

PREMESSA

L'oggetto del presente documento riguarda la descrizione dell' impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria per il fabbisogno del blocco servizi e della cucina della scuola materna e elementare Paese Alto, nel Comune di San Benedetto del Tronto (AP).

Il documento è redatto come allegato alla domanda di ammissione al cofinanziamento previsto dal Bando "Il Sole negli Enti Pubblici" Misura 1 per la concessione ed erogazione di contributi per la realizzazione di impianti solari termici, in attuazione del Decreto Ministeriale n. 1384 del 22 dicembre 2006 emanato dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

Normativa e Leggi di riferimento

- D. leg. N. 192/2005 e ss.mm.ii.: " Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n° 412 del 26/08/1993: "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici";
- Legge n° 46 del 05/03/1990:" Norme per la sicurezza degli impianti";
- D.P.R. n° 447 del 06/12/1991:"Regolamento di attuazione della legge 5 Marzo 1990, n°46, in materia di sicurezza degli impianti";
- D.L. n° 626 del 19/04/1994:" Attuazioni delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D.P.C.M. del 01/03/1991:"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- D.L. 2 Aprile 1998 del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato "Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi"
- Norme, Decreti, Leggi, Disposizioni, etc. , emanate da ogni autorità riconosciuta (UNI, CEI; ISPESL,ecc.) direttamente o indirettamente interessata ai lavori.

Dati identificativi e ubicazione dell'edificio

L'edificio oggetto dell'intervento è situato nel Comune di San Benedetto del Tronto. La struttura è realizzata in calcestruzzo armato con una copertura a falde. In particolare è presente una falda, con orientazione Sud, di superficie pari a 163 mq, esente da ombreggiamenti, utile all'installazione. Il numero di utenti giornalieri è pari a 310.

L'impianto esistente è costituito una caldaia con potenzialità pari a 466 kW alimentata a gas metano, con serbatoio separato, che distribuisce l'acqua calda sia per i servizi (bagni e mensa) che per il riscaldamento.

Dati climatici della località

Altitudine5 m
 Latitudine42°56'
 Longitudine13°53'
 Riflettanza suolo¹0,22

Temperatura esterna media mensile San Benedetto del Tronto (°C)											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
6,1	7,4	10,2	13,6	17,6	21,7	24,3	24,3	21,0	16,2	11,6	8,2

Tab.1: Fonte: Enea "Anagrafe delle località" <http://clisun.casaccia.enea.it/Pagine/ProfAccDat.htm>

Dati di irraggiamento

Radiazione giornaliera media mensile su superficie orizzontale (kWh/m ² /giorno) (norma UNI 8477 parte I)												Totale
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annuale
1,75	2,60	3,79	4,92	6,00	6,54	6,46	5,52	4,31	3,02	1,85	1,44	1.472

Tab.2:Fonte Enea "Calcolo radiazione globale giornaliera media mensile, al suolo, su superficie orizzontale"
<http://www.solaritaly.enea.it/CalcComune/Calcola.php>

Durata insolazione

Eliofania assoluta (h/g)												Totale
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annuale
3,3	4,1	4,2	4,8	6,3	6,5	8,6	8,7	6,7	5,1	3,5	3,0	1.976

Tab.3: Fonte Enea "Anagrafe delle località" <http://clisun.casaccia.enea.it/Pagine/ProfAccDat.htm>

¹ Fonte:Norma UNI 8477/1

Fabbisogno energetico

Il fabbisogno energetico dell'edificio relativo alla produzione di acqua calda sanitaria è stato calcolato in base ai dati riportati nella tabella a pag. 26 dell'allegato 1.2 (SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA) del bando citato in premessa, che ipotizza una temperatura dell'acqua di ingresso pari a 12°C e una temperatura dell'acqua di fornitura pari a 45°C e indica con 5 litri/g ad utente il fabbisogno medio giornaliero di ACS di una scuola impianto sportivo e il fabbisogno termico in 0,192 kWh/g ad utente, mentre per un ristorante, a cui la mensa è stata assimilata, il fabbisogno medio giornaliero di ACS viene stimato in 10 litri/g, e quindi il fabbisogno termico sarà di 0,38 kWh/g. La struttura viene utilizzata per 210 giorni all'anno.

