



Comune di Potenza



Regione Basilicata

Fondo di Sviluppo e Coesione 2007-2013

Accordo di Programma Quadro "BAR1 - Piano
di sviluppo e coesione della Città di Potenza" I
Atto integrativo Delibera CIPE 88/2012

Riqualificazione energetica del Complesso Sportivo di "Via Roma" e delle palestre "Vito Lepore" e "Caizzo"

Progetto esecutivo

Elaborato
N. Allegato 1

Titolo
Relazioni generale e specialistiche

Scala

Data

Revisione

Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Giuseppe D'Onofrio

Supporto al RUP

Ing. Donatella Zotta

Progettisti:

Ing. Antonio D'Angola

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progetto Esecutivo

Geom. Dario Tomasillo



AMBIENTE

INFOSTRUTTURE

INFRASTRUTTURE

MOBILITA'

SPORT

Indice

1. Premessa

- Elenco Allegati ed Elaborati Grafici del progetto esecutivo
- Descrizione delle strutture oggetto della riqualificazione energetica
- Inquadramento urbanistico
- Descrizione sommaria degli impianti termici
- Analisi dei consumi
- Fabbisogno di energia termica delle tre strutture
- Fabbisogno di energia elettrica delle tre strutture
- Riferimenti per il dimensionamento di alcuni componenti degli impianti

2. Progetto esecutivo - Complesso Sportivo di via Roma

- Produzione di energia termica mediante impianti solari termici
- Produzione di energia elettrica mediante impianti solari fotovoltaici

3. Progetto esecutivo - Palestra Caizzo

- Produzione di energia termica mediante impianti solari termici
- Produzione di energia elettrica mediante impianti solari fotovoltaici
- Miglioramento dell'efficienza dell'unità di trattamento dell'aria
- Miglioramento dell'efficienza degli impianti termici
- Miglioramento dell'efficienza energetica dell'involucro edilizio

4. Progetto esecutivo - Palestra Vito Lepore

- Produzione di energia termica mediante impianti solari termici
- Produzione di energia elettrica mediante impianti solari fotovoltaici
- Miglioramento dell'efficienza degli impianti termici
- Miglioramento dell'efficienza energetica dell'involucro edilizio

5. Quadro economico del progetto esecutivo, incentivi e agevolazioni fiscali, norme e regolamenti

- Incentivi statali e agevolazioni fiscali sul risparmio energetico
- Il Conto Termico
- Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico
- Alcune prescrizioni sull'accesso agli incentivi statali e detrazioni fiscali
- Norme, decreti, disposizioni di legge, regolamenti
- Risparmi energetici ed economici previsti

1. Premessa

La presente relazione generale e le relazioni specialistiche accompagnano il progetto esecutivo dei lavori e dei servizi, oggetto dell'appalto descrivendo in dettaglio le opere da realizzare nell'ambito della riqualificazione energetica del complesso sportivo "Via Roma" e delle palestre "Vito Lepore" e "Caizzo" situati nel Comune di Potenza. Nella relazione viene fatto riferimento agli elaborati grafici e ai criteri utilizzati per le scelte di progettazione. Vengono illustrate inoltre le soluzioni adottate analizzando le problematiche prese in considerazione nella fase di progettazione esecutiva.

L'esecuzione dei lavori è stata programmata in modo da assicurare il pieno rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza. Per tutto quanto non espressamente detto nella relazione si rimanda agli elaborati progettuali, al Capitolato Speciale e al dettaglio del Computo metrico estimativo che sono parte integrante e complementare della presente relazione.

Di seguito è riportato l'elenco degli elaborati progettuali

ELENCO Elaborati Grafici al Progetto Esecutivo

ELENCO ELABORATI – PROGETTOESECUTIVO			
N.	OGGETTO	STATO	scala
TAV. 1	Schema idraulico di principio Via Roma	FUTURO	-
TAV. 2	Schema idraulico di principio Vito Lepore	FUTURO	-
TAV. 3	Schema idraulico di principio Caizzo	FUTURO	-
TAV. 4	Schema integrazione nuovi n. 2 Boiler –via Roma	FUTURO	1:100
TAV. 5	Pianta Copertura – Schema disposizione moduli solare termico e fotovoltaico – Complesso via Roma	FUTURO	1:100
TAV. 6	Pianta Copertura – Schema disposizione moduli solare termico e fotovoltaico – Palestra Caizzo	FUTURO	1:100
TAV. 7	Pianta Copertura – Schema disposizione moduli solare termico e fotovoltaico –Palestra Vito Lepore	FUTURO	1:100
TAV. 8	Schema unifilare e disposizione moduli fotovoltaici – via Roma	FUTURO	1:200
TAV. 9	Schema unifilare e disposizione moduli fotovoltaici – Palestra Lepore	FUTURO	1:200
TAV. 10	Schema unifilare e disposizione moduli fotovoltaici – Palestra Caizzo	FUTURO	1:200

ELENCO Allegati al Progetto Esecutivo

ALLEGATI – ESECUTIVO		
N.	OGGETTO	Carattere
ALLEGATO N°1	Relazioni Generale e Specialistiche	E
ALLEGATO N°2	Computo Metrico Estimativo	E
ALLEGATO N°3	Analisi nuovi prezzi	E
ALLEGATO N°4	Cronogramma dei Lavori	E
ALLEGATO N°5	Capitolato Speciale d'Appalto e Disciplinare Tecnico	E
ALLEGATO N°6	Piano delle Manutenzioni	E
ALLEGATO N°7	Piano di Sicurezza e Coordinamento	E

E= Esecutivo

Obiettivo del presente progetto è quello di razionalizzare e quindi ridurre i consumi energetici e i costi di gestione delle tre strutture:

- il complesso sportivo di via Roma, situato in via Roma,
- la palestra “Caizzo”, situata nel Rione Lucania,
- la palestra “Vito Lepore”, situata in via Anzio.

Il comune di Potenza è situato in zona climatica E con gradi giorno 2.472 con la casa comunale posta a 819 m su livello del mare e accensione degli Impianti Termici con limite massimo consentito di 14 ore giornaliere dal 15 ottobre al 15 aprile.

Le scelte progettuali adottate per le tre strutture sportive nascono dall'analisi degli attuali consumi e sulla conseguente analisi tecnico-economica degli interventi da realizzare, anche alla luce dei possibili incentivi e detrazioni statali attualmente in vigore, in particolare il Conto Termico e la detrazione per gli interventi di risparmio energetico come previsto dalla legge 296/2006 e successive modifiche e integrazioni.

Ai fini dell'efficientamento energetico delle strutture le possibili strategie di intervento possono essere suddivise in interventi di riduzione delle dispersioni termiche e nell'efficientamento degli impianti termici (produzione, distribuzione, regolazione, erogazione, controllo). All'interno della relazione sono indicati i criteri che hanno condotto alla scelta progettuale che abbraccia comunque entrambe le possibili strategie, facendo cadere la scelta su quella ottimale alla luce di valutazioni analitiche di carattere tecnico e del budget a disposizione.

La relazione contiene la descrizione delle strutture e degli impianti attualmente in funzione ed un'analisi dei consumi. Segue il calcolo del risparmio energetico ottenibile attraverso l'esecuzione del progetto e la descrizione delle opere da realizzare.

Le ragioni degli elevati consumi di gas e di energia elettrica risiedono principalmente nelle inefficienze di tipo impiantistico e nelle elevate dispersioni termiche legate a strutture verticali ad elevata trasmittanza termica. Il progetto esecutivo interviene quindi nella direzione dell'aumento dell'efficienza degli impianti e nella riduzione delle dispersioni termiche in modo tale da ridurre in maniera significativa i costi di gestione delle strutture. Per ogni intervento e per l'intervento complessivo sono state effettuate in sede di progetto preliminare le analisi economiche in modo da valutare il tempo di ritorno dei costi sostenuti.

A questi aspetti si aggiunge la descrizione delle soluzioni adottate anche facendo riferimento agli elaborati grafici allegati e l'analisi delle problematiche prese in considerazione nella progettazione.

Descrizione delle strutture oggetto della riqualificazione energetica

Di seguito viene riportata una descrizione delle strutture oggetto del progetto esecutivo di riqualificazione energetica.

Descrizione della struttura - Complesso Sportivo di via Roma

La struttura di via Roma è la più recente ed è caratterizzata da tre livelli con due palestre poste su due diversi livelli. La struttura è dotata di efficienti impianti termici e di unità di trattamento aria di nuova concezione. Le strutture verticali trasparenti presentano adeguati valori di trasmittanza nei limiti stabiliti dalle leggi. Le figure 1-5 mostrano le piante dei piani terra, primo e secondo. A piano terra è posta una delle due palestre di 643 mq, i relativi spogliatoi con docce, i servizi igienici e il locale della centrale termica. Al primo piano visono gli uffici dell'amministrazione e di segreteria, un ripostiglio, spogliatoi del personale e servizi igienici. Al secondo piano su due differenti quote sono presenti la seconda palestra di 660 mq e numerosi spogliatoi con doccia e servizi igienici. Le figure 6 e 7 mostrano rispettivamente il dettaglio interno della copertura della palestra posta al secondo piano e un dettaglio della palestra al piano terra. Infine la figura 8 mostra la copertura del complesso realizzata a due falde con esposizioni rispettivamente NORD-OVEST e SUD-EST.

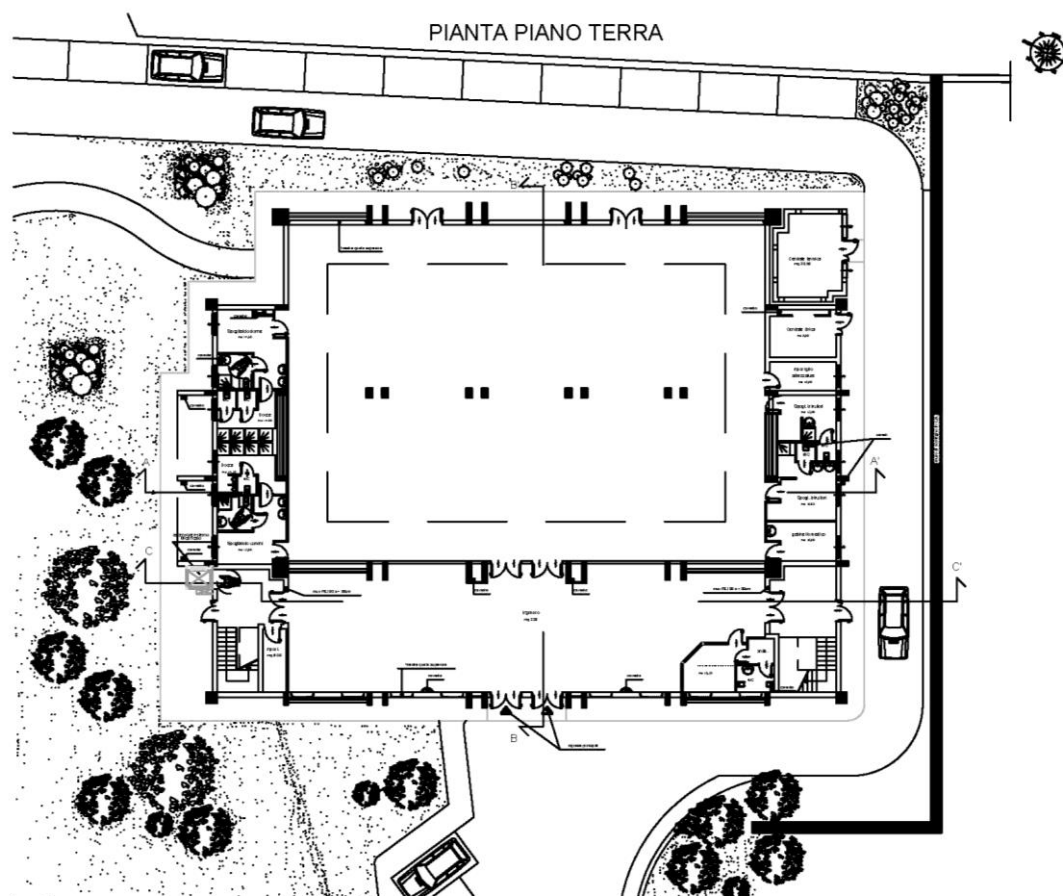


Fig1. Complesso sportivo di via Roma, piano terra.

PIANTA PRIMO PIANO

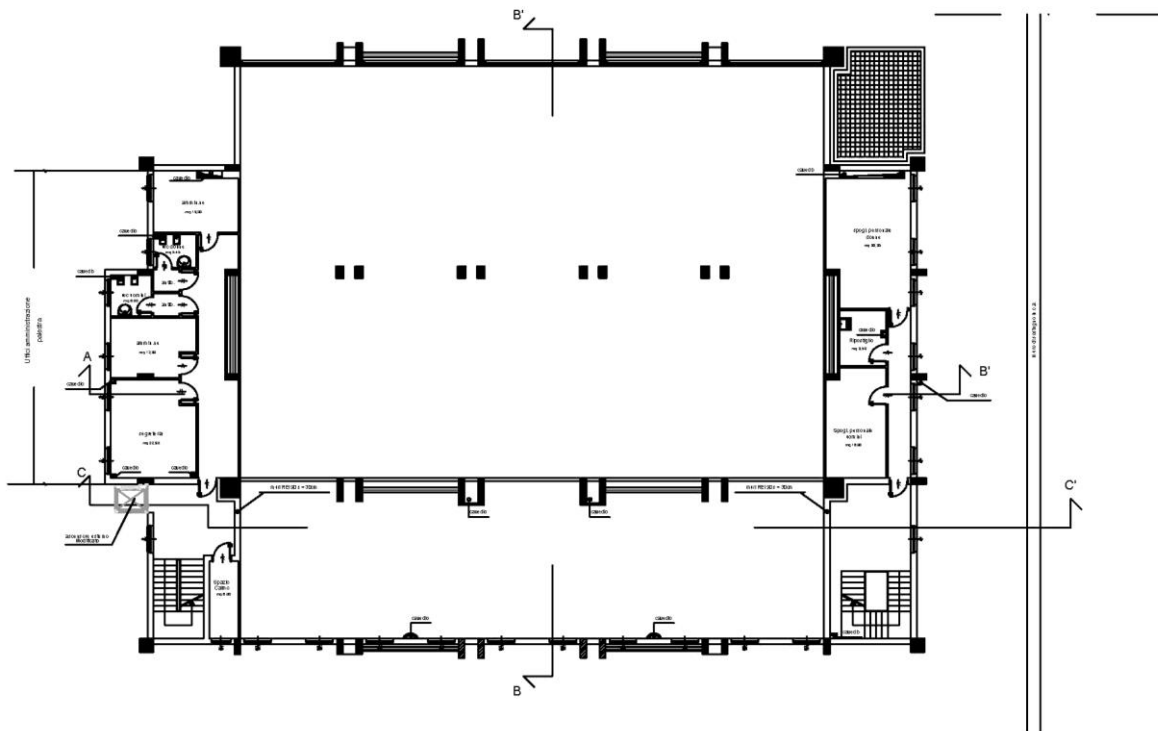


Fig.2 Complesso sportivo di via Roma, piano primo.

PIANTA SECONDO PIANO quota + 7,80

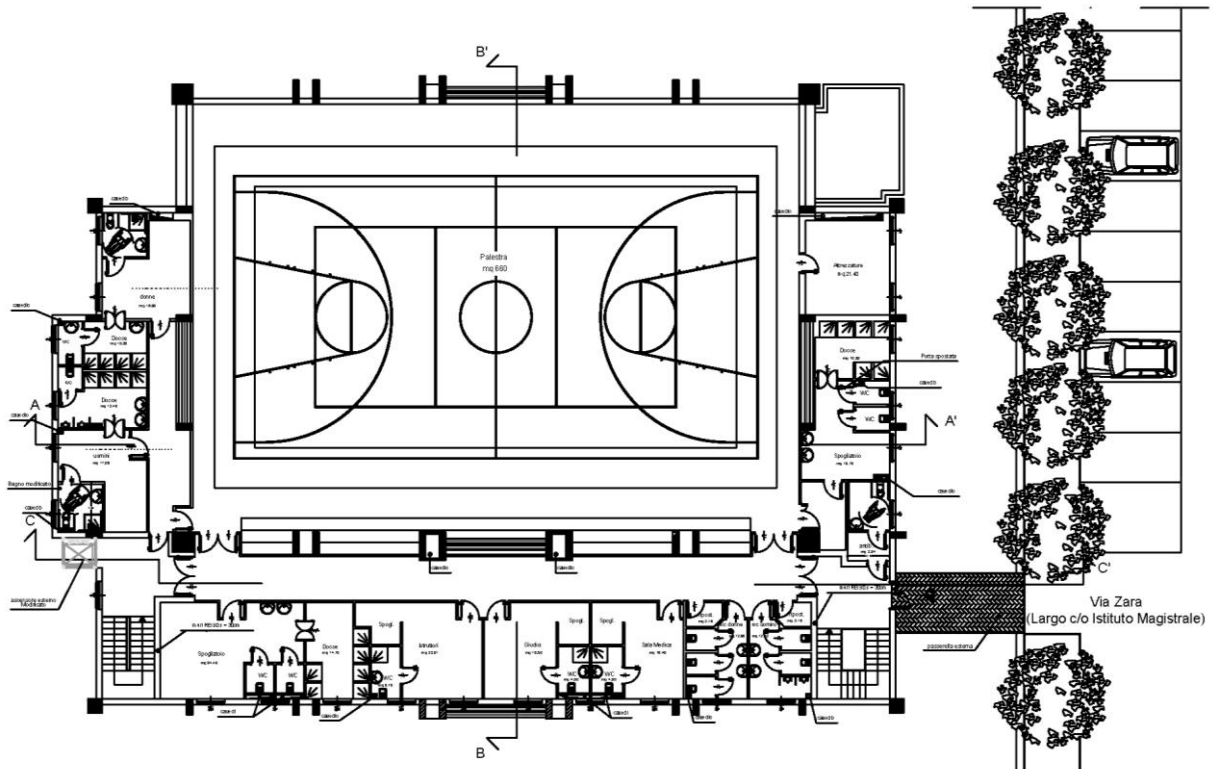


Fig3 Complesso sportivo di via Roma, piano secondo quota 7.80 m.

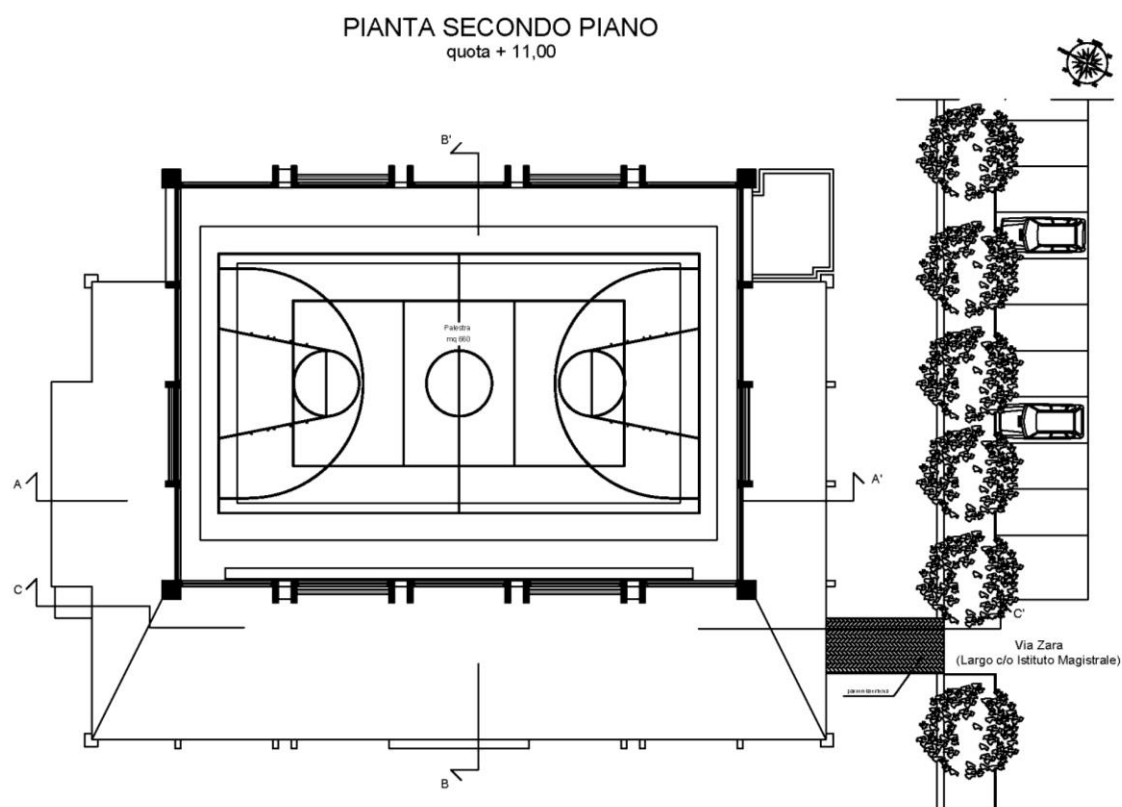


Fig. 4 Complesso sportivo di via Roma, piano secondo quota 11.00 m.

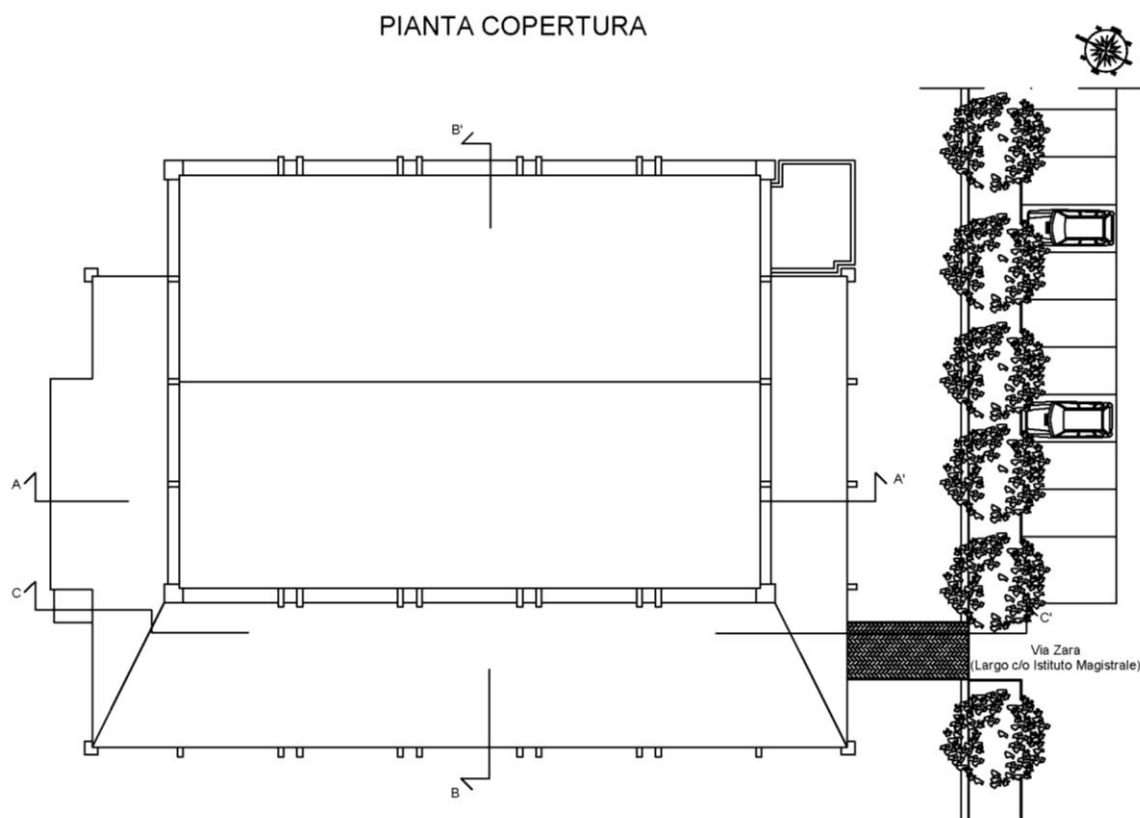


Fig. 5 Complesso sportivo di via Roma, copertura.

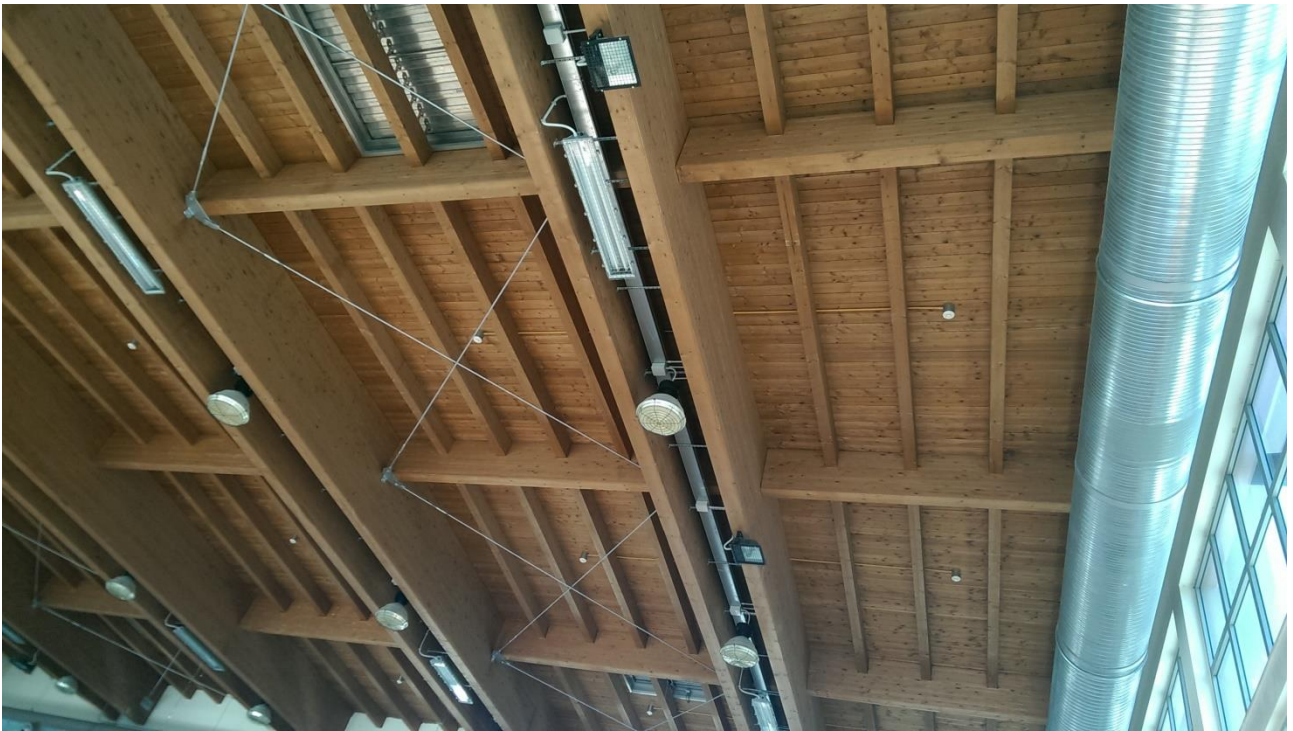


Fig. 6 Complesso sportivo di via Roma, piano secondo



Fig. 7 Complesso sportivo di via Roma, palestra piano terra.

