



CONTO TERMICO
CRITERI DI
DIMENSIONAMENTO DEGLI
IMPIANTI SOLARI TERMICI
(INTERVENTO 2.C)

L'ENERGIA
DEL PRESENTE

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. PRINCIPI GENERALI E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	4
2.1. PRINCIPI GENERALI DEL SOLARE TERMICO	4
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	7
3. CRITERI DI CONTROLLO DEL DIMENSIONAMENTO.....	8
3.1. DEFINIZIONE DEI CONFINI DELL'ANALISI	8
3.2. INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI RIFERIMENTO.....	8
3.3. COSTRUZIONE E VALIDAZIONE DEGLI ANDAMENTI TEORICI.....	11
3.4. APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CONTROLLO.....	15
4. CASI STUDIO	16
ESEMPIO 1: IMPIANTO SOLARE TERMICO PER LA PRODUZIONE DI ACS CON COLLETTORI PIANI REALIZZATO IN SUD ITALIA.....	16
ESEMPIO 2: IMPIANTO SOLARE TERMICO PER LA PRODUZIONE DI ACS CON COLLETTORI SOTTOVUOTO REALIZZATO IN NORD ITALIA.....	19
APPENDICE – ANDAMENTI TEORICI DEI PARAMETRI DI RIFERIMENTO	21

1. PREMESSA

Il **Conto Termico** è lo strumento messo a disposizione dei privati e della PA per incentivare la realizzazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili. Disciplinato dal **D.M. 16 febbraio 2016**, recante aggiornamenti del D.M. 28 dicembre 2012, il Conto Termico concorre al raggiungimento degli obiettivi nazionali previsti dai Piani di azione per le energie rinnovabili e per l'efficienza energetica.

Il D.M. 16 febbraio 2016 (di seguito anche "*Decreto*") prevede, tra le tipologie di interventi incentivabili, l'**installazione di impianti solari termici** per la produzione di acqua calda sanitaria e/o a integrazione dell'impianto di climatizzazione invernale, anche abbinati a sistemi di *solar cooling* per la produzione di energia termica per processi produttivi o immissione in reti di teleriscaldamento e raffreddamento (**intervento 2.C** - art. 4, comma 2, lettera c).

Il presente documento illustra i criteri di corretto dimensionamento degli impianti solari termici anche al fine di realizzare intervento compatibili con l'accesso agli incentivi del Conto Termico.

Infatti, l'art. 4, comma 3 del Decreto stabilisce che **gli interventi** incentivabili "*devono essere correttamente dimensionati, sulla base della normativa tecnica di settore, in funzione dei reali fabbisogni di energia termica*". Detta disposizione è un requisito di accesso agli incentivi valido per tutti gli interventi previsti dal Conto Termico e costituisce elemento di valutazione anche **per gli impianti solari termici, di qualsiasi taglia**.

In materia, risulta necessaria la valutazione del contesto in cui è stato realizzato un intervento (localizzazione ed unità immobiliare interessata), al fine di evitare che vengano ammessi agli incentivi interventi di taglia spropositata rispetto ai reali fabbisogni dell'utenza, con ciò derivandone l'allocazione di risorse non correttamente proporzionale alla produzione di energia termica da fonti rinnovabili.

Si è ritenuto utile, pertanto, condurre un'**analisi del sistema edificio-impianto** che, con l'ausilio della documentazione tecnica di riferimento, consentisse al GSE di definire una **metodologia per verificare il corretto dimensionamento degli impianti solari termici in funzione degli effettivi fabbisogni di acqua calda sanitaria**.

Il processo di analisi ed elaborazione è stato condotto dal GSE secondo le seguenti fasi:

- **analisi dei dati** estrapolati dal PortalTermico, al fine di individuare gli aspetti e le criticità su cui intervenire, nonché definire le correlazioni tra i parametri di riferimento;
- **elaborazione del modello** di controllo del dimensionamento, sulla base degli andamenti teorici e dei dati disponibili;
- **collaudo e raccolta dei risultati**;
- **implementazione del modello** calibrato e osservazione dei risultati.

Il documento contiene due casi studio relativi a istruttorie svolte dal GSE per interventi 2.C incentivati in Conto Termico.

Nell'Appendice, infine, sono riportati gli andamenti di dettaglio delle grandezze di riferimento.

2. PRINCIPI GENERALI E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1. PRINCIPI GENERALI DEL SOLARE TERMICO¹

Il **solare termico** utilizza tecnologie volte a convertire la radiazione solare in energia termica, per il riscaldamento dell'acqua sanitaria (di seguito, per brevità, ACS) e per il riscaldamento degli ambienti (a bassa temperatura, tra 45°C e 65°C), per applicazioni in processi industriali (a temperatura media e alta, vale a dire 100-250°C) e per il raffrescamento degli ambienti interni di edifici (*solar cooling*).

Quando si parla di **solare termico a bassa temperatura per la produzione di ACS**, si intende un sistema costituito dai seguenti componenti:

- **sistema di captazione** della radiazione solare, ovvero un pannello o collettore solare che trasforma la radiazione solare direttamente in energia termica da trasferire a un fluido termovettore;
- **sistema di accumulo**, ovvero un serbatoio contenente un fluido termovettore adatto a neutralizzare la variabilità dell'energia solare e a conservare l'energia termica;
- **circuito idraulico**, che collega i collettori all'accumulo e che consente, attraverso scambiatori di calore, il trasferimento di calore dal fluido termovettore all'acqua, generalmente usata dall'utente;
- **sistema di integrazione**, qualora non ci si affidi alla sola radiazione solare per il fabbisogno di ACS.

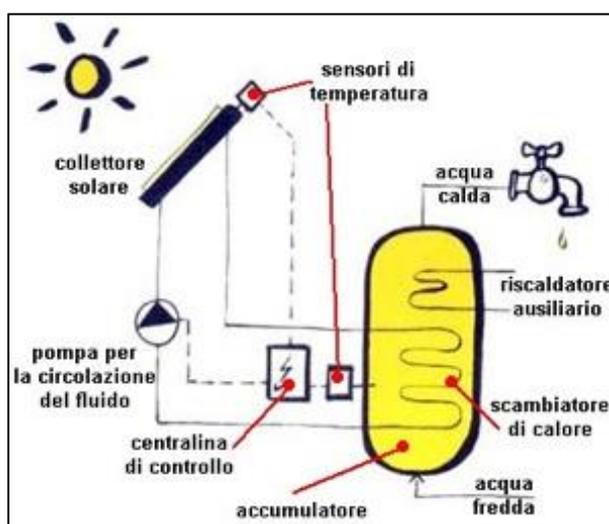


Figura 1 – Schema di impianto solare termico per la produzione di ACS.

La configurazione ottimale per un impianto solare termico è definita sulla base dei fabbisogni dell'utenza, della posizione geografica e delle condizioni climatiche del luogo d'installazione. Le configurazioni degli impianti solari termici possono essere raggruppate in due principali categorie.

¹ Fonte: sito internet <https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/solare-termico>, ENEA.

- **impianti a circuito aperto:** il fluido caldo proveniente dal collettore è la stessa acqua che, raggiunta la temperatura desiderata, arriva all'utenza;
- **impianti a circuito chiuso:** il fluido caldo scorre in un circuito chiuso (circuito primario) che cede il calore, attraverso uno scambiatore, all'acqua contenuta all'interno di un serbatoio. L'acqua calda così accumulata è inviata all'utenza tramite un circuito secondario.

Gli impianti a circuito chiuso possono a loro volta essere suddivisi in due tipologie:

- **impianti a circolazione naturale,** nei quali il serbatoio di accumulo, dotato di scambiatore interno, è posto al di sopra del collettore. La circolazione è garantita dalla differenza di densità del fluido tra il ramo freddo e il ramo caldo del circuito chiuso. Questa è una soluzione impiantistica, interamente installata in esterno, semplice, compatta ed economica, adatta prevalentemente per piccoli impianti;
- **impianti a circolazione forzata,** da preferire per impianti di taglia medio-grande e in previsione di un utilizzo durante tutto l'anno, con una pompa di ricircolo del fluido che permette di svincolare il posizionamento dei collettori dal sistema di accumulo. Tale soluzione garantisce anche una migliore integrazione architettonica e un migliore risultato estetico, consentendo di collocare il serbatoio in un idoneo locale tecnico, e non sul tetto.

Tra i **collettori solari** possono individuarsi sia la tipologia a collettori vetrati piani che a collettori sottovuoto.

I componenti dei **collettori vetrati piani** sono i seguenti:

- **assorbitore del calore solare,** solitamente una lastra metallica annerita sulla faccia esposta alla radiazione solare, al cui interno è inserito un fascio di tubi in cui scorre il fluido destinato a scaldarsi;
- una o più **lastre di vetro** o altro materiale trasparente, poste sopra l'assorbitore, hanno la funzione di consentire il passaggio dei raggi solari incidenti e impedire che il calore emesso dall'assorbitore si disperda nello spazio esterno;
- **isolante termico,** inserito al di sotto e ai lati del pannello per impedire dispersioni di calore per conduzione, ovvero per contatto diretto tra corpi a diverse temperature;
- **scozza,** realizzata a protezione del pannello, solitamente in lamiera o materiale plastico.

