

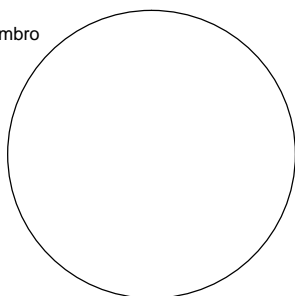
**COMUNE DI**  
**VILLANOVA MONTELEONE**  
Provincia di Sassari

**RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO**  
**PALESTRA SCUOLA MEDIA**

PROGETTISTA

ARCH. LEONARDO SPANU

Timbro



COLLABORATORI

PIAN. URB. RIU SALVATORE  
GEOM. SPANU RAIMONDO L.

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

GEOM. PIERO DEIANA

COMMITTENTE

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI  
VILLANOVA MONTELEONE

ELABORATO

**RELAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Tavola

**A.2**

Scala

Data

Agosto 2011

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
1					
2					
3					
4					
5					
REVISIONE		FILE	COD. COMMESSA <b>MTS</b>	CATEGORIA EDILE	FASE PROGETTUALE <b>DEFINITIVO ESECUTIVO</b>

# Comune di VILLANOVA MONTELEONE (SS)



## PROGETTO ESECUTIVO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA 7,56 Kw SULLA COPERTURA DELLA PALESTRA SITA IN VIA MONTESSORI

### Relazione tecnica

**Impianto:** Palestra Villanova Monteleone

**Soggetto Responsabile:** Amm. Comunale Villanova Monteleone

**Località:** VILLANOVA MONTELEONE (SS)

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto: **Palestra Villanova Monteleone**  
Indirizzo: **Via Montessori**  
Comune: **VILLANOVA MONTELEONE (SS)**  
CAP: **07019**

### Committente

Nome Cognome **Comune di Villanova Monteleone**  
Indirizzo **Via Nazionale 104**  
Comune **VILLANOVA MONTELEONE (SS)**  
CAP **07019**  
Telefono **079960406**  
Fax **079960736**  
E-mail **PEC\_comune.villanovamonteleone@halleycert.it**

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Palestra Villanova Monteleone", 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, 10 512.76 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 1 MWh 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]	0.187
TEP risparmiate in un anno	1.97
TEP risparmiate in 20 anni	36.13

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

### 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 <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	496.0	0.670	0.523	0.024
Emissioni evitate in un anno [kg]	5 214.33	7.04	5.50	0.25
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	95 833.67	129.45	101.05	4.64

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2007

## Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

L'elenco completo delle norme alla base della progettazione è riportato in Appendice A.

## SITO DI INSTALLAZIONE

### Premessa

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

#### Descrizione del sito

Il contesto in cui verrà installato l'impianto è il seguente:

Sulla copertura piana della palestra.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di VILLANOVA MONTELEONE (SS) avente latitudine 40.5033°, longitudine 8.4719° e altitudine di 567 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/m <sup>2</sup> ]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.90	2.73	3.95	5.26	6.63	7.32	7.77	6.67	5.14	3.50	2.11	1.63

Fonte dati: UNI 10349

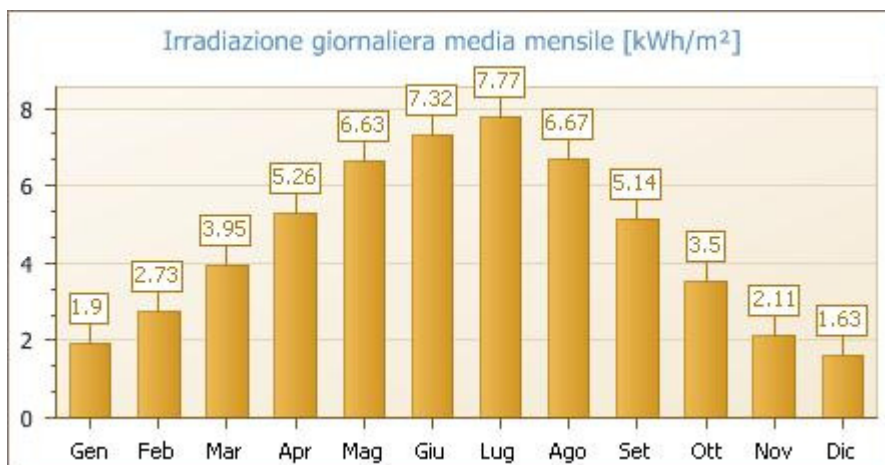


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [ kWh/m²] - Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 661.05 kWh/m²** (Fonte dati: UNI 10349).

