

13- Sistemi impiantistici



Sommario

13.1	<i>Inserisci sistema impiantistico</i>	483
13.1.1	Nuovo sistema impiantistico.....	483
13.1.1.1	Riscaldamento e climatizzazione invernale.....	484
13.1.1.1.1	Sottosistema di emissione.....	485
13.1.1.1.1.1	Sottosistema di distribuzione.....	495
13.1.1.1.1.2	Sottosistema di accumulo.....	503
13.1.1.1.1.3	Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007).....	504
13.1.1.1.1.4	Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico).....	505
13.1.1.1.1.5	Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo forfettario).....	508
13.1.1.1.1.6	Sottosistema di accumulo (installazione dopo il 20 luglio 2007).....	509
13.1.1.1.2	Ventilazione meccanica.....	512
13.1.1.1.2.1	Sottosistema di emissione.....	512
13.1.1.1.2.2	Sottosistema di distribuzione Av.....	513
13.1.1.1.2.3	Sottosistema di distribuzione Dv.....	514
13.1.1.1.2.4	Nuovo tratto di rete.....	514
13.1.1.1.2.5	Elimina tratto di rete.....	522
13.1.1.1.2.6	Modifica tratto di rete.....	523
13.1.1.1.3	Acqua calda sanitaria.....	524
13.1.1.1.3.1	Sottosistema di erogazione.....	524
13.1.1.1.3.2	Sottosistema di distribuzione.....	524
13.1.1.1.3.3	Sottosistema di distribuzione (sistema Senza ricircolo).....	527
13.1.1.1.3.4	Nuovo tratto di rete.....	529
13.1.1.1.3.5	Sottosistema di distribuzione (sistema Con ricircolo).....	530
13.1.1.1.3.6	Nuovo tratto di rete.....	534
13.1.1.1.3.7	Elimina tratto di rete.....	536
13.1.1.1.3.8	Modifica tratto di rete.....	537
13.1.2	Elimina sistema impiantistico.....	537
13.1.3	Modifica sistema impiantistico.....	538



Il sottomodulo relativo ai **Sistemi impiantistici (1)** presenta un **riquadro di riepilogo (2)** in cui vengono elencati tutti i sistemi impiantistici inseriti con le relative caratteristiche principali (Codice, Descrizione, Utilizzo, sottosistemi E – A – D - S).

Il sistema impiantistico è costituito da un insieme di sottosistemi impiantistici predisposti al soddisfacimento di uno specifico servizio:

- riscaldamento (Utilizzo codificato con 1);
- climatizzazione invernale (Utilizzo codificato con 2);
- ventilazione meccanica (Utilizzo codificato con 3);
- produzione di acqua calda sanitaria (Utilizzo codificato con 4).

La definizione di un sistema impiantistico con la determinazione delle caratteristiche dei sottosistemi che lo compongono è funzionale al calcolo dei corrispondenti rendimenti e perdite.

Ciascun sistema impiantistico è costituito da diversi sottosistemi impiantistici, che, quando presenti, sono evidenziati con quadratini verdi nel **riquadro di riepilogo (2)**.

I sottosistemi vengono identificati nel modo seguente:

- E si riferisce al sottosistema di emissione/erogazione;
- A si riferisce al sottosistema di distribuzione aria di ventilazione;
- D si riferisce al sottosistema di distribuzione fluido termovettore, aria o acqua;
- S si riferisce al sottosistema di accumulo termico.

È necessario creare almeno un sistema impiantistico per ogni servizio presente nelle zone termiche considerate.

Nel sottomodulo **Sistemi impiantistici (1)** sono presenti i tre pulsanti, che consentono di gestire le stringhe relative ai sistemi impiantistici presenti nel **riquadro di riepilogo (2)**:

- **Inserisci sistema impiantistico (3)**;
- **Elimina sistema impiantistico (4)**;
- **Modifica sistema impiantistico (5)**.

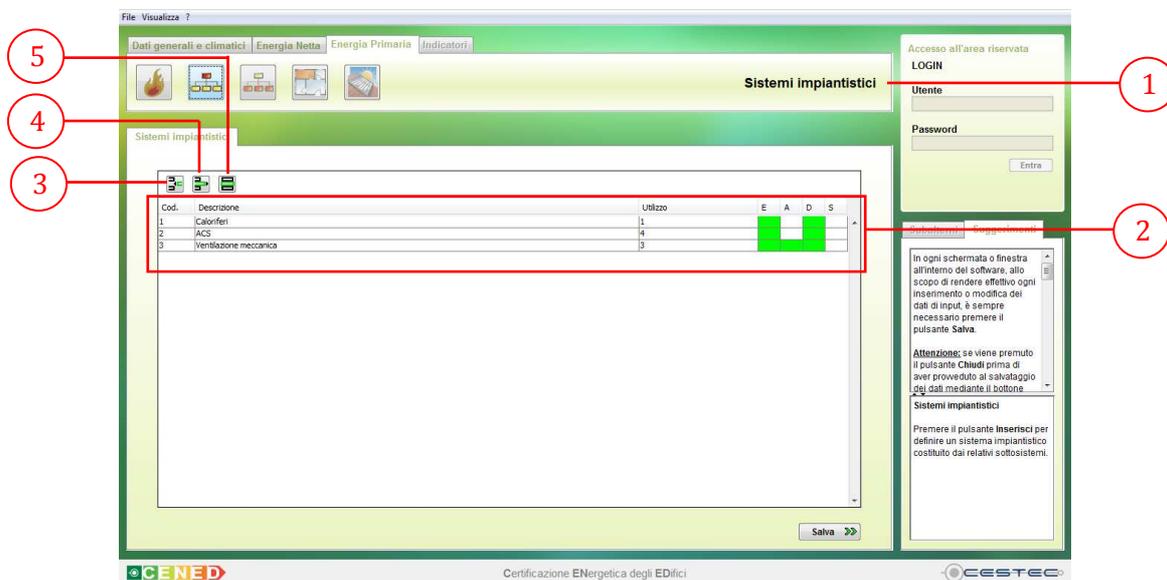


Figura 13.1: Sottomodulo Sistemi impiantistici.



13.1 Inserisci sistema impiantistico

Il pulsante **Inserisci sistema impiantistico** (3) consente di inserire tutti i dati relativi alle proprietà associate al sistema impiantistico in oggetto.

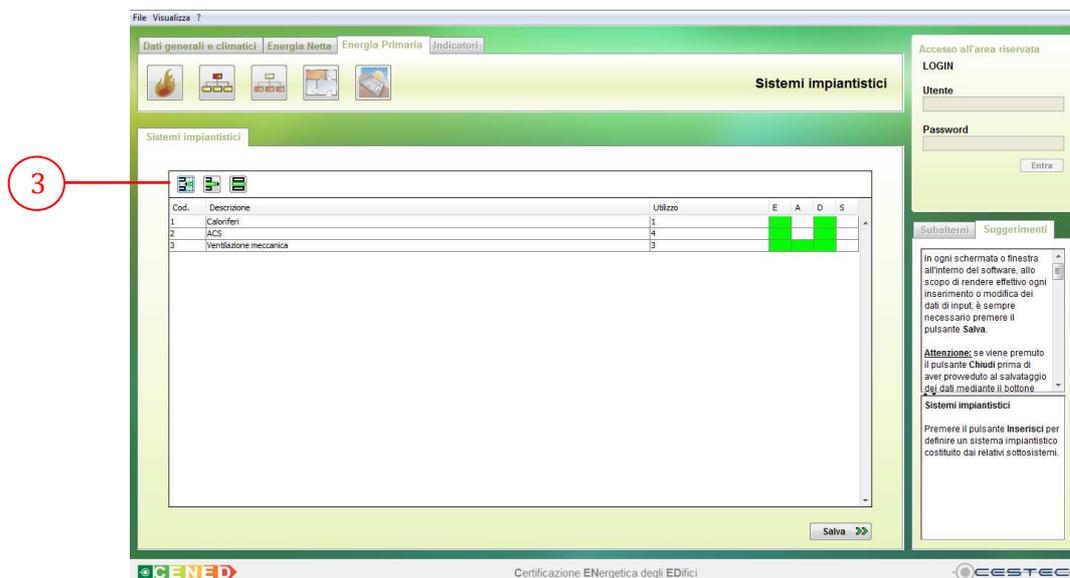


Figura 13.2: Inserisci sistema impiantistico.