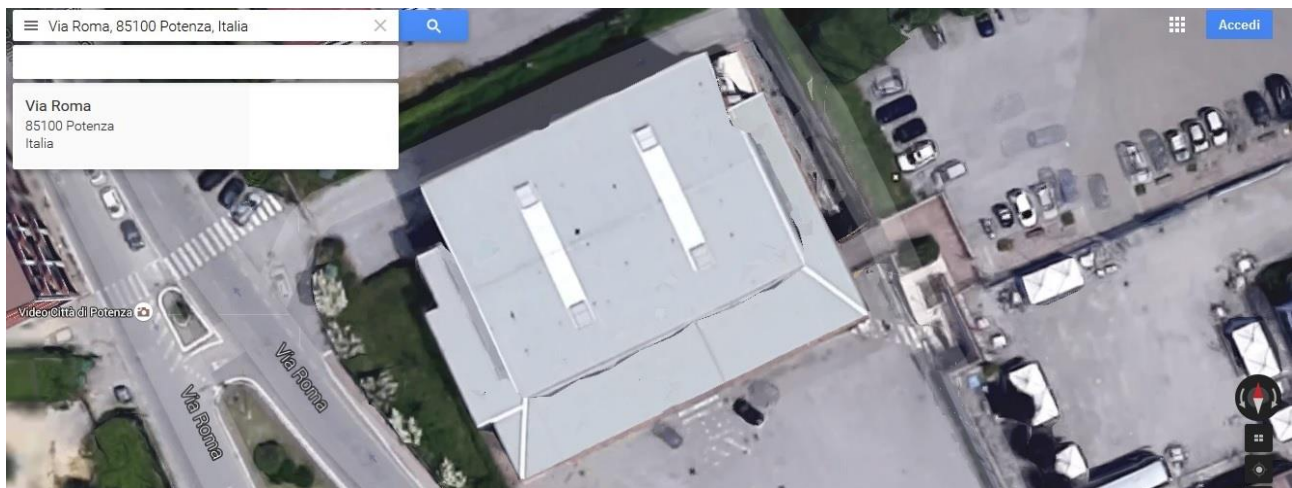


Fig. 8 Complesso sportivo di via Roma, foto dall'alto della copertura.

Descrizione della palestra Caizzo

La struttura Caizzo presenta due palestre poste su due livelli, caratterizzata da superfici opache e trasparenti ad elevato valore di trasmittanza. Il secondo livello, riportato in Figura 9 e nel quale è presente la centrale termica, è costituito da una palestra, i relativi spogliatoi con doccia, alcuni uffici, l'infermeria e i servizi igienici. L'accesso principale alla struttura avviene al secondo livello ed è riportato nella foto della Figura 10. Il primo livello, parzialmente sottoposto al terreno la cui pianta è riportata in figura 11, è accessibile dal secondo livello e presenta comunque un ingresso indipendente. Esso ed è costituito da una palestra, spogliatoi con doccia e servizi igienici e il locale che ospita le unità di trattamento aria che riscaldano le palestre. Le Figure 12 e 13 riportano le immagini delle palestre dalle quali si evincono i sistemi di distribuzione ed erogazione dell'aria per la climatizzazione invernale prodotta dalle UTA. Infine la figura 14 mostra la copertura del complesso realizzata a due falde con esposizioni rispettivamente NORD-OVEST e SUD-EST e con dei longheroni sporgenti ben visibili in Figura 10, la cui quota tende a zero al colmo. Proprio la superficie disponibile in prossimità del colmo sarà utilizzata per i layout degli impianti fotovoltaici e solare termico previsti nel progetto esecutivo.

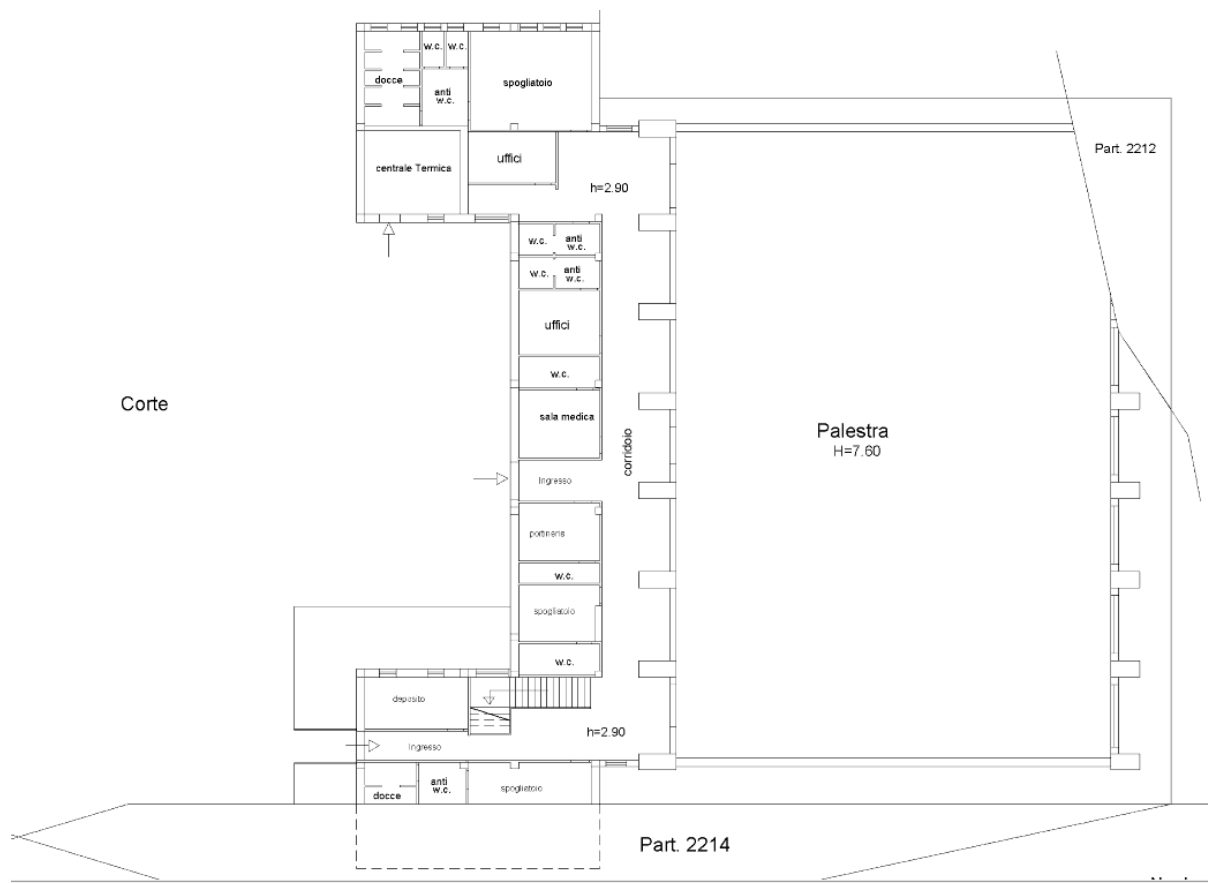


Fig. 9 Palestra Caizzo, secondo livello.



Fig. 10 Palestra Caizzo, esterno secondo livello e particolari della copertura.

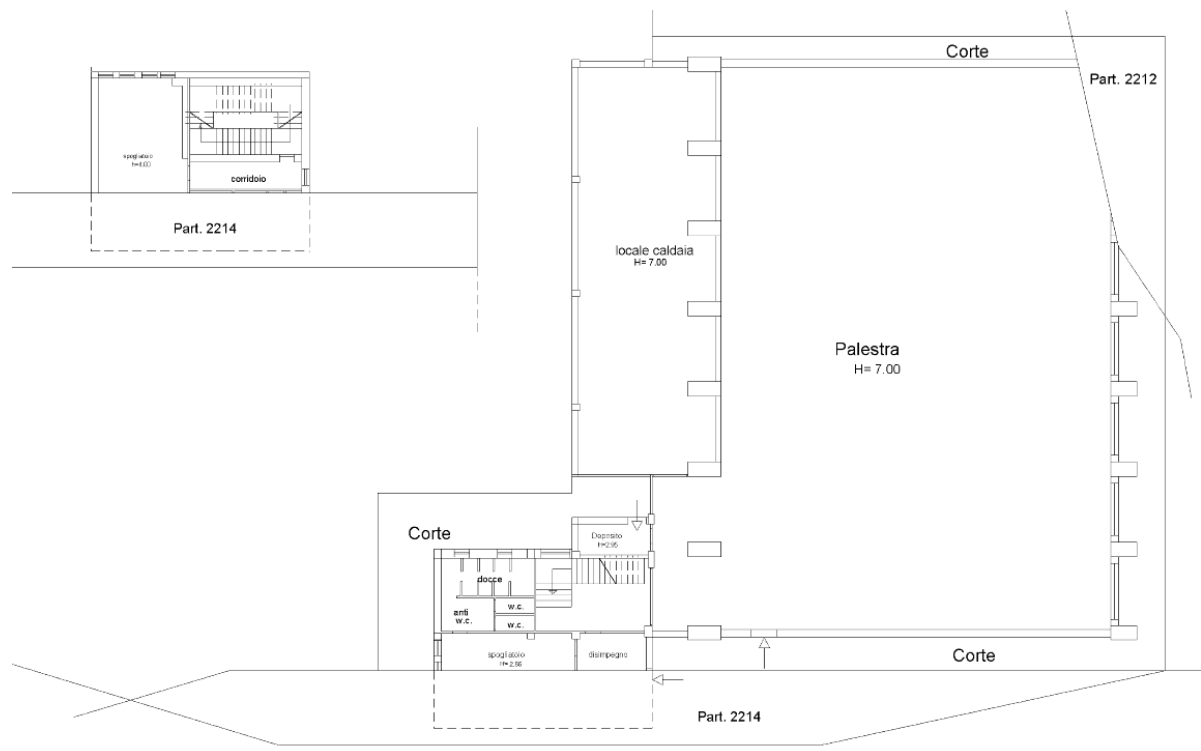


Fig.11 Palestra Caizzo, primo livello.



Fig. 12 Palestra Caizzo, palestra del secondo livello.



Fig. 13 Palestra Caizzo, palestra al primo livello.



Fig. 14 Palestra Caizzo, copertura ed esposizione.

Descrizione della palestra Vito Lepore

La palestra Lepore è fra le tre strutture quella a minore volumetria ed è dislocata su un unico livello. Come mostrato nelle figure 15 e 16, oltre alla palestra la struttura è caratterizzata dalla presenza della centrale termica, degli spogliatoi con le docce, della medicheria, dei servizi igienici e di un deposito. Le strutture trasparenti verticali sono ad elevato valore di trasmittanza e quindi il progetto esecutivo interviene in tal senso per ridurre almeno quelle trasparenti. La figura 17 mostra un dettaglio interno della copertura. Come si evince dalla figura la copertura è a due falde con una lieve inclinazione. La figura 18 mostra la copertura del complesso realizzata a due falde con esposizioni che per pochi gradi non sono completamente NORD e SUD. In ogni caso è suggerito un minimo ma funzionale intervento preliminare di manutenzione delle superfici che saranno occupate dai moduli solari termici e fotovoltaici onde evitare che a distanza di alcuni anni (ma su temi inferiori alla vita dell'impianto) dall'installazione si debba intervenire.

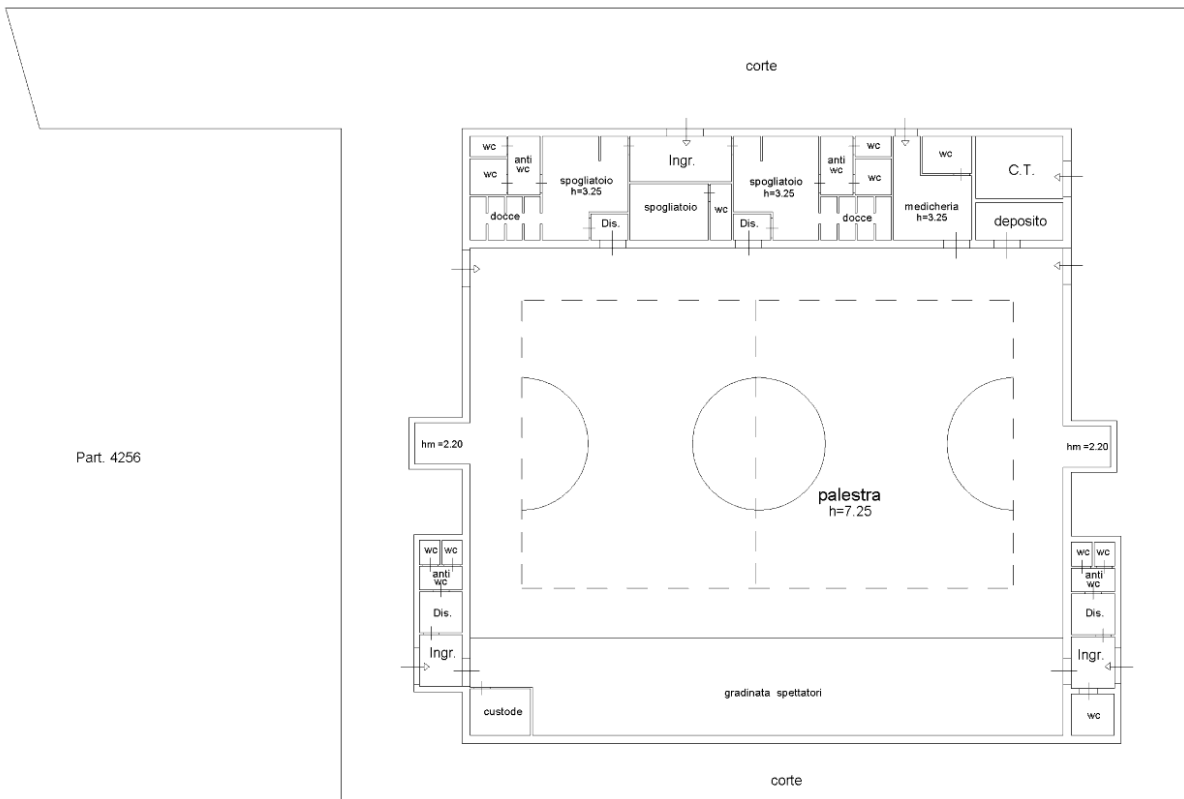


Fig.15 Palestra Lepore, piantina.



Fig.16 Interno palestra Lepore.



Fig.17 Palestra Lepore, dettagli interno.

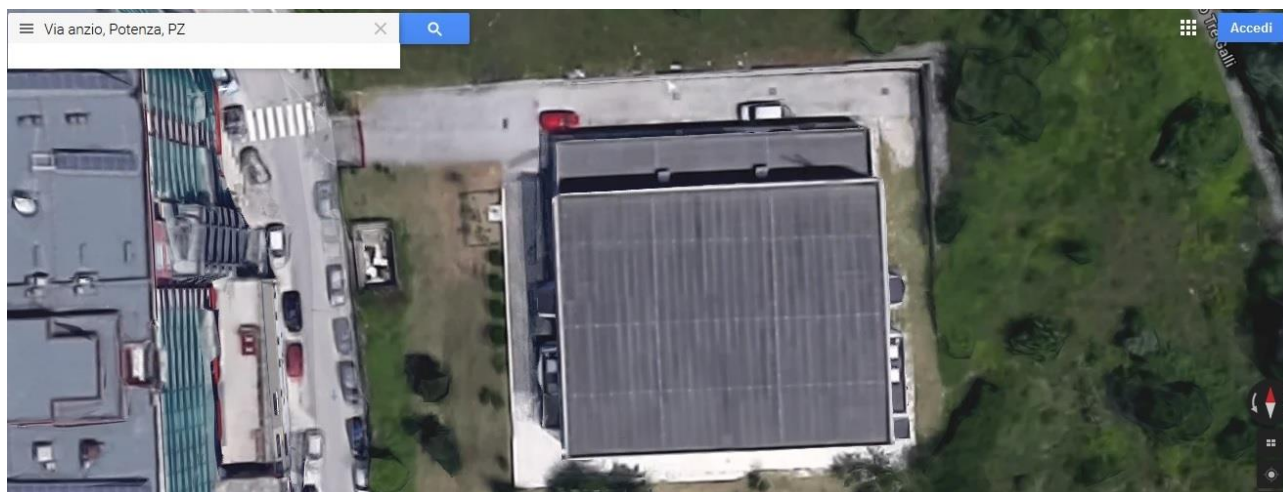
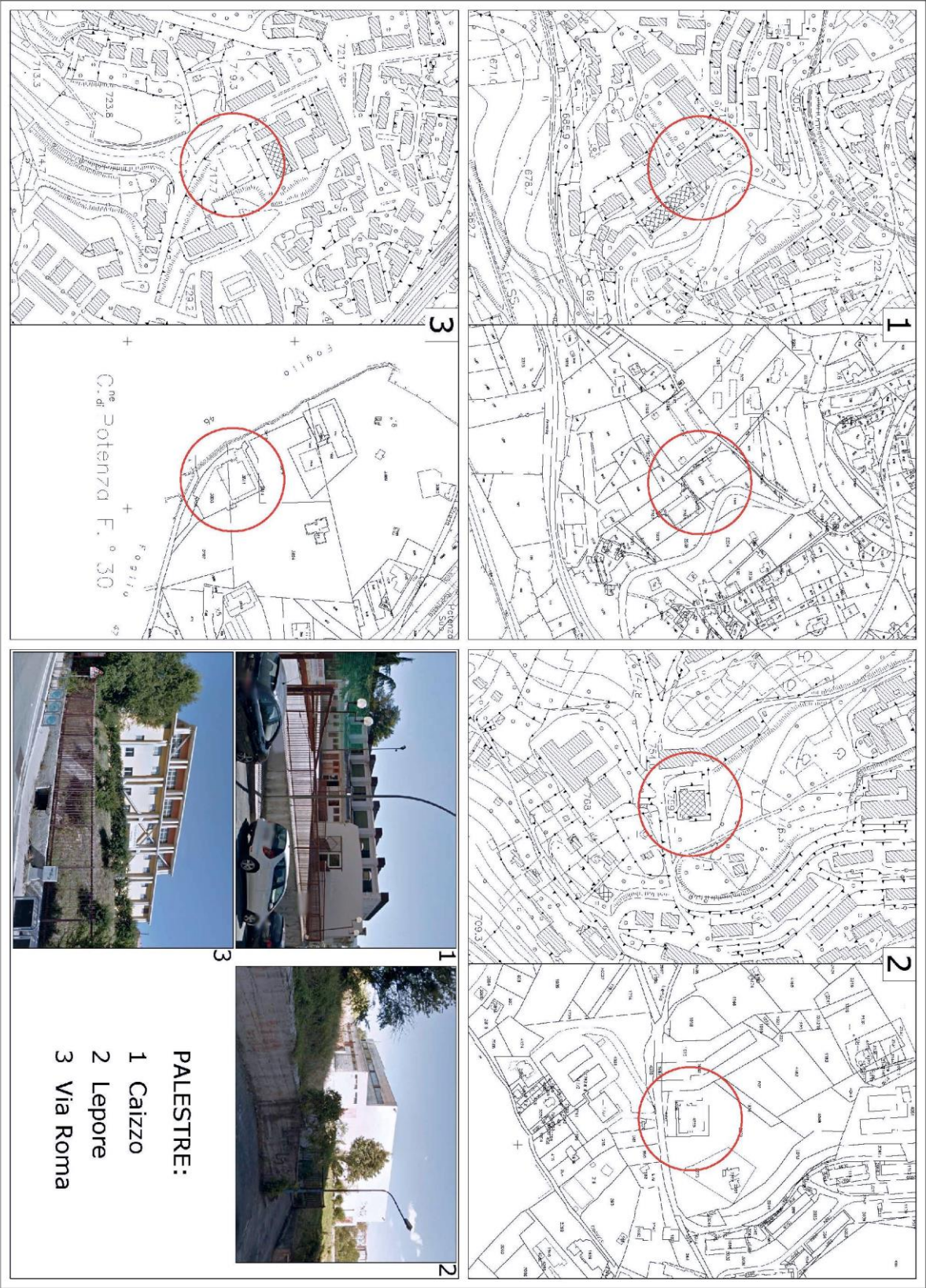


Fig. 18 Palestra Lepore, copertura ed esposizione.

Inquadramento urbanistico



PALESTRE - Inquadramento

Descrizione sommaria degli impianti termici

Si riporta di seguito una sintetica descrizione degli impianti di climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria delle tre strutture. Vengono riportati sia il sistema di produzione e distribuzione che quello di erogazione.

Complesso sportivo di via Roma

L'impianto di climatizzazione invernale della palestra di via Roma risulta il più moderno ed efficiente in quanto è realizzato attraverso caldaie a condensazione che producono acqua calda sanitaria per i due impianti a pavimento delle due palestre e ai radiatori degli spogliatoi. L'impianto è costituito da:

- n. 5 caldaie modulari ECOFLAM BLU da 83,4 kW ciascuna (figura 19)
- 1 bollitore da 2000 l (figura 20) e radiatori in ghisa



Fig.19 Dettaglio della centrale termica con caldaie a condensazione dell'impianto sportivo di via Roma



Fig.20 Bollitore da 2000 l e dettaglio di un radiatore presso l'impianto sportivo di via Roma

Non sono presenti sistemi di produzione di energia elettrica e termica da radiazione solare.

Palestra "Caizzo"

L'impianto di climatizzazione invernale della palestra Caizzo è costituito da

- 2 caldaie Carbofuel da 211,6 kW con bruciatore Lamborghini (Figura 21)
- Riscaldamento aria palestra tramite UTA aria con recuperatore a basso rendimento termico ed elettrico (motori elettrici con rendimento 0.7)
- 2 bollitori da 3000 l
- Radiatori in ghisa in spogliatoi e uffici (Figura 22)



Fig.21 Dettaglio caldaia Carbofuel della palestra Caizzo e bruciatore Lamborghini



Fig.22 Dettaglio radiatori della palestra Caizzo

Palestra "Vito Lepore"

L'impianto di climatizzazione invernale della palestra Lepore è costituito da:

- 1 caldaia Carbofuel TRM AR 140 da 179,4 kW con bruciatore Lamborghini (Figure 23)
- Impianto con 6 aerogeneratori e sistema di distribuzione attraverso tubi a vista con insufficiente coibentazione (Figura24)
- 1 bollitore da 1500 l
- Radiatori nei locali spogliatoi, bagni, uffici (Figura 25)



Fig.23 Dettaglio caldaia Carbofuel palestra Vito Lepore



Fig.24 Dettaglio tubi di distribuzione palestra Vito Lepore



Fig.25 Dettaglio radiatori della palestra Vito Lepore

Analisi dei consumi

I consumi delle tre strutture sono stati ricavati dalle fatture relative alle forniture di energia elettrica e del gas relative all'anno 2013 e sono stati riportati nella tabella 1.

	Impianti via Roma	Palestra Caizzo	Plaestra Lepore
Gas (euro)	€ 20.875,32	€ 20.882,24	€ 7.717,82
Energia elettrica (euro)	€ 14.267,00	€ 9.626,50	€ 15.625,72*
Totale (euro)	€ 35.142,32	€ 30.508,74	€ 23.343,54

Tab.1 Costi dovuti ai consumi energetici degli impianti sportivi. *Dati relativi al 2010.

Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica della palestra Lepore non sono disponibili dati dal 2010, quindi per tale struttura sono stati presi in considerazione i consumi di energia elettrica relativi al 2010.

Utilizzando il fattore di conversione tra Smc di gas metano ed energia prodotta pari a 38 MJ/Smc pari a 10.5 kWh/Smc (fonte ENI¹), che tiene conto del potere calorifero inferiore e delle perdite, si ottiene quindi che l'energia primaria è

- $E_{\text{primaria}} = G_{\text{gas}} * 10,5$

	Impianti via Roma	Palestra Caizzo	Plaestra Lepore
Gas (Smc)	40.144,85	40.158,15	14.841,96
Energia primaria (kWh_t/anno)	421.520,88	421.660,62	155.840,60
Energia elettrica (kWh_e/anno)	55.563,00	35.653,70	57.836,00*

Tab.2 Consumi di gas ed energia elettrica degli impianti sportivi. *Dati relativi al 2010.

I consumi di energia sono dovuti:

- Alla climatizzazione invernale delle palestre (fabbisogno di energia primaria elevato per via dei componenti opachi e trasparenti con elevati valori di trasmittanza e del basso rendimento dell'impianto);
- alla produzione di acqua calda per usi sanitari;
- all'illuminazione degli ambienti ed all'energia elettrica necessaria e soprattutto all'energia elettrica necessaria per alimentare le pompe e le varie utenze elettromeccaniche.