Quando i raggi solari raggiungono la superficie vetrata del collettore, una parte di essi è riflessa verso lo spazio, mentre la maggior parte supera il vetro e viene captata dall'assorbitore. Il fluido circolante, scaldandosi, riemette calore sotto forma di radiazione infrarossa. Le caratteristiche della superficie vetrata sono tali per cui le radiazioni di infrarossi non la attraversano (disperdendola nello spazio), ma vengono respinte verso l'interno (effetto serra).

I **collettori sottovuoto** (Figura 2) presentano, a parità di superficie impegnata, un miglior rendimento rispetto ai collettori vetrati, grazie alla presenza di una intercapedine tenuta sottovuoto che di fatto azzerava le perdite termiche derivanti dall'effetto conduttivo e convettivo.

Il principio di funzionamento del pannello solare a tubi sottovuoto è uguale a quello di un normale termos (Figura 3). I tubi sono formati da un doppio vetro, il vuoto tra i due vetri trattiene il calore anche quando le temperature esterne sono molto basse. Gli specchi concavi riflettenti posti sotto i tubi permettono di

sfruttare la radiazione solare in modo ottimale, poiché riflettono i raggi solari e li convogliano, da più angolazioni, verso tubi sottovuoto con bassissime perdite di radiazione, consentendo così di ottenere una resa elevata, anche nelle ore pomeridiane e con esposizione non favorevole.



Figura 2 – Esempio di collettore solare a tubi sottovuoto

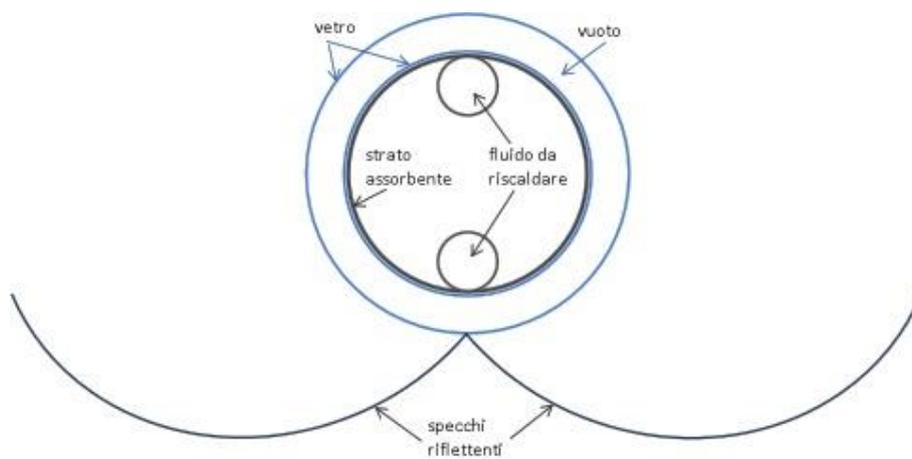


Figura 3 – Schema di collettore solare a tubi sottovuoto

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

▪ **Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28**

Il decreto legislativo 3 marzo 2011 n. 28, in attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e nel rispetto dei criteri stabiliti dalla Legge 4 giugno 2010, n. 96 definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti. Detta, inoltre, le norme relative ai trasferimenti statistici tra gli Stati membri, ai progetti comuni tra gli Stati membri e con i Paesi terzi, alle garanzie di origine, alle procedure amministrative, all'informazione e alla formazione, nonché all'accesso alla rete elettrica per l'energia da fonti rinnovabili, e fissa criteri di sostenibilità per i biocarburanti e i bioliquidi.

▪ **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 28 dicembre 2012**

Il decreto ministeriale del 28 dicembre 2012, in attuazione dell'art. 28 del D.lgs. n. 28/2011, disciplina l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili, ai fini del raggiungimento degli obiettivi specifici previsti dai Piani di azione per le energie rinnovabili e per l'efficienza energetica di cui all'art. 3, comma 3, del D.lgs. n. 28/2011.

▪ **Decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102**

Il decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 attua la Direttiva 2012/27/UE, con cui sono state abrogate la direttiva 2004/8/CE e la direttiva 2006/30/UE.

▪ **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 16 febbraio 2016**

Il decreto ministeriale del 16 febbraio 2016 aggiorna la disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili secondo principi di semplificazione, efficacia, diversificazione e innovazione tecnologica, nonché di coerenza con gli obiettivi di riqualificazione energetica degli edifici della pubblica amministrazione. La nuova disciplina concorre al raggiungimento degli obiettivi specifici previsti dai Piani di azione per le energie rinnovabili e per l'efficienza energetica di cui all'art. 3, comma 3 del D.lgs. n. 28/2011, e dall'art. 7 del D.lgs. n. 102/2014.

3. CRITERI DI CONTROLLO DEL DIMENSIONAMENTO

Nella presente sezione sono descritte le fasi del processo che ha condotto il GSE, tramite la definizione di criteri per il dimensionamento degli impianti solari termici, all'elaborazione di un modello teorico di corretto dimensionamento rispetto al quale è possibile anche verificare, in prima approssimazione, la condizione dell'art. 4 comma 3 del Decreto, al cui rispetto è subordinato l'accesso agli incentivi del Conto Termico.

Sulla base dei dati dimensionali dell'edificio e con l'ausilio della normativa tecnica di settore, si è creato uno strumento semplice e affidabile per l'individuazione preventiva, in fase istruttoria, degli interventi che necessitano di ulteriori approfondimenti da parte del GSE.

3.1.DEFINIZIONE DEI CONFINI DELL'ANALISI

Il Conto Termico prevede, tra le tipologie di interventi incentivabili, **l'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e/o a integrazione dell'impianto di climatizzazione invernale, anche abbinati a sistemi di solar cooling, per la produzione di energia termica per processi produttivi o immissione in reti di teleriscaldamento e raffreddamento** (intervento 2.C - art. 4, comma 2, lettera c del Decreto).

Dall'analisi delle istruttorie avviate dal GSE per interventi afferenti alla predetta tipologia, si è osservato che:

- l'installazione di impianti solari termici per la sola produzione di ACS rappresenta l'84% circa degli interventi 2.C presentati al GSE;
- il 94% circa delle richieste di incentivazione pervenute al GSE è riconducibile a interventi effettuati sull'edilizia residenziale.

Pertanto, nella presente trattazione, si è ritenuto opportuno approfondire i criteri di dimensionamento degli impianti in relazione alla dimensione e localizzazione degli edifici inerenti i soli interventi di installazione di **impianti solari termici utilizzati per la sola produzione di ACS e realizzati su edifici con destinazione d'uso residenziale**, in quanto rappresentano la maggioranza delle richieste di incentivazione pervenute al GSE per interventi 2.C nell'ambito del Conto Termico.

3.2.INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI RIFERIMENTO

L'obiettivo dell'analisi è quello di definire uno strumento sintetico, affidabile, conforme alle norme di riferimento e cautelativo che metta in relazione i parametri tecnici dell'impianto con i parametri principali dell'edificio

Ai fini dell'individuazione del parametro di riferimento per l'analisi dei dati e il controllo del dimensionamento, si è partiti dall'equazione di bilancio tra l'energia prodotta da un impianto solare termico e il fabbisogno standard di ACS, ricavando il **fattore di dimensionamento**, espresso come il rapporto tra la superficie utile dell'edificio ove è installato l'impianto e la superficie solare lorda dell'impianto stesso:

$$D = \frac{\eta_{\text{impianto}} \cdot E_{\text{solare}}}{U_{\text{fabbisogno}} \cdot f_{\text{copertura}}} \left[\frac{m^2_{\text{edificio}}}{m^2_{\text{collettori}}} \right] \quad [1]$$

dove:

- η_{impianto} è il rendimento nominale del sistema solare termico (ivi incluse tutte le perdite di impianto: per inclinazione, ombreggiamento, coibentazione del sistema di distribuzione, ecc.);
- $f_{\text{copertura}}$ è il fattore di copertura del fabbisogno di ACS da energia termica solare.
- E_{solare} è la radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale, espressa in kWh/m²_{collettori};
- $U_{\text{fabbisogno}}$ è il fabbisogno giornaliero di ACS dell'utenza servita, espresso in kWh/m²_{edificio}.

In considerazione delle finalità dello strumento di controllo, si è deciso di adottare una logica conservativa nella scelta delle variabili correlate al fattore di dimensionamento, come nel seguito dettagliato.