13.1.1 Nuovo sistema impiantistico

Una volta premuto il pulsante **Inserisci sistema impiantistico** (3) compare la relativa finestra pop-up **Nuovo sistema impiantistico** (6).

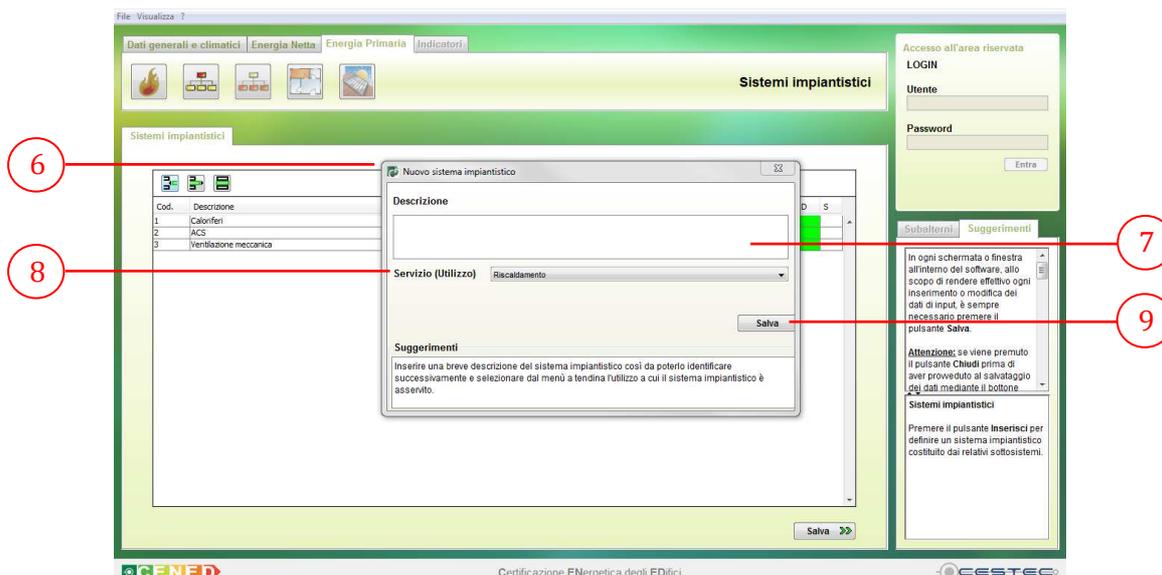


Figura 13.3: Finestra pop-up Nuovo sistema impiantistico.



In primo luogo viene richiesto di inserire nella casella **Descrizione** (7) una breve descrizione del sistema impiantistico al fine di riconoscere successivamente l'elemento riportato all'interno del riquadro di riepilogo.

Successivamente viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Servizio (Utilizzo)** (8) il servizio che il sistema impiantistico si propone di soddisfare tra le seguenti proposte:

- **Riscaldamento;**
- **Climatizzazione invernale;**
- **Ventilazione meccanica;**
- **Produzione di acqua calda sanitaria.**

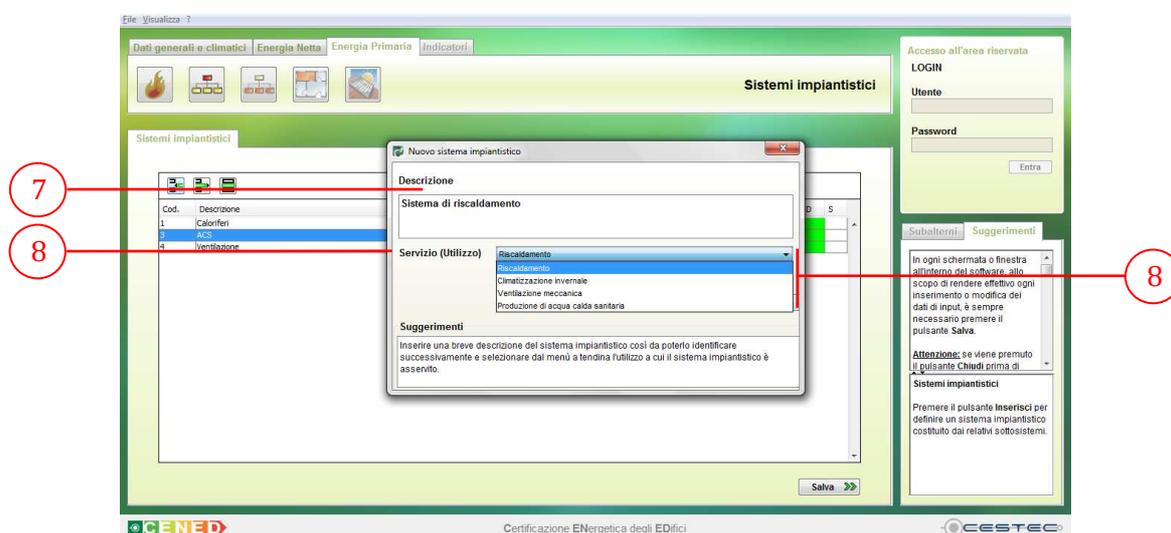


Figura 13.4: Nuovo sistema impiantistico: menù a tendina Servizio (Utilizzo).

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (9) ed accedere alla successiva finestra pop-up **Nuovo sistema impiantistico** (10).

Vengono di seguito presentati in dettaglio i differenti sistemi impiantistici in funzione del servizio a cui sono associati.

13.1.1.1 Riscaldamento e climatizzazione invernale

L'inserimento dei dati relativi ai sistemi di riscaldamento e quella relativa a sistemi di climatizzazione invernale è identica. Questi sono quindi trattati insieme nel presente capitolo. Ciò nonostante, si ricorda che la selezione dei sistemi di climatizzazione implica che oltre alla temperatura ambiente sia controllata anche l'umidità relativa. Il software attiva quindi il calcolo del carico latente per la determinazione del Q_{NH} , assegnando i relativi valori al sistema di generazione dedicato al trattamento del carico latente.



13.1.1.1.1 Sottosistema di emissione

Nel campo **Sottosistema di emissione (11)** è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Tipologia terminale (12)** il tipo di terminale di emissione che la zona termica in oggetto presenta tra le opzioni proposte.

Per locali con altezza netta < 4 m (Prospetto XXXIX del d.d.g. n. 5796):

- **Radiatori su parete esterna isolata;**
- **Radiatori su parete interna;**
- **Termoconvettori;**
- **Ventilconvettori (valori riferiti a $t_{\text{media acqua}}=45$ Gradi);**
- **Bocchette in sistemi ad aria calda;**
- **Pannelli a parete;**
- **Pannelli annegati a pavimento;**
- **Pannelli annegati a soffitto;**
- **Pannelli isolati annegati a pavimento.**

Per locali con altezza netta > di 4 m (Prospetto XL del d.d.g. n. 5796):

- **Generatore d'aria calda singolo a basamento o pensile;**
- **Generatore d'aria calda singolo pensile a condensazione;**
- **Aerotermi ad acqua;**
- **Strisce radianti ad acqua, a vapore, a fuoco diretto;**
- **Riscaldatori ad infrarossi;**
- **Pannelli annegati a pavimento;**
- **Pannelli isolati annegati a pavimento.**



Riquadro I: Le principali tipologie di terminali di emissione.

La figura seguente mostra le tipologie di sistemi di emissione associabili a locali con altezza netta minore di 4 metri. Si noti come solo il ventilconvettore abbia un ausiliario elettrico all'emissione.