Le scelte progettuali effettuate nascono dall'analisi dell'attuale impiego delle risorse energetiche e della individuazione dei sistemi maggiormente inefficienti in modo da determinare gli interventi da effettuare.

Di seguito viene riportata un'analisi dettagliata del fabbisogno di energia termica dovuta alla climatizzazione invernale e alla produzione di acqua calda sanitaria e un'analisi dettagliata del fabbisogno di energia elettrica. Tra le strutture quella di via Roma e la Caizzo sono le più energivore soprattutto perché hanno entrambe due palestre presentando una maggiore

¹ http://www.eni.com/it_IT/azienda/cultura-energia/fattori-conversione-energia/fattori-conversione-energia.shtml

volumetria. In queste due strutture il consumo di gas prevale rispetto al consumo elettrico. Nella palestra Lepore, di dimensioni decisamente inferiori, i consumi sono decisamente più bassi e grossomodo equiparati tra gas e corrente elettrica.

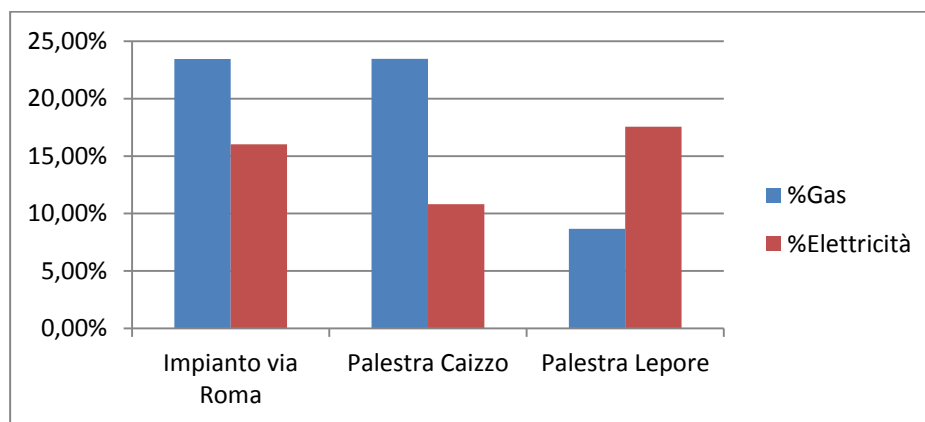


Fig. 26 Percentuali dei costi dovuti ai consumi energetici degli impianti sportivi.

Fabbisogno di energia termica delle tre strutture

I complessi sportivi presentano un notevole consumo di energia termica e quindi di gas metano. È possibile suddividere il fabbisogno di energia termica in due componenti:

1. Energia termica per la produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS).
2. Energia termica per la climatizzazione invernale.

Il fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria è stato calcolato considerando il numero di accessi riportati in tabella 3. La differenza è quindi il consumo dovuto alla climatizzazione invernale delle palestre.

Ipotizzando che il consumo medio per utente sia di 50 [l/giorno] ad una temperatura media $T_{ACS} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e che la temperatura dell'acqua proveniente dall'acquedotto sia in maniera del tutto conservativa pari a $T_{acquedotto} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, il fabbisogno di energia termica per ACS è pari a

- Consumo giornaliero di acqua: $G_{ACS} = \text{accessi/gg} * 50$
- Fabbisogno di calore: $Q_{ACS} = G_{ACS} * (T_{ACS} - T_{acquedotto}) * C_s$

dove $C_s = 4186\text{ J/kg K}$ è il calore specifico dell'acqua.

	VIA ROMA	CAIZZO	LEPORE
Accessi/gg	200	150	100
Fabbisogno ACS giornaliero (l/gg)	10000	7500	5000
Fabbisogno energia giornaliero (kWh/gg)	290,73	218,05	145,37
Fabbisogno energia mensile (kWh/mese)	5814,63	4360,97	2907,31
Fabbisogno energia annuale (kWh/anno)	63960,93	47970,69	31980,46

Tab. 3 Fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria.

Una volta noto il fabbisogno di energia termica per la produzione di ACS è possibile calcolare il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento. Ipotizzando in maniera conservativa un rendimento del generatore pari a 0,98 per le caldaie a condensazione, 0,8 per le caldaie a

basamento e un rendimento di trasmissione pari a 0,9 per tutti gli impianti sportivi si ottengono i seguenti valori dei rendimenti globali:

- $\eta = 0,98 \cdot 0,9 = 0,88$ **Impianto sportivo di via Roma**
- $\eta = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$ **Palestra Caizzo**
- $\eta = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$ **Palestra Lepore**

Una volta calcolato il rendimento globale è possibile ottenere il fabbisogno netto di energia termica moltiplicando il fabbisogno di energia primaria delle varie strutture per i rispettivi rendimenti. Il fabbisogno per la climatizzazione invernale può essere ottenuto come la differenza tra il fabbisogno netto di energia termica e il fabbisogno per ACS. In figura 27 vengono riportati i fabbisogni netti per le tre strutture.

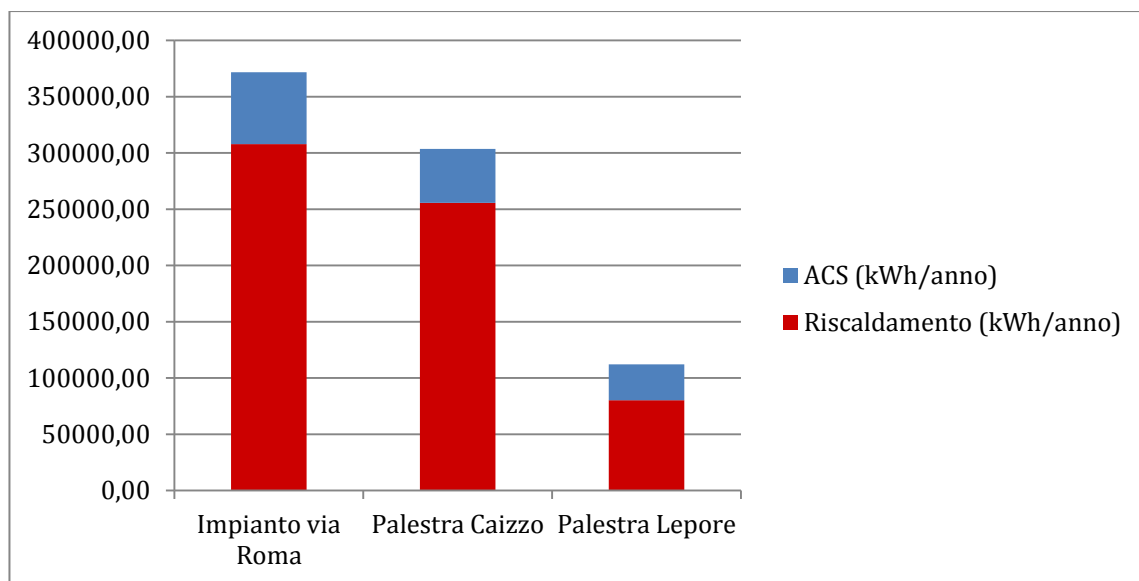


Fig.27 Fabbisogno annuale di energia termica dei tre impianti sportivi.

Fabbisogno di energia elettrica delle tre strutture

I fabbisogni di energia elettrica, riportati nell'allegato 1 del progetto preliminare, vengono analizzati in questa sezione. Poiché mancano alcuni dati relativi al 2014, l'analisi è stata svolta considerando i consumi del 2013. Per quanto riguarda la palestra Lepore sono stati considerati i dati del 2010 in quanto questi rappresentano i dati più recenti.

Nelle figure seguenti viene riportata la distribuzione dei consumi elettrici nelle varie fasce F1, F2 ed F3, così come vengono definite nei contratti con i distributori di energia elettrica sottoscritti per le tre strutture.

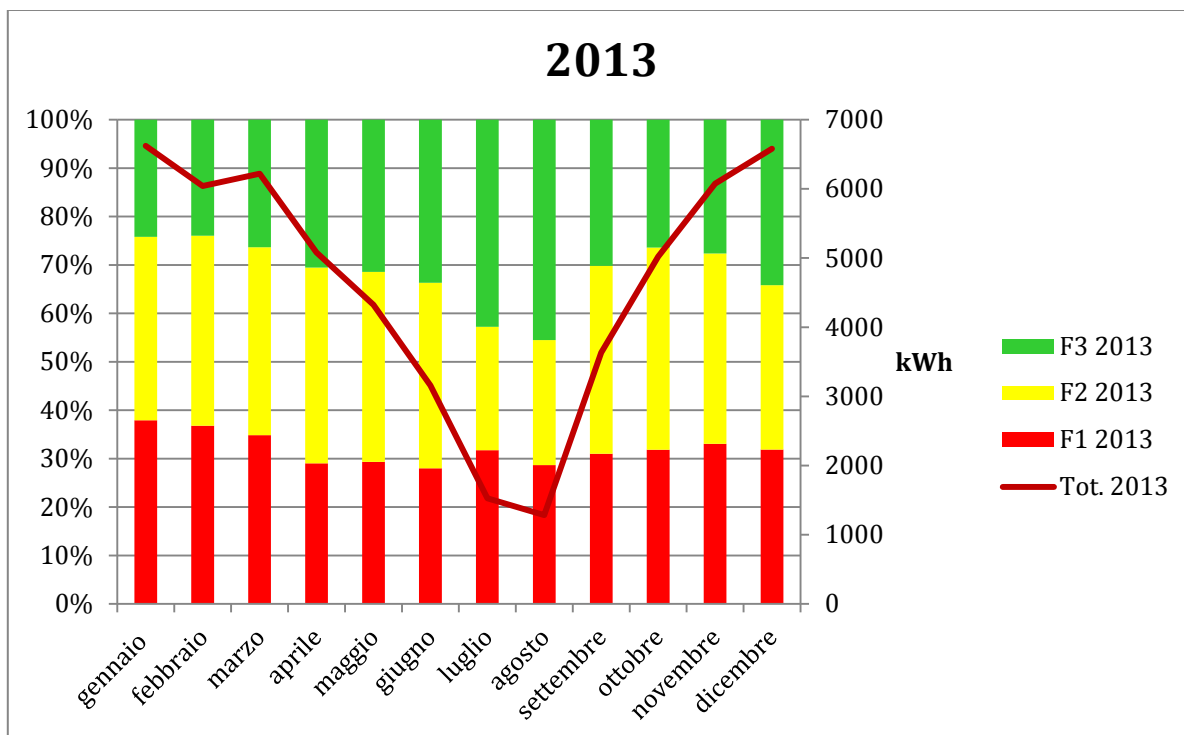


Fig. 28 Distribuzione dei consumi nelle varie fasce per il complesso sportivo di via Roma.

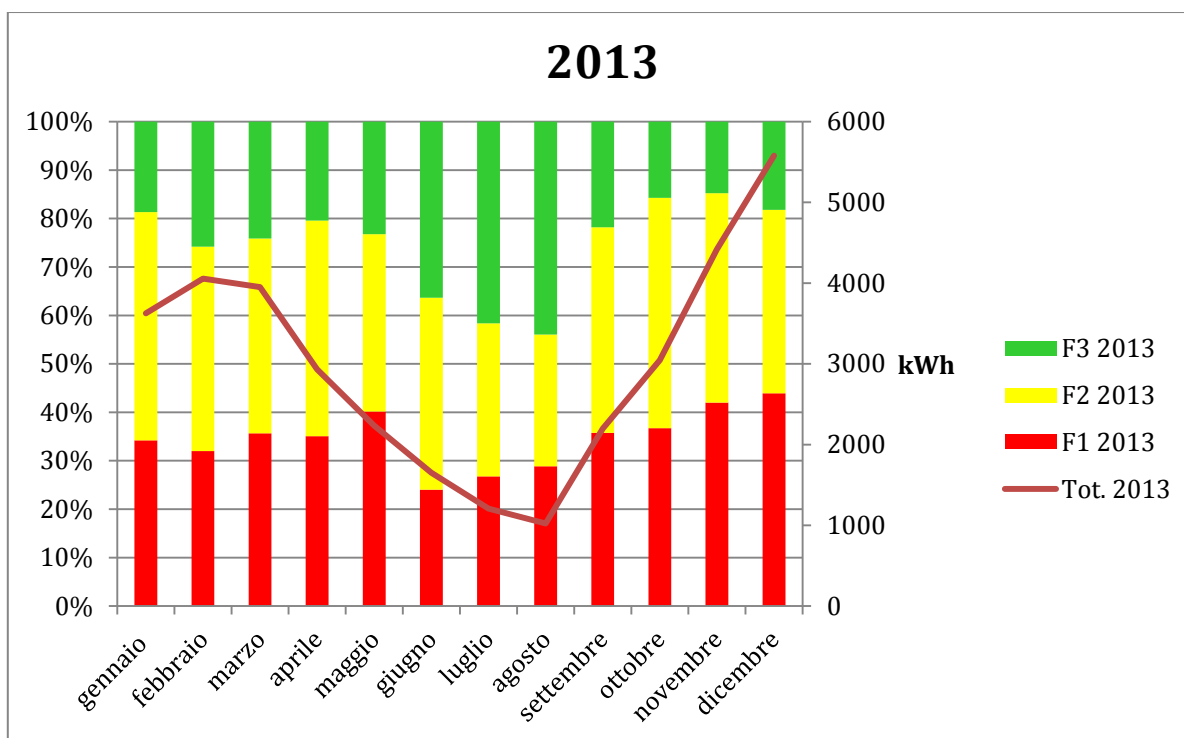


Fig. 29 Distribuzione dei consumi nelle varie fasce per la palestra Caizzo.

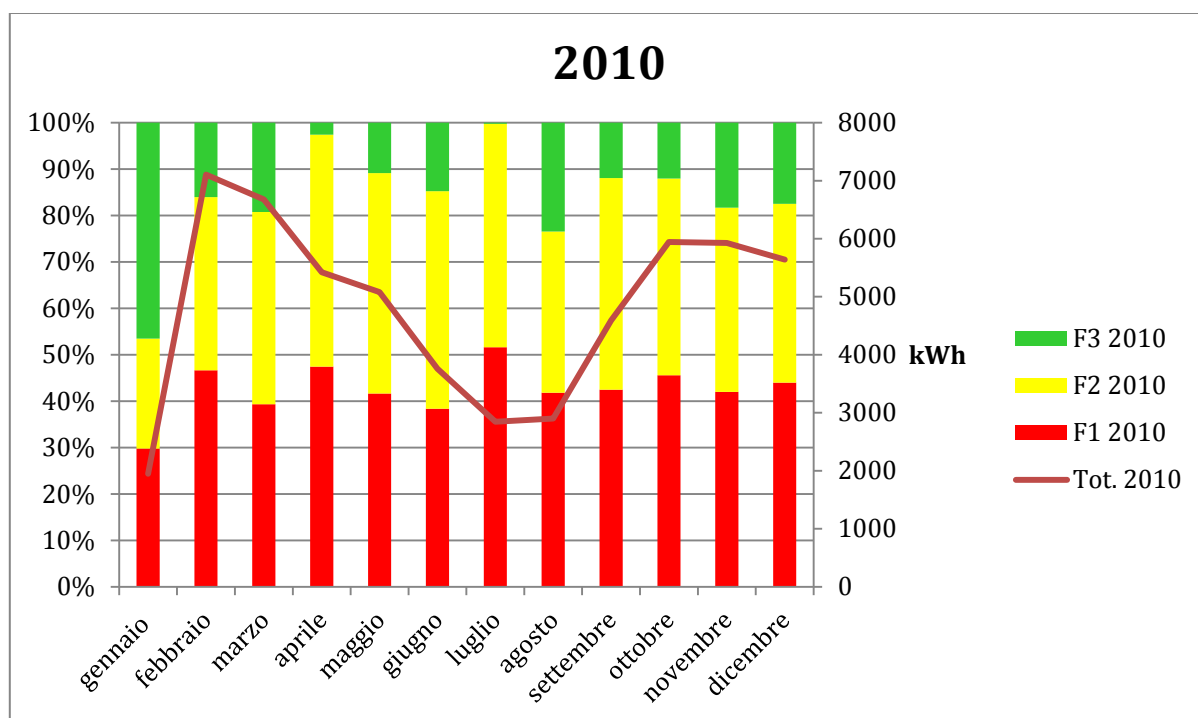


Fig. 30 Distribuzione dei consumi nelle varie fasce per la palestra Vito Lepore

Le fasce sono descritte nella tabella 4 e, in particolare i consumi che rientrano nella fascia F3, comprendono i consumi notturni (dalle 23:00 alle 07:00) ed i consumi che avvengono durante le domeniche ed i festivi.

Orario	Giorni Feriali	Sabato	Domenica e Festivi
dalle ore 7.00 alle ore 8.00	F2	F2	F3
dalle ore 8.00 alle ore 19.00	F1	F2	F3
dalle ore 19.00 alle ore 23.00	F2	F2	F3
dalle ore 23.00 alle ore 7.00	F3	F3	F3

Tab. 4 Definizione delle varie fasce di consumo (Autorità per l'energia²)

Si può evidenziare un elevato consumo di energia elettrica durante i periodi di chiusura degli impianti sportivi. E' ben noto che il ricorso al fotovoltaico per ridurre i consumi elettrici è ottimizzato in presenza di elevato autoconsumo dal momento che il prezzo di acquisto dell'energia elettrica si assesta a 0,25 euro/kWh mentre la vendita con lo scambio sul posto si assesta mediamente sugli 0,1 euro/kWh. Nel caso degli impianti sportivi i consumi in fascia F1 si assestano attorno al 30% con un autoconsumo non ottimale. In ogni caso considerati gli elevati consumi elettrici risulta conveniente installare un impianto fotovoltaico sebbene opportunamente dimensionato così come è stato fatto nell'ambito del seguente progetto sulla base dell'analisi tecnico-economica. Si tenga presente che ad oggi non esistono incentivi statali riguardo l'installazione di fotovoltaico delle amministrazioni pubbliche e quindi il tempo di ritorno dell'investimento si assesta come sarà mostrato in seguito attorno agli otto anni.

² <http://www.autorita.energia.it/it/schede/C/faq-fascenondom.htm#1>

Riferimenti per il dimensionamento di alcuni componenti degli impianti

Ai fini del dimensionamento degli impianti solari termici è stato utilizzato il software TSOL attraverso il quale è stato valutato il contributo del solare termico alla produzione dell'ACS e del riscaldamento. Di seguito sono riportate le relazioni utilizzate per il dimensionamento dei vasi di espansione e delle elettropompe.

Elettropompe

Portata:

$$G = \frac{P \cdot k}{c (tu - ti)}$$

G = portata dell'elettropompa (1/s);
 P = potenza utile da fornire (kW);
 k = maggiorazione per errori di bilanciamento (1,05);
 c = calore specifico dell'acqua (4,187 kJ/ kg°C);
 tu = temperature uscita (°C);
 ti = temperatura ingresso (°C)

Prevalenza:

$$H_{tot} = k1 \cdot k2 \cdot (Pdistr + Pacc)$$

H_{tot} = prevalenza totale (kPa);
 $k1$ = maggiorazione per errori di bilanciamento (=1.10);
 $k2$ = maggiorazione per possibili varianti future (=1,05);
 $Pdistr$ = perdite di carico distribuite (kPa);
 $Pacc$ = perdite di carico accidentali (kPa).

Potenza elettrica assorbita:

$$Pe = \frac{Pm}{ne}$$

Pe = potenza elettrica assorbita (kW)
 Pm = potenza meccanica assorbita all'asse della pompa (kW)

Le verifiche di sicurezza della pressione nominale della rete viene effettuata con valori maggiore o uguali alla pressione d'esercizio

Vaso di espansione: volume utile

$$V = \frac{C \cdot e}{(1 - \frac{pc}{pf})}$$

vaso con diaframma

V = volume utile

C = contenuto d'acqua

e = differenza tra i volumi specifici dell'acqua misurati alla temperatura massima e minima di esercizio

pc = pressione assoluta a cui è precaricato il gas (kPa) cioè pressione idrostatica aumentata della pressione di precarica (circa 30 kPa) aumentata di 103,3 kPa

p_f = pressione massima assoluta di esercizio (kPa) pari alla pressione massima di taratura della valvola di sicurezza aumentata di 103,3 kPa diminuita di una quantità corrispondente al dislivello di quota esistente tra vaso di espansione e valvola di sicurezza se quest'ultima è posta più in basso del vaso di espansione ovvero aumentata se posta più in alto.

I dispositivi di sicurezza protezione e controllo rispettano la raccolta R 2009 dell' I.S.P.E.S.L.

Le tubazioni della centrale termica saranno del tipo in acciaio al carbonio, con i diametri equivalenti riportati negli elaborati grafici, nel capitolato e nel disciplinare tecnico..

Le tubazioni delle colonne montanti, che serviranno a portare il fluido ai vari terminali d'impianto, saranno in acciaio al carbonio o in multistrato, idonei per impianti di riscaldamento e condizionamento.

Per quanto concerne l'acqua fredda e l'acqua calda sanitaria, sarà distribuita con tubazioni in multistrato, sempre nel rispetto dei diametri riportati negli elaborati grafici e nel disciplinare tecnico.

2. Progetto esecutivo - Complesso Sportivo di via Roma

Gli interventi progettuali individuati per il complesso sportivo di via Roma nascono dopo una approfondita analisi dello stato di fatto. Il complesso è di recente costruzione ed è stato concepito utilizzando impianti termici ad alta efficienza come l'impiego delle caldaie a condensazione, gli impianti a pavimento nelle due palestre e l'utilizzo di materiali costruttivi e di infissi a basso valore di trasmittanza. Per tale ragione il progetto esecutivo per questa struttura prevede i due seguenti interventi:

- Utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica (utilizzo del solare termico)
- Utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica (utilizzo del solare fotovoltaico)

La proposta progettuale impiantistica intende perseguire un ottimo livello di efficienza e affidabilità, con particolare attenzione ai concetti di razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche tradizionali, della semplicità di gestione e di manutenzione, del ricorso, ove possibile, alle fonti rinnovabili.

Al fine di rendere le strutture, interessate dai lavori, energeticamente efficienti ed economicamente sostenibili, si sono adoperati accorgimenti e soluzioni impiantistiche in grado di garantire un alto contributo di energia rinnovabile sull'intero fabbisogno delle strutture, difatti la scelta è ricaduta sul solare termico e sul solare fotovoltaico.

L'intervento sul complesso di via Roma prevende l'integrazione, all'impianto esistente, del circuito solare. Tale integrazione con l'impianto esistente servirà esclusivamente per il riscaldamento. La produzione dell'ACS, è demandata all'ausilio di uno dei due, o entrambi, scambiatori presenti nel boiler esistente. Qui uno dei due verrà collegato all'impianto solare termico che si andrà ad installare. All'impianto esistente quindi, saranno aggiunti due boiler dalla capacità di 2000 litri e collegati in parallelo al fine di migliorare ovvero sfruttare tutta l'energia prodotta dai pannelli solari, così come si evince dallo schema idraulico di principio. I dettagli dell'intervento sono riportati di seguito e negli elaborati grafici.

La temperatura operante, del fluido caldo, negli scambiatori collegati ai pannelli solari, è stata calcolata considerandone un valore intorno ai 70°C (mandata di 80°C con ritorno di 60°C).

La rete di scarico condensa sarà realizzata con le dovute pendenze per l'allontanamento della condensa, da direzionare su colonne di scarico dirette in pozzetti a perdere sifonati.

Le tubazioni saranno coibentate con materiale a cellule chiuse di elevato spessore per evitare condensa sulle tubazioni e per rendere le stesse rispondenti alle norme sul contenimento energetico (Legge 10/91 – D.P.R. 412/93 – D.P.R. 551/99).

Produzione di energia termica mediante impianti solari termici

Gli impianti solari termici permettono di catturare l'energia solare, immagazzinarla e usarla ai fini del riscaldamento dell'acqua. Il "collettore solare" o "pannello solare" è il dispositivo base su cui si fonda questa tecnologia. I collettori sono attraversati da un fluido termovettore incanalato in un circuito solare, che lo porterà ad un bollitore, con la funzione di immagazzinare più energia termica possibile, al fine di poterla usare successivamente al momento del bisogno. L'utilizzo di collettori solari termici risulta particolarmente vantaggioso

sia per integrare il fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) che come integrazione alla quota di riscaldamento.

I lavori che interesseranno la palestra di Via Roma consisteranno nel posizionamento dell'impianto solare termico, utilizzato sia per la produzione di ACS, sia per il riscaldamento.

L'impianto, il cui schema funzionale di principio è dettagliato nell'elaborato grafico n. 1, è composto dalle seguenti unità:

- Collettori del tipo sottovuoto certificati UNI EN 12975 che cedono il calore del sole al fluido per una superficie totale di 54 mq le cui caratteristiche tecniche sono presenti nelle schede di capitolato tecnico specialistico;
- Due accumuli inerziali da 2000 litri cadauno per il riscaldamento le cui caratteristiche tecniche sono presenti nelle schede di capitolato tecnico specialistico da collocare nel locale ripostiglio al primo piano posto in corrispondenza della centrale termica ed indicato nell'elaborato grafico n. 4;
- Un serbatoio da 2000 litri a doppio serpentino (già esistente nell'impianto) da integrare con il solare termico e da utilizzare esclusivamente per la produzione di ACS;
- Circolatori che permettono la cessione del calore raccolto dal fluido, in questo caso glicole propilenico alla serpentina posta all'interno del boiler;
- Un controllo di temperatura per la gestione del circolatore;
- Un vaso di espansione solare da 300 litri;
- Una valvola miscelatrice per il controllo della temperatura in uscita;
- Componenti vari (raccordi, valvole di intercettazione ecc).

Considerata la bassa pendenza delle falde e la presenza dei moduli fotovoltaici, i pannelli saranno installati sulla falda nord della copertura ma orientati verso sud e inclinati a 45° e verranno montati mediante dei supporti aventi delle staffe che permettono di regolare l'inclinazione e l'orientamento. Le superfici disponibili sono completamente libere da ombre durante tutto il periodo dell'anno.