Il **rendimento nominale del sistema** è stato calcolato come il rapporto tra la producibilità specifica minima dei collettori solari per l'accesso agli incentivi e l'irraggiamento di riferimento, pari a 1.232 kWh/m² anno, della località Würzburg. Si noti che l'efficienza calcolata è riferita all'impianto, mentre la producibilità riguarda i collettori installati; la scelta di considerare il valore di producibilità minimo necessario per il rispetto dei requisiti di accesso al Conto Termico è mirata infatti a tener conto al suo interno anche delle perdite aggiuntive dell'impianto (e.g. inclinazione non ottimale e ombreggiamento). Il predetto valore minimo di producibilità specifica, variabile con la tipologia dei collettori, è fissato dal paragrafo 2.3 dell'Allegato I al Decreto come segue:

- 300 kWh/m² anno, nel caso di collettori piani;
- 400 kWh/m² anno, nel caso di collettori sottovuoto, collettori a tubi evacuati e impianti solari termici prefabbricati del tipo *factory made*.

Relativamente al **fattore di copertura del fabbisogno di ACS da fonte solare**, l'ipotesi da formulare deriva da scelte progettuali e non è oggetto di norma. Tuttavia, la curva di produzione annuale di un impianto solare termico ha un picco estivo e un minimo invernale, mentre il fabbisogno di ACS può essere in prima approssimazione considerato costante (Figura 4).

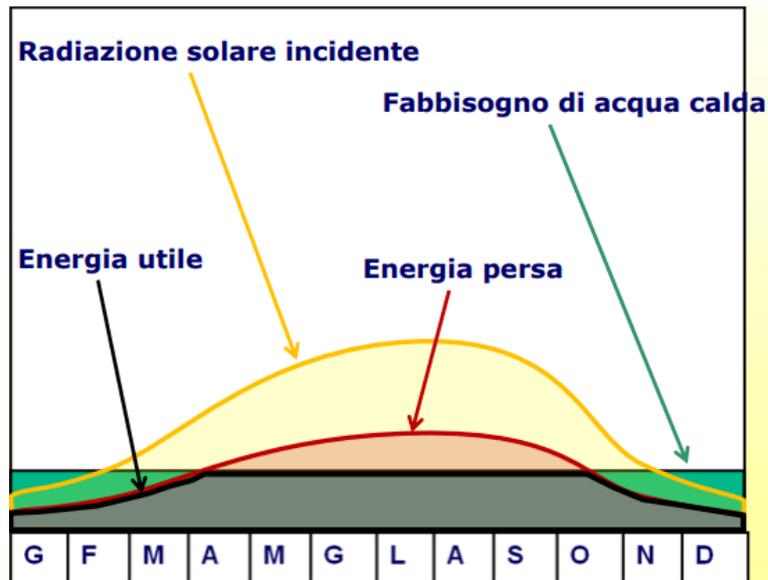


Figura 4 – Produzione annuale di un impianto solare termico, in rosso, e fabbisogno di ACS per uso residenziale, in verde (Fonte: V. Sabatelli, *Corso di formazione ed aggiornamento professionale per Energy Manager*, Bologna, ENEA, 2011).

Un impianto dimensionato per soddisfare l'intero fabbisogno energetico invernale dell'utenza, quindi, genererebbe una sovrapproduzione in estate, risultando intrinsecamente **non correttamente dimensionato**: non conveniente dal punto di vista economico², nonché potenzialmente dannoso per l'impianto stesso³. Vengono quindi di seguito trattate tre diverse ipotesi progettuali sulla base dei fattori di copertura più ricorrenti nella letteratura tecnica⁴:

- i. copertura del 100% del fabbisogno annuale di ACS;
- ii. copertura del 100% del fabbisogno giornaliero estivo di ACS;
- iii. copertura del 40% del fabbisogno giornaliero invernale di ACS, per la quale, in base al criterio della determinazione del valore ottimale (dell'area dei collettori), si mira al soddisfacimento del 60-70% del fabbisogno annuo di ACS, con ciò derivandone una copertura invernale entro il 40% e una limitata sovrapproduzione estiva.

I valori della **radiazione solare** sono stati ricavati dall'*Atlante italiano della radiazione solare*, pubblicato sul sito internet dell'ENEA⁵. In particolare, sono stati considerati i dati di nove città italiane: Milano, Torino e Venezia e per il nord; Ancona, Firenze e Roma per il centro; Catania, Lecce e Napoli per il sud.

² Nel caso del solare termico, infatti, il costo principale è rappresentato dall'investimento iniziale, direttamente proporzionale all'area installata. Tale investimento è distribuito sull'energia prodotta per calcolarne il costo: se una quota di energia prodotta non viene consumata, il costo iniziale viene distribuito sull'energia effettivamente utilizzata, che risulta essere minore di quella prodotta, con ciò derivandone un aumento del costo dell'energia da fonte solare.

³ Si fa riferimento al fenomeno della stagnazione e all'aumento di temperatura del fluido termovettore, che può provocare danni a materiali e guarnizioni.

⁴ Fonte: paragrafo 4.3.8, *Analisi preliminare e progetto di un impianto solare termico*, del libro M. Spagnolo, *Efficienza energetica nella progettazione*, Roma, DEI, 2007, p. 226.

⁵ Fonte: sito internet www.solaritaly.enea.it, ENEA

A partire dai predetti dati e in accordo con le summenzionate ipotesi sul fattore di copertura, sono stati individuati, per ciascuna area geografica, i valori minimi della radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale, per il periodo invernale e per il periodo estivo, e il valore minimo della radiazione solare globale annua (Tabella 1). Si specifica che sono stati scelti i valori minimi della radiazione al fine di allinearsi al principio cautelativo della modellizzazione; al medesimo approccio prudenziale è legato l'utilizzo del valore di energia irraggiata su piano orizzontale, ben sapendo che la prassi prevede l'installazione dei collettori solari con un'inclinazione ottimale rispetto alla latitudine del sito.

Per quanto riguarda il **fabbisogno di acqua calda sanitaria dell'utenza servita**, si attinge dalla Specifica tecnica UNI/TS 11300, nata con l'obiettivo di definire una metodologia di calcolo univoca per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici. Nella Parte 2 della predetta norma, infatti, si definisce una modalità di calcolo del fabbisogno di ACS in funzione della superficie utile delle abitazioni.

Radiazione giornaliera media mensile [kWh/m ² anno]	Ancona	Catania	Firenze	Lecce	Milano	Napoli	Roma	Torino	Venezia
Gennaio	1,63	2,28	1,72	2,01	1,53	2,02	1,97	1,61	1,47
Febbraio	2,48	3,25	2,44	2,94	2,38	2,82	2,74	2,52	2,27
Marzo	3,74	4,22	3,71	4,01	3,75	3,92	3,93	3,82	3,69
Aprile	4,90	5,24	4,65	5,18	4,87	5,03	4,94	4,88	4,75
Maggio	5,94	6,28	5,83	6,18	5,77	6,10	6,12	5,69	5,84
Giugno	6,52	6,73	6,41	6,71	6,37	6,66	6,56	6,31	6,38
Luglio	6,49	6,68	6,41	6,66	6,37	6,61	6,57	6,29	6,38
Agosto	5,52	5,85	5,42	5,76	5,44	5,75	5,65	5,30	5,38
Settembre	4,27	4,66	4,19	4,56	4,06	4,43	4,39	4,01	4,13
Ottobre	2,90	3,64	2,83	3,30	2,62	3,22	3,16	2,73	2,68
Novembre	1,76	2,44	1,87	2,11	1,67	2,14	2,10	1,80	1,64
Dicembre	1,30	2,06	1,37	1,66	1,20	1,70	1,58	1,31	1,13
Radiazione globale annua [kWh/m ² anno]	1.446	1.626	1.429	1.557	1.404	1.537	1.516	1.410	1.395

Tabella 1 - Radiazione solare su piano orizzontale - In rosso i valori minimi estivi, in verde i valori minimi invernali e in arancione i valori minimi annui (Fonte: *Atlante italiano della radiazione solare*, ENEA).

3.3.COSTRUZIONE E VALIDAZIONE DEGLI ANDAMENTI TEORICI

Definite le correlazioni tra i parametri di riferimento, è stato possibile costruire gli andamenti del fattore di dimensionamento in funzione della superficie utile dell'edificio (Gruppo di grafici di Figura 5) e l'andamento superficie del collettore – superficie dell'edificio (gruppo di grafici di Figura 6). In considerazione della loro applicabilità, detti grafici sono riportati nel dettaglio nell'Appendice.

Le curve teoriche sono state ricavate dalla combinazione delle seguenti discriminanti:

- due valori del rendimento di impianto (uno per i collettori piani e uno per le altre tipologie);
- tre valori della radiazione solare, in funzione dell'area geografica (nord, centro e sud);
- tre valori del fattore di copertura, in base alle scelte progettuali analizzate nel precedente paragrafo.