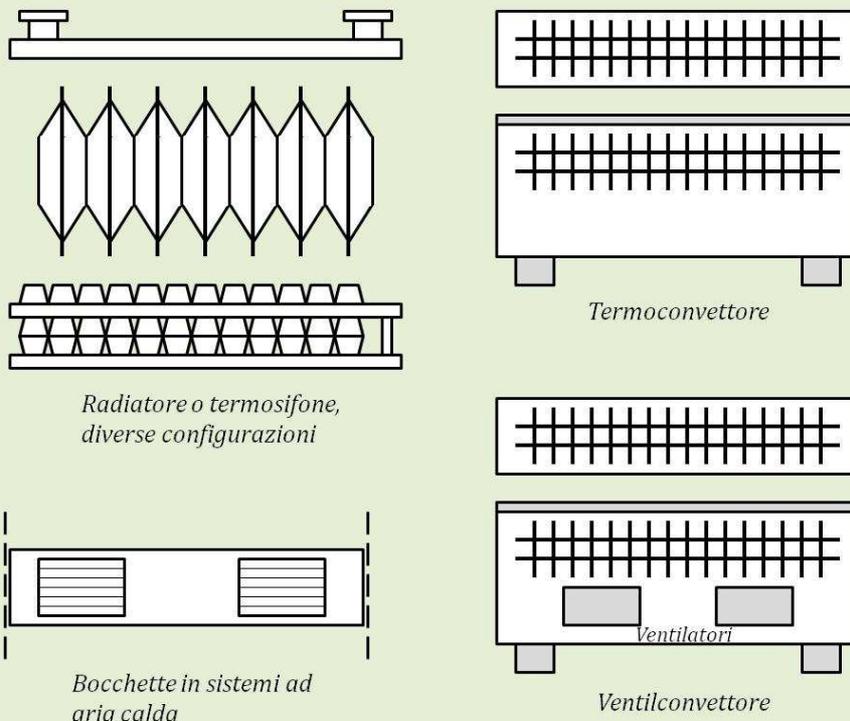


Figura 13.5: Tipologie di sistemi di emissione principalmente convettivi per locali con altezza minore di 4 m.

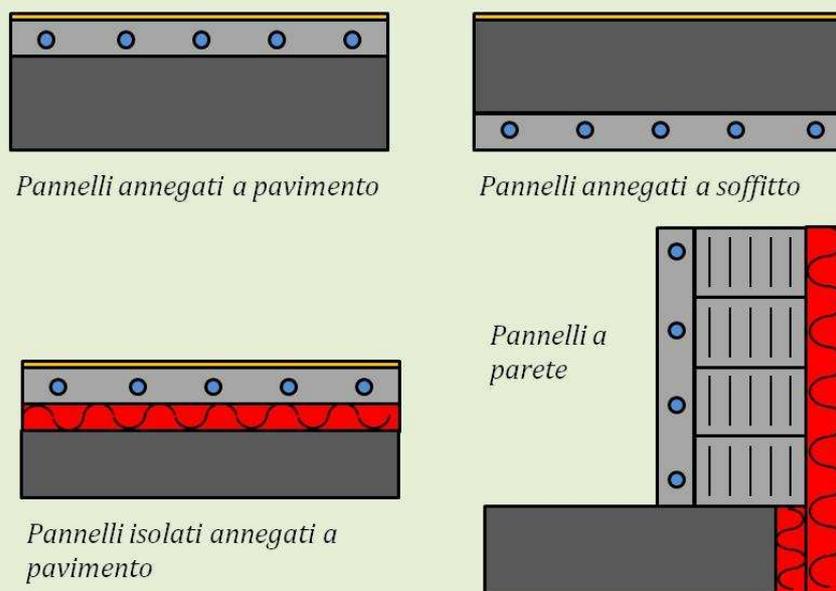


Figura 13.6: Tipologie di sistemi di emissione principalmente radiativi per locali con altezza minore di 4 m.

Per quanto riguarda i sistemi di emissione in locali con altezza maggiore di 4 m, oltre ai sistemi costituiti da pannelli a pavimento, la figura seguente ne mostra gli schemi funzionali. Essendo questi sistemi



compatti, e avendo montato spesso sul sistema stesso anche il sistema di generazione, è opportuno porre la necessaria attenzione agli ausiliari elettrici. Si ricorda che questi possono essere associati all'emissione, alla distribuzione ed alla generazione.

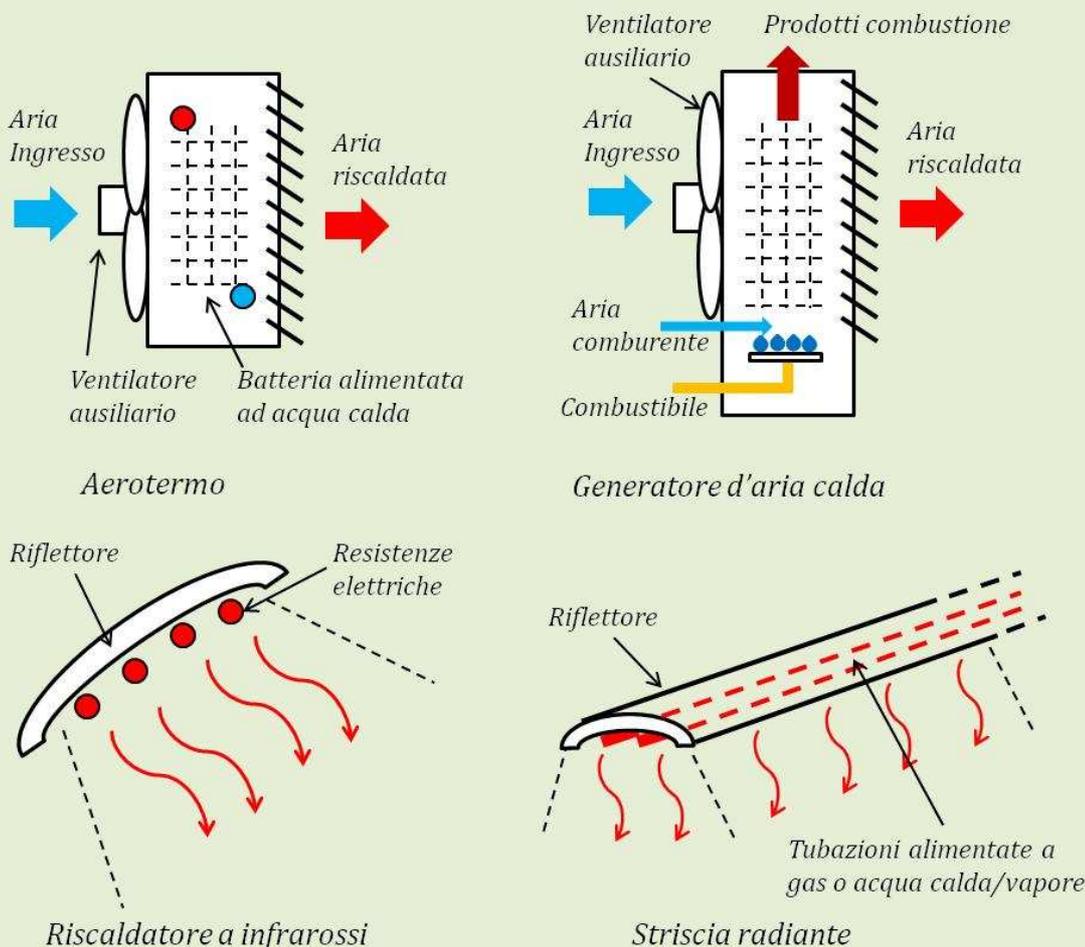


Figura 13.7: Tipologie di sistemi di emissione per locali con altezza maggiore di 4 m (oltre ai pavimenti radianti).

Nel caso dell'aerotermo il ventilatore costituisce l'ausiliario del sistema di emissione, mentre la pompa di circolazione del fluido termovettore è l'ausiliario del sistema di distribuzione. Nel caso del generatore d'aria calda è opportuno assegnare la potenza elettrica ausiliaria del ventilatore al sistema di emissione, mentre la potenza elettrica del bruciatore al sistema di generazione. Per quanto riguarda il riscaldatore ad infrarosso, la potenza elettrica dello stesso va assegnata al sistema di emissione. I nastri radianti infine, alimentati esternamente con acqua o vapore caldo ottenuto da altro sistema, vedono assegnare al sistema di distribuzione l'eventuale presenza di un circolatore. Se si tratta invece di strisce radianti, che montano un bruciatore e quindi riscaldano le tubazioni direttamente con i fumi di combustione del gas, la potenza elettrica necessaria al funzionamento del bruciatore si associa al sistema di generazione, se possibile.

Il software segnalerà l'eventuale errata associazione tra l'altezza netta media dei locali e la tipologia di terminale con il messaggio di errore "Tipologia terminale non compatibile con altezza zona termica".