Considerando di installare i collettori orientati verso SUD e inclinati di 45°, si ottiene che l'irraggiamento medio mensile è pari ai valori riportati nella tabella seguente³:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
93,7	97,5	154	158	175	181	201	204	160	149	108	88,1

Tab. 5 Irraggiamento medio mensile (kWh/m²)

L'irraggiamento annuale è pari a 1770 kWh/m².

Considerando i valori di rendimento delle varie tipologie e la percentuale di autoconsumo dell'energia prodotta, è possibile quantificare il risparmio di gas ottenibile mediante un impianto solare termico.

Considerando che la temperatura di funzionamento media annuale è pari a 50 °C si ottengono i seguenti valori di riferimento di rendimento mensili per i collettori solari sottovuoto:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0,6042	0,6061	0,6130	0,6233	0,6324	0,6416	0,6488	0,6488	0,6412	0,6303	0,6198	0,6086

Tab.6 Rendimenti medi mensili dei collettori solari sottovuoto

³ database europeo PVGIS

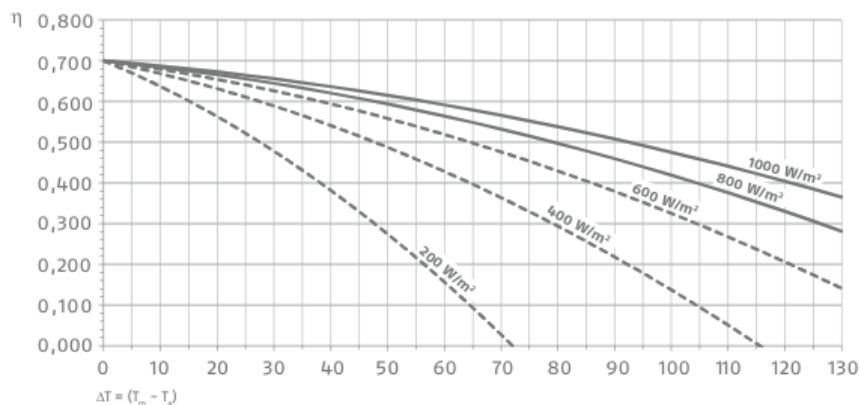


Fig.31 Curve tipiche di rendimento di un collettore sottovuoto.

La producibilità annuale sarà pari a circa 1000 kWh/m² per i collettori sottovuoto. I collettori solari sottovuoto presentano un rendimento maggiore e quindi una producibilità maggiore per metro quadro di superficie captante. Considerato che la stagione nella quale il maggior fabbisogno è quella invernale e che il rendimento dei collettori sottovuoto hanno un rendimento decisamente maggiore dei piani la scelta progettuale è caduta sui collettori sottovuoto.

Il dimensionamento dell'impianto solare termico del complesso Sportivo di via Roma ha considerato il fabbisogno di acqua calda, la superficie del tetto e il budget massimo disponibile per tale investimento. Per poter calcolare in maniera accurata la produzione di energia termica è stata effettuata una simulazione utilizzando il software T*SOL Pro, software dedicato alla simulazione di impianti termici solari e nelle figure 31 e 32 sono stati riportati lo schema semplificato (poi dettagliato negli elaborati grafici) e i dati di ingresso delle simulazioni.

L'integrazione del solare termico con l'attuale impianto consente, come si evince dalla figura 33, di coprire il 40% del fabbisogno di ACS stimato in 10 mc al giorno sulla base degli accessi forniti dall'Amministrazione e di risparmiare circa 5000 mc di gas all'anno. Tali pannelli verranno montati sul tetto mediante dei supporti aventi delle staffe che permettono di regolare l'inclinazione e l'orientamento.

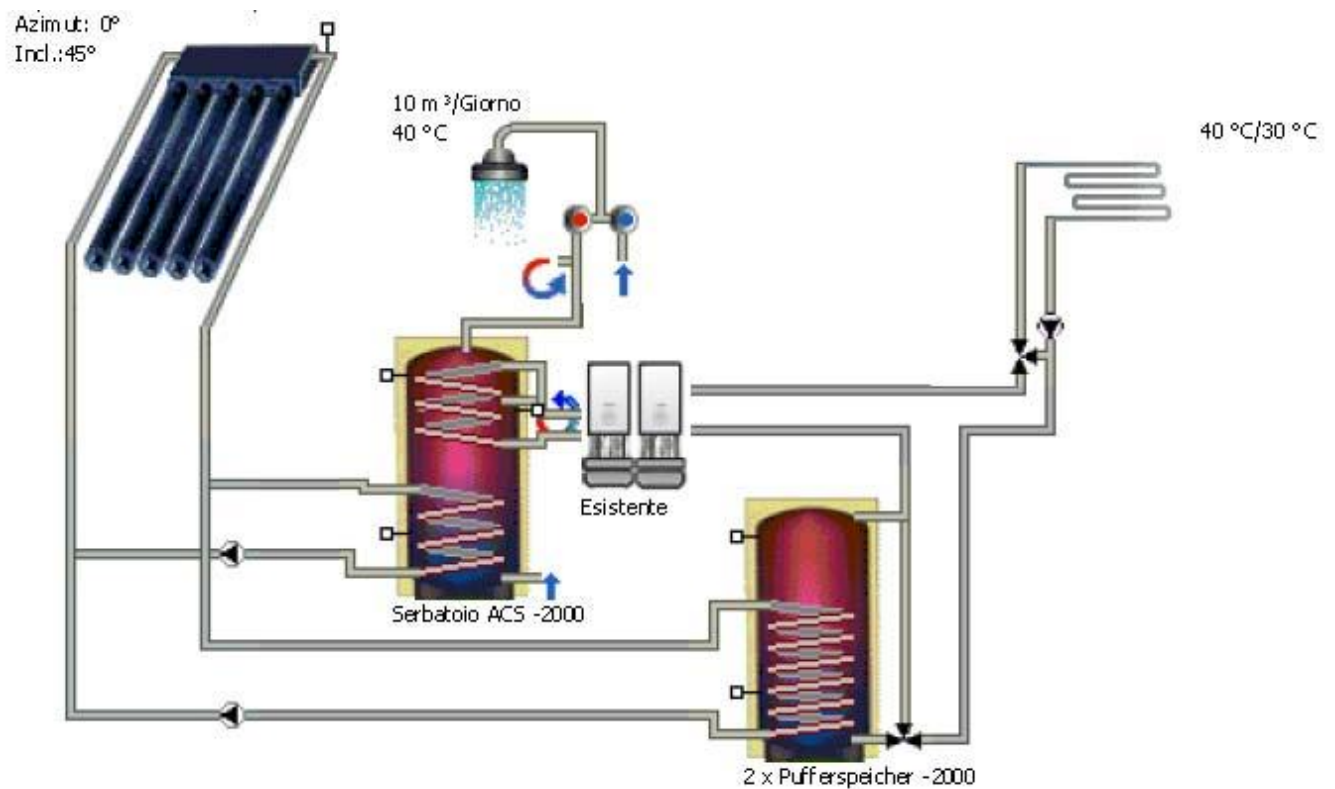


Fig.32 Schema funzionale semplificato dell'impianto termico di Via Roma integrato con il solare termico.

In figura 32 invece sono riportati i dati di ingresso della simulazione che includono la tipologia di impianto, dati climatici e fabbisogni termici. Come si evince dalla figura 31 sono stati inseriti i due nuovi serbatoi di accumulo da 2000 l da sistemare nel locale deposito posto al primo piano in corrispondenza del locale della centrale termica.

Dati

File meteo

Località :	Potenza
Set dati meteo:	"Potenza"
Radiazione globale annua totale:	1543,03 kWh
Latitudine:	40,62 °
Longitudine:	-15,8 °

Acqua calda sanitaria

Consumo medio giornaliero:	10 m ³
Temperatura teorica:	40 °C
Profilo di carico:	Profilo costante
Temperatura acqua fredda:	Febbraio:15 °C / Agosto:15 °C
Ricircolo:	si

Riscaldamento

Fabbisogno termico normato dell'edificio:	230 kW
Temp. esterna progetto:	-3 °C
Temperature di progetto:	40 °C/30 °C

Componenti impianto

Circuito collettori

Numero:	14,00
Superficie lorda totale:	54,74 m ²
Sup. tot. riferimento:	48,02 m ²
Inclinazione:	45 °
Azimut:	0 °

Serbatoio tampone (ST)

Produttore:	Biblioteca T*SOL
Tipo:	 2 x Pufferspeicher -2000
Volume:	2 x 2000 l

Riscaldamento ausiliario

Produttore:	Caldia
Tipo:	Esistente
Potenza nominale:	400 kW

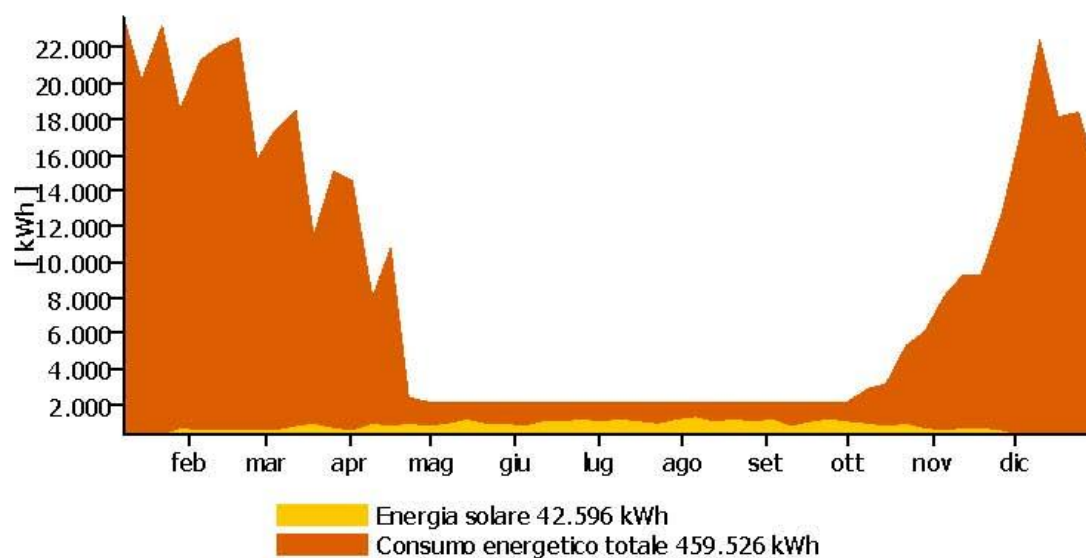
Fig.33 Dati di ingresso della simulazione T*SOL dell'impianto termico di Via Roma integrato con il solare termico.

Risultati della simulazione annua

Potenza installata collettori:	38,32 kW	
Radiazione sulla superficie collettore:	80,16 MWh	1.669,25 kWh/m ²
Energia fornita dai collettori:	44,98 MWh	936,76 kWh/m ²
Energia fornita dal circuito:	43,40 MWh	903,72 kWh/m ²
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	105,95 MWh	
Fornitura energia per riscaldamento:	352,1 MWh	
Energia impianto solare ad acqua calda sanitaria:	42,13 MWh	
Energia impianto solare a riscaldamento:	468,23 kWh	
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	416,93 MWh	
Risparmio Gas E metano:		4.852,6 m³
Emissioni CO2 evitate:		10.266,46 kg
Quota di copertura ACS:		39,2 %
Quota copertura totale:		9,3 %
Rendimento del sistema:		53,1 %

Fig.34 Risultati della simulazione T*SOL dell'impianto termico di Via Roma integrato con il solare termico.

Quota di energia solare sul consumo energetico



Temperatura massima giornaliera nel collettore

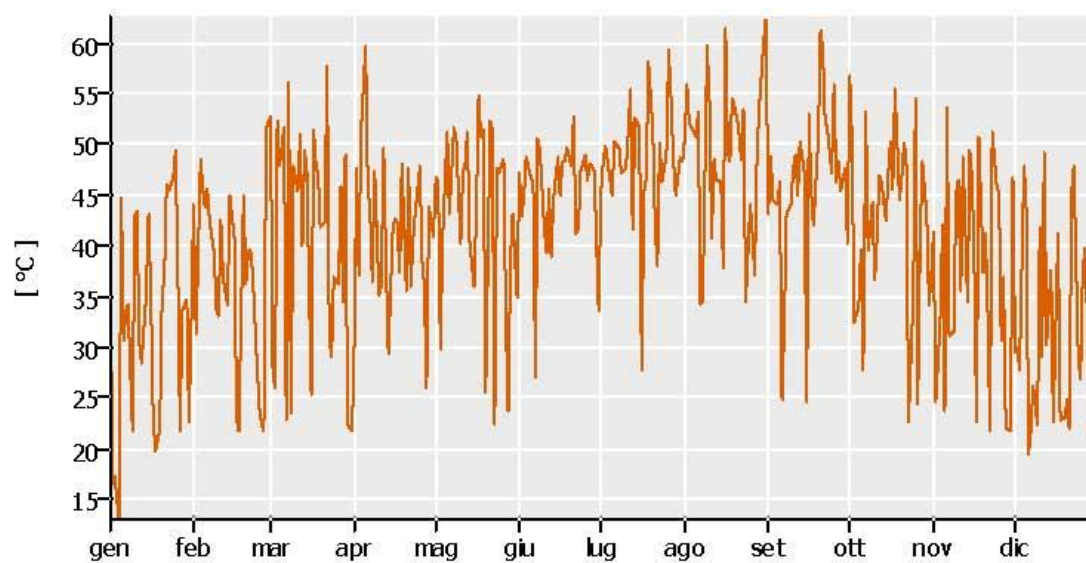


Fig.35 Quota di energia solare sul consumo totale di energia termica (T^*SOL). Temperatura massima giornaliera nel collettore

Nelle figure 33 e 34 sono riportati i risultati delle simulazioni, la quota di energia solare sul consumo totale e la massima temperatura raggiunta dai collettori. Nella tabella 8 vengono mostrati i risultati della simulazione.

	MWh
Energia impianto solare ad ACS	42,10
Energia impianto solare a riscaldamento	0,50
Energia impianto solare	42,60

Tab 7. Risultati simulazione T*SOL per impianto termico via Roma.

La produzione di energia termica dell'impianto solare è pari a 42.60 MWh/anno pari al seguente risparmio annuale di gas metano:

- $G = Q_{\text{solare}} / (\eta * H_i) = 54.540 / (0,83 * 10,5) = 4888 \text{ Smc/anno}$

Tale risparmio di gas corrisponde ad un risparmio annuale di circa 2500 euro/anno.

Nel calcolo del risparmio di gas è stato considerato un rendimento globale degli impianti pari al prodotto del rendimento del generatore (set modulare di caldaie a condensazione) e il rendimento di distribuzione e regolazione, assunto pari a 0,85.

- $\eta = \eta_{\text{generazione}} * \eta_{\text{distr,reg}} = 0,85 * 0,98 = 0,83.$

Produzione di energia elettrica mediante impianti solari fotovoltaici

La superficie utile della copertura della struttura di via Roma, considerando che gli impianti fotovoltaici policristallini occupano circa 10 mq/kWp, consente l'installazione di impianti fotovoltaici di taglie dell'ordine di grandezza delle decine di kWp. Il progetto esecutivo prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico da 15 kW la cui producibilità è stata ottenuta utilizzando il database europeo PVGIS⁴ ed è riportata in figura 35.

L'impianto fotovoltaico da realizzarsi è del tipo "grid-connected", e la tipologia di alimentazione è trifase in bassa tensione.

La potenza totale dell'impianto è di 15 kWp, derivante da 60 moduli fotovoltaici, le cui caratteristiche sono riportate nel capitolato speciale. I moduli sono ubicati sulla porzione di copertura esposta a SUD-EST (-26°), in maniera complanare alla superficie del tetto, su di una struttura in alluminio ancorata al solaio di copertura. La Figura 36 mostra la quota di autoconsumo dell'impianto fotovoltaico da installare sulla base dei consumi elettrici del 2013 e delle fasce orarie previste da contratto. Dei circa 55000 kWh consumati dal complesso, l'impianto ne produce poco meno del 30% raggiungendo comunque un soddisfacente autoconsumo che si assesta sull'80%, garantendo quindi un rapido tempo di rientro dell'investimento.

Al fine di garantire il funzionamento anche solo parziale dell'impianto e di agevolare eventuali interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria è stata prevista la installazione di 2 generatori elettrici.

L'intera progettazione, sia in corrente continua che alternata, si è basata sulle prescrizioni delle normative vigenti al fine di garantire, sia per le persone che per l'impianto, i termini di sicurezza prevista. La normativa vigente è stata riportata nel capitolato speciale d'appalto.

Il sistema fotovoltaico è stato disposto in maniera tale da escludere qualsiasi mutua influenza potenzialmente dannosa tra lo stesso impianto fotovoltaico e gli impianti non elettrici dell'edificio.

⁴ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°38'25" North, 15°48'20" East, Elevation: 826 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 15.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.5% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.3%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 23.9%

Fixed system: inclination=8 deg., orientation=-26 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	24.40	757	2.03	63.0
Feb	32.30	905	2.66	74.6
Mar	50.80	1570	4.29	133
Apr	60.60	1820	5.22	157
May	70.80	2190	6.24	194
Jun	78.70	2360	7.12	214
Jul	82.10	2540	7.46	231
Aug	74.20	2300	6.80	211
Sep	54.20	1630	4.81	144
Oct	42.80	1330	3.72	115
Nov	28.90	866	2.45	73.5
Dec	21.80	675	1.82	56.5
Year	51.90	1580	4.56	139
Total for year		18900		1670

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

Fig. 36 Producibilità impianto fotovoltaico da 15 kW sulla copertura del complesso sportivo di via Roma

	gen-13	feb-13	mar-13	apr-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	Anno
F1	2512	2222	2167	1475	1268	884	485	368	1127	1598	2008	2098	18212
F2	2507	2371	2415	2054	1698	1210	389	331	1410	2096	2389	2234	21104
F3	1603	1447	1638	1551	1359	1063	653	584	1096	1326	1678	2249	16247
Tot.	6622	6040	6220	5080	4325	3157	1527	1283	3633	5020	6075	6581	55563
Bolletta													€ 14'267,00
Prezzo medio di acquisto (euro/kWh)													€ 0,25677
Alba	07.15	06.45	06.00	06.15	05.45	05.30	05.45	06.10	06.40	07.15	06.45	07.10	
Tramonto	17.00	17.30	18.00	19.40	20.10	20.30	20.20	19.50	19.05	18.15	16.45	16.30	
Totale giorni	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Giorni Feriali	21	20	21	20	22	20	23	21	21	21	20	20	252
Sabati	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	52
Domeniche e festivi	6	4	5	6	5	5	4	5	5	4	5	7	61
ore irr F1 feriali	9,0	9,5	10,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	9,0	8,5	
ore irr F2 feriali	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,5	2,4	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ore irr F3 feriali	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ore irr F2 sabato	10,0	10,5	11,0	12,5	13,0	13,5	13,5	13,0	12,0	11,0	9,5	9,5	
ore irr F3 sabato	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ore irr F3 dom e fest	10,0	10,5	12,0	13,5	14,0	15,0	14,5	14,0	12,5	11,0	10,0	9,5	
ore irr F1	189,0	190,0	210,0	220,0	242,0	220,0	253,0	231,0	231,0	230,0	180,0	170,0	2566,0
ore irr F2	61,0	62,0	76,0	90,0	96,0	117,5	109,2	107,0	69,0	67,0	67,5	58,0	980,2
ore irr F3	60,0	42,0	65,0	85,0	74,0	82,5	62,0	75,0	62,5	44,0	50,0	66,5	768,5
ore irr_tot	310,0	294,0	351,0	395,0	412,0	420,0	424,2	413,0	362,5	341,0	297,5	294,5	4314,7
ore totali F1	231,0	220,0	231,0	220,0	242,0	220,0	253,0	231,0	231,0	253,0	220,0	220,0	2772,0
ore totali F2	169,0	164,0	185,0	164,0	174,0	180,0	179,0	185,0	169,0	179,0	180,0	164,0	2092,0
ore totali F3	344,0	288,0	328,0	336,0	328,0	320,0	312,0	328,0	320,0	312,0	320,0	360,0	3896,0
ore totali	744,0	672,0	744,0	720,0	744,0	720,0	744,0	744,0	720,0	744,0	720,0	744,0	8760,0
ore irr/ore_totali	41,67%	43,75%	47,18%	54,86%	55,38%	58,33%	57,02%	55,51%	50,35%	45,83%	41,32%	39,58%	49,25%
ore irr/ore_totali F1	81,8%	86,4%	90,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	90,9%	81,8%	77,3%	92,6%
ore irr/ore_totali F2	36,1%	37,8%	41,1%	54,9%	55,2%	65,3%	61,0%	57,8%	40,8%	37,4%	37,5%	35,4%	46,9%
ore irr/ore_totali F3	17,4%	14,6%	19,8%	25,3%	22,6%	25,8%	19,9%	22,9%	19,5%	14,1%	15,6%	18,5%	19,7%
kWh Autoconsumabili F1	2055,3	1919,0	1970,0	1475,0	1268,0	884,0	485,0	368,0	1127,0	1452,7	1642,9	1621,2	16858,6
kWh Autoconsumabili F2	904,9	896,4	992,1	1127,2	936,8	789,9	237,3	191,4	575,7	784,5	895,9	790,1	9888,2
kWh Autoconsumabili F3	279,6	211,0	324,6	392,4	306,6	274,1	129,8	133,5	214,1	187,0	262,2	415,4	3204,8
kWh Autoconsumabili Tot.	3239,8	3026,4	3286,7	2994,6	2511,4	1947,9	852,1	693,0	1916,7	2424,3	2801,0	2826,7	29951,6
Produttività Tetto (da PVGIS) Em	757	905	1570	1820	2190	2360	2540	2300	1630	1330	866	675	18943,0
kWh autoconsumati Tetto 15kW	757,0	905,0	1570,0	1820,0	2190,0	1947,9	852,1	693,0	1630,0	1330,0	866,0	675,0	15236,0
% autoconsumo Tetto 15kW	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,54%	33,55%	30,13%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,43%
% fabbisogno coperto da FV 15kW	11,43%	14,98%	25,24%	35,83%	50,64%	61,70%	55,80%	54,01%	44,87%	26,49%	14,26%	10,26%	27,42%
Produzione/Fabbisogno	11,43%	14,98%	25,24%	35,83%	50,64%	74,75%	166,34%	179,27%	44,87%	26,49%	14,26%	10,26%	34,09%

Fig. 37 Consumi, producibilità e quota di autoconsumo di impianto fotovoltaico da 15 kW sulla copertura del complesso sportivo di via Roma

Impianto fotovoltaico - Lato DC

Come mostrato nello schema unifilare riportato nell'elaborato grafico 8, il lato in corrente continua (direct current - DC) dell'impianto fotovoltaico comprende i moduli fotovoltaici, il quadro di campo e manovra, i relativi cavi di collegamento e termina ai morsetti di ingresso degli inverter. E' esercito come sistema IT, ovvero senza punti direttamente collegati a terra. Il campo fotovoltaico è organizzato con stretto riferimento allo schema elettrico unifilare allegato:

- ogni stringa è realizzata connettendo in serie 15 moduli fotovoltaici tramite gli appositi connettori rapidi premontati;
- i terminali di stringa sono riportati alle morsettiere del quadro di campo e manovra utilizzando cavi unipolari di tipo FG21M21 1500 Vcc 1x4mm², intestati da un lato con gli appositi connettori rapidi, rispettando le giuste polarità;
- il quadro di campo e manovra è montato a parete interna nel locale sito al piano terra.
- dal quadro di campo e manovra, contenente per ogni stringa un portafusibile bipolare ed uno scaricatore, tramite 4 cavi unipolari, di tipo FG21M21 1500 Vcc 1x4mm², si arriva all'ingresso dei due canali MPPT dell'inverter tramite gli appositi connettori;
- dal quadro Fotovoltaico-Rete giunge anche un cavo unipolare giallo/verde di tipo N07V-K 1x6mm² proveniente dall' inverter, e da qui riparte N07V-K 1x16 mm² per connettere al nodo di terra esistente gli scaricatori di sovratensione in CC e CA.

I cavi sono posti in apposite canaline sia di metallo (per i tratti discendenti) che in PVC (all'interno e sui tratti piani della copertura).

Il diametro dei tubi/canali è adeguato al numero e al tipo di cavi che devono ospitare, in modo da garantire un facile infilaggio/sfilaggio, in vista anche di operazioni di controllo e manutenzione.

Impianto fotovoltaico - Lato AC

Il lato a corrente alternata (alternate current - AC) dell'impianto fotovoltaico comprende l'inverter, il quadro di interfaccia, i relativi cavi di collegamento e termina nel punto di connessione, individuata nel quadro generale posto a piano terra (sarà necessario realizzare il "parallelo" nel quadro di comando a monte dell'interruttore generale).

E' esercito come sistema TT, ovvero con le masse collegate francamente a terra presso l'utente e con il neutro collegato francamente a terra nella cabina MT/BT del Distributore locale.

Si fa anche qui stretto riferimento allo schema elettrico unifilare allegato nell'elaborato grafico 8..

Gli inverter saranno installati a parete interna, e saranno collegati direttamente all'interruttore magnetotermico-differenziale tramite cavo quadripolare di tipo FG7(O)R 0,6/1kV 4x4 mm².

Dall'inverter parte anche un cavo unipolare giallo/verde di tipo FG7(O)R 0,6/1kV 4x6mm² per la terra. Si evidenzia che il montaggio delle apparecchiature di misura (contatore cessione/prelievo) è effettuata da tecnici dell'Ente Distributore locale, ai quali si sono fatti trovare i cavi già posati fino agli alloggiamenti dei contatori, pronti per l'allacciamento.

Impianto fotovoltaico - Composizione del generatore fotovoltaico

Il valore di targa del campo fotovoltaico, pari a 15.00 KWp, è ottenuto con l'organizzazione di 60 moduli fotovoltaici da 250 Wp costituiti da 60 celle (il valore di targa si riferisce alle condizioni standard o STC: irraggiamento = 1000 W/m², temperatura ambiente = 25°C, Air Mass = 1,5).