I dati sul fabbisogno giornaliero, sono riportati nella tabella 4.

Fabbisogno giornaliero ACS (scuola): $310 \text{ utenti} \times 5 \text{ lt/g} = 1.550 \text{ lt/g}$
Fabbisogno energetico giornaliero (scuola): $310 \text{ utenti} \times 0,192 \text{ kWh/g} = 60 \text{ kWh/g}$
Fabbisogno giornaliero ACS (mensa): $310 \text{ utenti} \times 10 \text{ lt/g} = 3.100 \text{ lt/g}$
Fabbisogno energetico giornaliero (mensa): $310 \text{ utenti} \times 0,38 \text{ kWh/g} = 118 \text{ kWh/g}$

Tab. 4: Fabbisogno energetico giornaliero

E' stato quindi calcolato il fabbisogno energetico mensile e annuale in base ai giorni di utilizzo della struttura. L'impianto risulta non attivo nei mesi di luglio e di agosto. I valori sono riportati nella tabella seguente.

Fabbisogno energetico mensile (kWh/mese)												Totale Annuale (kWh/anno)
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
2964	4031	4565	4387	4387	1720	0	0	1898	4565	4209	2904	36.780

Tab. 5: Fabbisogno energetico mensile e annuo

Dimensionamento di massima dell'impianto solare

Per soddisfare il fabbisogno termico relativo all'utilizzo dell'acqua calda sanitaria, per i servizi della scuola e della mensa, si è previsto l'utilizzo di un impianto solare termico a circolazione forzata, con l'installazione dei collettori sulla copertura dell'edificio.

Dati di progetto

Tipologia di edificio	Scuola
Copertura edificio utile per l'installazione	163 mq
Numero utenti giorno	310
Periodo di funzionamento struttura	210 giorni/anno
Fabbisogno ACS	4.650 lt/g
Fabbisogno energetico per la produzione di ACS	178 kWh/g
Combustibile utilizzato dal sistema di riscaldamento esistente	gas metano
Emissione di CO ₂	0,2 Kg/kWh
Emissione di NOx	0,21 g/kWh
Tipologia collettori solari	a tubi sottovuoto
Efficienza media collettori	50%
Perdite impianto	10%
Angolo di tilt dei collettori	20°
Angolo di azimut dei collettori	3°

La radiazione giornaliera media mensile sul piano dei collettori, in accordo con la norma Uni 8477 parte I, è riportata in tabella 6.

Radiazione giornaliera media mensile incidente sul piano dei collettori solari (kWh/m ² /giorno) (norma UNI 8477 parte I)												Totale
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annuale
2,59	3,42	4,47	5,26	6	6,35	6,34	5,71	4,85	3,77	2,57	2,15	1.633

Tab. 6 Fonte Enea "Calcolo radiazione globale giornaliera media mensile, al suolo, su superficie inclinata"
<http://www.solaritaly.enea.it/CalcComune/Calcola.php>

Calcolo superficie collettori

Il calcolo è stato effettuato in modo da garantire nel mese di maggio l'intera copertura del fabbisogno per mezzo della sola fonte solare:

Mese di Maggio:

Fabbisogno energetico: 178 kWh/giorno

Radiazione giornaliera media incidente sul piano dei collettori: 6 kWh/m²/giorno

Con i dati a disposizione si è calcolato, per il mese di maggio, la potenza utile media giornaliera fornita dai collettori:

$$Potenza.utile = Radiazione.giornaliera \times Efficienza.collettore = 3 \frac{kWh}{m^2 \cdot giorno}$$