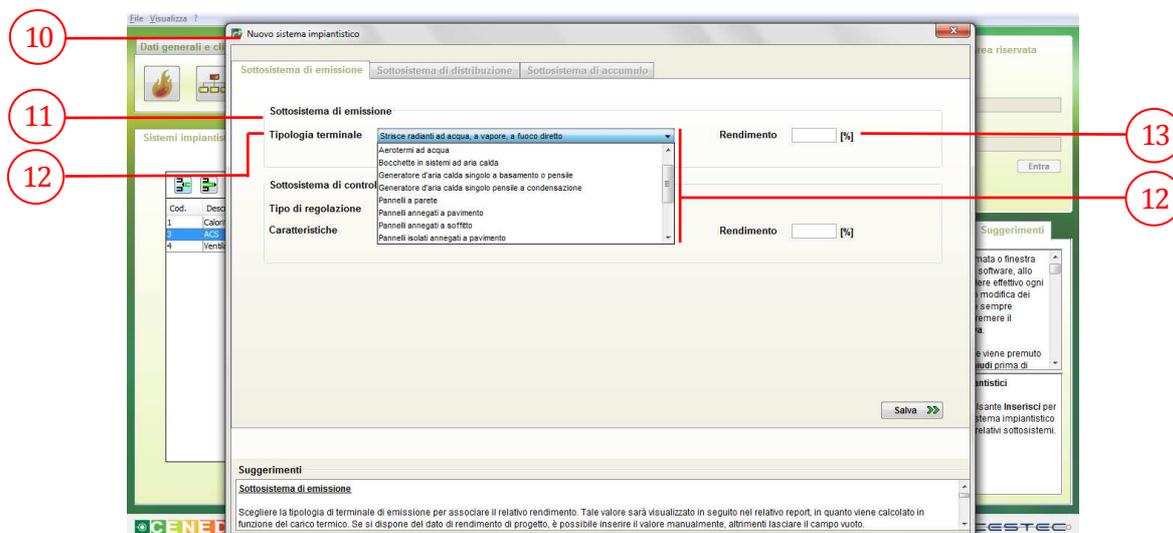


Figura 13.8: Sottosistema di emissione, selezione Tipologia terminale.

Una volta selezionata la tipologia di terminale di emissione, non viene visualizzato il valore del **Rendimento** (13) del sottosistema, in quanto tale dato viene associato in funzione del carico termico specifico calcolato.

Il valore del rendimento del sistema di emissione (erogazione + controllo) verrà visualizzato al termine dei calcoli, nella schermata relativa del file excel del report, nella sezione “Servizio (Riscaldamento)” alla voce EtaeH Rendimento di emissione (erogazione e controllo).

Nel caso in cui si disponga del rendimento di emissione dichiarato dal costruttore o del valore specifico associato alla determinata applicazione (fonte UNI TS 11300), si procede ad inserire tale dato, [%], nella casella **Rendimento** (13). Qualora, invece, si intenda considerare i valori secondo d.d.g. n. 5796 Prospetti XXXIX e XL è sufficiente lasciare vuota la casella relativa al **Rendimento** (13) di emissione.

Se il software riconosce che la casella **Rendimento** (13) del sistema di emissione è vuota, associa il valore in funzione della tipologia di terminale selezionata, del carico termico specifico e dell'altezza netta della zona termica; in caso contrario il software considera il valore digitato nella casella **Rendimento** (13).

Riquadro II: Il rendimento di emissione.

Per limitazioni dovute all'architettura del software e alla fonte dei rendimenti di emissione precalcolati (UNI-TS 11300-2:2008), non è possibile associare, ad esempio, una striscia radiante ad un subalterno con altezza netta media minore di 4 m, piuttosto che assegnare un ventilconvettore a locali con altezza maggiore di 4 m. Qualora fosse necessario, è possibile selezionare un diverso sistema di emissione, rispetto a quello reale, e inserire manualmente il rendimento di emissione associato al terminale di emissione realmente installato, desumendo i valori dai prospetti XXXIX e XL del d.d.g. n. 5796, piuttosto che ottenendo il valore del rendimento di emissione da opportuni calcoli.

Si definisce rendimento di emissione il rapporto tra l'energia richiesta per il riscaldamento degli ambienti con un sistema di emissione in grado di fornire una temperatura ambiente con uniformità ed uguale nei vari ambienti e l'energia richiesta per il riscaldamento degli stessi ambienti con l'impianto di emissione



reale.

Il rendimento di emissione negli impianti di riscaldamento ad acqua calda è determinato, oltre che dalla scelta, dalla posizione dei terminali e dalla temperatura media di esercizio. Queste scelte influenzano il campo di temperatura reale negli ambienti riscaldati, determinando un aumento localizzato delle dispersioni (si pensi ad esempio alla temperatura sul retro di un radiatore, che genera una differenza di temperatura localizzata molto elevata rispetto al resto del locale). Nel caso di sistemi ad aria il rendimento di emissione è determinato dal posizionamento delle bocchette di immissione e di estrazione, nonché dalla diffusione dell'aria negli ambienti.

Le norme di riferimento, che forniscono le indicazioni necessarie per la determinazione della potenza termica nominale e della potenza termica nelle diverse condizioni di impiego, per alcuni dei terminali di emissione sono:

- UNI EN 442 per i radiatori e termoconvettori;
- UNI EN 14037 per le strisce radianti prefabbricate montate a soffitto;
- UNI EN 1264 per i sistemi ed i componenti di riscaldamento a pavimento;
- UNI EN 1397 per i ventilconvettori ad acqua.

La norma UNI TS 11300-2 propone, ai fini della determinazione in campo del rendimento di emissione in locali di altezza maggiore di 4 m, di procedere come segue:

- dividere lo spazio riscaldato in strisce orizzontali di medesima altezza;
- misurare la temperatura dell'aria ambiente al centro di ogni striscia, assumendola come temperatura media della striscia;
- utilizzare la procedura riportata nella UNI EN ISO 13790 per il calcolo dell'energia dispersa da ogni singola striscia alla temperatura reale rilevata e sommare i contributi delle singole strisce per ottenere la perdita totale Q_{ha} dello spazio riscaldato nelle condizioni reali (analogamente è possibile utilizzare la procedura di calcolo proposta dal d.d.g. n. 5796).
- utilizzando la medesima procedura per calcolare l'energia dispersa per trasmissione Q_{ht} dello spazio riscaldato, considerando una temperatura uniforme di 20°C.
- il rapporto Q_{ht}/Q_{ha} fornisce il valore del rendimento di emissione per quella particolare condizione.

In questi casi, se si ravvisa la presenza di destratificatori d'aria, o di altri dispositivi atti ad uniformare la temperatura dell'ambiente riscaldato, il relativo consumo elettrico dovrebbe essere considerato opportunamente quale ausiliario del sistema di emissione.

Si riportano i valori di rendimento di emissione proposti dal d.d.g. n. 5796, prospetti XXXIX e XL. Per il calcolo del carico termico specifico si veda il capitolo E.9.2 del d.d.g. n. 5796.

Tabella 13.1: Prospetto XXXIX del d.d.g. n. 5796, rielaborato, valori convenzionali del rendimento di emissione in locali di altezza inferiore a 4m, η_{eeH} (Fonte: UNI TS 11300-2:2008).

Terminale di erogazione del calore	Carico termico specifico $\bar{\phi}_t$ [W/m ³]		
	< 4	4-10	> 10
	η_{eeH}		
Radiatori su parete ester a isolata	0,95	0,94	0,92
Radiatori su parete interna	0,96	0,95	0,92
Ventilconvettori (valori riferiti a $t_{media\ acqua}=45^\circ$)	0,96	0,95	0,94
Termoconvettori	0,94	0,93	0,92
Bocchette in sistemi ad aria calda	0,94	0,92	0,9
Pannelli isolati annegati a pavimento	0,99	0,98	0,97
Pannelli annegati a pavimento	0,98	0,96	0,94
Pannelli annegati a soffitto	0,97	0,95	0,93
Pannelli a parete	0,97	0,95	0,93



Tabella 13.2: Prospetto XL del d.d.g. n. 5796, rielaborato, valori convenzionali del rendimento di emissione in locali di altezza superiore a 4m, η_{eeH} (Fonte: UNI TS 11300-2:2008).