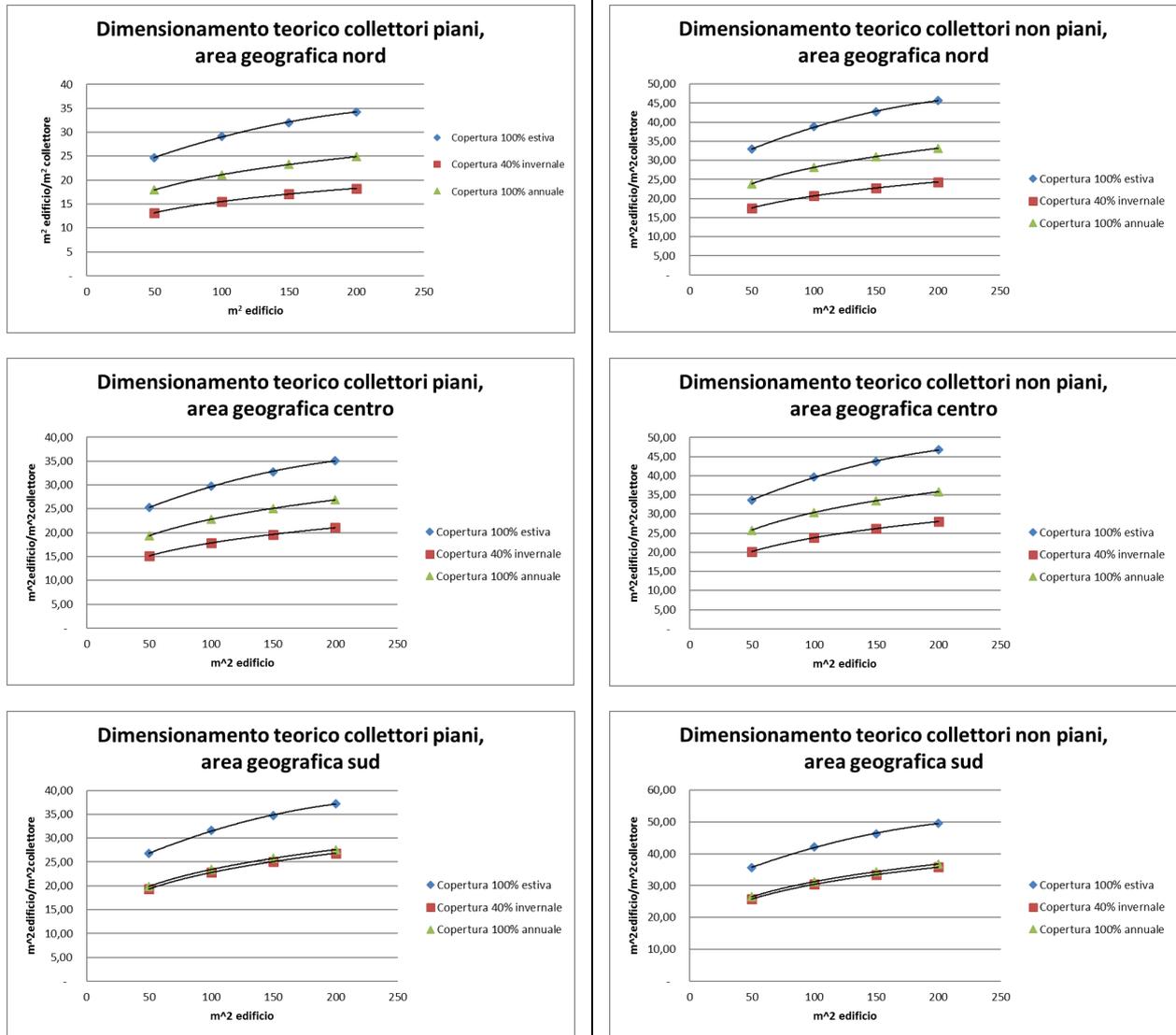


Figura 5 –Andamento del fattore di dimensionamento teorico per collettori piani (a sx) e per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* (a dx)

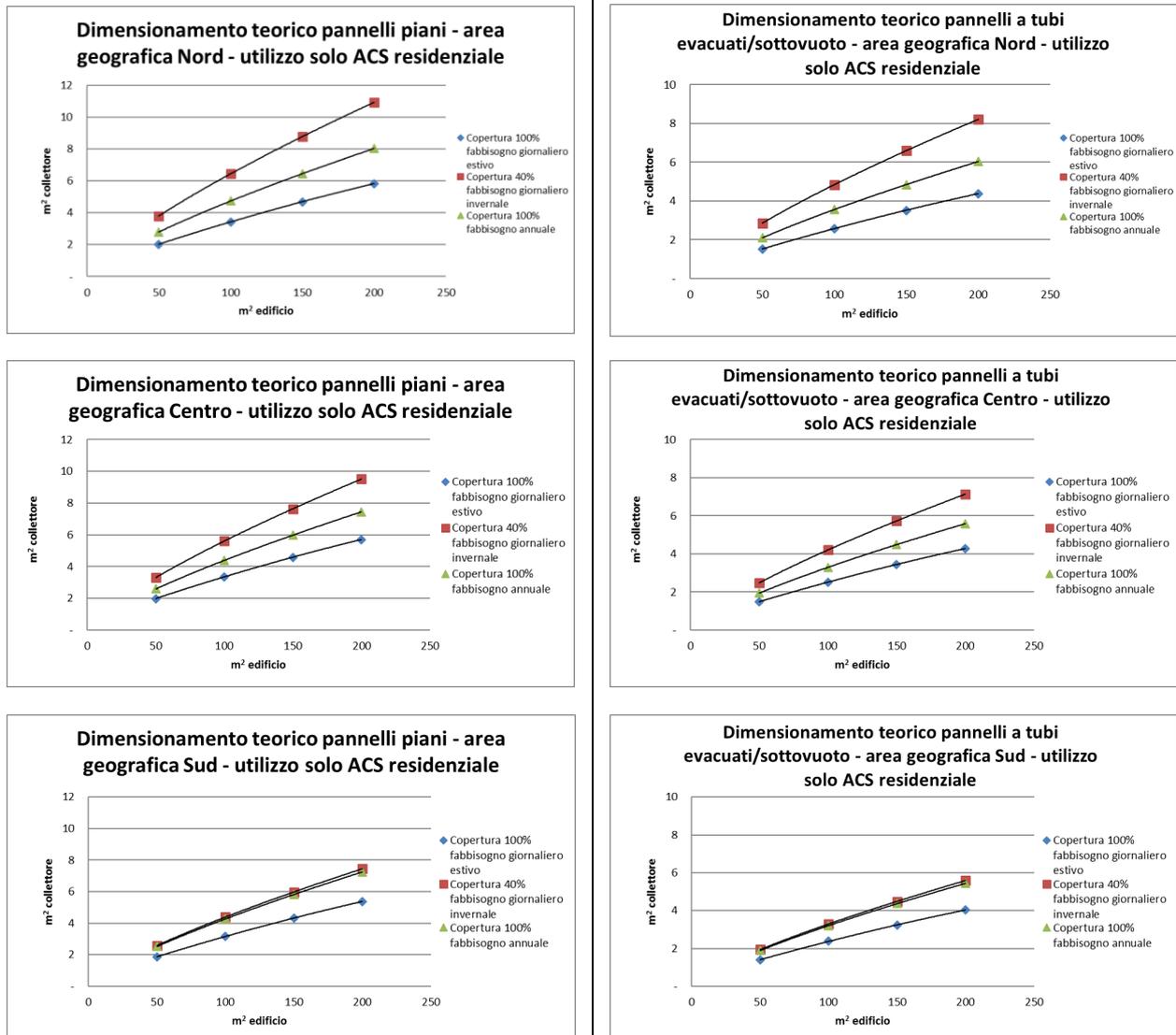


Figura 6 –Andamenti della superficie teorica di collettori piani (a sx) e collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* (a dx), al variare della superficie utile dell'edificio.

Gli andamenti simulati confermano che, a parità di tipologia dei collettori e di area geografica, nell'ipotesi di copertura del 40% del fabbisogno invernale di ACS si hanno i maggiori valori di superficie solare lorda teoricamente necessaria.

Queste curve teoriche possono essere confrontate con i dati estrapolati dal PortalTermico, al fine di verificarne la corrispondenza con le configurazioni impiantistiche dichiarate nell'ambito delle richieste di incentivazione pervenute al GSE. Dall'analisi comparata con un campione di interventi incentivati è emerso che il dimensionamento teorico condotto risulta coerente con l'approccio conservativo di rappresentare un impianto opportunamente dimensionato, con un opportuno margine di cautela. In prima analisi, quindi, la metodologia utilizzata è stata ritenuta valida e, pertanto, applicabile al controllo del dimensionamento degli impianti solari termici.

A ulteriore conferma dei risultati ottenuti, si sono considerati anche i dati empirici disponibili in letteratura tecnica circa il dimensionamento di impianti solari termici. E.g., per la produzione di 50 litri di ACS con un impianto solare termico a collettori piani, è indicativamente necessaria una superficie solare lorda pari a 1,2 m² nel nord Italia, 1,0 m² in centro Italia e 0,8 m² nel sud Italia⁶. A tal riguardo, sono riportati in Tabella 2 i valori empirici della superficie solare lorda e i valori risultanti dal dimensionamento teorico, ipotizzando un consumo di ACS pari a 70 litri/giorno a persona e un numero di occupanti variabile come segue:

- due persone per edifici di 50 m²;
- quattro persone per edifici di 100 m²;
- sei persone per edifici di 200 m².