Il campo fotovoltaico è organizzato, secondo lo schema elettrico allegato, in 2 stringhe (per ogni generatore) costituite da 15 MODULI all'MPPT1 + 15 MODULI all'MPPT2.

Il sistema di conversione dell'energia elettrica da regime di corrente continua a regime corrente alternata, è costituito da 2 Inverter TRIFASE da 7,5 KVA le cui caratteristiche tecniche sono riportate nel capitolato speciale.

Nello stabilire la configurazione dei moduli facente campo ad ogni convertitore, si è verificato che:

- la tensione massima di stringa a vuoto (@ -14°C) sia inferiore alla tensione di isolamento dell'inverter e del modulo fotovoltaico;
- la tensione massima e minima di stringa in condizioni di lavoro, ovvero nel punto di massima potenza (@ -14°C e @ +40°C), siano comprese nel campo di funzionamento MPPT dell'inverter;
- la corrente massima del subcampo in condizioni di lavoro, ovvero nel punto di massima potenza (@ +40°C), sia inferiore al limite massimo di ingresso dell'inverter.

Impianto fotovoltaico - Quadro di interfaccia

In conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16, l'impianto sarà dotato di sistema di controllo realizzato mediante l'accoppiamento dell'SPI con opportuno contattore, come da schema unifilare allegato negli elaborati grafici.

	MPPT1	MPPT2
Numero moduli per stringa	15	15
Numero stringhe in parallelo	1	1
Numero moduli totale	15	15
Note	1	1
Potenza STC installata MPPT [kW]	3.75	3.75
Limite di potenza MPPT [kW]	4.80	4.80
$PPV(INST)/MPPT/PMPPTMAX$	78.1%	78.1%
$PPV(INST)/PACR$		100.0%
$PPV(INST)/PACMAX$		100.0%
Tensione Massima sistema moduli [Vdc]	1000	1000
Tensione massima ingresso inverter [Vdc]	1000	1000
Voc_Max: Tensione a vuoto stringa @-3°C [Vdc]	626.4	626.4
Voc_Min: Tensione a vuoto stringa @66°C [Vdc]	502.2	502.2
Tensione di attivazione Vstart (default) [Vdc]	350	350
Tensione di attivazione Vstart consigliata [Vdc]	Default (350)	Default (350)
Vmp_Max: Tensione mp stringa @-3°C [Vdc]	496.5	496.5
Vmp_Typ: Tensione mp stringa @61°C [Vdc]	400.5	400.5
Vmp_Min: Tensione mp stringa @66°C [Vdc]	393.0	393.0
Range per operazione MPPT* [Vdc]	245 - 950	245 - 950
Corrente CC generatore FV @66°C [Adc]	9.0	9.0
Corrente CC max inverter [Adc]	20	20
Corrente MPP generatore FV @66°C [Adc]	8.5	8.5
Corrente MPP max inverter [Adc]	15	15
Legenda note	*) range per operazione MPPT considerando il valore di tensione di attivazione consigliato; 1)- Numero di stringhe in parallelo compatibile con il numero di ingressi a bordo inverter.	

Rapporto di configurazione dell' impianto fotovoltaico da 15 kW sulla copertura del complesso sportivo di via Roma

3. Progetto esecutivo – Palestra Caizzo

Gli interventi progettuali individuati per la palestra Caizzo nascono dopo una approfondita analisi dello stato di fatto. Il complesso non è di recente costruzione e richiede l'intervento di efficientamento energetico sia sugli impianti che sull'edificio.

Il progetto esecutivo per questa struttura prevede i seguenti interventi:

- Utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica (utilizzo del solare termico)
- Utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica (utilizzo del solare fotovoltaico)
- Sostituzione parziale dell'impianto termico con caldaia modulare a condensazione
- Ristrutturazione dell'UTA
- Sostituzione degli infissi

Il progetto intende perseguire un ottimo livello di efficienza e affidabilità, con particolare attenzione ai concetti di razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche tradizionali, della semplicità di gestione e di manutenzione, del ricorso, ove possibile, alle fonti rinnovabili.

Al fine di rendere le strutture, interessate dai lavori, energeticamente efficienti ed economicamente sostenibili, si sono adoperati accorgimenti e soluzioni impiantistiche in grado di garantire un alto contributo di energia rinnovabile sull'intero fabbisogno delle strutture, difatti la scelta è ricaduta sul solare termico e sul solare fotovoltaico.

Oltre alla sostituzione dell'intero gruppo termico con caldaie modulari a condensazione (tre moduli da 115 kW/cad), sarà inserito tra il nuovo impianto e l'esistente uno scambiatore a piastre opportunamente dimensionato (v.ds computo). Inoltre, grazie all'ausilio dell'impianto solare termico da 40 mq e di un bollitore ad accumulo da 3000 litri con doppio scambiatore, uno integrato all'impianto solare e l'altro all'impianto termico, verrà prodotta la sola ACS.

La temperatura operante, del fluido caldo, negli scambiatori collegati ai pannelli solari, è stata calcolata considerandone un valore intorno ai 70°C (mandata di 80°C con ritorno di 60°C).

La rete di scarico condensa sarà realizzata con le dovute pendenze per l'allontanamento della condensa, da direzionare su colonne di scarico dirette in pozzetti a perdere sifonati.

Le tubazioni saranno coibentate con materiale a cellule chiuse di elevato spessore per evitare condensa sulle tubazioni e per rendere le stesse rispondenti alle norme sul contenimento energetico (Legge 10/91 – D.P.R. 412/93 – D.P.R. 551/99).

Produzione di energia termica mediante impianti solari termici

I lavori che interesseranno la palestra Caizzo consisteranno nel posizionamento dell'impianto solare termico, utilizzato per la sola produzione di ACS.

L'impianto, il cui schema funzionale di principio è dettagliato nell'elaborato grafico n. 3, è composto dalle seguenti unità che si aggiungono a quelle già presenti sul circuito esistente:

- Collettori del tipo sottovuoto certificati UNI EN 12975 che cedono il calore del sole al fluido per una superficie totale di 40 mq le cui caratteristiche tecniche sono presenti nelle schede di capitolato tecnico specialistico;
- Un serbatoio da 3000 litri a doppio serpentino da integrare con il solare termico e da utilizzare esclusivamente per la produzione di ACS (che sostituisce uno dei due bollitori presenti);

- Circolatori che permettono la cessione del calore raccolto dal fluido, in questo caso glicole propilenico alla serpentina posta all'interno del boiler;
- Un controllo di temperatura per la gestione del circolatore;
- Un vaso di espansione solare da 150 litri;
- Una valvola miscelatrice per il controllo della temperatura in uscita;
- Componenti vari (raccordi, valvole di intercettazione ecc).

Il posizionamento ideale dei collettori considera che gli “stessi” debbano essere orientati verso Sud e inclinati di 45°, considerato che, la copertura della palestra “Caizzo” ha una leggera inclinazione pari al 3% circa, i collettori saranno posizionati sulla falda esposta a Nord con inclinazione di 45°, quindi mantenendo di fatto l’esposizione a Sud e posizionato in cinque setti in prossimità del colmo così come mostrato nell’elaborato grafico 6.

Dalla figura riportata di seguito, riguardante la copertura della palestra “Caizzo”, si evince come la stessa sia stata realizzata in modo da creare dei setti ben definiti, pertanto i pannelli posizionati all’interno degli stessi, saranno due per ogni setto, per un totale di 10.

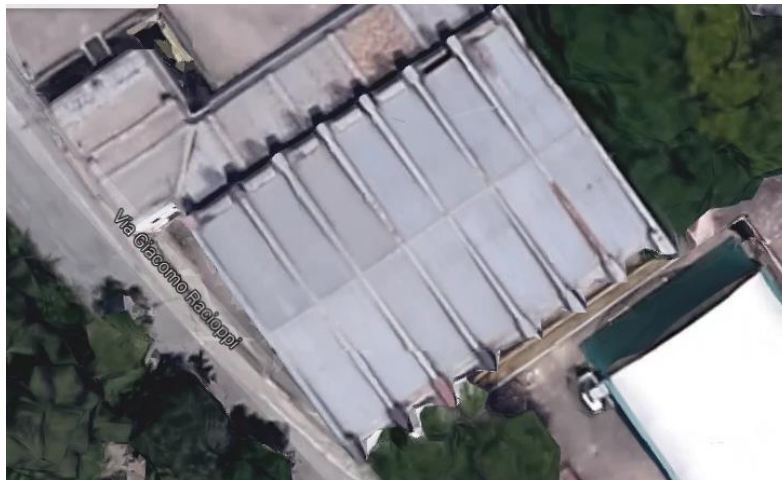


Fig. 38 Vista dall'alto del tetto della palestra Caizzo

Considerata la bassa pendenza delle falde e la presenza dei moduli fotovoltaici, i pannelli saranno installati sulla falda nord della copertura ma orientati verso sud e inclinati a 45° e verranno montati mediante dei supporti aventi delle staffe che permettono di regolare l’inclinazione e l’orientamento. Le superfici disponibili sono completamente libere da ombre durante tutto il periodo dell’anno.

Il dimensionamento dell’impianto solare termico della palestra Caizzo ha considerato il fabbisogno di acqua calda, la superficie del tetto e il budget massimo disponibile per tale investimento. Per poter calcolare in maniera accurata la produzione di energia termica è stata effettuata una simulazione utilizzando il software T*SOL Pro, software dedicato alla simulazione di impianti termici solari e nelle figure 39 e 40 sono stati riportati lo schema semplificato (poi dettagliato negli elaborati grafici) e i dati di ingresso delle simulazioni.

L’integrazione del solare termico previsto nel progetto esecutivo per un totale di 40 m² è stato effettuato esclusivamente per l’ACS e copre il 35% del fabbisogno di ACS stimato in 7.5 m³ al giorno sulla base degli accessi forniti dall’Amministrazione e di risparmiare circa 2700 mc di gas all’anno. Tali pannelli verranno montati sul tetto mediante dei supporti aventi delle staffe che permettono di regolare l’inclinazione e l’orientamento.

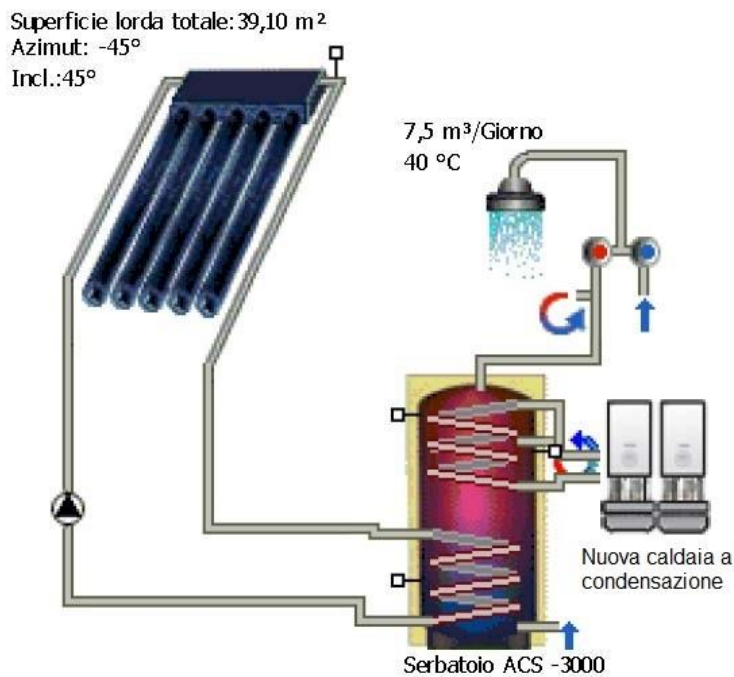


Fig.39 Schema funzionale semplificato dell'impianto termico della palestra Caizzo integrato con il solare termico.

In figura 40 invece sono riportati i dati di ingresso della simulazione che includono la tipologia di impianto, dati climatici e fabbisogni termici. Come si evince dalla figura è stato aggiunto un nuovo serbatoio di accumulo da 3000 l a doppia serpentina da sistemare nel locale della centrale termica.

Dati

File meteo

Località :	Potenza
Set dati meteo:	"Potenza"
Radiazione globale annua totale:	1543,03 kWh
Latitudine:	40,62 °
Longitudine:	-15,8 °

Acqua calda sanitaria

Consumo medio giornaliero:	7,5 m³
Temperatura teorica:	40 °C
Temperatura acqua fredda:	Febbraio:15 °C / Agosto:15 °C
Ricircolo:	si

Componenti impianto

Circuito collettori

Numero:	10,00
Superficie lorda totale:	39,1 m²
Sup. tot. riferimento:	34,3 m²
Inclinazione:	45 °
Azimut:	-45 °

Serbatoio ACS bivalente

Produttore:	Biblioteca T*SOL
Tipo:	Serbatoio ACS -3000
Volume:	3000 l

Riscaldamento ausiliario

Potenza nominale:	230 kW
-------------------	--------

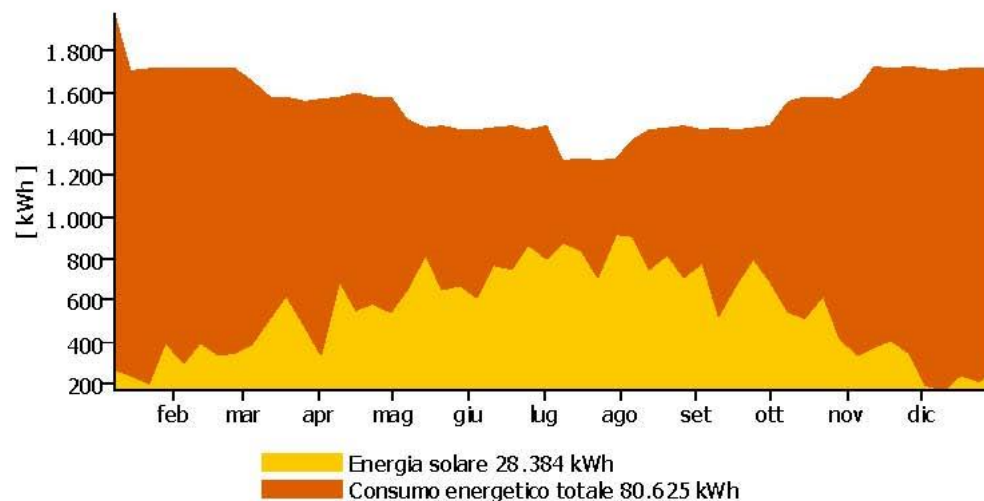
Fig.40 Dati di ingresso della simulazione T*SOL dell'impianto termico della palestra Caizzo integrato con il solare termico.

Risultati della simulazione annua

Potenza installata collettori:	27,37 kW	
Radiazione sulla superficie collettore:	54,27 MWh	1.582,34 kWh/m ²
Energia fornita dai collettori:	29,71 MWh	866,27 kWh/m ²
Energia fornita dal circuito:	28,38 MWh	827,52 kWh/m ²
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	79,12 MWh	
Energia impianto solare ad acqua calda sanitaria:	28,38 MWh	
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	52,24 MWh	
Risparmio Gas E metano:		2.713,1 m³
Emissioni CO2 evitate:		5.739,96 kg
Quota di copertura ACS:		35,2 %
Rendimento del sistema:		52,3 %

Fig.41 Risultati della simulazione T*SOL dell'impianto termico della palestra Caizzo integrato con il solare termico.

Quota di energia solare sul consumo energetico



Temperatura massima giornaliera nel collettore

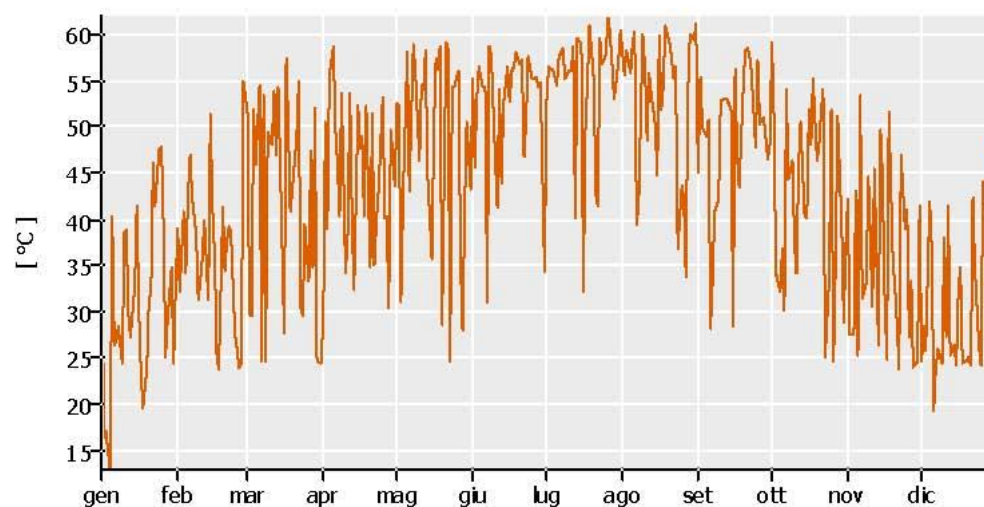


Fig.42 Quota di energia solare sul consumo totale di energia termica (T*SOL). Temperatura massima giornaliera nel collettore

Nelle figure 41 e 42 sono riportati i risultati delle simulazioni, la quota di energia solare sul consumo totale e la massima temperatura raggiunta dai collettori.

La produzione di energia termica dell'impianto solare è pari a 28.38 MWh/anno pari al seguente risparmio annuale di gas metano:

- $$G = Q_{\text{solare}} / (\eta \cdot H_i) = 28380 / (0,9963 \cdot 10,5) = 2713 \text{ Smc/anno}$$

Tale risparmio di gas corrisponde ad un risparmio annuale di circa 1388 euro/anno.

Nel calcolo del risparmio di gas è stato considerato il rendimento globale del set modulare di caldaie a condensazione pari a 0,9963.

Produzione di energia elettrica mediante impianti solari fotovoltaici

La superficie utile della copertura della palestra Caizzo, considerando che gli impianti fotovoltaici policristallini occupano circa 10 mq/kWp, consente l'installazione di impianti fotovoltaici di taglie dell'ordine di grandezza delle decine di kWp. Il progetto esecutivo prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico da 10 kW la cui producibilità è stata ottenuta utilizzando il database europeo PVGIS⁵ ed è riportata in figura 43.

L'impianto fotovoltaico da realizzarsi è del tipo "grid-connected", e la tipologia di alimentazione è trifase in bassa tensione.

La potenza totale dell'impianto è di 10 kWp, derivante da 40 moduli fotovoltaici, le cui caratteristiche sono riportate nel capitolato speciale. I moduli sono ubicati sulla porzione di copertura esposta a SUD-EST (-37°), in maniera complanare alla superficie del tetto, su di una struttura in alluminio ancorata al solaio di copertura. La Figura 44 mostra la quota di autoconsumo dell'impianto fotovoltaico da installare sulla base dei consumi elettrici del 2013 e delle fasce orarie previste da contratto. Dei circa 36000 kWh consumati dal complesso, l'impianto ne produce circa il 27% raggiungendo comunque un soddisfacente autoconsumo che si assesta al 78%, garantendo quindi un rapido tempo di rientro dell'investimento.

E' stata prevista l'installazione di 1 generatore elettrico trifase e l'intera progettazione, sia in corrente continua che alternata, si è basata sulle prescrizioni delle normative vigenti al fine di garantire, sia per le persone che per l'impianto, i termini di sicurezza prevista. La normativa vigente è stata riportata nel capitolato speciale d'appalto.

Il sistema fotovoltaico è stato disposto in maniera tale da escludere qualsiasi mutua influenza potenzialmente dannosa tra lo stesso impianto fotovoltaico e gli impianti non elettrici dell'edificio.

Impianto fotovoltaico - Lato DC

Come mostrato nello schema unifilare riportato nell'elaborato grafico 10 il lato in corrente continua (direct current - DC) dell'impianto fotovoltaico comprende i moduli fotovoltaici, il quadro di campo e manovra, i relativi cavi di collegamento e termina ai morsetti di ingresso dell'inverter. E' esercito come sistema IT, ovvero senza punti direttamente collegati a terra. Il campo fotovoltaico è organizzato con stretto riferimento allo schema elettrico unifilare allegato:

- ogni stringa è realizzata connettendo in serie 20 moduli fotovoltaici tramite gli appositi connettori rapidi premontati;
- i terminali di stringa sono riportati alle morsettiere del quadro di campo e manovra utilizzando cavi unipolari di tipo FG21M21 1500 Vcc 1x4mm², intestati da un lato con gli appositi connettori rapidi, rispettando le giuste polarità;
- il quadro di campo e manovra è montato a parete interna nel locale sito al piano terra.

⁵ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>

- dal quadro di campo e manovra, contenente per ogni stringa un portafusibile bipolare ed uno scaricatore, tramite 4 cavi unipolari, di tipo FG21M21 1500 Vcc 1x4mm², si arriva all'ingresso dei canali MPPT dell'inverter tramite gli appositi connettori;
- dal quadro Fotovoltaico-Rete giunge anche un cavo unipolare giallo/verde di tipo N07V-K 1x6mm² proveniente dall' inverter, e da qui riparte N07V-K 1x16 mm² per connettere al nodo di terra esistente gli scaricatori di sovratensione in CC e CA.

I cavi sono posti in apposite canaline sia di metallo (per i tratti discendenti) che in PVC (all'interno e sui tratti piani della copertura).

Il diametro dei tubi/canali è adeguato al numero e al tipo di cavi che devono ospitare, in modo da garantire un facile infilaggio/sfilaggio, in vista anche di operazioni di controllo e manutenzione.



Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°38'25" North, 15°48'20" East, Elevation: 826 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.3% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.5%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 24.0%

Fixed system: inclination=3 deg., orientation=-37 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	14.70	454	1.85	57.4
Feb	20.10	563	2.50	69.9
Mar	32.50	1010	4.11	127
Apr	39.60	1190	5.10	153
May	46.90	1460	6.19	192
Jun	52.50	1580	7.11	213
Jul	54.60	1690	7.42	230
Aug	48.70	1510	6.67	207
Sep	34.90	1050	4.63	139
Oct	26.70	828	3.49	108
Nov	17.40	522	2.24	67.2
Dec	12.90	399	1.64	51.0
Year	33.50	1020	4.42	135
Total for year		12200		1610

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

Fig. 43 Producibilità impianto fotovoltaico da 10 kW sulla copertura della palestra Caizzo

	gen-13	feb-13	mar-13	apr-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	Anno
F1	1240	1298	1409	1028	897	397	323	295	786	1118	1857	2450	13098
F2	1708	1711	1589	1305	818	654	381	278	933	1448	1909	2114	14848
F3	677	1047	953	598	519	600	502	449	479	479	653	1015	7971
Tot.	3625	4056	3951	2931	2234	1651	1206	1022	2198	3045	4419	5579	35917
Bolletta													€ 9'697,59
Prezzo medio di acquisto (euro/kWh)													€ 0,27000
Alba	07.15	06.45	06.00	06.15	05.45	05.30	05.45	06.10	06.40	07.15	06.45	07.10	
Tramonto	17.00	17.30	18.00	19.40	20.10	20.30	20.20	19.50	19.05	18.15	16.45	16.30	
Totale giorni	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Giorni Feriali	21	20	21	20	22	20	23	21	21	23	20	20	252
Sabati	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	52
Domeniche e festivi	6	4	5	6	5	5	4	5	5	4	5	7	61
ore irr F1 feriali	9,0	9,5	10,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	9,0	8,5	
ore irr F2 feriali	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,5	2,4	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ore irr F3 feriali	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ore irr F2 sabato	10,0	10,5	11,0	12,5	13,0	13,5	13,5	13,0	12,0	11,0	9,5	9,5	
ore irr F3 sabato	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ore irr F3 dom e fest	10,0	10,5	12,0	13,5	14,0	15,0	14,5	14,0	12,5	11,0	10,0	9,5	
ore irr F1	189,0	190,0	210,0	220,0	242,0	220,0	253,0	231,0	231,0	230,0	180,0	170,0	2566,0
ore irr F2	61,0	62,0	76,0	90,0	96,0	117,5	109,2	107,0	69,0	67,0	67,5	58,0	980,2
ore irr F3	60,0	42,0	65,0	85,0	74,0	82,5	62,0	75,0	62,5	44,0	50,0	66,5	768,5
ore irr_tot	310,0	294,0	351,0	395,0	412,0	420,0	424,2	413,0	362,5	341,0	297,5	294,5	4314,7
ore totali F1	231,0	220,0	231,0	220,0	242,0	220,0	253,0	231,0	231,0	253,0	220,0	220,0	2772,0
ore totali F2	169,0	164,0	185,0	164,0	174,0	180,0	179,0	185,0	169,0	179,0	180,0	164,0	2092,0
ore totali F3	344,0	288,0	328,0	336,0	328,0	320,0	312,0	328,0	320,0	312,0	320,0	360,0	3896,0
ore totali	744,0	672,0	744,0	720,0	744,0	720,0	744,0	744,0	720,0	744,0	720,0	744,0	8760,0
ore irr/ore_totali	41,67%	43,75%	47,18%	54,86%	55,38%	58,33%	57,02%	55,51%	50,35%	45,83%	41,32%	39,58%	49,25%
ore irr/ore_totali F1	81,8%	86,4%	90,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	90,9%	81,8%	77,3%	92,6%
ore irr/ore_totali F2	36,1%	37,8%	41,1%	54,9%	55,2%	65,3%	61,0%	57,8%	40,8%	37,4%	37,5%	35,4%	46,9%
ore irr/ore_totali F3	17,4%	14,6%	19,8%	25,3%	22,6%	25,8%	19,9%	22,9%	19,5%	14,1%	15,6%	18,5%	19,7%
kWh Autoconsumabili F1	1014,5	1121,0	1280,9	1028,0	897,0	397,0	323,0	295,0	786,0	1016,4	1519,4	1893,2	12124,6
kWh Autoconsumabili F2	616,5	646,8	652,8	716,2	451,3	426,9	232,4	160,8	380,9	542,0	715,9	747,6	6957,0
kWh Autoconsumabili F3	118,1	152,7	188,9	151,3	117,1	154,7	99,8	102,7	93,6	67,6	102,0	187,5	1572,3
kWh Autoconsumabili Tot.	1749,1	1920,5	2122,5	1895,4	1465,4	978,6	655,2	558,5	1260,5	1625,9	2337,3	2828,3	20653,9
Producibilità Tetto 10kW(da PVGIS)	454	563	1010	1190	1460	1580	1690	1510	1050	828	522	399	12256,0
kWh autoconsumati Tetto 10kW	454,0	563,0	1010,0	1190,0	1460,0	978,6	655,2	558,5	1050,0	828,0	522,0	399,0	9668,2
% autoconsumo Tetto 10kW	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	61,94%	38,77%	36,98%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	78,89%
% fabbisogno coperto da FV 10kW	12,52%	13,88%	25,56%	40,60%	65,35%	59,27%	54,33%	54,64%	47,77%	27,19%	11,81%	7,15%	26,92%
Produzione/Fabbisogno	12,52%	13,88%	25,56%	40,60%	65,35%	59,27%	54,33%	54,64%	47,77%	27,19%	11,81%	7,15%	34,12%

Fig. 44 Consumi, producibilità e quota di autoconsumo di impianto fotovoltaico da 10 kW sulla copertura della palestra Caizzo

Impianto fotovoltaico - Lato AC

Il lato a corrente alternata (alternate current - AC) dell'impianto fotovoltaico comprende l'inverter, il quadro di interfaccia, i relativi cavi di collegamento e termina nel punto di connessione, individuata nel quadro generale posto a piano terra (sarà necessario realizzare il "parallelo" nel quadro di comando a monte dell'interruttore generale).