Terminale di erogazione del calore	Carico termico specifico $\bar{\phi}_t$ [W/m ³]								
	< 4			4-10			> 10		
	Altezza del locale [m]								
	6	10	14	6	10	14	6	10	14
	η_{eeH}								
Generatore d'aria calda singolo a basamento o pensile	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91
Aerotermi ad acqua	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92	0,92	0,91	0,9
Generatore d'aria calda singolo pensile a condensazione	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92
Strisce radianti ad acqua, a vapore, a fuoco diretto	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95
Riscaldatori ad infrarossi	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94
Pannelli annegati a pavimento	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95
Pannelli isolati annegati a pavimento	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95

Nel campo **Sottosistema di controllo** (14), in primo luogo è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Tipo di regolazione** (15) la tipologia di regolazione associata al sistema di emissione che la zona termica in oggetto presenta. Le opzioni proposte dal software sono le seguenti:

- **Climatica + ambiente con regolatore** (ad esempio: sonda climatica esterna + valvole termostatiche);
- **Climatica + zona con regolatore** (ad esempio: sonda climatica esterna + termostato di zona);
- **Solo climatica (compensazione con sonda esterna)** (ad esempio: sonda climatica esterna);
- **Solo ambiente con regolatore** (ad esempio: valvole termostatiche);
- **Solo zona con regolatore** (ad esempio: termostato di zona).

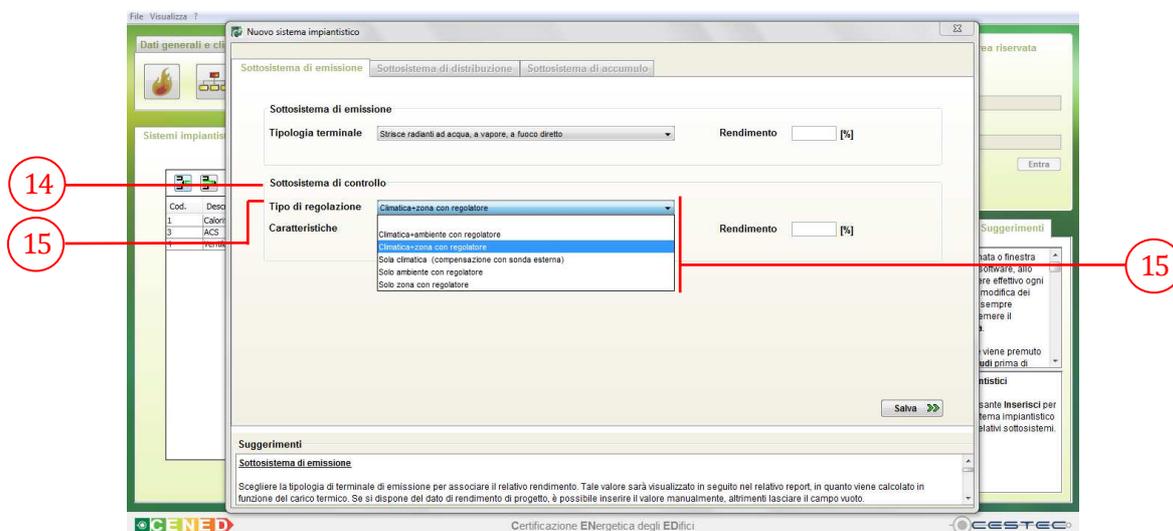


Figura 13.9: Sottosistema di emissione, selezione Tipo di regolazione Sottosistema di controllo.

Successivamente viene richiesto di scegliere dal menù a tendina **Caratteristiche** (16) il tipo di funzionamento del sistema di regolazione tra le possibilità proposte:

- **On off;**
- **P banda prop. 0,5 Gradi C;**
- **P banda prop. 1 Gradi C;**
- **P banda prop. 2 Gradi C;**
- **PI o PID.**

Selezionate le opzioni nella casella **Rendimento** (17) appare il valore corrispondente al rendimento di controllo, così come riportato nel Prospetto XLI del d.d.g. n. 5796. Il valore è comunque editabile, qualora si abbiano a disposizione informazioni più dettagliate sul rendimento del sistema di controllo.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (18) ed accedere alla successiva sezione **Sottosistema di distribuzione** (19).

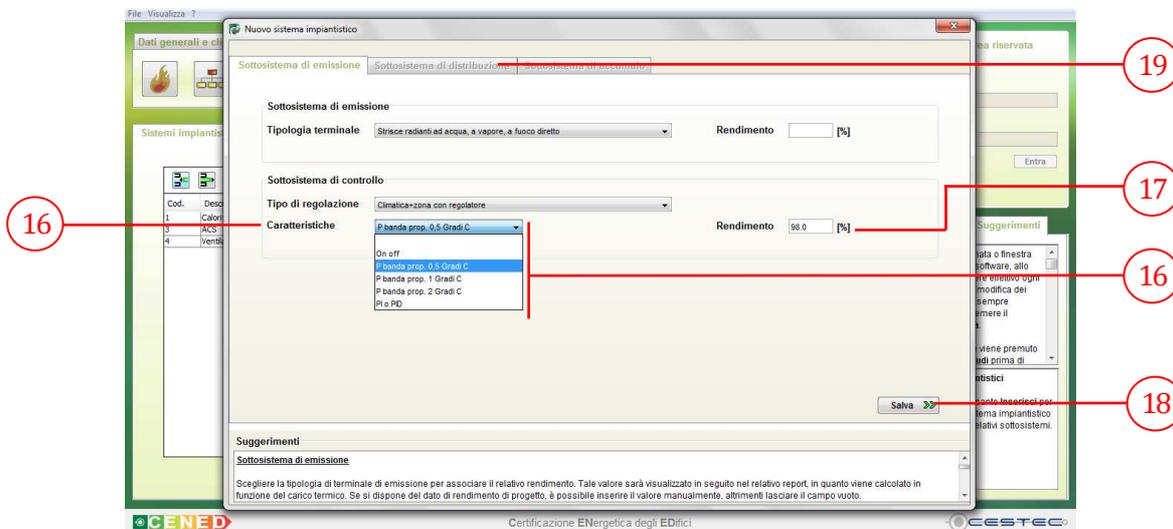


Figura 13.10: Sottosistema di emissione, selezione delle Caratteristiche del Tipo di regolazione del sottosistema di controllo.

Riquadro III: Rendimento del sistema di controllo.

Il rendimento del sistema di controllo, chiamato anche rendimento di regolazione, si può definire come il rapporto tra l'energia richiesta per il riscaldamento degli ambienti con una regolazione teorica perfetta (che non genera oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente) e l'energia richiesta per il riscaldamento degli ambienti con l'impianto di regolazione reale.

Si riporta in Tabella 13.3 il prospetto XLI del d.d.g. n. 5796, dove sono riportati i valori convenzionali del rendimento del sistema di controllo, η_{CH} , in funzione della configurazione del sistema impiantistico, del fattore di utilizzazione degli apporti interni, $\eta_{GH,adj}$, e del rapporto guadagni/dispersioni, $\gamma_{H,adj}$, della generica zona termica. Per la definizione del rapporto apporti/perdite e del fattore di utilizzo degli apporti gratuiti si veda il capitolo E.6.3.12.1 del d.d.g. n. 5796.

Con regolazione manuale (on off) si intende una regolazione manuale della temperatura di mandata dell'acqua effettuata mediante il termostato di caldaia.

Con regolazione climatica si intende una regolazione automatica della temperatura di mandata dell'acqua in funzione della temperatura dell'aria esterna a bulbo secco, ottenuta tramite una sonda di temperatura posta in ambiente esterno e collegata con una centralina di regolazione. La temperatura di mandata è funzione della curva climatica associata alla temperatura esterna, e va elaborata in funzione del tempo caratteristico (della massa termica interna) dell'edificio servito dall'impianto di riscaldamento.

Con regolazione per zona si intende che ogni zona termica (es. piano primo, piano secondo oppure zona est, zona ovest) è dotata di una regolazione attiva sulla cassetta di distribuzione di zona, tramite opportuno valvolame comandato da una sonda di temperatura in ambiente (termostato di zona). Questa può essere associata ad una prerogolazione in caldaia di tipo climatico.

Con regolazione per singolo ambiente si intende che in ogni singolo ambiente è presente un sistema attivo o passivo di regolazione della temperatura, come ad esempio una valvola termostatica su ogni terminale (es. radiatori) o una sonda di temperatura interna al locale o sul terminale (es. ventilconvettore). Questa può essere associata ad una prerogolazione in caldaia di tipo climatico.