La superficie necessaria teorica risulta:

$$S = \frac{fabbisogno.giornaliero}{potenza.utile} = \frac{178}{3} = 59,3m^2$$

Il valore calcolato non tiene conto delle dispersioni termiche nelle tubazioni e nei boiler d'accumulo; lo stesso dimensionamento, eseguito considerando un fattore di perdita pari a 0,1, conduce ad una superficie netta di 65,19 mq. Il dimensionamento effettivo è stato poi calcolato considerando le dimensioni standard dei collettori in commercio, pari a una superficie captante netta di 2,2 mq e una superficie lorda di 2,5 mq. In base a queste considerazioni si è deciso di installare 29 collettori solari suddivisi in 5 banchi, 4 da 6 collettori ciascuno, e 1 da 5 collettori, che forniranno il 96,9 % del fabbisogno energetico del mese di maggio.

L'energia prodotta con l'impianto solare è data da:

$$Producibilità\ giornaliera\ (kWh/g) = Superficie\ netta\ collettori\ (mq) \times efficienza \times radiazione\ giornaliera\ incidente\ (kWh/mq/g)$$

In tabella 7 viene riportata la stima della producibilità su base mensile considerando un fattore di perdita pari a 0,1.

Producibilità mensile dell'impianto solare (kWh/mese)												Totale
gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	Ago	set	ott	nov	dic	annuale
1338	2357	3465	3926	4479	2005	0	0	1671	2922	1845	1049	25.058

Tab. 7: Energia mensile e annuale prodotta dall'impianto solare

In tabella 8 viene riportato, per ogni mese, il valore della frazione solare dell'impianto.

Percentuale del fabbisogno fornito dall'impianto solare (%)												
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
41,8	55,2	72,2	84,9	96,9	102,5	---	---	78,3	60,9	41,5	34,7	

Tab. 8: Frazione solare dell'impianto

Emissioni evitate

L'impianto produrrà annualmente 25.058 kWh utili producendo un abbattimento delle emissioni nocive di CO₂ e NO_x pari a:

$$25.058 \text{ kWh/anno} \times 0,2 \text{ kg/KWh} = 5.011 \text{ kg CO}_2$$

$$25.058 \text{ kWh/anno} \times 0,21 \text{ g/KWh} = 5,26 \text{ kg NO}_x$$

COMPONENTI DELL'IMPIANTO

L'impianto sarà costituito da **29 collettori solari sottovuoto, per una superficie complessiva lorda di 72,5 mq**, divisi in 5 banchi di collettori collegati in parallelo, 4 banchi formati da 6 collettori collegati in serie, e 1 da 5 collettori, ogni banco di collettore sarà dotato di una valvola di sicurezza e una valvola d'intercettazione con un rubinetto di sfiato e il flusso del fluido termovettore sarà regolato da un regolatore di portata.

Il sistema di accumulo giornaliero, dimensionato in modo tale da consentire una capacità media giornaliera di accumulo pari a 50 lt per mq di superficie di collettori installata, avrà una capacità complessiva di 3.000 litri costituito da 2 serbatoi della capacità di 1.500 litri. Il serbatoio è dotato di scambiatore di calore interno di tipo a serpentino immerso con una superficie di scambio termico complessiva di circa 18 mq.

Tutto l'impianto sarà monitorato e regolato tramite una centralina di termoregolazione e gestione dell'impianto, mentre l'energia termica prodotta dall'impianto e quella fornita all'impianto utilizzatore sarà misurata da due contatori di energia termica.

POSIZIONAMENTO IMPIANTO

Vedi planimetria nell'elaborato grafico allegato.

Dettaglio componenti:

- **N° 29 Collettori solari sup. lorda 72,5 mq e superficie netta irradiata di 63,8 mq;**
- **N° 2 Serbatoi con capacità di accumulo di 1.500 lt;**
- N°1 Pompa centrifuga;
- N°1 Valvola miscelatrice;
- N°3 Vasi di espansione;
- Valvole di sicurezza, valvole di regolazione di portata, valvole di non ritorno, valvole di sezionamento, valvole di sfiato, collettori per la distribuzione, misuratori di portata, regolatori di pressione.