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

La località di riferimento N. 1 è SASSARI avente latitudine 40.7292°, longitudine 8.5606° e altitudine di 225 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.80	9.80	14.20	19.00	24.10	26.60	28.10	24.00	18.60	12.60	7.50	5.80

Fonte dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 è ORISTANO avente latitudine 39.9044°, longitudine 8.5936° e altitudine di 9 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.00	9.90	14.30	18.80	23.30	25.70	27.60	24.00	18.20	12.60	7.80	6.10

Fonte dati: UNI 10349

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### Procedura di calcolo

#### Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la

sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching .
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

#### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$  a 70 °C maggiore della Tensione MPPT minima.

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$  a -10 °C minore della Tensione MPPT massima.

Nelle quali i valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

#### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$  a -10 °C inferiore alla tensione massima dell'inverter.

#### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$  a -10 °C inferiore alla tensione massima di sistema del modulo.

#### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$  inferiore alla corrente massima dell'inverter.

#### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto di potenze tra l'inverter e il sottocampo fotovoltaico ad esso

collegato.

## Impianto

### Descrizione

L'impianto, denominato "Palestra Villanova Monteleone", è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in bassa tensione".

Ha una potenza pari a **7.56 kW** e una produzione di energia annua pari a **10 512.76 kWh**, derivante da 27 moduli che occupano una superficie di 52.39 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Identificativo dell'impianto	<b>Palestra Villanova Monteleone</b>
Soggetto responsabile dell'impianto fotovoltaico	<b>Amm. comunale Villanova Monteleone</b>
Indirizzo	<b>Via Nazionale 104</b>
Comune	<b>VILLANOVA MONTELEONE</b>
Provincia	<b>SS</b>
CAP	<b>07019</b>
Latitudine	<b>40.5033°</b>
Longitudine	<b>8.4719°</b>
Altitudine	<b>567 m</b>
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	<b>1 661.05 kWh/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente di ombreggiamento	<b>1.00</b>

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	<b>52.39 m<sup>2</sup></b>
Numero totale inverter	<b>1</b>
Numero totale moduli	<b>27</b>
Energia totale annua	<b>10 512.76 kWh</b>
Potenza totale	<b>7.56 kW</b>
Potenza fase L1	<b>7.56 kW</b>
BOS	<b>74.97 %</b>

### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **10 512.76 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia mensile prodotta dall'impianto:

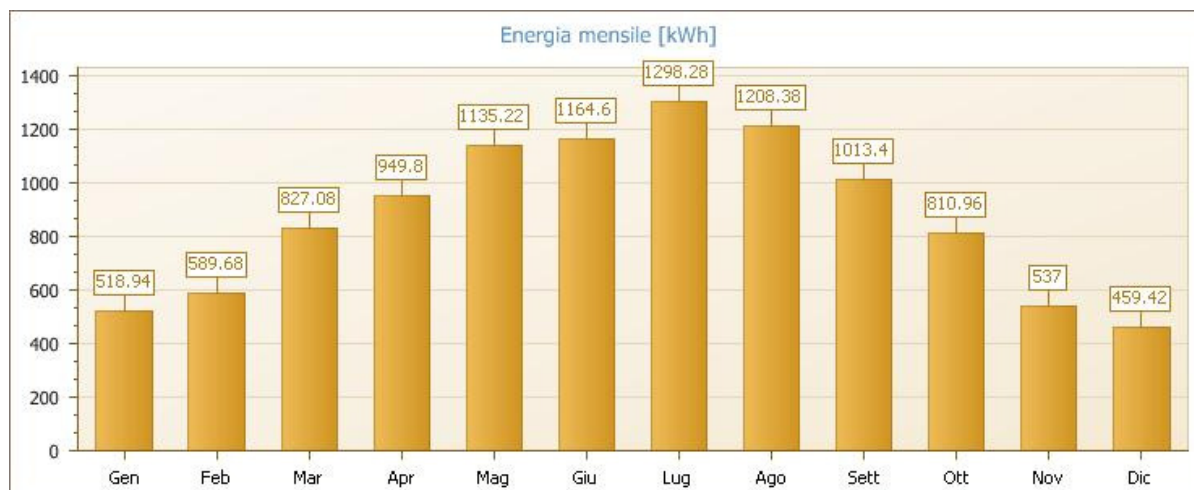


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

## Specifiche degli altri componenti dell'impianto

### Cablaggio elettrico

#### Analisi dei cavi in CC a monte degli inverter

Identificativo del generatore	<b>Palestra</b>
Sezione dei cavi in CC	<b>1.5 mm<sup>2</sup></b>
Cadute di tensione in percentuale	<b>0.00 %</b>

Nota: Il dettaglio dei parametri di dimensionamento è riportato nella scheda tecnica di ogni generatore

#### Analisi dei cavi in CA a valle degli inverter

Identificativo dell'impianto	<b>Palestra Villanova Monteleone</b>		
Tipo di isolante	<b>PVC</b>	V	<b>400.00 V</b>
Numero conduttori caricati	<b>2</b>	I	<b>11.56 A</b>
Numero circuiti raggruppati a fascio	<b>1</b>	Cadute di tensione	<b>0.00 V</b>
Temperatura ambiente	<b>80 °C</b>	Cadute di tensione	<b>0.00 %</b>
Lunghezza	<b>0.0 m</b>		
Sezione	<b>1.5 mm<sup>2</sup></b>		

L'allaccio alla rete elettrica di distribuzione è di tipo trifase in bassa tensione ottenuto collegando più generatori monofase.

#### Fase 1

Identificativo del generatore	<b>Palestra</b>
Potenza	<b>7.56 kW</b>
Potenza totale Fase 1	<b>7.56 kW</b>



## Generatore Palestra

### Descrizione

Il generatore denominato “Palestra” ha una potenza pari a **7.56 kW** e una produzione di energia annua pari a **10 512.76 kWh**, derivante da 27 moduli occupanti una superficie di 52.39 m².

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 854.00 kWh/m²</b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	
Estensione totale utilizzata	
Potenza totale	<b>7.56 kW</b>
Energia totale annua	<b>10 512.76 kWh</b>
Dimensionamento inverter	<b>105.82 %</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>SUNTECH - STP280S-18/Vb</b>
Numero totale	<b>27</b>
Numero stringhe	<b>3</b>
Moduli x stringa	<b>9</b>
Superficie totale	<b>52.39 m²</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>FRONIUS - IG PLUS 100</b>
Numero totale	<b>1</b>

Dimensionamento inverter	
Dimensionamento (105.82 %) compreso tra 70.00 % e 120.00 %	<b>VERIFICATO</b>

Analisi dei cavi in CC a monte degli inverter			
Tipo di isolante	<b>EPR</b>	Vm	<b>316.80 V</b>
Numero conduttori caricati	<b>2</b>	Im	<b>7.95 A</b>
Numero circuiti raggruppati a fascio	<b>1</b>	Cadute di tensione	<b>0.00 V</b>
Temperatura ambiente	<b>80 °C</b>	Cadute di tensione	<b>0.00 %</b>
Lunghezza	<b>0.0 m</b>		
Sezione	<b>1.5 mm²</b>		

## Verifiche elettriche

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (255.12 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (230.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (364.77 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (451.17 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (600.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (451.17 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (24.99 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (36.60 A)	<b>VERIFICATO</b>