Tabella 13.3: Prospetto XLI del d.d.g. n. 5796, rendimenti di controllo, η_{ch} , per alcune configurazioni impiantistiche (Fonte: UNI TS 11300-2:2008).

Tipo di regolazione	Caratteristiche	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisce radianti ad aria calda	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente	Pannelli annegati nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente
Sola climatica (compensazione con sonda esterna)		$1 - (0,6 \cdot \eta_{GH,adj} \gamma_{H,adj})$	$0,98 - (0,6 \cdot \eta_{GH,adj} \gamma_{H,adj})$	$0,94 - (0,6 \cdot \eta_{GH,adj} \gamma_{H,adj})$
Solo ambiente con regolatore	On off	0,940	0,920	0,880
	PI o PID	0,990	0,970	0,930
	P banda prop. 0,5°C	0,980	0,960	0,920
	P banda prop. 1°C	0,970	0,950	0,910
	P banda prop. 2°C	0,950	0,930	0,890
Climatica + ambiente con regolato e	On off	0,970	0,950	0,930
	PI o PID	0,995	0,990	0,970
	P banda prop. 0,5°C	0,990	0,980	0,960
	P banda prop. 1°C	0,980	0,970	0,950
	P banda prop. 2°C	0,970	0,960	0,940
Solo zona con regolatore	On off	0,930	0,910	0,870
	PI o PID	0,995	0,990	0,970
	P banda prop. 0,5°C	0,990	0,980	0,960
	P banda prop. 1°C	0,980	0,970	0,950
	P banda prop. 2°C	0,940	0,920	0,880
Climatica + zona con regolatore	On off	0,960	0,940	0,920
	PI o PID	0,995	0,980	0,960
	P banda prop. 0,5°C	0,980	0,970	0,950
	P banda prop. 1°C	0,970	0,960	0,940
	P banda prop. 2°C	0,960	0,950	0,930
NOTA $\gamma_{H,adj}$ rapporto apporti/perdite $\eta_{GH,adj}$ fattore di utilizzo degli apporti interni				



Riquadro IV: Caratteristiche del sistema di regolazione

Per regolazione On Off si intende la regolazione della temperatura semplice e relativamente lenta, molto sensibile alle variazioni di alimentazione o di carico; l'uscita è in condizione ON per temperature più basse del valore prefissato (set point, tipicamente impostato direttamente sulla caldaia) mentre è in condizione OFF per temperature più alte.

Questa regolazione si ottiene tramite la sola impostazione del termostato di caldaia, tipicamente tramite intervento manuale dell'utente.

La regolazione P (Proporzionale) viene adottata quando si vuole eliminare l'isteresi della temperatura sull'elemento riscaldante caratteristica della regolazione on-off e consiste in un sistema in cui l'attuatore assume posizioni proporzionali allo scostamento della grandezza dal valore voluto. L'utente definisce due temperature (banda proporzionale) che comprendono il set-point dove la regolazione della temperatura viene effettuata con continuità secondo un tempo denominato ciclo proporzionale (duty cycle) all'interno del quale variano i tempi di on e di off dell'uscita. Questo tipo di regolazione permette una buona stabilità della temperatura, ma è caratterizzata da una differenza della stessa rispetto al valore di set-point (offset, banda proporzionale).

Questa regolazione si effettua tipicamente tramite il termostato elettronico inserito nell'ambiente riscaldato, che rileva la temperatura dell'aria interna a bulbo secco e la comunica al sistema di regolazione della caldaia. La banda proporzionale di 2°C, 1°C o 0,5°C dipende dalla sensibilità del sensore di temperatura, che può essere desunta dalla scheda tecnica del termostato piuttosto che valutando i decimali sullo schermo o sulla manopola del termostato. Se l'indicatore di temperatura permette di regolare la temperatura con differenze di 1°C la banda proporzionale corrisponde a 2°C (regolazione su 19° - 20°C - 21°C, la temperatura oscilla di ±1°C quindi banda di 2°C). Se l'indicatore di temperatura permette di regolare la temperatura con differenze di 0,5°C la banda proporzionale corrisponde a 1°C (regolazione su 19,5° - 20°C - 20,5°C, la temperatura oscilla di ±0,5°C quindi banda di 1°C). Infine se l'indicatore di temperatura permette di regolare la temperatura con differenze di 0,2°C o 0,1°C la banda proporzionale corrisponde a 0,5°C (regolazione su 19,9° - 20°C - 20,1°C, la temperatura oscilla all'interno di una banda di 0,5°C).

Per regolazione PI (Proporzionale Integrativo) si intende la regolazione che utilizza, in modo combinato i vantaggi rappresentati dalla pronta risposta del regolatore proporzionale, in funzione del valore dello scostamento, e l'indipendenza dal carico del regolatore integrale. In presenza di una variazione della grandezza regolata interviene l'azione proporzionale (modifica della posizione dell'attuatore in base al valore dello scostamento e della banda proporzionale impostata), successivamente agisce l'azione integrale (ripetizione della correzione effettuata dal sistema proporzionale per annullare lo scostamento permanente dal valore voluto). Questo tipo di regolazione si ottiene tramite la programmazione di un controllore elettronico, che permetta di memorizzare l'andamento temporale delle variabili di regolazione (tipicamente le temperature) e di elaborare il segnale di controllo sulla base della serie di dati memorizzata. È un sistema installato tipicamente su impianti di una certa complessità.

La regolazione PID (Proporzionale Integrativo Derivativo) consiste in un sistema che utilizza le tre azioni formando un segnale di comando in base alla velocità (D) dello scostamento e alla sua ampiezza (P), al quale si aggiunge l'azione integrale (I) che continua nel tempo fino ad annullare lo scostamento. Questo tipo di regolazione si ottiene tramite la programmazione di un controllore elettronico, che permetta di memorizzare l'andamento temporale delle variabili di regolazione (tipicamente le temperature) e di elaborare il segnale di controllo sulla base della serie di dati memorizzata.



13.1.1.1.1.1 Sottosistema di distribuzione

Nel campo **Sottosistema di distribuzione** (19) è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Tipo di impianto** (20) una delle opzioni proposte:

- **Impianto autonomo;**
- **Impianto centralizzato.**

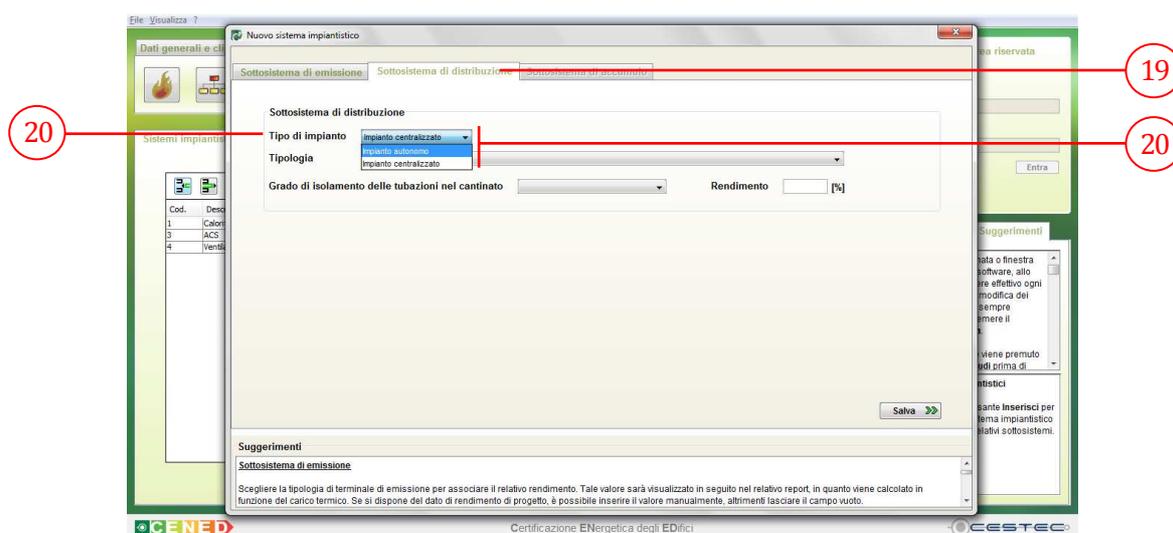


Figura 13.11: Sottosistema di distribuzione, selezione Tipo di impianto.