Tubazioni opportunamente coibentate per la circolazione del fluido termovettore e per la distribuzione dell'acqua calda sanitaria dal circuito solare (circuito primario) all'utenza (circuito secondario);

- N°1 Sistemi di termoregolazione e supervisione, comprensiva di sensori;
- N°2 contabilizzatori di energia termica.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Immagine 01 (Vista aerea)



Immagine 02 (Vista laterale)



Immagine 03 (Vista laterale)



Immagine 04 (Vista laterale)



Immagine 05 (Vista interna - Scuola Materna)



Immagine 06 (Vista Copertura)

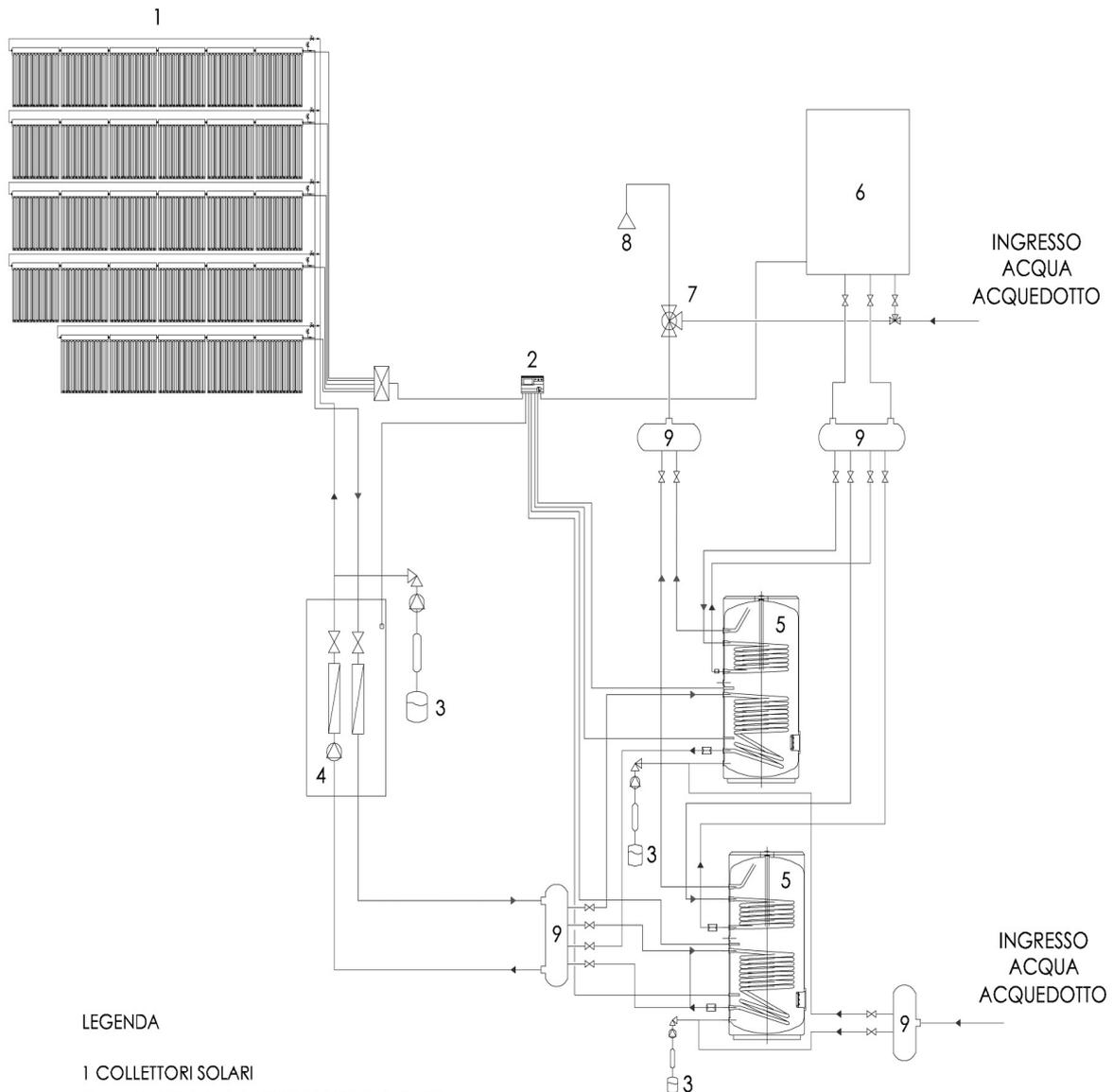


Immagine **07** (Locale Tecnico – part. Caldaia)



Immagine **08** (Locale Tecnico – part. Serbatoio di accumulo)

LAYOUT DI IMPIANTO (SCHEMA FUNZIONALE)



LEGENDA

- 1 COLLETTORI SOLARI
- 2 CENTRALINA DI CONTROLLO E COMANDO
- 3 VASO DI ESPANSIONE
- 4 POMPA CENTRIFUGA (POMPA SOLARE)
- 5 SISTEMA DI ACCUMULO
- 6 IMPIANTO TERMICO ESISTENTE
- 7 VALVOLA MISCELATRICE (MISCELATORE TERMOSTATICO)
- 8 IMPIANTO UTILIZZATORE
- 9 COLLETTORI PER LA DISTRIBUZIONE

ELENCO AUTORIZZAZIONI NECESSARIE ALLA COSTRUZIONE

La Legge n°10 del 09/01/1991 considera un impianto solare come un'estensione dell'impianto idrico-sanitario, e quindi lo fa rientrare nelle procedure di autorizzazione previste per tali impianti. Poiché l'immobile oggetto dell'intervento non è soggetto ad alcun vincolo di tipo urbanistico o paesaggistico e non rientra nella tipologia di immobili di interesse storico-artistico, è sufficiente presentare al comune competente una denuncia di inizio attività (DIA) per procedere all'installazione dell'impianto solare.

TEMPI DI REALIZZAZIONE