Area geografica	Superficie edificio [m ²]	Superficie solare lorda (valori empirici) [m ²]	Superficie solare lorda teorica [m ²]
Nord Italia	50 (2 occupanti)	3,4	3,8
	100 (4 occupanti)	6,7	6,5
	200 (6 occupanti)	10,1	11,0
Centro Italia	50 (2 occupanti)	2,8	3,3
	100 (4 occupanti)	5,6	5,6
	200 (6 occupanti)	8,4	9,5
Sud Italia	50 (2 occupanti)	2,2	2,6
	100 (4 occupanti)	4,5	4,4
	200 (6 occupanti)	6,7	7,5

Tabella 2 - Confronto tra dimensionamento empirico e andamenti teorici.

Dal confronto tra le indicazioni empiriche per il dimensionamento e i risultati del modello teorico è emerso un elevato grado di compatibilità, pur considerando l'arbitrarietà del dato sugli occupanti, il quale, per quanto verosimile, influenza fortemente l'analisi. In particolare, si è rilevata un'ottima corrispondenza soprattutto per edifici di piccole dimensioni. Per edifici aventi superfici utili oltre i 200 m², invece, dagli andamenti teorici emerge una sovrastima della superficie impiantistica necessaria, comunque in accordo con il principio cautelativo adottato e illustrato nei paragrafi precedenti.

In ogni modo, la variabilità delle risposte del modello in funzione delle dimensioni delle unità abitative, riscontrata nella fase di validazione degli andamenti teorici, è stata considerata nell'ambito della definizione delle tolleranze da adottare per la calibrazione del modello di controllo.

⁶ Fonte: tabella 4.3.1 da M. Spagnolo, *Efficienza energetica nella progettazione*, Roma, DEI, 2007, p. 235.

3.4.APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CONTROLLO

Vi sono, inoltre, ulteriori elementi che, già in prima approssimazione devono essere considerati nella costruzione del modello e che qui vengono indicati al fine di definire una normale e opportuna prassi di dimensionamento degli impianti:

- è possibile attendersi che, per unità immobiliari di dimensione inferiore a 100 m², il rapporto superficie dell'impianto con superficie dell'abitazione sia lievemente maggiore dell'atteso per ragioni imputabili a un normale effetto scala;
- per kit di minima taglia, composti da 2 o 3 pannelli, è lecito attendersi che il rapporto superficie dell'impianto con superficie dell'abitazione sia lievemente maggiore dell'atteso per ragioni di ripetibilità commerciale;

In via generale si possono ritenere congruamente dimensionati gli impianti di taglia piccola e commerciale per i quali è probabile che il rapporto costi/benefici abbia portato ad una scelta di ampiezza dello specchio solare meno accurata, dei casi di più grande dimensione.

Sul punto, si sottolinea tuttavia che l'introduzione di un criterio di controllo meno stringente non si configura come un'esenzione, infatti non si possono ritenere correttamente dimensionati interventi che mostrino uno scostamento eccessivo dal parametro di riferimento, seppur sia maggiormente tollerabile per interventi di minime dimensioni.

4. CASI STUDIO

Di seguito si riportano due casi studio relativi alle istruttorie condotte dal GSE per impianti solari termici incentivati in Conto Termico.

Per ciascun caso sono riportate le informazioni rilevanti, estrapolate dal PortalTermico, sull'immobile oggetto dell'intervento e sui collettori solari termici, con particolare riferimento alle grandezze che concorrono al calcolo della superficie solare lorda dei collettori.

Tali esempi vogliono essere di supporto agli operatori nel dimensionamento di impianti solari termici per i quali si intende presentare richiesta di riconoscimento degli incentivi spettanti, ai sensi del D.M. 16 febbraio 2016, agli impianti ricadenti negli interventi 2.C.

ESEMPIO 1: IMPIANTO SOLARE TERMICO PER LA PRODUZIONE DI ACS CON COLLETTORI PIANI REALIZZATO IN SUD ITALIA

Impianto solare termico con le seguenti caratteristiche, dichiarate dal Soggetto Responsabile nell'ambito della richiesta di incentivazione presentata al GSE (Figure 7 e 8):

- area geografica: **sud Italia**
- destinazione d'uso: **ACS residenziale**
- tipologia collettori solari: **piani**
- superficie solare lorda: **16,14 m²**
- superficie utile edificio: **360,00 m²**

▼ Collettori solari termici

Se l'edificio/unità immobiliare oggetto di intervento è soggetto al rispetto della quota minima di copertura dei fabbisogni da fonti rinnovabili ai sensi del D.Lgs. 28/11, si ricorda che l'intervento per cui si richiede l'incentivo si riferisce alla sola quota eccedente rispetto alle prescrizioni della normativa vigente.

* Quota dell'energia producibile dai generatori installati che eccede le prescrizioni di cui al D.Lgs. 28/11
100 %
Se l'edificio non è soggetto ai vincoli sopra descritti, indicare 100%

COLLETTORI SOLARI TERMICI

Inserire le informazioni relative ai collettori solari termici per cui si richiede l'incentivo

Collettore Solare Termico	Superficie solare lorda	Tipologia di collettori	Utilizzo	Modello	Marca
Collettore Solare Termico 1	16,14	Piani	Solo acqua calda sanitaria		

Superficie solare lorda totale del nuovo impianto
16,14 m²

Figura 7 –Informazioni sui collettori solari termici (Fonte: PortalTermico).

Dati Catastali

* Stato Catastale Immobile
Immobile accatastato

* Codice Catastale Comune

Sezione * Foglio * Particella Sub

* Categoria:
D/10 DESCRIZIONE: Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole

* Data Accatastamento
19/09/2018

L'immobile è un immobile rurale? (ovvero ha acquisito il requisito di ruralità secondo le normative vigenti)
 Sì No

* Destinazione d'uso ai sensi del D.P.R. 412/93 e s.m.i.
E.1 (1) DESCRIZIONE: Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme

Dati Immobile

Superfici e volumi, riferiti alla sola climatizzazione invernale, dell'unità immobiliare/intero edificio oggetto di intervento:

Anno di realizzazione (anche stimato)
2010

Tipologia Edilizia
Edificio multipiano a torre

Specificare altro

* Superficie utile
360 m²

Volume netto riscaldato
940 m³

Figura 8 – Dati sull'immobile (Fonte: PortalTermico).

Nell'ambito dell'istruttoria di valutazione avviata ai sensi della Legge 241/90, il GSE ha rilevato che il **parametro adimensionale di pertinenza dell'intervento (espresso in m² dell'edificio/m² dell'impianto solare) è inferiore rispetto a quello atteso.**

Il GSE ha chiesto pertanto al Soggetto Responsabile di fornire osservazioni e/o integrazioni documentali rispetto al dimensionamento dell'impianto, rappresentando che, tenendo conto delle disposizioni della norma UNI/TS 11300-2, dei requisiti minimi del Decreto e applicando criteri anche conservativi per il dimensionamento degli impianti solari, dall'analisi degli elementi estrapolati dal PortalTermico (riferibili alla funzione dell'impianto installato, alla localizzazione geografica, alla dimensione del campo solare, nonché alla dimensione e funzione dell'edificio), non sarebbero stati rispettati i criteri di corretto dimensionamento a cui l'art. 4, comma 3 del Decreto subordina l'accesso agli incentivi del Conto Termico.

In particolare, il GSE ha segnalato che il parametro adimensionale dell'intervento proposto è di molto inferiore al valore atteso, pur essendo quest'ultimo ottenuto adottando criteri e parametri cautelativi, cioè che portano a un valore del parametro adimensionale minimo possibile fra quelli idonei per la buona prassi di realizzazione degli impianti.

Le valutazioni adottate dal GSE sono sinteticamente descritte di seguito:

- il fabbisogno di ACS rispetto alla superficie dell'edificio è stato desunto dalle disposizioni della norma UNI/TS 11300-2;
- la producibilità dell'impianto è stata posta pari a quella minima prevista, in funzione alla tipologia di collettore, per poter accedere al Conto Termico;
- l'irraggiamento giornaliero/annuale minimo è stato desunto dall'*Atlante della radiazione solare* dell'ENEA;
- il dimensionamento proposto è stato valutato ipotizzando una copertura del 40% del fabbisogno invernale di ACS giornaliero.

Con riferimento alla comunicazione del GSE, il Soggetto Responsabile ha fornito il proprio sistema di dimensionamento che risultava fondato su di un elemento non a priori verificabile dal GSE: l'edificio era una struttura ricettiva che mostrava quindi esigenze diverse da una normale struttura abitativa. A tal proposito veniva allegata:

- visura catastale aggiornata e titolo abilitativo presentato all'Ente territorialmente competente, corredato di elaborati grafici, attestanti la destinazione d'uso dell'edificio (struttura ricettiva, e non residenziale);
- relazione tecnica nella quale è illustrato il metodo di calcolo del fabbisogno effettivo dell'edificio, differente da quello riportato nelle tabelle di dimensionamento standard previste dalla summenzionata norma UNI/TS 11300-2.