In seguito, se si ha come **Tipo di impianto** (20) un **Impianto centralizzato**, è necessario, al fine di stabilire il rendimento in funzione del grado di isolamento delle tubazioni, selezionare dal menù a tendina **Tipologia** (21) una delle opzioni proposte:

- **ORIZZONTALE;**
- **VERTICALE. Montanti correnti nell'intercapedine. Senza isolamento. Tubazioni precedenti al 1977;**
- **VERTICALE. Montanti in traccia nei paramenti interni o nell'intercapedine. Isolamento leggero. Tubazioni realizzate tra il 1993 e il 1977;**
- **VERTICALE. Montanti in traccia nei paramenti interni. Isolamento secondo legge 10/91. Tubazioni posteriori al 1993.**

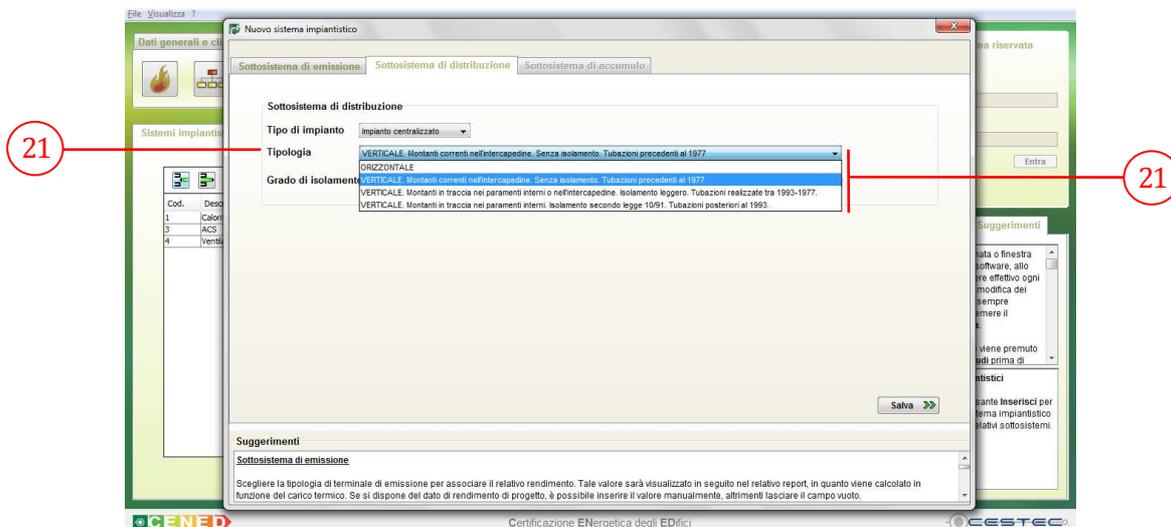


Figura 13.12: Sottosistema di distribuzione, selezione Tipologia.

Nel caso in cui sia stato selezionato come **Tipo di impianto** (20) “**Impianto autonomo**”, il menù a tendina **Tipologia** (21) risulta disabilitato.

Riquadro V: Tipo di impianto e tipologia di impianto

Il tipo di impianto corrisponde all'impianto autonomo o all'impianto centralizzato. È necessario definire questo aspetto per una corretta determinazione del sistema edificio-impianto al fine della certificazione energetica.

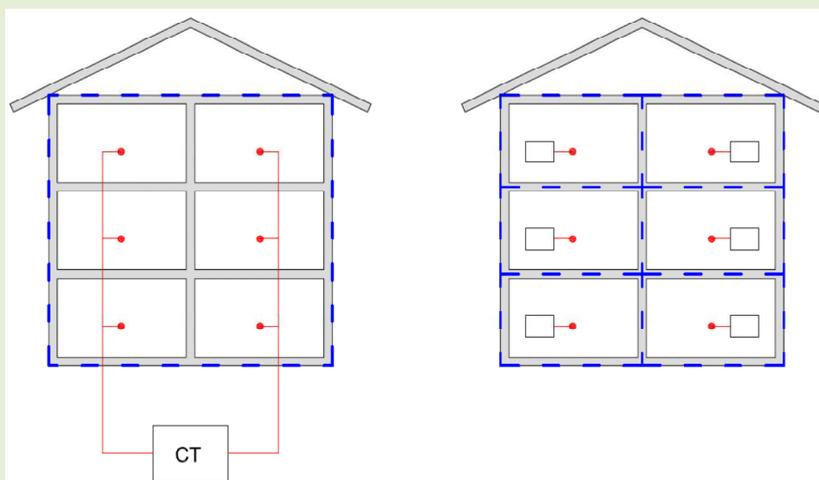


Figura 13.13: Impianto termico centralizzato (sinistra) e impianto termico autonomo (destra).

Nel caso di certificazione di una porzione di edificio di un impianto centralizzato è necessario ponderare le potenze termiche ed elettriche dell'impianto centralizzato sulla porzione di edificio oggetto di certificazione (la ponderazione si può effettuare sul volume lordo, piuttosto che sul fabbisogno di energia netta).

Per gli impianti centralizzati è necessario distinguere tra quello a distribuzione orizzontale e quelli a distribuzione verticale, con montanti posti in intercapedini o annegati nella struttura, in traccia nei paramenti interni.

Gli impianti a distribuzione verticale sono regolati localmente tramite valvole sul terminale d'impianto. È



possibile che la distribuzione sia a vista all'interno dei locali riscaldati, con possibile surriscaldamento dei piani inferiori per effetto delle dispersioni dei montanti. La contabilizzazione per singolo appartamento, nonché la termoregolazione, risultano difficili.

Gli impianti a distribuzione orizzontale prelevano da un montante principale l'energia termica. Questa è distribuita ai singoli terminali da una cassetta di zona. Questo elemento permette di effettuare una regolazione intermedia dell'impianto del singolo appartamento, tramite sonda di temperatura in ambiente sul relativo termostato, nonché di effettuare una contabilizzazione dei consumi, con l'opportuna componentistica (contacalorie). La regolazione finale si effettua al terminale con opportune valvole sullo stesso.