I tempi di realizzazione sono stati stimati in 80 giorni dalla data di comunicazione di inizio lavori alla data di collaudo.

COSTI DI INVESTIMENTO

Tali costi si ritengono comprensivi di oneri di progettazione, direzione lavori, collaudo ed altre spese aggiuntive che determinano la corretta esecuzione dell'opera.

Collettori solari

- N° 29 Collettori solari comprensivi di:
- Telaio di supporto in acciaio con piedini di ancoraggio;
- Raccordi e guarnizioni;
- Liquido termovettore;
- Protezione antifulmine collegato all'impianto dell'edificio.
- Valvole di sicurezza , valvole d'intercettazione con un rubinetti di sfiato, regolatori di portata.

Costo: Euro 49.793,88

Sistema di accumulo

- N°2 Serbatoi di accumulo con capacità di accumulo di 1.500 lt
- N°1 Pompa centrifuga (pompa solare);
- N°1 Valvola miscelatrice;

- N°3 Vasi di espansione
- Valvole di sicurezza, valvole di regolazione di portata, valvole di non ritorno, valvole di sezionamento, valvole di sfiato, collettori per la distribuzione, misuratori di portata, regolatori di pressione.

Costo: Euro 18.200,00

Sistemi di termoregolazione e supervisione;

- Centralina elettronica di controllo e misurazione;
- Sensori e cavi di collegamento;

Costo: Euro 1.850,00

Altro

- Tubazioni opportunamente coibentate per la circolazione del fluido termovettore e per la distribuzione dell'acqua calda sanitaria dal circuito solare (circuito primario) all'utenza (circuito secondario);
- Cavi elettrici;

Costo: Euro 3.625,00

Installazione

Costo: Euro 10.875,00

Totale costi Euro 84.343,88

Sistema di monitoraggio

- Sistema comprensivo di N° 2 contabilizzatori di energia termica;

Costo: Euro 8.307,60