Tutto ciò considerato, il GSE ha ritenuto le integrazioni fornite dal Soggetto Responsabili sufficienti a superare le incongruenze rilevate in prima istanza. Infatti, il modello di controllo costituisce un elemento di prima analisi del congruo dimensionamento dell'impianto e, nei casi in cui vi siano elementi contrastanti con le condizioni al contorno del modello è necessario che venga chiarito tale aspetto e che venga fornito sistema di dimensionamento con il quale è stata ricavata la taglia dell'impianto.

ESEMPIO 2: IMPIANTO SOLARE TERMICO PER LA PRODUZIONE DI ACS CON COLLETTORI SOTTOVUOTO REALIZZATO IN NORD ITALIA

Impianto solare termico con le seguenti caratteristiche, dichiarate dal Soggetto Responsabile nell'ambito della richiesta di incentivazione presentata al GSE (Figure 9 e 10):

- area geografica: **nord Italia**
- destinazione d'uso: **ACS residenziale**
- tipologia collettori solari: **sottovuoto**
- superficie solare lorda: **4,22 m²**
- superficie utile edificio: **87,00 m²**

Dati Catastali

* Stato Catastale Immobile
Immobile accatastato

* Codice Catastale Comune
Sezione * Foglio * Particella Sub

* Categoria:
A/2 DESCRIZIONE: Abitazioni di tipo civile

* Data Accatastamento
01/01/1980

L'immobile è un immobile rurale? (ovvero ha acquisito il requisito di ruralità secondo le normative vigenti)
 Sì No

* Destinazione d'uso ai sensi del D.P.R. 412/93 e s.m.i.
E.1 (1) DESCRIZIONE: Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali collegi, conventi, case di pena, caserme

Dati Immobile

Superfici e volumi, riferiti alla sola climatizzazione invernale, dell'unità immobiliare/intero edificio oggetto di intervento:

Anno di realizzazione (anche stimato)
1980

Tipologia Edilizia
Unità immobiliare (appartame)

Specificare altro

* Superficie utile
87 m²

* Volume netto riscaldato
235 m³

Figura 9 – Dati sull'immobile (Fonte: PortalTermico).

Collettori solari termici

Se l'edificio/unità immobiliare oggetto di intervento è soggetto al rispetto della quota minima di copertura dei fabbisogni da fonti rinnovabili ai sensi del D.Lgs. 28/11, si ricorda che l'intervento per cui si richiede l'incentivo si riferisce alla sola quota eccedente rispetto alle prescrizioni della normativa vigente.

* Quota dell'energia producibile dai generatori installati che eccede le prescrizioni di cui al D.Lgs. 28/11
100 %
Se l'edificio non è soggetto ai vincoli sopra descritti, indicare 100%

COLLETTORI SOLARI TERMICI

Inserire le informazioni relative ai collettori solari termici per cui si richiede l'incentivo

Collettore Solare Termico	Superficie solare lorda	Tipologia di collettori	Utilizzo	Modello	Marca
Collettore Solare Termico 1	4,22	Sottovuoto	Solo acqua calda sanitaria		

Superficie solare lorda totale del nuovo impianto
4,22 m²

Figura 10 – Informazioni sui collettori solari termici (Fonte: PortalTermico).

L'intervento in esame non è stato segnalato dallo strumento di controllo del GSE.

Considerando infatti l'andamento teorico applicabile all'impianto analizzato (Figura 11), emerge che la superficie dell'impianto è compatibile con la superficie teorica attesa, con ciò derivandone il rispetto dei criteri di corretto dimensionamento a cui l'art. 4, comma 3 del Decreto subordina l'accesso agli incentivi del Conto Termico.

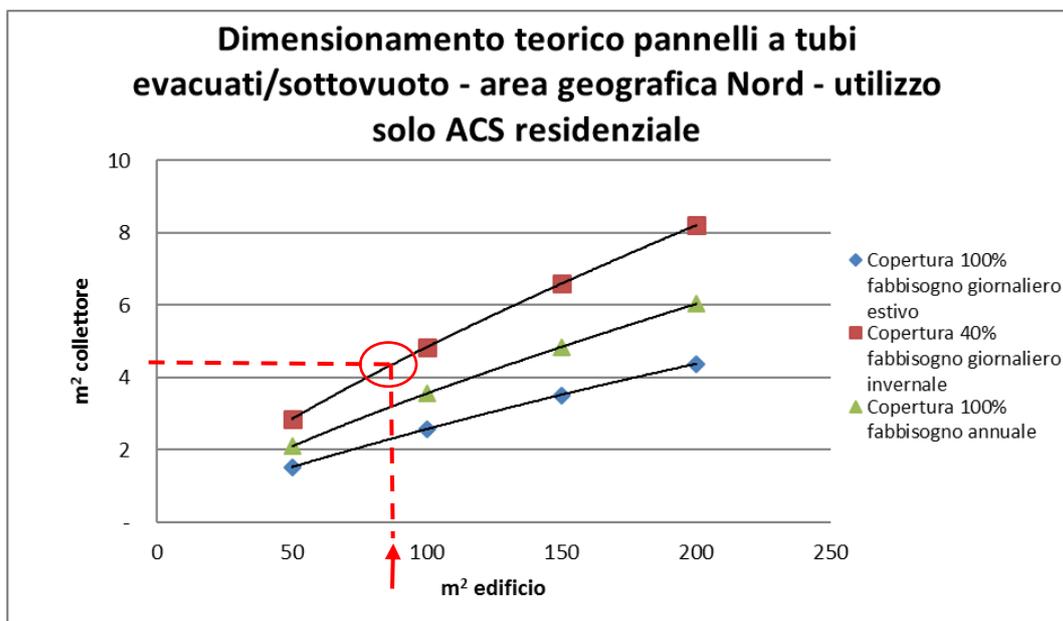


Figura 11 – Andamento della superficie teorica al variare della superficie utile dell'edificio per collettori sottovuoto installati in nord Italia.

APPENDICE – ANDAMENTI TEORICI DEI PARAMETRI DI RIFERIMENTO

Il capitolo 3 del Quaderno illustra la metodologia di calcolo applicata per determinare i valori teorici del fattore di dimensionamento [m^2 edificio/ m^2 collettori] e della superficie solare lorda teorica dei collettori, al variare della superficie utile dell'edificio ove è installato l'impianto solare termico. In considerazione dell'applicabilità delle curve ricavate, appare utile riportare, nella presente Appendice, gli andamenti delle grandezze calcolate.

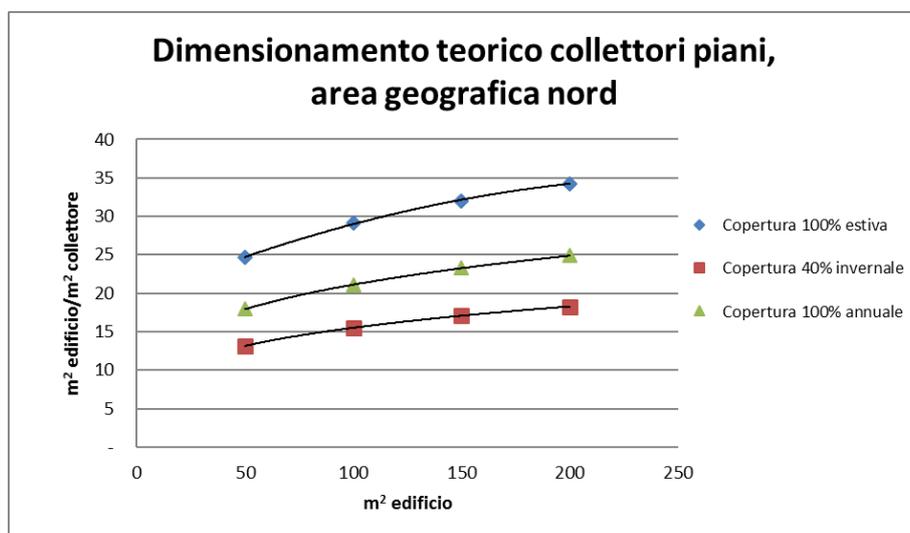


Figura 12 –Fattore di dimensionamento teorico per collettori piani installati in nord Italia

