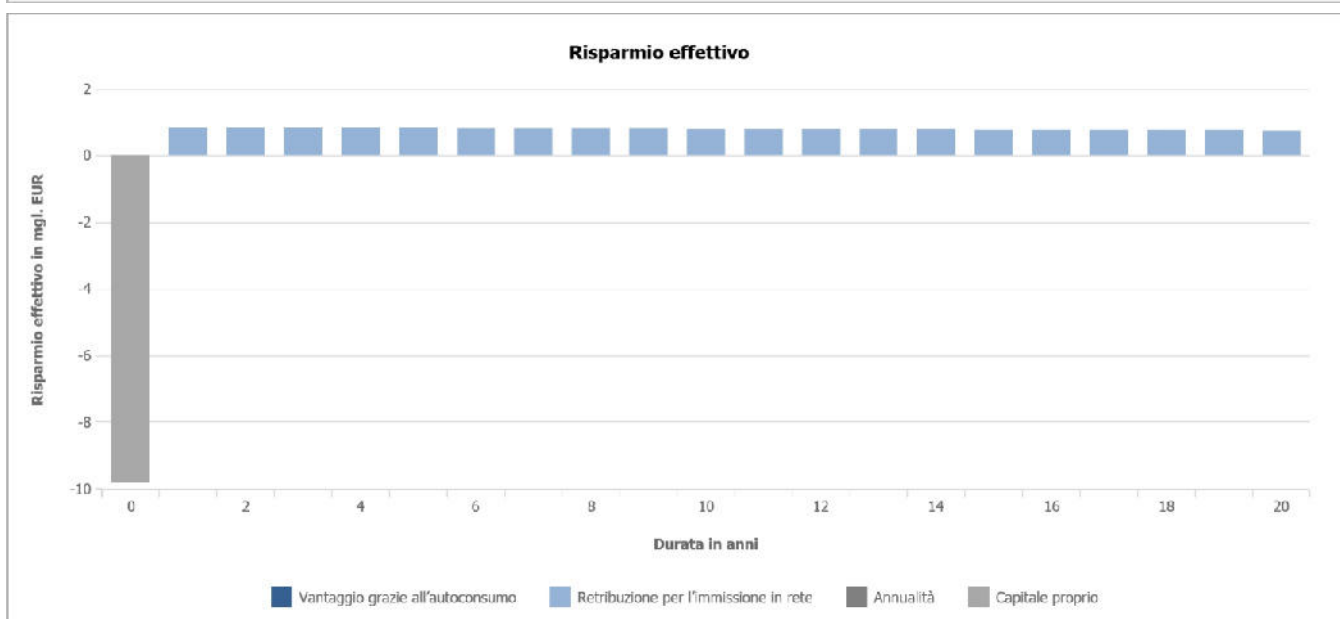
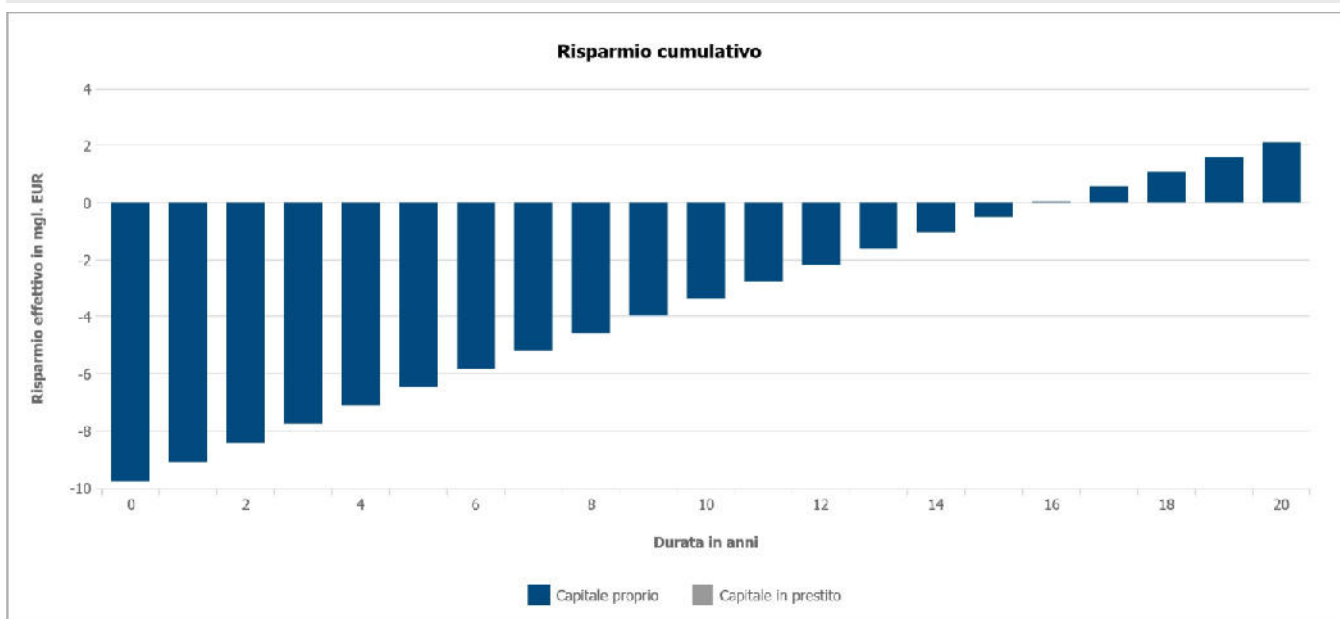
Dettagli

Retribuzione dopo 20 anno/i **15.814 EUR**

Tempo previsto di ammortizzazione **16**

Investimento complessivo **9.792,00 EUR**

Rendita annua (IRR) **2,10 %**



Analisi della redditività

Progetto: Auditorium Trebisacce

Numero del progetto: Impianto FV 6.12 Kwp Auditorium Trebisacce

Finanziamento

È impostata la valuta **EUR**

La quota di capitale proprio è pari a **100 %**

La quota di capitale di terzi è pari a **0 %**

L'importo dell'incentivo è pari a **0,00 EUR**

Il tasso di inflazione è pari a **3,00 %**

Il periodo di osservazione della redditività è pari a **20 Anni**

Costi di prelievo e retribuzione dell'immissione

Il prezzo per il prelievo di corrente elettrica è pari a **0,28000 EUR/kWh**

Le tariffe speciali non vengono considerate

Il tasso di rincaro annuo della corrente elettrica è pari a **3,0 %**

La retribuzione per l'immissione è pari a **0,10000 EUR/kWh**

La durata della retribuzione per l'immissione è pari a **20 Anni**

La detrazione o la retribuzione in caso di autoconsumo è pari a **0,00000 EUR/kWh**

I ricavi da corrente al termine del periodo di retribuzione sono pari a **0,05000 EUR/kWh**

Progetto del tetto - Auditorium Trebisacce

Progetto: Auditorium Trebisacce
Numero del progetto:

Ubicazione: Italia / Trebisacce