E' esercito come sistema TT, ovvero con le masse collegate francamente a terra presso l'utente e con il neutro collegato francamente a terra nella cabina MT/BT del Distributore locale.

Si fa anche qui stretto riferimento allo schema elettrico unifilare allegato nell'elaborato grafico 8..

L' inverter sarà installati a parete interna, e saranno collegati direttamente all'interruttore magnetotermico-differenziale tramite cavo quadripolare di tipo FG7(O)R 0,6/1kV 4x4 mm².

Dall'inverter parte anche un cavo unipolare giallo/verde di tipo FG7(O)R 0,6/1kV 4x6mm² per la terra. Si evidenzia che il montaggio delle apparecchiature di misura (contatore cessione/prelievo) è effettuata da tecnici dell'Ente Distributore locale, ai quali si sono fatti trovare i cavi già posati fino agli alloggiamenti dei contatori, pronti per l'allacciamento.

Impianto fotovoltaico - Composizione del generatore fotovoltaico

Il valore di targa del campo fotovoltaico, pari a 10.00 KWp, è ottenuto con l'organizzazione di 40 moduli fotovoltaici da 250 Wp costituiti da 60 celle (il valore di targa si riferisce alle condizioni standard o STC: irraggiamento = 1000 W/m², temperatura ambiente = 25°C, Air Mass = 1,5).

Il campo fotovoltaico è organizzato, secondo lo schema elettrico allegato, in 2 stringhe costituite da 20 MODULI all'MPPT1 + 20 MODULI all'MPPT2.

Il sistema di conversione dell'energia elettrica da regime di corrente continua a regime corrente alternata, è costituito da 1 Inverter TRIFASE da 10 KVA le cui caratteristiche tecniche sono riportate nel capitolato speciale.

Nello stabilire la configurazione dei moduli facente campo ad ogni convertitore, si è verificato che:

- la tensione massima di stringa a vuoto (@ -14°C) sia inferiore alla tensione di isolamento dell'inverter e del modulo fotovoltaico;
- la tensione massima e minima di stringa in condizioni di lavoro, ovvero nel punto di massima potenza (@ -14°C e @ +40°C), siano comprese nel campo di funzionamento MPPT dell'inverter;
- la corrente massima del subcampo in condizioni di lavoro, ovvero nel punto di massima potenza (@ +40°C), sia inferiore al limite massimo di ingresso dell'inverter.

	MPPT1	MPPT2
Numero moduli per stringa	20	20
Numero stringhe in parallelo	1	1
Numero moduli totale	20	20
Note	1	1
Potenza STC installata MPPT [kW]	5.00	5.00
Limite di potenza MPPT [kW]	6.50	6.50
PPV(INST)/MPPT/PPPTMAX	76.9%	76.9%
PPV(inst)/PACR	100.0%	
PPV(inst)/PACMAX	90.9%	
Tensione Massima sistema moduli [Vdc]	1000	1000
Tensione massima ingresso inverter [Vdc]	900	900
Voc_Max: Tensione a vuoto stringa @-3°C [Vdc]	835.2	835.2
Voc_Min: Tensione a vuoto stringa @66°C [Vdc]	669.6	669.6
Tensione di attivazione Vstart (default) [Vdc]	360	360
Tensione di attivazione Vstart consigliata [Vdc]	Default (360)	Default (360)
Vmp_Max: Tensione mp stringa @-3°C [Vdc]	662.0	662.0
Vmp_Typ: Tensione mp stringa @61°C [Vdc]	534.0	534.0
Vmp_Min: Tensione mp stringa @66°C [Vdc]	524.0	524.0
Range per operazione MPPT* [Vdc]	252 - 850	252 - 850
Corrente CC generatore FV @66°C [Adc]	9.0	9.0
Corrente CC max inverter [Adc]	22	22
Corrente MPP generatore FV @66°C [Adc]	8.5	8.5
Corrente MPP max inverter [Adc]	17	17
Legenda note	*) range per operazione MPPT considerando il valore di tensione di attivazione consigliato; 1)- Numero di stringhe in parallelo compatibile con il numero di ingressi a bordo inverter.	

Rapporto di configurazione dell'impianto fotovoltaico da 10 kW sulla copertura della palestra Caizzo.

Impianto fotovoltaico - Quadro di interfaccia

In conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16, l'impianto sarà dotato di sistema di controllo realizzato mediante l'accoppiamento dell'SPI con opportuno contattore, come da schema unifilare allegato negli elaborati grafici.

Miglioramento dell'efficienza dell'unità di trattamento dell'aria

Il progetto esecutivo prevede una ristrutturazione delle unità di trattamento esistenti che con un investimento mirato consente di ottenere un significativo risparmio energetico.

Allo stato di fatto sono presenti quattro unità di trattamento da 9.000 mc/h (due a servizio della palestra del piano terra e due a servizio della palestra a piano primo) oltre due estrattori da 18.000 mc/h. Tra ogni coppia di unità di trattamento ed il relativo estrattore è previsto un sistema di recupero con batterie di scambio termico.

L'intervento di efficientamento prevede un intervento mirato alla sostituzione delle batterie per un efficiente recupero termico. In particolare, l'intervento prevede:

- 1) Sostituzione dei motori elettrici con altri della stessa potenza (3 kW) ma in efficienza IE3 (rendimento elevato).
- 2) Sostituzione della batteria di scambio termico su ciascuna uta con altra geometricamente identica ma pulita e quindi con una maggiore efficienza di scambio.
- 3) Sostituzione della batteria di recupero su ciascuna unità di immissione con altra geometricamente identica ma pulita e quindi con una maggiore efficienza di scambio.
- 4) Sostituzione della batteria di recupero su ciascuna unità di estrazione con altra geometricamente identica ma pulita e quindi con una maggiore efficienza di scambio.
- 5) Sostituzione delle trasmissioni su tutte le uta (mandata ed estrazione) con trasmissioni identiche ma del tipo regolabile (puleggia motrice regolabile)
- 6) Misura degli assorbimenti elettrici prima e dopo l'intervento, taratura e collaudo

Per poter effettuare l'efficientamento sarà necessario smontare i componenti esistenti ed effettuare prove di misura, collaudo e taratura dei nuovi componenti,

Per valutare il risparmio energetico ottenuto è stata fatta una analisi dei consumi prima e dopo l'intervento.





Fig. 45 Unità trattamento aria delle due palestre della struttura sportiva Caizzo

Stato di fatto UTA – calcolo energetico precedente impianto

Allo stato attuale sono presenti 4 batterie aventi portata volumetrica pari a 9000 mc/h. Considerando che nel periodo di accensione (15 ottobre - 15 aprile) la temperatura media esterna è pari a 7°C, si ottiene che le batterie lavorano con i seguenti parametri:

- Temperatura media di ripresa: 21°C
- Temperatura media in ripresa UTA: 10°C (3°C superiore alla temperatura esterna)
- Temperatura d'immissione in ambiente: 32°C
- Salto termico: 22°C

Per la singola unità di trattamento, la potenza termica per il trattamento dell'aria viene quindi calcolata come segue:

$$\bullet \quad P = \rho * G_{\text{aria}} * C_p * \Delta T \text{ [kW]}$$

dove ρ è la densità dell'aria ($\rho = 1,25 \text{ kg/mc}$), G_{aria} è la portata volumetrica dell'aria ($G = 9000 \text{ mc/h}$), C_p il calore specifico a pressione costante dell'aria ($C_p = 1,005 \text{ kJ/kg K}$), ΔT la differenza tra la temperatura media in ripresa e la temperatura dell'aria immessa in piscina

($\Delta T = 32 - 10 = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

- $P = 1,25 \text{ [kg/mc]} * 9000 \text{ [mc/h]} * 1,005 \text{ [kJ/kg K]} * 22 \text{ [K]} * 1/3600 \text{ [h/s]} = 69 \text{ kW}$

Le batterie attualmente installate sono molto inefficienti. In particolare si quantifica un fattore di perdita di resa pari a 1,2 per cui il fabbisogno di energia termica dell'impianto di trattamento dell'aria assorbe $P = 69 * 1,2 = 82,8 \text{ kW}$.

Noto il fabbisogno per il riscaldamento come differenza tra il fabbisogno totale e il fabbisogno di energia per la produzione di ACS si ottiene:

- $F_{\text{risc}} = G_{\text{gas}} * H_i * \eta_{\text{globale}} - F_{\text{ACS}} = 40.158 * 10,5 * 0,72 - 47970,7 = 255.624 \text{ kWh/anno}$

Il numero di ore annuali equivalenti (n_{ore}), ossia il numero di ore durante le quali entra in funzione il sistema di riscaldamento nei 180 giorni di accensione previsti per il comune di Potenza si ottiene dividendo il fabbisogno per la potenza termica assorbita dal sistema di trattamento dell'aria moltiplicato per il numero di unità di trattamento aria (n_{UTA}):

- $n_{\text{ore}} = F_{\text{risc}} / (P * n_{\text{UTA}}) = 255.625 / (82,8 * 4) = 770,8 \text{ h/anno}$

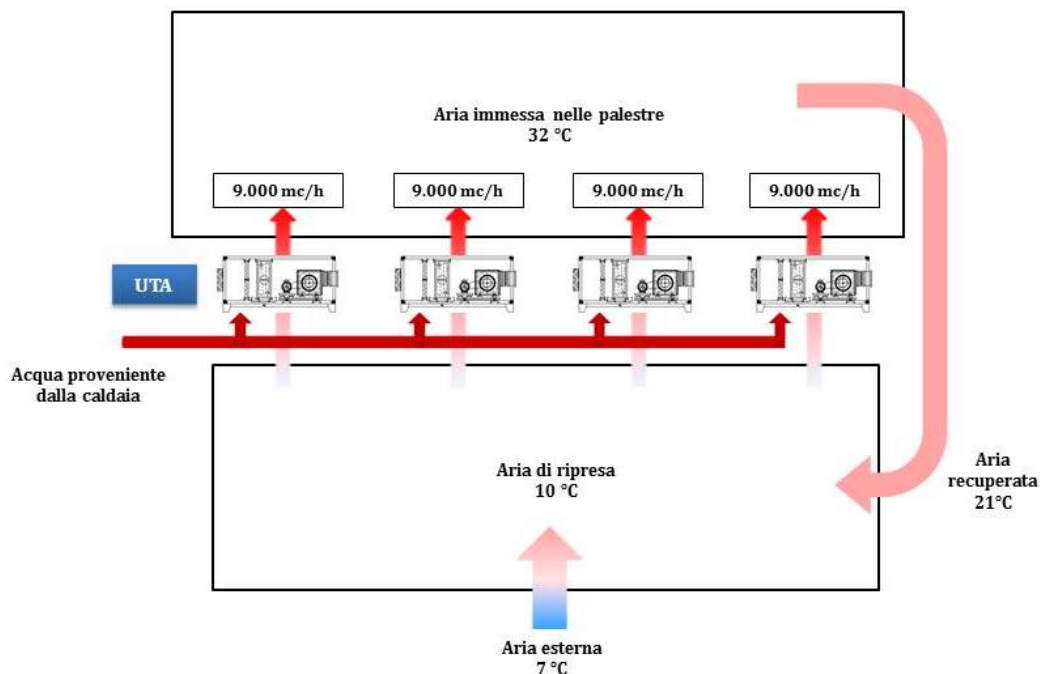


Fig. 46 Schema dell'impianto di trattamento dell'aria della palestra Caizzo.

Progetto esecutivo – calcolo energetico nuovo impianto

A seguito della sostituzione delle batterie con quelle di pari numero ma più efficienti, si può stimare la temperatura media in ripresa UTA pari a $11,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e quindi il salto termico è pari a $20,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Le nuove batterie presentano inoltre un fattore di perdita prossimo ad 1 per cui si ottiene che la potenza termica necessaria al trattamento dell'aria è pari a:

- $P' = 1,25 \text{ [kg/mc]} * 9000 \text{ [mc/h]} * 1,005 \text{ [kJ/kg K]} * 20,5 \text{ [K]} * 1/3600 \text{ [h/s]} * 1 = 64 \text{ kW}$

Considerando un numero di ore equivalenti $n_{\text{ore}} = 770,8 \text{ h/anno}$, si ottiene il nuovo fabbisogno di energia termica per il trattamento dell'aria:

- $F'_{\text{risc}} = P' * n_{\text{ore}} * n_{\text{UTA}} = 64 \text{ [kW]} * 770,8 \text{ [h/anno]} * 4 = 198.496 \text{ kWh/anno}$

Si ottiene così il risparmio di energia termica dovuto alla sostituzione delle UTA:

- $\Delta E = F_{\text{risc}} - F'_{\text{risc}} = 255.624 - 198.496 = 57.128 \text{ kWh/anno}$

Tale risparmio di energia termica corrisponde ad un risparmio di gas pari a

- $G_{\text{gas}} = \Delta E / (H_i \cdot \eta_{\text{globale}}) = 57.128 / (10,5 \cdot 0,72) = 7.556,6 \text{ Smc/anno}$

Il risparmio economico si quantifica quindi in 3.929 euro/anno.

La ristrutturazione dell'impianto UTA permette di ottenere un risparmio anche per quanto riguarda i consumi di energia elettrica, poiché i motori elettrici delle nuove UTA presentano un'efficienza elettrica maggiore. I motori dell'impianto attuale sono dei motori da 3kW e lavorano intorno ai 2,4 kW. Ipotizzando che l'efficienza di tali motori sia 0,75, si ottiene che la potenza elettrica assorbita è pari a $P_e = 2,4/0,75 = 3,2 \text{ kW}_e$.

I nuovi motori presentano un'efficienza elettrica superiore a 0,9 per cui la potenza elettrica assorbita dalle nuove UTA è pari a $P'_e = 2,4/0,9 = 2,67 \text{ kW}_e$. Il risparmio di energia elettrica è quindi pari a:

- $\Delta E_e = (P_e - P'_e) \cdot n_{\text{ore}} \cdot n_{\text{UTA}} = (3,2 - 2,67) \cdot 770,8 \cdot 4 = 1644,3 \text{ kWh}_e/\text{anno}$

Considerando un costo medio di acquisto dell'energia elettrica di 0,27 euro/ kWh_e, si ottiene un risparmio di 444 euro/anno.

Il risparmio totale dovuto alla sostituzione dell'UTA è pari a 4.373 euro/anno.

Miglioramento dell'efficienza degli impianti termici

Sostituzione caldaia esistente con caldaia a condensazione

Le caldaie a condensazione sono una delle tecnologie più efficienti per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. La ragione delle alte prestazioni risiede nella capacità di sfruttare buona parte del calore latente contenuto nei gas di scarico, che nelle normali caldaie (anche quelle ad alto rendimento) vengono espulsi dal camino, a temperature molto alte.

Nelle caldaie a condensazione, invece, i fumi di scarico vengono fatti transitare attraverso un particolare scambiatore- condensatore, in cui il vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione viene raffreddato e si condensa, cedendo all'impianto una quota supplementare di calore e consentendo di recuperare l'energia che non viene dispersa sotto forma di vapore attraverso il camino. In questo modo la temperatura dei fumi in uscita (che abbassa fino a 40° C) mantiene un valore molto basso o prossimo al valore di temperatura di mandata dell'acqua, ben inferiore quindi ai 140°C- 160°C dei generatori ad alto rendimento e ai 200-250°C dei generatori di tipo tradizionale.

Il sistema modulare previsto per la palestra "Caizzo", avrà una potenza totale di circa 340 kW (potenza utile), e si compone di tre caldaie, un modulo termico in versione "Master" progettato per gestire le unità "Slave" in applicazioni in cascata, e due moduli in versione "Slave" gestite dalla precedente. Il funzionamento dell'impianto è garantito dalla modularità del sistema, cioè, in un eventuale guasto di uno dei due moduli, il secondo assicurerà la piena efficienza dell'impianto stesso.

Il progetto prevede una voce per il computo di tutti gli accessori necessari per l'adeguamento e la sostituzione della caldaia (circa il 10% del valore del generatore).

Dopo un'attenta verifica degli impianti esistente, considerata la possibilità di riscontrare impurità nel circuito degli stessi, si è pensato di installare uno scambiatore a piastre, nelle due strutture, tali da consentire il filtraggio del liquido ed epurarlo dalle suddette "impurità" ed assicurare così la perfetta funzionalità degli impianti. Lo scambiatore previsto è a 27 piastre e le caratteristiche tecniche sono specificate nel capitolato speciale.

Saranno inoltre aggiunte valvole termostatiche a bassa inerzia termica come da Capitolato speciale su tutti i corpi scaldanti.

L'intervento di riqualificazione energetica ottenuto con la sostituzione delle caldaie è legato alle delle perdite di efficienza dovute al basso rendimento di generazione delle caldaie a basamento (pari a 0,8). Sostituendo le caldaie a basamento, con caldaie a condensazione si ottiene un notevole incremento del rendimento dell'impianto. Tale tipologia di impianto è strutturata per lavorare a bassa temperatura (40-50 °C) con un rendimento superiore a 1. Considerando per ragioni di conservatività un rendimento dello 0,98 per la caldaia, si ottiene il seguente risparmio di energia prodotta dalla caldaia per ottenere il fabbisogno di energia richiesto per l'ACS e il riscaldamento degli ambienti:

$$\bullet \quad \Delta E_g = Q / (\eta_{\text{gen,vecchio}} * \eta_{\text{dis}} * \eta_{\text{reg}}) - Q / (\eta_{\text{gen,nuovo}} * \eta_{\text{dis}} * \eta_{\text{reg}})$$

Dove Q rappresenta il fabbisogno di energia al netto di produzione da fonti rinnovabili (i.e. solare termico) e di riduzioni del fabbisogno, come ad esempio le riduzioni dovute al miglioramento dell'efficienza dell'involucro esterno (sostituzione degli infissi) oppure le riduzioni del fabbisogno dovute al miglioramento dell'efficienza delle UTA. η_{dis} e η_{reg} rappresentano rispettivamente i rendimenti del sistema di distribuzione e del sistema di regolazione.

La nuova caldaia potrà essere posizionata nel locale in cui si trovano attualmente le caldaie a basamento.

$$\bullet \quad \Delta E_g = 194.761 * (1/(0,8*0,9) - 1/(0,98*0,9)) = 49.684 \text{ kWh/anno}$$

Tale risparmio di energia termica corrisponde ad un risparmio annuale di 4.732 Smc/anno, pari a 2.461 euro/anno.

Miglioramento dell'efficienza energetica dell'involucro edilizio

Sostituzione degli infissi

L'intervento si compone della sostituzione dei serramenti dell'edificio responsabili di circa il 12% dell'energia dispersa per trasmissione. La sostituzione delle vetrate esistenti con vetrocamera basso emissiva ($U = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$) e telai in PVC ($U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$) porta ad una diminuzione delle dispersioni in virtù delle maggiori prestazioni. È possibile valutare il risparmio ottenibile dalla sostituzione degli infissi considerando che la trasmittanza media dei serramenti sostituiti passerebbe da $U_{\text{vecchio}} = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U_{\text{nuovo}} = 1,354 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La quantità di energia termica dispersa attraverso le superfici trasparenti verticali è pari a $Q_{\text{vecchio}} = 240.000 \text{ kWh/anno}$ con

$$Q_{\text{vecchio}} = C * (S_o * U_o + S_s * U_{\text{vecchio}})$$

Con i nuovi infissi

$$Q_{\text{nuovo}} = C * (S_o * U_o + S_s * U_{\text{nuovo}})$$

Con il pedice “s” che indica le superfici trasparenti e “o” quelle opache.

La presenza dei nuovi infissi permetterebbe di risparmiare in prima approssimazione:

- $$\Delta Q_{\text{infissi}} = Q_{\text{vecchio}} - Q_{\text{nuovo}} = C * S_s * (U_{\text{vecchio}} - U_{\text{nuovo}}) = Q_{\text{vecchio}} / (S_o * U_o + S_s * U_{\text{vecchio}}) * (U_{\text{vecchio}} - U_{\text{nuovo}})$$
$$= 240.000 / (4111,5 * 1,5 + 165,1 * 5) * (5 - 1,354) = 20.400 \text{ kWh/anno}$$

Tale risparmio di energia da luogo ad un risparmio di gas pari a:

- $$G = Q_{\text{infissi}} / (\eta * H_i) = 20.400 / (0,72 * 10,5) = 2.699 \text{ Smc/anno}$$

pari ad un risparmio di 1.403 euro/anno.

4. Progetto esecutivo – Palestra Vito Lepore

Gli interventi progettuali individuati per la palestra Vito Lepore ricalcano ad eccezione della ristrutturazione delle UTA gli interventi previsti per la palestra Caizzo e nascono dopo una approfondita analisi dello stato di fatto. Il complesso non è di recente costruzione e richiede l'intervento di efficientamento energetico sia sugli impianti che sull'edificio.

Il progetto esecutivo per questa struttura prevede i seguenti interventi:

- Utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica (utilizzo del solare termico)
- Utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica (utilizzo del solare fotovoltaico)
- Sostituzione parziale dell'impianto termico con caldaia modulare a condensazione
- Sostituzione degli infissi

Il progetto intende perseguire un ottimo livello di efficienza e affidabilità, con particolare attenzione ai concetti di razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche tradizionali, della semplicità di gestione e di manutenzione, del ricorso, ove possibile, alle fonti rinnovabili.

Al fine di rendere le strutture, interessate dai lavori, energeticamente efficienti ed economicamente sostenibili, si sono adoperati accorgimenti e soluzioni impiantistiche in grado di garantire un alto contributo di energia rinnovabile sull'intero fabbisogno delle strutture, difatti la scelta è ricaduta sul solare termico e sul solare fotovoltaico.

Oltre alla sostituzione dell'intero gruppo termico con caldaie modulari a condensazione (due moduli da 90kW/cad), sarà inserito tra il nuovo impianto e l'esistente uno scambiatore a piastre opportunamente dimensionato (v.ds computo). Inoltre, grazie all'ausilio dell'impianto solare termico da 20 mq e di un bollitore ad accumulo da 3000 litri con doppio scambiatore, uno integrato all'impianto solare e l'altro all'impianto termico, verrà prodotta la sola ACS.

La temperatura operante, del fluido caldo, negli scambiatori collegati ai pannelli solari, è stata calcolata considerandone un valore intorno ai 70°C (mandata di 80°C con ritorno di 60°C).

La rete di scarico condensa sarà realizzata con le dovute pendenze per l'allontanamento della condensa, da direzionare su colonne di scarico dirette in pozzetti a perdere sifonati.

Le tubazioni saranno coibentate con materiale a cellule chiuse di elevato spessore per evitare condensa sulle tubazioni e per rendere le stesse rispondenti alle norme sul contenimento energetico (Legge 10/91 – D.P.R. 412/93 – D.P.R. 551/99).

Produzione di energia termica mediante impianti solari termici

Gli impianti solari termici permettono di catturare l'energia solare, immagazzinarla e usarla ai fini del riscaldamento dell'acqua. Il "collettore solare" o "pannello solare" è il dispositivo base su cui si fonda questa tecnologia. I collettori sono attraversati da un fluido termovettore incanalato in un circuito solare, che lo porterà ad un bollitore, con la funzione di immagazzinare più energia termica possibile, al fine di poterla usare successivamente al momento del bisogno.

I lavori che interesseranno la palestra Caizzo consisteranno nel posizionamento dell'impianto solare termico, utilizzato per la sola produzione di ACS.

L'impianto, il cui schema funzionale di principio è dettagliato nell'elaborato grafico n. 3, è composto dalle seguenti unità che si aggiungono a quelle già presenti sul circuito esistente:

- Collettori del tipo sottovuoto certificati UNI EN 12975 che cedono il calore del sole al fluido per una superficie totale di 20 mq le cui caratteristiche tecniche sono presenti nelle schede di capitolato tecnico specialistico;
- Un serbatoio da 3000 litri a doppio serpentino da integrare con il solare termico e da utilizzare esclusivamente per la produzione di ACS. Tale serbatoio va posizionato nel locale della centrale termica in sostituzione dell'attuale accumulo da 1500 l;
- Circolatori che permettono la cessione del calore raccolto dal fluido, in questo caso glicole propilenico alla serpentina posta all'interno del boiler;
- Un controllo di temperatura per la gestione del circolatore;
- Un vaso di espansione solare da 150 litri;
- Una valvola miscelatrice per il controllo della temperatura in uscita;
- Componenti vari (raccordi, valvole di intercettazione ecc).