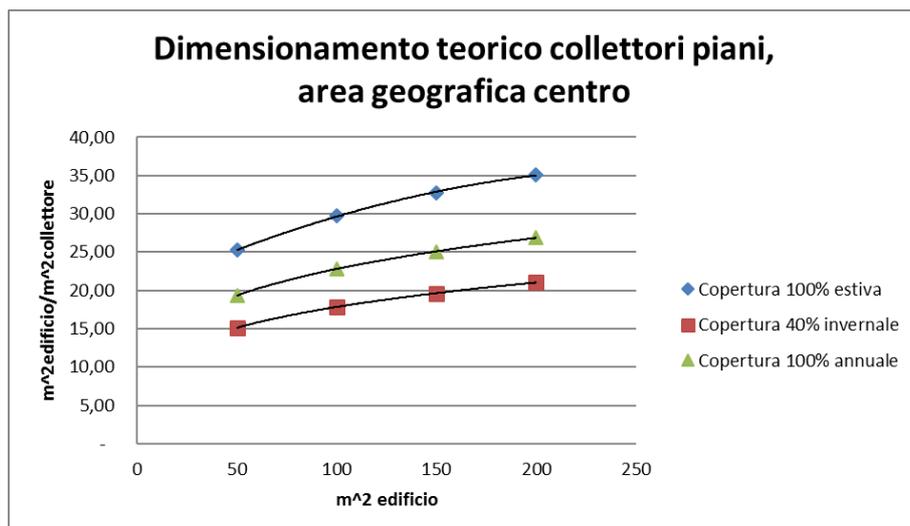


Figura 13 –Fattore di dimensionamento teorico per collettori piani installati in centro Italia

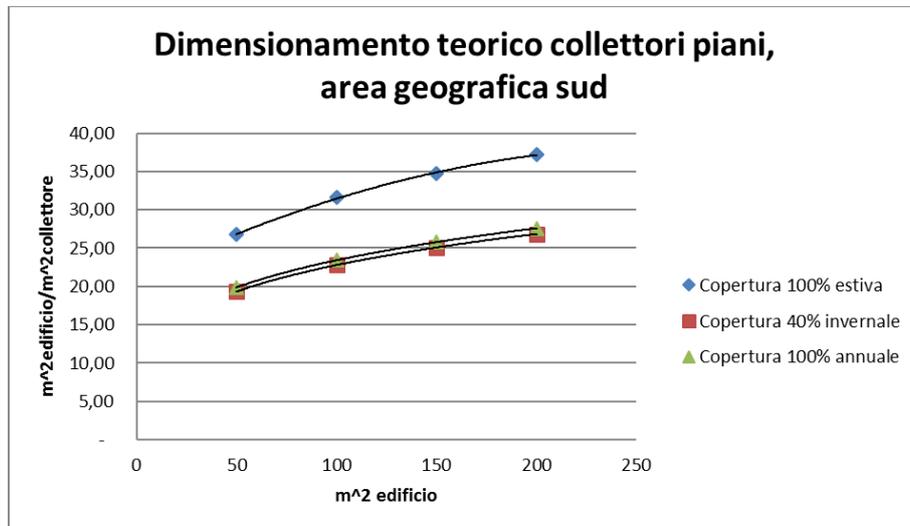


Figura 14 –Fattore di dimensionamento teorico per collettori piani installati in sud Italia

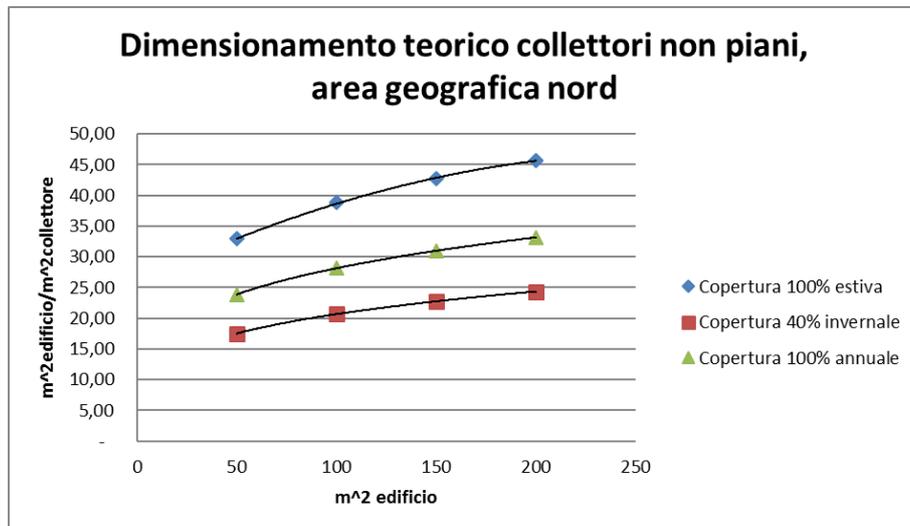


Figura 15 –Fattore di dimensionamento teorico per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* installati in nord Italia

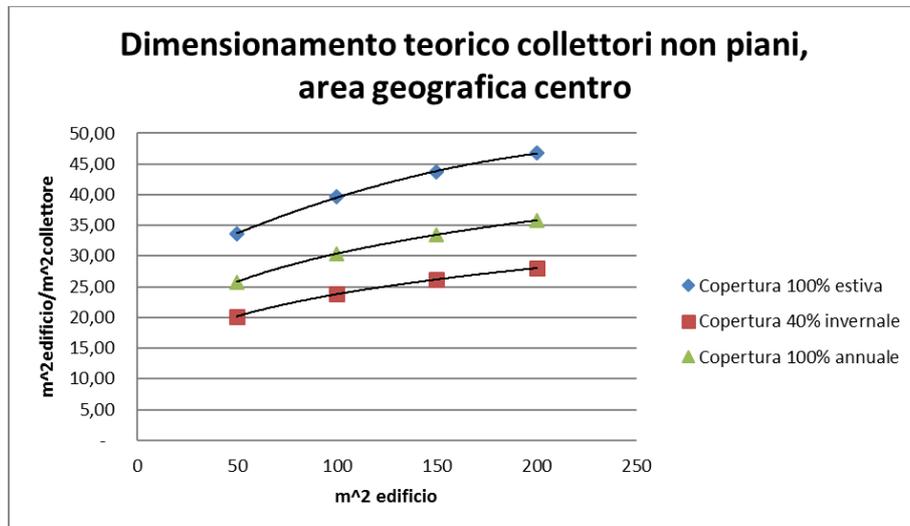


Figura 16 –Fattore di dimensionamento teorico per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* installati in centro Italia

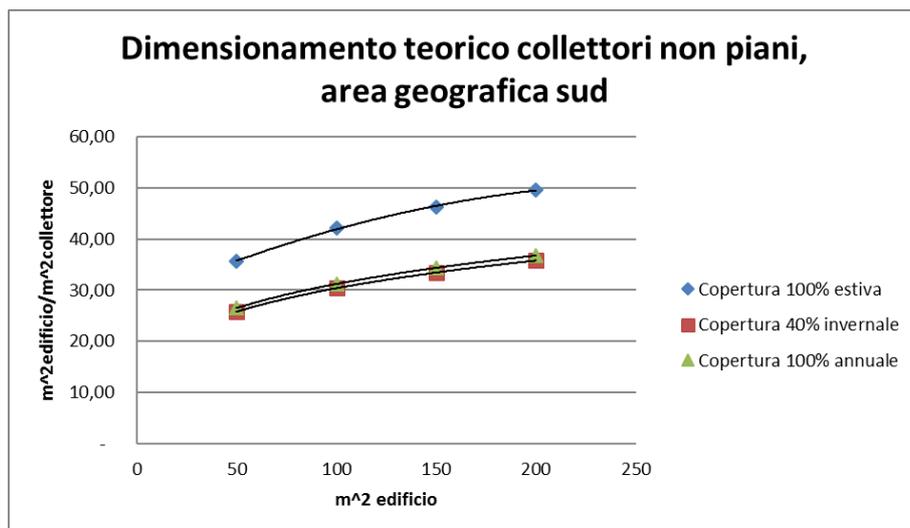


Figura 17 –Fattore di dimensionamento teorico per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* installati in sud Italia

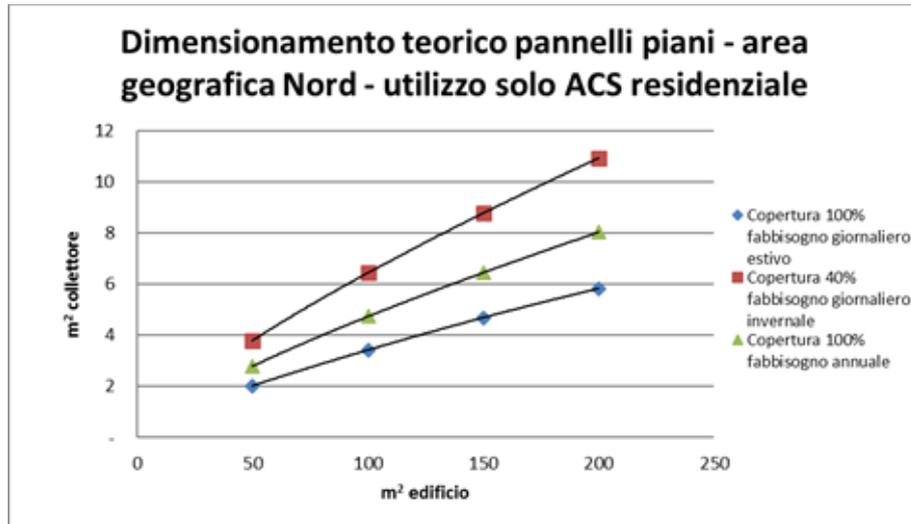


Figura 18 –Andamento della superficie teorica al variare della superficie utile dell'edificio per collettori piani installati in nord Italia.

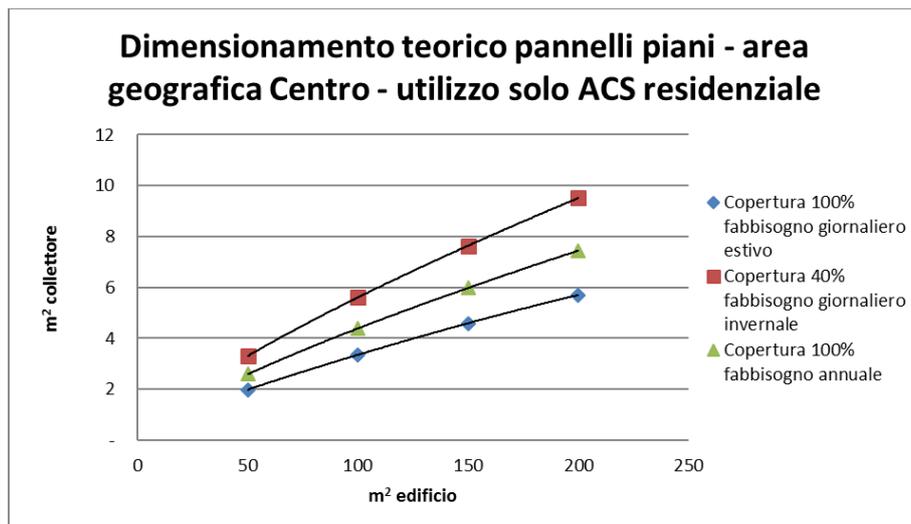


Figura 19 –Andamento della superficie teorica al variare della superficie utile dell'edificio per collettori piani installati in centro Italia.

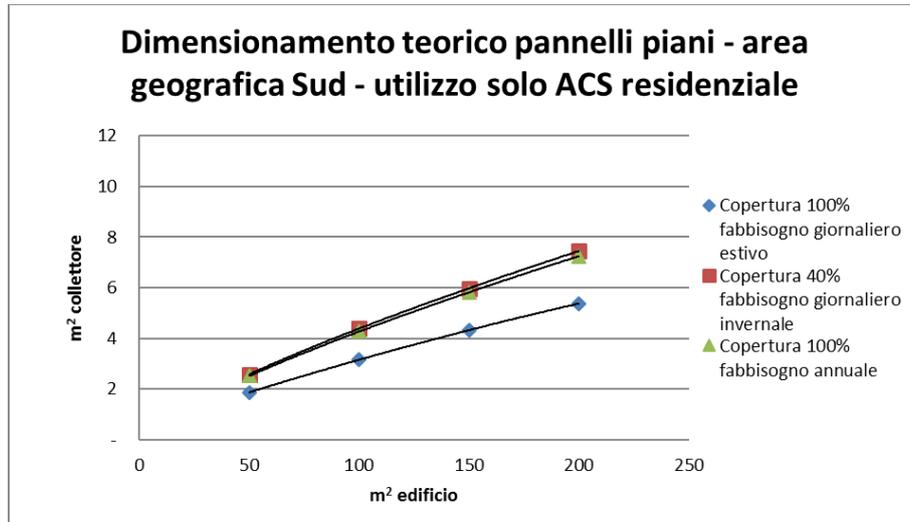


Figura 20 –Andamento della superficie teorica al variare della superficie utile dell'edificio per collettori piani installati in sud Italia.

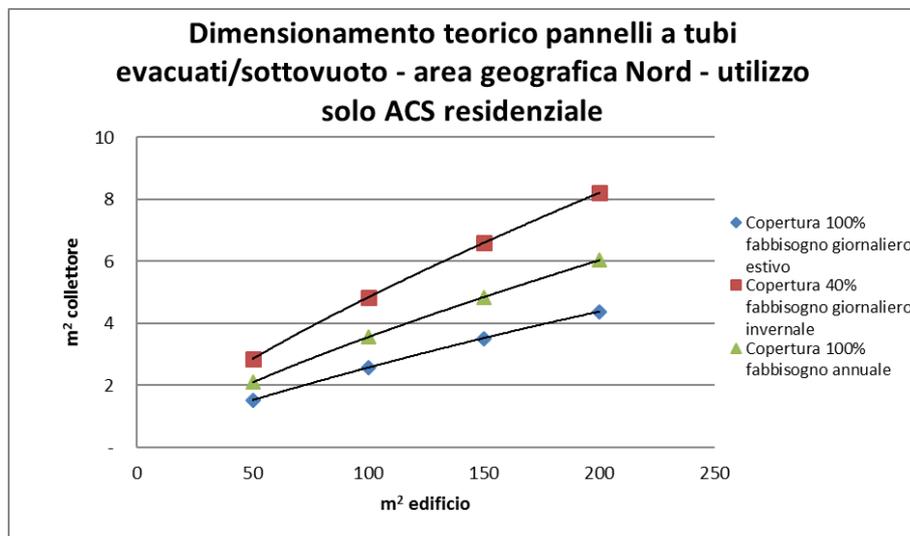


Figura 21 –Andamenti della superficie teorica al variare della superficie utile dell'edificio per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* installati in nord Italia

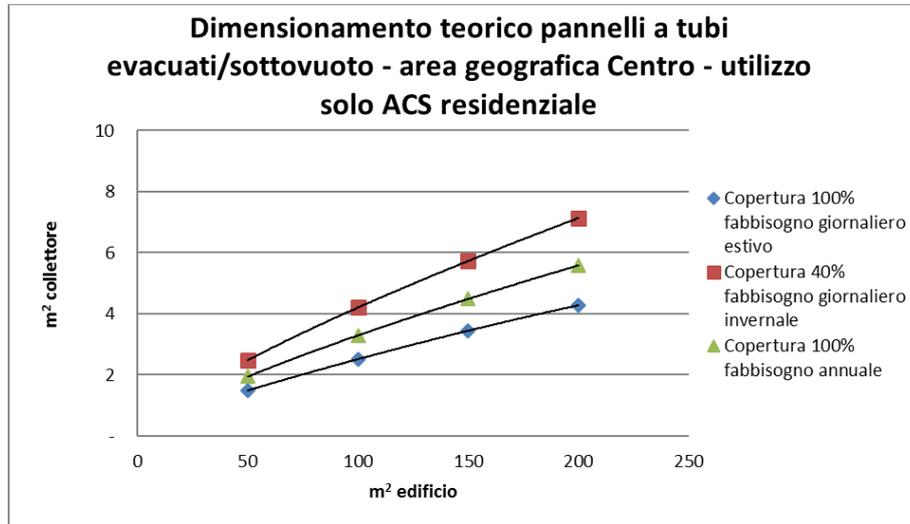


Figura 22 –Andamenti della superficie teorica al variare della superficie utile dell’edificio per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* installati in centro Italia

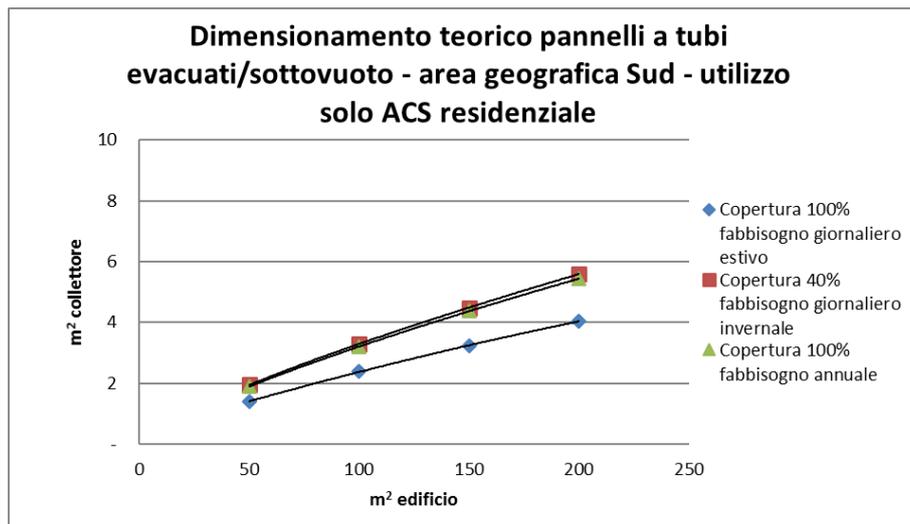


Figura 23 –Andamenti della superficie teorica al variare della superficie utile dell’edificio per collettori sottovuoto, a tubi evacuati e impianti *factory made* installati in sud Italia