Il dimensionamento dell'impianto solare termico della palestra Vito Lepore ha considerato il fabbisogno di acqua calda, la superficie del tetto e il budget massimo disponibile per tale investimento. Per poter calcolare in maniera accurata la produzione di energia termica è stata effettuata una simulazione utilizzando il software T*SOL Pro, software dedicato alla simulazione di impianti termici solari e nelle figure 47 e 48 sono stati riportati lo schema semplificato (poi dettagliato negli elaborati grafici) e i dati di ingresso delle simulazioni.

L'integrazione del solare termico con l'attuale impianto consente, come si evince dalla figura 49, di coprire circa il 30% del fabbisogno di ACS stimato in 5 m³ al giorno sulla base degli accessi forniti dall'Amministrazione e di risparmiare circa 1500 mc di gas all'anno. Tali pannelli verranno montati sul tetto mediante dei supporti aventi delle staffe che permettono di regolare l'inclinazione e l'orientamento.

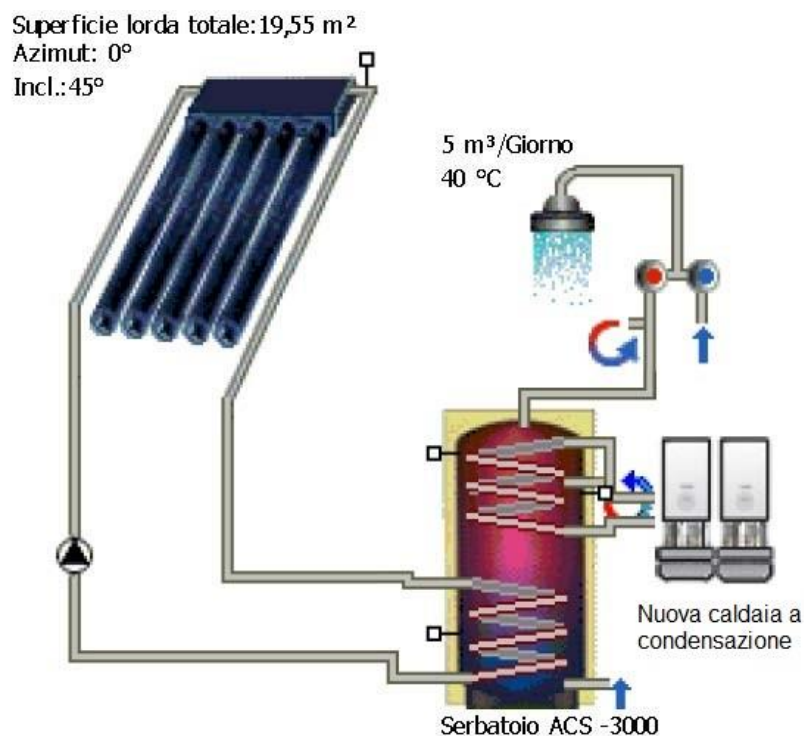


Fig.47 Schema funzionale semplificato della palestra Vito Lepore integrato con il solare termico.

In figura 48 invece sono riportati i dati di ingresso della simulazione che includono la tipologia di impianto, dati climatici e fabbisogni termici. Come si evince dalla figura 47 è stato inserito il nuovo serbatoio di accumulo da 3000 l da sistemare nel locale deposito posto al primo piano in corrispondenza del locale della centrale termica. Tale serbatoio è stato sovradimensionato in vista di una eventuale futuro potenziamento dell'impianto solare termico della struttura sportiva.

Dati

File meteo

Località :	Potenza
Set dati meteo:	"Potenza"
Radiazione globale annua totale:	1543,03 kWh
Latitudine:	40,62 °
Longitudine:	-15,8 °

Acqua calda sanitaria

Consumo medio giornaliero:	5 m ³
Temperatura teorica:	40 °C
Temperatura acqua fredda:	Febbraio:15 °C / Agosto:15 °C
Ricircolo:	si

Componenti impianto

Circuito collettori

Numero:	5,00
Superficie lorda totale:	19,55 m ²
Sup. tot. riferimento:	17,15 m ²
Inclinazione:	45 °
Azimut:	0 °

Serbatoio ACS bivalente

Produttore:	Biblioteca T*SOL
Tipo:	 Serbatoio ACS -3000
Volume:	3000 l

Riscaldamento ausiliario

Potenza nominale:	180 kW
-------------------	--------

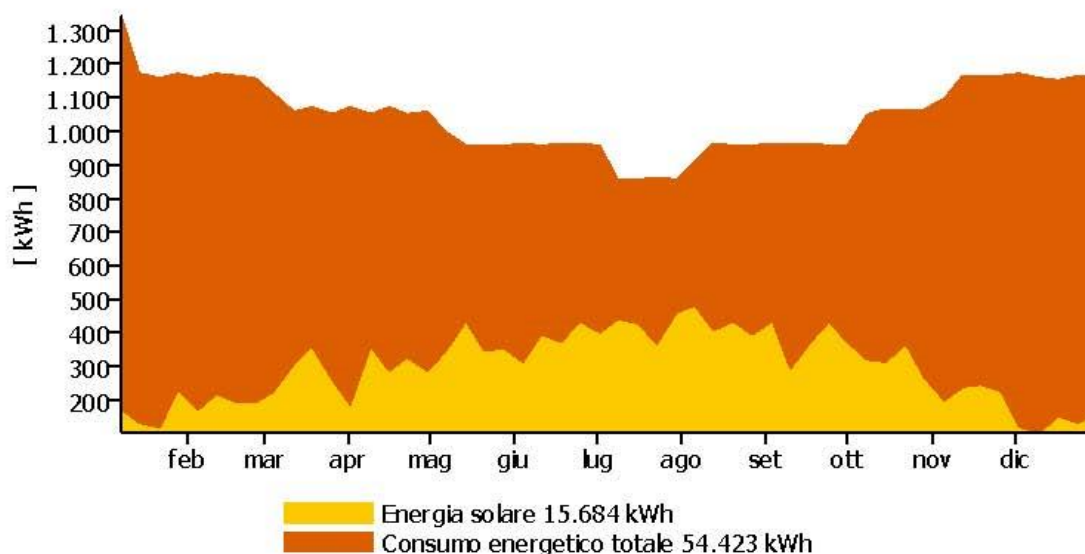
*Fig.48 Dati di ingresso della simulazione T*SOL dell'impianto termico della palestra Vito Lepore integrato con il solare termico.*

Risultati della simulazione annua

Potenza installata collettori:	13,69 kW	
Radiazione sulla superficie collettore:	28,63 MWh	1.669,25 kWh/m ²
Energia fornita dai collettori:	16,48 MWh	960,81 kWh/m ²
Energia fornita dal circuito:	15,68 MWh	914,50 kWh/m ²
Fornitura energia per acqua calda sanitaria:	52,96 MWh	
Energia impianto solare ad acqua calda sanitaria:	15,68 MWh	
Energia fornita dal riscaldamento ausiliario:	38,74 MWh	
Risparmio Gas E metano:		1.496,8 m³
Emissioni CO2 evitate:		3.166,77 kg
Quota di copertura ACS:		28,8 %
Rendimento del sistema:		54,8 %

Fig.49 Risultati della simulazione T*SOL dell'impianto termico palestra Vito Lepore integrato con il solare termico.

Quota di energia solare sul consumo energetico



Temperatura massima giornaliera nel collettore

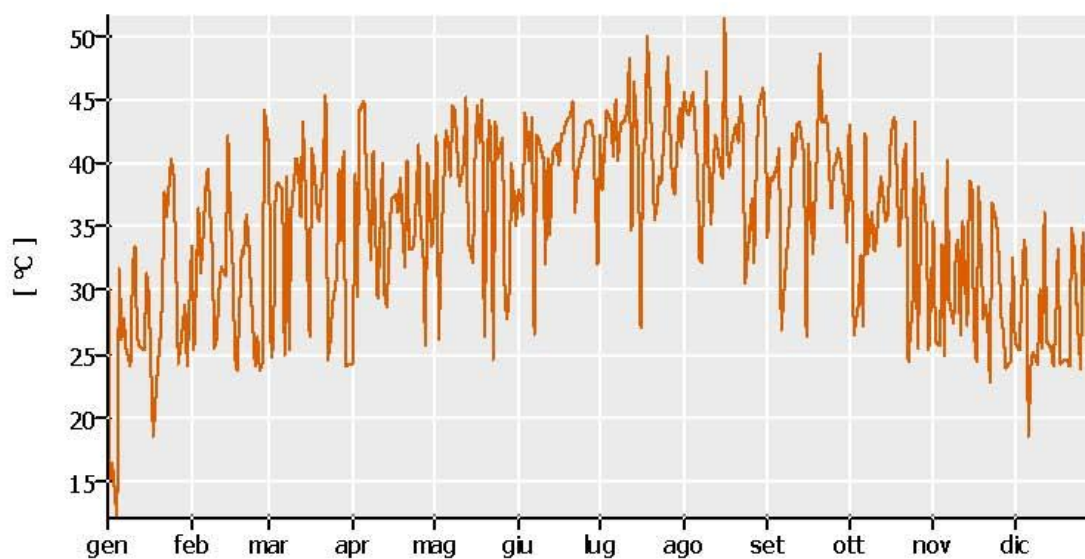


Fig.50 Quota di energia solare sul consumo totale di energia termica (T^*SOL). Temperatura massima giornaliera nel collettore

Nelle figure 49 e 50 sono riportati i risultati delle simulazioni, la quota di energia solare sul consumo totale e la massima temperatura raggiunta dai collettori.

La produzione di energia termica dell'impianto solare è pari a 15.6 MWh/anno pari al seguente risparmio annuale di gas metano:

- $G = Q_{\text{solare}} / (\eta * H_i) = 15600 / (0,99 * 10,5) = 1497 \text{ Smc/anno}$

Tale risparmio di gas corrisponde ad un risparmio annuale di circa 770 euro/anno. Nel calcolo del risparmio di gas è stato considerato un rendimento globale degli impianti pari al prodotto del rendimento del generatore assunto pari a 0,99

Produzione di energia elettrica mediante impianti solari fotovoltaici

La superficie utile della copertura della palestra Vito Lepore, considerando che gli impianti fotovoltaici policristallini occupano circa 10 mq/kWp, consente l'installazione di impianti fotovoltaici di taglie dell'ordine di grandezza delle decine di kWp. Il progetto esecutivo prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico da 15 kW la cui producibilità è stata ottenuta utilizzando il database europeo PVGIS⁶ ed è riportata in figura 51.

L'impianto fotovoltaico da realizzarsi è del tipo "grid-connected", e la tipologia di alimentazione è trifase in bassa tensione.

La potenza totale dell'impianto è di 15 kWp, derivante da 60 moduli fotovoltaici, le cui caratteristiche sono riportate nel capitolato speciale. I moduli sono ubicati sulla porzione di copertura esposta a SUD-EST (-5°), in maniera complanare alla superficie del tetto, su di una struttura in alluminio ancorata al solaio di copertura. La Figura 52 mostra la quota di autoconsumo dell'impianto fotovoltaico da installare sulla base dei consumi elettrici del 2010 e delle fasce orarie previste da contratto. Dei circa 58000 kWh consumati dal complesso (dati del 2010), l'impianto ne produce circa il 30% raggiungendo comunque un soddisfacente autoconsumo che si assesta sul 90%, garantendo quindi un rapido tempo di rientro dell'investimento.

Al fine di garantire il funzionamento anche solo parziale dell'impianto e di agevolare eventuali interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria è stata prevista la installazione di 2 generatori elettrici.

L'intera progettazione, sia in corrente continua che alternata, si è basata sulle prescrizioni delle normative vigenti al fine di garantire, sia per le persone che per l'impianto, i termini di sicurezza prevista. La normativa vigente è stata riportata nel capitolato speciale d'appalto.

Il sistema fotovoltaico è stato disposto in maniera tale da escludere qualsiasi mutua influenza potenzialmente dannosa tra lo stesso impianto fotovoltaico e gli impianti non elettrici dell'edificio.

⁶ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°38'25" North, 15°48'20" East, Elevation: 826 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 15.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.4% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.4%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 23.9%

Fixed system: inclination=5 deg., orientation=-5 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	23.40	724	1.95	60.5
Feb	31.40	879	2.59	72.5
Mar	49.90	1550	4.21	131
Apr	60.10	1800	5.17	155
May	70.70	2190	6.23	193
Jun	78.80	2360	7.12	214
Jul	82.10	2540	7.45	231
Aug	73.70	2290	6.75	209
Sep	53.40	1600	4.73	142
Oct	41.60	1290	3.62	112
Nov	27.60	829	2.36	70.7
Dec	20.70	641	1.74	54.1
Year	51.20	1560	4.51	137
Total for year		18700		1640

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

Fig. 51 Producibilità impianto fotovoltaico da 15 kW sulla copertura della palestra Vito Lepore

	gen-10	feb-10	mar-10	apr-10	mag-10	giu-10	lug-10	ago-10	set-10	ott-10	nov-10	dic-10	Anno
F1	808	3153	2590	2007	1741	1087	859	889	1592	2443	2412	2322	21903
F2	643	2523	2729	2113	1986	1328	801	738	1710	2273	2279	2033	21156
F3	497	1430	1358	1301	1352	1342	1185	1274	1289	1228	1236	1285	14777
Tot.	1948	7106	6677	5421	5079	3757	2845	2901	4591	5944	5927	5640	57836
Bolletta													€ 15'615,72
Prezzo medio di acquisto (euro/kWh)													€ 0,27000
Alba	07.15	06.45	06.00	06.15	05.45	05.30	05.45	06.10	06.40	07.15	06.45	07.10	
Tramonto	17.00	17.30	18.00	19.40	20.10	20.30	20.20	19.50	19.05	18.15	16.45	16.30	
Totale giorni	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Giorni Feriali	21	20	21	20	22	20	23	21	21	23	20	20	252
Sabati	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	52
Domeniche e festivi	6	4	5	6	5	5	4	5	5	4	5	7	61
ore irr F1 feriali	9,0	9,5	10,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	9,0	8,5	
ore irr F2 feriali	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,5	2,4	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
ore irr F3 feriali	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ore irr F2 sabato	10,0	10,5	11,0	12,5	13,0	13,5	13,5	13,0	12,0	11,0	9,5	9,5	
ore irr F3 sabato	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ore irr F3 dom e fest	10,0	10,5	12,0	13,5	14,0	15,0	14,5	14,0	12,5	11,0	10,0	9,5	
ore irr F1	189,0	190,0	210,0	220,0	242,0	220,0	253,0	231,0	231,0	230,0	180,0	170,0	2566,0
ore irr F2	61,0	62,0	76,0	90,0	96,0	117,5	109,2	107,0	69,0	67,0	67,5	58,0	980,2
ore irr F3	60,0	42,0	65,0	85,0	74,0	82,5	62,0	75,0	62,5	44,0	50,0	66,5	768,5
ore irr_tot	310,0	294,0	351,0	395,0	412,0	420,0	424,2	413,0	362,5	341,0	297,5	294,5	4314,7
ore totali F1	231,0	220,0	231,0	220,0	242,0	220,0	253,0	231,0	231,0	253,0	220,0	220,0	2772,0
ore totali F2	169,0	164,0	185,0	164,0	174,0	180,0	179,0	185,0	169,0	179,0	180,0	164,0	2092,0
ore totali F3	344,0	288,0	328,0	336,0	328,0	320,0	312,0	328,0	320,0	312,0	320,0	360,0	3896,0
ore totali	744,0	672,0	744,0	720,0	744,0	720,0	744,0	744,0	720,0	744,0	720,0	744,0	8760,0
ore irr/ore_totali	41,67%	43,75%	47,18%	54,86%	55,38%	58,33%	57,02%	55,51%	50,35%	45,83%	41,32%	39,58%	49,25%
ore irr/ore_totali F1	81,8%	86,4%	90,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	90,9%	81,8%	77,3%	92,6%
ore irr/ore_totali F2	36,1%	37,8%	41,1%	54,9%	55,2%	65,3%	61,0%	57,8%	40,8%	37,4%	37,5%	35,4%	46,9%
ore irr/ore_totali F3	17,4%	14,6%	19,8%	25,3%	22,6%	25,8%	19,9%	22,9%	19,5%	14,1%	15,6%	18,5%	19,7%
kWh Autoconsumabili F1	661,1	2723,0	2354,5	2007,0	1741,0	1087,0	859,0	889,0	1592,0	2220,9	1973,5	1794,3	20275,3
kWh Autoconsumabili F2	232,1	953,8	1121,1	1159,6	1095,7	866,9	488,7	426,8	698,2	850,8	854,6	719,0	9912,6
kWh Autoconsumabili F3	86,7	208,5	269,1	329,1	305,0	346,0	235,5	291,3	251,8	173,2	193,1	237,4	2914,8
kWh Autoconsumabili Tot.	979,9	3885,4	3744,8	3495,7	3141,7	2299,9	1583,1	1607,2	2541,9	3244,9	3021,2	2750,6	33102,7
Produttività Tetto 15kW(da PVGIS)	724	879	1550	1800	2190	2360	2540	2290	1600	1290	829	641	18693,0
kWh autoconsumati Tetto 15kW	724,0	879,0	1550,0	1800,0	2190,0	2299,9	1583,1	1607,2	1600,0	1290,0	829,0	641,0	16993,2
% autoconsumo Tetto 15kW	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,45%	62,33%	70,18%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,91%
% fabbisogno coperto da FV 15kW	37,17%	12,37%	23,21%	33,20%	43,12%	61,22%	55,65%	55,40%	34,85%	21,70%	13,99%	11,37%	29,38%
Produzione/Fabbisogno	37,17%	12,37%	23,21%	33,20%	43,12%	62,82%	89,28%	78,94%	34,85%	21,70%	13,99%	11,37%	32,32%

Fig. 52 Consumi, produttività e quota di autoconsumo di impianto fotovoltaico da 15 kW sulla copertura della palestra Vito Lepore

Impianto fotovoltaico - Lato DC

Come mostrato nello schema unifilare riportato nell'elaborato grafico 9, il lato in corrente continua (direct current - DC) dell'impianto fotovoltaico comprende i moduli fotovoltaici, il quadro di campo e manovra, i relativi cavi di collegamento e termina ai morsetti di ingresso degli inverter. E' esercito come sistema IT, ovvero senza punti direttamente collegati a terra. Il campo fotovoltaico è organizzato con stretto riferimento allo schema elettrico unifilare allegato:

- ogni stringa è realizzata connettendo in serie 15 moduli fotovoltaici tramite gli appositi connettori rapidi premontati;
- i terminali di stringa sono riportati alle morsettiere del quadro di campo e manovra utilizzando cavi unipolari di tipo FG21M21 1500 Vcc 1x4mm², intestati da un lato con gli appositi connettori rapidi, rispettando le giuste polarità;
- il quadro di campo e manovra è montato a parete interna nel locale sito al piano terra.
- dal quadro di campo e manovra, contenente per ogni stringa un portafusibile bipolare ed uno scaricatore, tramite 4 cavi unipolari, di tipo FG21M21 1500 Vcc 1x4mm², si arriva all'ingresso dei due canali MPPT dell'inverter tramite gli appositi connettori;
- dal quadro Fotovoltaico-Rete giunge anche un cavo unipolare giallo/verde di tipo N07V-K 1x6mm² proveniente dall' inverter, e da qui riparte N07V-K 1x16 mm² per connettere al nodo di terra esistente gli scaricatori di sovratensione in CC e CA.

I cavi sono posti in apposite canaline sia di metallo (per i tratti discendenti) che in PVC (all'interno e sui tratti piani della copertura).

Il diametro dei tubi/canali è adeguato al numero e al tipo di cavi che devono ospitare, in modo da garantire un facile infilaggio/sfilaggio, in vista anche di operazioni di controllo e manutenzione.

Impianto fotovoltaico - Lato AC

Il lato a corrente alternata (alternate current - AC) dell'impianto fotovoltaico comprende l'inverter, il quadro di interfaccia, i relativi cavi di collegamento e termina nel punto di connessione, individuata nel quadro generale posto a piano terra (sarà necessario realizzare il "parallelo" nel quadro di comando a monte dell'interruttore generale).

E' esercito come sistema TT, ovvero con le masse collegate francamente a terra presso l'utente e con il neutro collegato francamente a terra nella cabina MT/BT del Distributore locale.

Si fa anche qui stretto riferimento allo schema elettrico unifilare allegato nell'elaborato grafico 9.

Gli inverter saranno installati a parete interna, e saranno collegati direttamente all'interruttore magnetotermico-differenziale tramite cavo quadripolare di tipo FG7(O)R 0,6/1kV 4x4 mm².

Dall'inverter parte anche un cavo unipolare giallo/verde di tipo FG7(O)R 0,6/1kV 4x6mm² per la terra. Si evidenzia che il montaggio delle apparecchiature di misura (contatore cessione/prelievo) è effettuata da tecnici dell'Ente Distributore locale, ai quali si sono fatti trovare i cavi già posati fino agli alloggiamenti dei contatori, pronti per l'allacciamento.

Impianto fotovoltaico - Composizione del generatore fotovoltaico

Il valore di targa del campo fotovoltaico, pari a 15.00 KWp, è ottenuto con l'organizzazione di 60 moduli fotovoltaici da 250 Wp costituiti da 60 celle (il valore di targa si riferisce alle condizioni standard o STC: irraggiamento = 1000 W/m², temperatura ambiente = 25°C, Air Mass = 1,5).

Il campo fotovoltaico è organizzato, secondo lo schema elettrico allegato, in 2 stringhe (per ogni generatore) costituite da 15 MODULI all'MPPT1 + 15 MODULI all'MPPT2.

Il sistema di conversione dell'energia elettrica da regime di corrente continua a regime corrente alternata, è costituito da 2 Inverter TRIFASE da 7,5 KVA le cui caratteristiche tecniche sono riportate nel capitolato speciale.

Nello stabilire la configurazione dei moduli facente campo ad ogni convertitore, si è verificato che:

- la tensione massima di stringa a vuoto (@ -14°C) sia inferiore alla tensione di isolamento dell'inverter e del modulo fotovoltaico;
- la tensione massima e minima di stringa in condizioni di lavoro, ovvero nel punto di massima potenza (@ -14°C e @ +40°C), siano comprese nel campo di funzionamento MPPT dell'inverter;
- la corrente massima del subcampo in condizioni di lavoro, ovvero nel punto di massima potenza (@ +40°C), sia inferiore al limite massimo di ingresso dell'inverter.

Impianto fotovoltaico - Quadro di interfaccia

In conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16, l'impianto sarà dotato di sistema di controllo realizzato mediante l'accoppiamento dell'SPI con opportuno contattore, come da schema unifilare allegato negli elaborati grafici.

	MPPT1	MPPT2
Numero moduli per stringa	15	15
Numero stringhe in parallelo	1	1
Numero moduli totale	15	15
Note	1	1
Potenza STC installata MPPT [kW]	3.75	3.75
Limite di potenza MPPT [kW]	4.80	4.80
$PPV(INST)/MPPT/PPPTMAX$	78.1%	78.1%
$PPV(INST)/PACR$		100.0%
$PPV(INST)/PACMAX$		100.0%
Tensione Massima sistema moduli [Vdc]	1000	1000
Tensione massima ingresso inverter [Vdc]	1000	1000
Voc_Max: Tensione a vuoto stringa @-3°C [Vdc]	626.4	626.4
Voc_Min: Tensione a vuoto stringa @66°C [Vdc]	502.2	502.2
Tensione di attivazione Vstart (default) [Vdc]	350	350
Tensione di attivazione Vstart consigliata [Vdc]	Default (350)	Default (350)
Vmp_Max: Tensione mp stringa @-3°C [Vdc]	496.5	496.5
Vmp_Typ: Tensione mp stringa @61°C [Vdc]	400.5	400.5
Vmp_Min: Tensione mp stringa @66°C [Vdc]	393.0	393.0
Range per operazione MPPT* [Vdc]	245 - 950	245 - 950
Corrente CC generatore FV @66°C [Adc]	9.0	9.0
Corrente CC max inverter [Adc]	20	20
Corrente MPP generatore FV @66°C [Adc]	8.5	8.5
Corrente MPP max inverter [Adc]	15	15
Legenda note	*) range per operazione MPPT considerando il valore di tensione di attivazione consigliato; 1)- Numero di stringhe in parallelo compatibile con il numero di ingressi a bordo inverter.	

Rapporto di configurazione dell' impianto fotovoltaico da 15 kW sulla copertura della palestra Vito Lepore.

Miglioramento dell'efficienza degli impianti termici

Sostituzione caldaia esistente con caldaia a condensazione

Le caldaie a condensazione sono una delle tecnologie più efficienti per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. La ragione delle alte prestazioni risiede nella capacità di sfruttare buona parte del calore latente contenuto nei gas di scarico, che nelle normali caldaie (anche quelle ad alto rendimento) vengono espulsi dal camino, a temperature molto alte.

Nelle caldaie a condensazione, invece, i fumi di scarico vengono fatti transitare attraverso un particolare scambiatore- condensatore, in cui il vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione viene raffreddato e si condensa, cedendo all'impianto una quota supplementare di calore e consentendo di recuperare l'energia che non viene dispersa sotto forma di vapore attraverso il camino. In questo modo la temperatura dei fumi in uscita (che abbassa fino a 40° C) mantiene un valore molto basso o prossimo al valore di temperatura di mandata dell'acqua, ben inferiore quindi ai 140°C- 160°C dei generatori ad alto rendimento e ai 200-250°C dei generatori di tipo tradizionale.

Il sistema modulare previsto per la palestra "Lepore", avrà una potenza totale di circa 180 kW e si compone di un sistema modulare con un modulo termico in versione "Master" progettato per gestire le unità "Slave" in applicazioni in cascata, e un modulo in versione "Slave" che è gestita dalla precedente. Il funzionamento dell'impianto è garantito dalla modularità del sistema, cioè, in un eventuale guasto di uno dei due moduli, il secondo assicurerà la piena efficienza dell'impianto stesso.

Il progetto prevede una voce per il computo di tutti gli accessori necessari per l'adeguamento e la sostituzione della caldaia (circa il 10% del valore del generatore).

Dopo un' attenta verifica degli impianti esistente, considerata la possibilità di riscontrare impurità nel circuito degli stessi, si è pensato di installare uno scambiatore a piastre, nelle due strutture, tali da consentire il filtraggio del liquido ed epurarlo dalle suddette "impurità" ed assicurare così la perfetta funzionalità degli impianti. Lo scambiatore previsto è a 27 piastre ed è descritto in dettaglio nel capitolato speciale.

Saranno inoltre aggiunte valvole termostatiche a bassa inerzia termica come da Capitolato speciale su tutti i corpi scaldanti.

Considerando per ragioni di conservatività un rendimento dello 0,98 per la caldaia, si ottiene il seguente risparmio di energia prodotta dalla caldaia per ottenere il fabbisogno di energia richiesto per l'ACS e il riscaldamento degli ambienti:

- $$\Delta E_g = Q / (\eta_{\text{gen,vecchio}} * \eta_{\text{dis}} * \eta_{\text{reg}}) - Q / (\eta_{\text{gen,nuovo}} * \eta_{\text{dis}} * \eta_{\text{reg}})$$

Dove Q rappresenta il fabbisogno di energia al netto di produzione da fonti rinnovabili (i.e. solare termico) e di riduzioni del fabbisogno, come ad esempio le riduzioni dovute al miglioramento dell'efficienza dell'involucro.. η_{dis} e η_{reg} rappresentano rispettivamente i rendimenti del sistema di distribuzione e del sistema di regolazione.

La nuova caldaia potrà essere posizionata nel locale in cui si trovano attualmente le caldaie a basamento.

- $$\Delta E_g = 75.325 * (1/(0,8*0,9) - 1/(0,98*0,9)) = 19.216 \text{ kWh/anno}$$

Tale risparmio di energia termica corrisponde ad un risparmio annuale di 1.830 Smc/anno, pari a 952 euro/anno.

Sostituzione radiatori

I terminali di erogazione della palestra "Lepore" sono radiatori in ghisa. Tutti gli impianti di riscaldamento a radiatori, specie se non di recente installazione come nel caso in esame, presentano alcuni aspetti critici sul fronte del comfort e del risparmio energetico.

Vista la presenza della caldaia a condensazione, che lavora in maniera ottimale quando la temperatura di mandata dell'acqua è impostata su valori non superiori ai 50-55 °C, per sfruttare appunto il fenomeno della condensazione, tutti i radiatori in ghisa presenti, saranno sostituiti con radiatori in alluminio che riescono a lavorare a temperature più basse.

Tuttavia, le caldaie a condensazione possono benissimo produrre acqua calda a temperature maggiori, lavorando anche come normali caldaie, quindi senza sfruttare quel processo di "condensazione" che le caratterizza, solo nei giorni più freddi e sfruttando la condensazione nella maggior parte del periodo di riscaldamento.

Il progetto esecutivo prevede per la palestra Lepore la fornitura e posa in opera di radiatori in alluminio ad elementi componibili che devono sostituire gli attuali radiatori. La resa termica dei radiatori deve essere almeno di 130 W con intervallo di temperatura $\Delta T_i = 50$ °C secondo norme UNI EN 442. L'altezza dei radiatori deve essere pari a quella dei radiatori da sostituire ovvero 880 mm. Per ogni radiatore è prevista l'installazione di valvole termostatiche a bassa inerzia termica. Le valvole termostatiche, impiegate per la regolazione del fluido ai radiatori degli impianti di riscaldamento, sono abbinate a un comando termostatico o elettrotermico, e consentono di mantenere costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono consistenti risparmi energetici. Le valvole sono dotate di un particolare codolo con tenuta idraulica in gomma che permette il collegamento al radiatore in modo veloce e sicuro, senza l'ausilio di altro mezzo sigillante.

Miglioramento dell'efficienza energetica dell'involucro edilizio

Sostituzione degli infissi

L'intervento si compone della sostituzione dei serramenti dell'edificio responsabili di circa il 11% dell'energia dispersa per trasmissione. La sostituzione delle vetrate esistenti con

vetrocamera basso emissiva ($U = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$) e telai isolati in PVC ($U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$) porta ad una diminuzione delle dispersioni in virtù delle maggiori prestazioni. È possibile valutare il risparmio ottenibile dalla sostituzione degli infissi considerando che la trasmittanza media dei serramenti sostituiti passerebbe da $U_{\text{vecchio}} = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U_{\text{nuovo}} = 1,354 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La quantità di energia termica dispersa attraverso le superfici trasparenti verticali è pari a $Q_{\text{vecchio}} = 69.846 \text{ kWh/anno}$ con

$$Q_{\text{vecchio}} = C * (S_o * U_o + S_s * U_{\text{vecchio}})$$

Con i nuovi infissi

$$Q_{\text{nuovo}} = C * (S_o * U_o + S_s * U_{\text{nuovo}})$$

Con il pedice “s” che indica le superfici trasparenti e “o” quelle opache.

La presenza dei nuovi infissi permetterebbe di risparmiare in prima approssimazione:

- $$\Delta Q_{\text{infissi}} = Q_{\text{vecchio}} - Q_{\text{nuovo}} = C * S_s * (U_{\text{vecchio}} - U_{\text{nuovo}}) = Q_{\text{vecchio}} / (S_o * U_o + S_s * U_{\text{vecchio}}) * (U_{\text{vecchio}} - U_{\text{nuovo}}) = 69.846 / (2.067 * 1.5 + 77,4 * 5) * (5 - 1,354) = 5.580 \text{ kWh/anno}$$

Tale risparmio di energia da luogo ad un risparmio di gas pari a:

- $$G = Q_{\text{infissi}} / (\eta * H_i) = 5.580 / (0,72 * 10,5) = 738 \text{ Smc/anno}$$

pari ad un risparmio di 384 euro/anno.

5. Quadro economico del progetto esecutivo, incentivi e agevolazioni fiscali, norme e regolamenti

Incentivi statali e agevolazioni fiscali sul risparmio energetico

La riqualificazione energetica di strutture della pubblica amministrazione è supportata da normative e meccanismi di detrazione fiscale e di incentivazione. In particolare è possibile per le Amministrazioni pubbliche accedere al Conto Termico e alle agevolazioni fiscali per il risparmio energetico. Di queste viene di seguito riportato il dettaglio che interessa il progetto esecutivo con tutta una serie di prescrizioni da seguire scrupolosamente in fase di esecuzione pena la perdita di diritti sulle agevolazioni e incentivi.

In particolare il conto Termico è un incentivo ripartito in quote su due e cinque anni a seconda dell'intervento mentre le agevolazioni fiscali sono ripartite su dieci anni. Le agevolazioni fiscali invece sono ripartite in dieci quote uguali e pari al 65% del costo dell'intervento fino alla fine del 2015 per poi passare (salvo proroghe) al 36%. Per ognuno di questi meccanismi esistono tipologie di interventi e tetti massimi sulle spese incentivabili o detraibili. Di seguito sono meglio specificati i meccanismi dei due sistemi e come ottenere incentivi e detrazioni riguardo la soluzione progettuale proposta.

In particolare la sostituzione dell'UTA pare non incentivabile salvo dimostrare previa verificare con i tecnici dell'ENEA la possibilità di accedere al comma RIQUALIFICAZIONE GLOBALE DELL'EDIFICIO. (Art.1, comma 344 della legge finanziaria 2007). Questo rimane l'intervento decisamente più conveniente dal punto di vista energetico tenendo presente il risparmio annuale sui consumi di gas ed energia elettrica e il conseguente tempo di rientro estremamente basso (in tal senso si faccia riferimento al progetto preliminare). Come dettagliato successivamente risultano invece incentivabili o detraibili gli interventi sulle caldaie a condensazione e sugli impianti solari. Sono escluse le installazioni di solare fotovoltaico, mentre è possibile ottenere l'incentivo per la sostituzione delle strutture trasparenti verticali.

I tempi di ritorno dei vari interventi sono stati ampiamente dettagliati nel progetto preliminare sulla scorta dei computi metrici estimativi. Ai fini di un computo analitico e dettagliato dei tempi di ritorno sarà dopo l'aggiudicazione possibile quantificare agevolazioni ed incentivi per poi valutare il reale tempo di ritorno.

Il Conto Termico

Con la pubblicazione del DM 28/12/12, il c.d. decreto "Conto Termico", si dà attuazione al regime di sostegno introdotto dal decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28 per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili.

Il Gestore dei Servizi Energetici – GSE S.p.A. è il soggetto responsabile dell'attuazione e della gestione del meccanismo, inclusa l'erogazione degli incentivi ai soggetti beneficiari.

Gli interventi incentivabili si riferiscono sia all'efficientamento dell'involucro di edifici esistenti (coibentazione pareti e coperture, sostituzione serramenti e installazione schermature solari) sia alla sostituzione di impianti esistenti per la climatizzazione invernale con impianti a più alta efficienza (caldaie a condensazione) sia alla sostituzione o, in alcuni casi, alla nuova installazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili (pompe di calore, caldaie, stufe e camini a biomassa, impianti solari termici anche abbinati a tecnologia solar cooling per la produzione di freddo). Il nuovo decreto introduce anche incentivi specifici per la Diagnosi Energetica e la Certificazione Energetica fino al 100%, se abbinate, a certe condizioni, agli interventi sopra citati. L'incentivo è stato individuato sulla base della tipologia di intervento in funzione dell'incremento dell'efficienza energetica conseguibile con il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'immobile e/o in funzione dell'energia producibile con gli impianti alimentati a fonti rinnovabili. L'incentivo è un contributo alle spese sostenute e viene erogato in rate annuali per una durata variabile (fra 2 e 5 anni) in funzione degli interventi realizzati.

Il decreto stanZIA fondi per una spesa annua cumulata massima di 200 mln di euro per gli interventi realizzati o da realizzare dalle Amministrazioni pubbliche. Trascorsi 60 giorni dal raggiungimento di tali impegni di spesa, non saranno accettate nuove domande di accesso all'incentivo. E' prevista una procedura di prenotazione per gli interventi realizzati da Amministrazioni pubbliche a cui è riservato un contingente di spesa annua cumulata non superiore a 100 milioni di euro (pari al 50% dei 200 mln riservati alle amministrazioni pubbliche).

Ai fini dell'accesso al meccanismo, il soggetto beneficiario dell'incentivo si definisce "Soggetto Responsabile": è il soggetto che ha sostenuto le spese per la realizzazione degli interventi. Il soggetto responsabile può operare anche attraverso un soggetto delegato per la presentazione della richiesta d'incentivo (c.d. "scheda-domanda") e per la gestione dei rapporti contrattuali con il GSE.

Possono accedere agli incentivi previsti dal DM 28/12/12 le seguenti due categorie di interventi:

A) interventi di incremento dell'efficienza energetica

B) interventi di piccole dimensioni relativi a impianti per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili e sistemi ad alta efficienza

Le Amministrazioni pubbliche possono richiedere l'incentivo per entrambe le categorie di interventi (categoria A e categoria B).

Come stabilito dal D.lgs. 28/11, l'incentivo è erogato dal GSE con un portale Internet dedicato, attraverso il quale i soggetti interessati a richiedere l'incentivo potranno compilare e inviare la documentazione necessaria.

In particolare, per verificare il rispetto dei requisiti tecnici definiti dal decreto e per il calcolo dell'incentivo, al soggetto responsabile sarà richiesto di compilare una scheda-domanda contenente informazioni relative all'immobile oggetto dell'intervento e alle caratteristiche specifiche dell'intervento per cui è richiesto l'incentivo.

L'incentivo può essere assegnato esclusivamente agli interventi che non accedono ad altri incentivi statali, ad eccezione dei fondi di garanzia, dei fondi di rotazione e dei contributi in conto interesse.

Limitatamente agli edifici pubblici ad uso pubblico, gli incentivi previsti dal DM 28/12/12 sono cumulabili con gli incentivi in conto capitale, nel rispetto della normativa comunitaria e nazionale.

Nei casi di interventi beneficiari di altri incentivi non statali cumulabili, l'incentivo è attribuibile nel rispetto della normativa comunitaria e nazionale vigente.

Di seguito è riportato l'elenco degli interventi incentivabili. Tra questi rientrano sia la sostituzione della caldaia con una a condensazione modulare sia l'installazione dell'impianto solare termico. Come si evince dalle regole applicative del GSE sul conto termico esiste un tetto all'incentivo relativo alla caldaia a condensazione (intervento 1C) e questo è pari a 26000 euro. Per quanto riguarda invece l'intervento relativo all'installazione dei collettori solari termici (intervento 2C) non esiste un tetto massimo e l'intervento, incentivabile in 2 o 5 anni, può raggiungere secondo quanto indicato nelle regole applicative fino al 65% della spesa sostenuta. In una recente circolare GSE, alla luce delle novità introdotte dal decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 e Allegati (G.U. n.165 del 18/07/2014) in attuazione della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, sono state introdotte alcune modifiche al D.M. 28/12/2012. In particolare l'incentivo erogato 12 non potrà eccedere il limite del 65% delle spese sostenute, comprensive di IVA - dove essa costituisce un costo - e attestate tramite fatture e bonifici. Qualora l'ammontare dell'incentivo superi il limite introdotto, questo viene ricalcolato dal GSE in sede di istruttoria tecnico-amministrativa.

Tabella 1 - Categoria 1: interventi di incremento dell'efficienza energetica in edifici esistenti (art.4, comma 1)

Categoria	Sigla (*)	Tipologia di intervento	Riferimenti Decreto
1 - interventi di incremento dell'efficienza energetica in edifici esistenti	1.A	Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato	Art. 4, comma 1, lettera a)
	1.B	Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato	Art. 4, comma 1, lettera b)
	1.C	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione di qualsiasi potenza	Art. 4, comma 1, lettera c)
	1.D	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da ESE a O, fissi o mobili, non trasportabili	Art. 4, comma 1, lettera d)

Tabella 2 – Categoria 2: interventi di piccole dimensioni di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e di sistemi ad alta efficienza (art.4, comma 2)

Categoria	Sigla (*)	Tipologia di intervento	Riferimenti Decreto
2 - interventi di piccole dimensioni di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e di sistemi ad alta efficienza	2.A	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche (con potenza termica utile nominale fino a 1000 kW _t)	Art. 4, comma 2, lettera a)
	2.B	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa (con potenza termica nominale fino a 1000 kW _t)	Art. 4, comma 2, lettera b)
	2.C	Installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di <i>solar cooling</i> (con superficie solare lorda fino a 1000 m ²)	Art. 4, comma 2, lettera c)
	2.D	Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore	Art. 4, comma 2, lettera d)

Tipologia di intervento	Soggetti ammessi	Durata dell'incentivo (anni)
Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato	Amministrazioni pubbliche	5
Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato	Amministrazioni pubbliche	5
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione	Amministrazioni pubbliche	5
Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da ESE a O, fissi o mobili, non trasportabili	Amministrazioni pubbliche	5
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale inferiore o uguale a 35 kW _t	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	2
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale maggiore di 35 kW _t e inferiore o uguale a 1000 kW _t	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	5
Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	2
Installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di <i>solar cooling</i> , con superficie solare lorda inferiore o uguale a 50 metri quadrati	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	2
Installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di <i>solar cooling</i> , con superficie solare lorda superiore a 50 metri quadrati e inferiore o uguale a 1000 metri quadrati	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	5
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa con potenza termica nominale (*) inferiore o uguale a 35 kW _t	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	2
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa con potenza termica nominale (*) maggiore di 35 kW _t e inferiore o uguale a 1000 kW _t	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	5

Il progetto proposto prevede l'installazione di collettori solari con relativi accumuli, l'impiego di una copertura isotermica, la sostituzione dell'impianto di trattamento aria UTA e la sostituzione di una delle tre macchine con una caldaia a condensazione modulare e installazione delle valvole termostatiche. Di questi interventi rientrano tra gli incentivabili con il Conto Termico l'installazione di collettori solari con accumulo e la caldaia a condensazione. L'installazione di collettori solari è incentivabile fino ad una superficie di 1000 m² secondo un incentivo annuo calcolabile con la relazione

$$I = \alpha S_{\text{tot}}$$

con α pari a 55 se la superficie è superiore a 50 m² e 170 per superfici superiori e S_{tot} superficie solare lorda dell'impianto, espressa in metri quadrati. Il conto termico prevede che

collettori, sistemi elettrici e bollitori rispettino caratteristiche tecniche e certificazioni di conformità per poter beneficiare dell'incentivo. Qualora l'intervento sia realizzato su un intero edificio dotato di un impianto di riscaldamento di potenza nominale totale del focolare maggiori o uguali a 100 kWt, è previsto l'obbligo di redigere la diagnosi e la certificazione energetica, per le quali è corrisposto un incentivo fino al 100%. Le spese accessorie, comprensive di IVA dove essa costituisce un costo, comprendono: smontaggio e dismissione dell'impianto esistente, fornitura, trasporto e posa in opera delle apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, le opere idrauliche e murarie necessarie alla realizzazione dell'impianto, le spese professionali connesse alla realizzazione dell'intervento. Per gli impianti solari destinati anche alla climatizzazione sono incluse le spese per i sistemi di contabilizzazione individuale, eventuali interventi sulla rete di distribuzione, sui sistemi di trattamento delle acque, sui dispositivi di controllo e regolazione, sui sistemi di emissione. Sul regolamento per l'accesso all'intervento 2C sono indicate oltre alle caratteristiche elettriche anche tutta la documentazione da conservare.

Riguardo l'intervento di sostituzione della caldaia a condensazione (1B) il conto Termico prevede un incentivo massimo pari a 26000 euro.

Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico

La legge di stabilità 2015 (legge 23 dicembre 2014, n. 190) ha prorogato al 31 dicembre 2015, nella misura del 65%, la detrazione fiscale per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici con un numero di dieci rate annuali in cui deve essere ripartita la detrazione e con la novità dell'esonero dall'obbligo di presentazione dell'attestato di certificazione (o qualificazione) energetica per la sostituzione di finestre, per l'installazione dei pannelli solari e per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale e l'eliminazione dell'obbligo di indicare separatamente il costo della manodopera nella fattura emessa dall'impresa che esegue i lavori. Dal 1 gennaio 2016 la percentuale, salvo proroghe, si ridurrà stabilizzandosi al 36%.

DETRAZIONE MASSIMA PER TIPOLOGIA DI INTERVENTO	
Tipo di intervento	Detrazione massima
riqualificazione energetica di edifici esistenti	100.000 euro
involucro edifici (per esempio, pareti, finestre - compresi gli infissi - su edifici esistenti)	60.000 euro
installazione di pannelli solari	60.000 euro
sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale	30.000 euro
acquisto e posa in opera delle schermature solari elencate nell'allegato M del decreto legislativo n. 311/2006 (solo per l'anno 2015)	60.000 euro
acquisto e posa in opera di impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili (solo per l'anno 2015)	30.000 euro

Condizione indispensabile per fruire della detrazione è che gli interventi siano eseguiti su unità immobiliari e su edifici (o su parti di edifici) esistenti, di qualunque categoria catastale, anche se rurali, compresi quelli strumentali (per l'attività d'impresa o professionale).

La prova dell'esistenza dell'edificio può essere fornita dalla sua iscrizione in catasto o dalla richiesta di accatastamento, oppure dal pagamento dell'imposta comunale (Ici/Imu), se dovuta.

Per alcune tipologie di interventi, inoltre, è necessario che gli edifici presentino specifiche caratteristiche (per esempio, essere già dotati di impianto di riscaldamento, presente anche negli ambienti oggetto dell'intervento, tranne quando si installano pannelli solari).

Possono usufruire della detrazione le persone fisiche, compresi gli esercenti arti e professioni, i contribuenti che conseguono reddito d'impresa (persone fisiche, società di persone, società di capitali), le associazioni tra professionisti, gli enti pubblici e privati che non svolgono attività commerciale.

Si ha diritto all'agevolazione anche quando il contribuente finanzia la realizzazione dell'intervento di riqualificazione energetica mediante un contratto di leasing. In tale ipotesi, la detrazione spetta al contribuente stesso (utilizzatore) e si calcola sul costo sostenuto dalla società di leasing. Pertanto, non assumono rilievo, ai fini della detrazione, i canoni di leasing addebitati all'utilizzatore.

La detrazione d'imposta (36 o 65%) non è cumulabile con altre agevolazioni fiscali previste per i medesimi interventi da altre disposizioni di legge nazionali (quale, per esempio, la detrazione per il recupero del patrimonio edilizio).

Nel caso di impianti con potenza nominale del focolare maggiore o uguale a 100 kW, deve essere adottato un bruciatore di tipo modulante, la regolazione climatica deve agire direttamente sul bruciatore e deve essere installata una pompa elettronica a giri variabili. Fra le altre opere agevolabili nell'ambito del comma 347 vi è lo smontaggio e dismissione dell'impianto di climatizzazione esistente e la fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, delle opere idrauliche e murarie necessarie per la sostituzione a regola d'arte dell'impianto termico esistente con una caldaia a condensazione. E' inoltre necessario ottenere una asseverazione redatta da un tecnico abilitato (ingegnere, architetto, geometra o perito iscritto al proprio Albo professionale) attestante i requisiti tecnici di cui al comma 347.

Per quanto riguarda il comma 346, che riguarda l'installazione di pannelli solari termici, nel caso di edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti (ossia, edifici esistenti con superficie utile superiore a 1.000 mq, soggetti a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro o edifici esistenti soggetti a demolizione e ricostruzione), come riportato al comma 4 dell'Art.11 del D. Lgs. 28/2011, "gli impianti alimentati da fonti rinnovabili realizzati ai fini dell'assolvimento degli obblighi di cui all'allegato 3 del decreto stesso, accedono agli incentivi statali previsti per la promozione delle fonti rinnovabili, limitatamente alla quota eccedente quella necessaria per il rispetto dei medesimi obblighi". Alla luce del medesimo decreto (nello specifico, al punto 6 dell'Allegato 2), si ricorda che i pannelli solari devono possedere anche la certificazione solar keymark (obbligatoria dal 29 marzo 2013).

Alcune prescrizioni sull'accesso agli incentivi statali e detrazioni fiscali

Ai fini dell'accesso agli incentivi e alle agevolazioni risulterà necessario a seguito dell'aggiudicazione della gara che il tecnico incaricato dall'Amministrazione e responsabile delle pratiche energetiche di accesso agli incentivi abbia la possibilità di accedere alle strutture ai fini della diagnosi energetica e alla predisposizione della documentazione ante operam necessaria ed indispensabile per poter usufruire delle agevolazioni e degli incentivi.

Sarà quindi cura e/o del Direttore dei Lavori incaricato convocare il tecnico designato per l'accesso agli incentivi e alle agevolazioni per consentirgli la preparazione della documentazione necessaria.

Risparmi energetici ed economici degli interventi

Interventi	Risparmio (kWh/anno) termici/elettrici	Gas (Smc/anno)	Risparmi (euro/anno)
Ristrutturazione UTA Caizzo (termico)	57.128	7.557	€ 3.929
Ristrutturazione UTA Caizzo (elettrico)	1.644 (e)	-	€ 444
Solare termico Caizzo	28.380	2.713	€ 1.388
Infissi Caizzo	20.400	2.699	€ 1.403
Caldaia modulare a condensazione Caizzo	49.684	4.732	€ 2.461
Impianto fotovoltaico Caizzo	12.256 (e)	-	€ 2.675
TOTALE CAIZZO	169.492	17.701	€ 12.300
Solare termico Lepore	15.600	1.497	€ 770
Infissi Lepore	5.580	738	€ 384
Caldaia modulare a condensazione Lepore	19.216	1.830	€ 952
Impianto fotovoltaico Lepore	18.693 (e)	-	€ 4.418
TOTALE LEPORE	59.089	4.065	€ 6.524
Impianto fotovoltaico via Roma	18.943 (e)	-	€ 4.180
Solare termico via Roma	42.600	4.888	€ 2.500
TOTALE VIA ROMA	61.543	4.888	€ 6.680
Totale risparmio	290.124	26.654	€ 25.504

Tab.14 Tabella riassuntiva degli interventi.

I risultati delle analisi economiche dei singoli interventi con la valutazione dei risparmi annuali mostrano che gli interventi di efficientamento comportano un risparmio di circa 25000 euro/anno sui consumi di gas ed elettricità sul totale stimato in 90000 euro/anno dei consumi del 2013. I flussi di cassa sono descritti nel progetto preliminare.

C'è da considerare che il calcolo presente in tabella è del tutto conservativo in quanto non è stata effettuata una analisi dinamica che tenga in conto dell'uso parziale delle caldaie modulari a condensazione. Si tenga presente che i tempi di ritorno degli investimenti sono ridotti per via della possibilità dell'Amministrazione di accedere agli incentivi così come largamente indicato nel Progetto Preliminare.

NORME, DECRETI, DISPOSIZIONI DI LEGGE, REGOLAMENTI

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte, non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali.

Nel capitolato speciale di appalto sono indicate le normative che devono essere rispettate durante l'esecuzione. Di seguito sono riportate solo le principali.

In particolare dovranno essere osservate le seguenti leggi e norme:

- Legge n. 46 del 05.03.1990
- D.P.R. n. 412 del 26.08.1993
- raccolta "R" A.N.C.C. , ultima edizione e loro successivi aggiornamenti
- Norme C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano)
- Norme U.N.I. - U.N.E.L.
- Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano)
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'Ispettorato del Lavoro, I.S.P.E.S.L. e U.S.S.L.
- Prescrizioni e raccomandazioni dei Vigili del Fuoco.
- Legge n.192-05 e relativi regolamenti e decreti
- Legge 10/91
- D.P.R. 551/99
- Norme relative ai singoli componenti.

Il rispetto delle Norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto sarà rispondente alle norme, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

Potenza, 23 settembre 2015

Il Progettista
(Prof. Ing. Antonio D'ANGOLA)