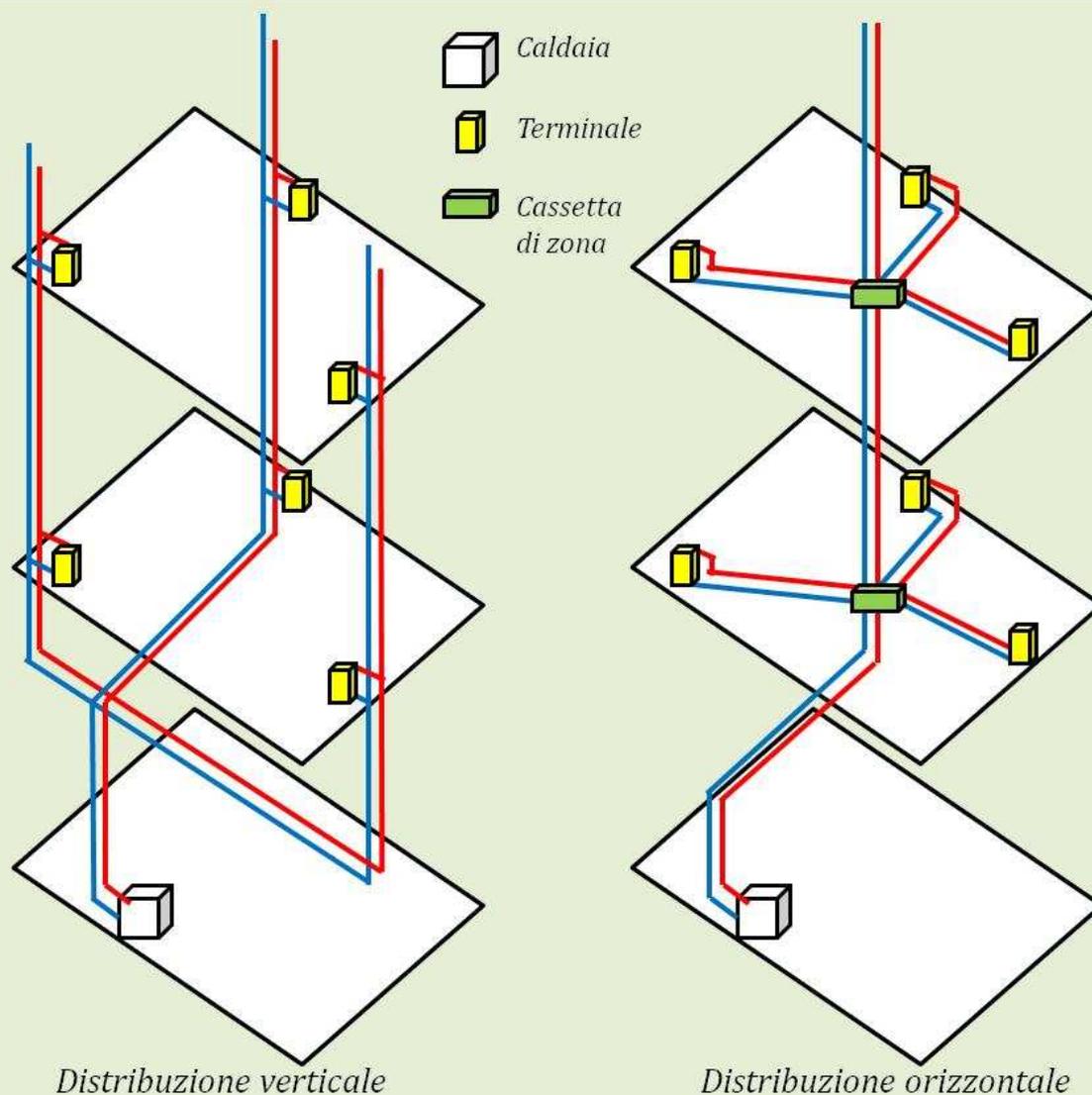


Figura 13.14: Schemi dell'impianto di distribuzione in edifici pluriplano.

Allo scopo di determinare il rendimento del sistema impiantistico, infine, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Grado di isolamento delle tubazioni nel cantinato (22)** la tipologia di isolamento delle tubazioni tra quanto previsto:

- **Discreto. Tra 1977-1993;**



- **Insufficiente. Prima del 1961;**
- **Legge 10/91. Dopo il 1993.**
- **Medio. Tra 1961-1976;**

Selezionate le opzioni nella casella **Rendimento** (23) appare il valore corrispondente al rendimento di distribuzione, così come riportato nel Prospetto XLIII del d.d.g. n. 5796. Il valore è comunque editabile, qualora si abbiano a disposizione informazioni più dettagliate sul rendimento del sistema di distribuzione.

Qualora non sia possibile risalire al grado di isolamento delle tubazioni nel cantinato, la scelta può avvenire in funzione della data a cui risale il sottosistema di distribuzione.

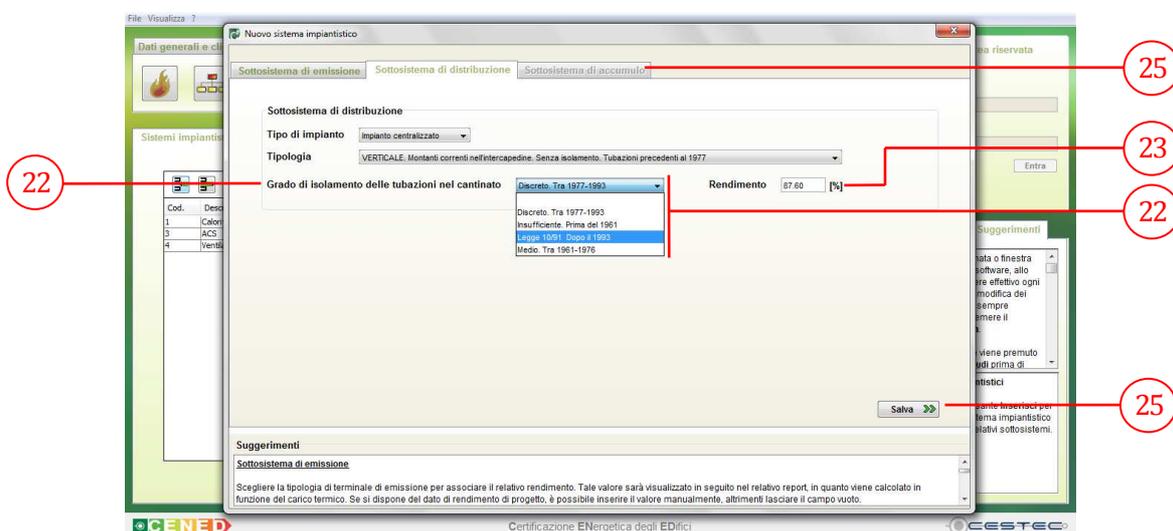


Figura 13.15: Sottosistema di distribuzione, selezione Grado di isolamento delle tubazioni nel cantinato.

Riquadro VI: Il rendimento di distribuzione

Il rendimento di distribuzione dipende dalla lunghezza delle tubazioni di distribuzione e dal grado di isolamento di cui le stesse sono dotate. Dipende inoltre dalla loro posizione in relazione alla muratura: all'interno dell'isolante, all'esterno dell'isolante, in aria, etc.

Il rendimento di distribuzione si può definire come il rapporto tra il calore utile fornito ai terminali di emissione e il calore utile fornito al sistema di distribuzione da parte del generatore (o dall'accumulo, se presente).

Per evitare i numerosi calcoli che considerino la lunghezza, la dimensione, la posizione, il grado di isolamento di ciascuna tubazione, necessari alla determinazione del calore disperso, per i sistemi di riscaldamento si utilizzano valori precalcolati ottenuti dalla UNI TS 11300-2. Questi valori sono precalcolati per temperature di mandata e ritorno di progetto di 80°C / 60°C, e sono riportati nella tabella seguente, corrispondente al prospetto XLIII del d.d.g. n. 5796. Come si nota il rendimento di distribuzione dipende da:

- *tipo di impianto, centralizzato o autonomo;*
- *tipo di distribuzione, orizzontale o verticale (da cui il grado di isolamento);*
- *numero di piani (questo dato è stato definito nel capitolo 4.2 Dati generali);*
- *grado di isolamento delle tubazioni nel cantinato, corrispondente all'isolamento delle tubazioni di*



distribuzione che partono dalla centrale termica e giungono ai montanti verticali.

Tabella 13.4: Prospetto XLIII del d.d.g. n. 5796, rendimenti di distribuzione, η_{dH} (Fonte: UNI TS 11300-2:2008).

Tipo di impianto	Tipo di distribuzione	Numer d i piani	Isolamento distribuzione nel cantinato			
			Insufficiente Prima del 1961	Medio Tra 1961- 1976	Discreto Tra 1977- 1993	Legge 10/91 Dopo il 1993
			η_d			
IMPIANTO CENTRALIZZATO	VERTICALE. Montanti in traccia nei paramenti interni. Isolamento secondo legge 10/91. Tubazioni posteriori al 1993.	1				0,936
		2				0,947
		3				0,958
		4				0,969
		5 e più				0,98
IMPIANTO CENTRALIZZATO	VERTICALE. Montanti in traccia nei paramenti interni o nell'intercapedine. Isolamento leggero. Tubazioni realizzate tra il 1993 e il 1977.	1	0,856	0,868	0,880	0,908
		2	0,889	0,901	0,913	0,925
		3	0,904	0,917	0,927	0,939
		4	0,915	0,927	0,938	0,949
		5 e più	0,922	0,934	0,943	0,955
IMPIANTO CENTRALIZZATO	VERTICALE. Montanti correnti nell'intercapedine. Senza isolamento. Tubazioni precedenti al 1977	1	0,824	0,851	0,876	0,901
		2	0,876	0,901	0,925	0,913
		3	0,889	0,913	0,936	0,925
		4	0,901	0,913	0,936	0,936
		5 e più	0,913	0,925	0,947	0,947
IMPIANTO CENTRALIZZATO	ORIZZONTALE	Fino a 3	0,947	0,958	0,969	0,980
		Oltre a 3	0,958	0,969	0,980	0,990
IMPIANTO AUTONOMO			0,958	0,969	0,980	0,990

Nel caso in cui i terminali scaldanti siano costituiti da radiatori allacciati ad impianti a temperatura variabile, da ventilconvettori o da pannelli radianti, il rendimento di distribuzione deve essere corretto secondo la formula del Prospetto XLIV, riportato alla tabella successiva. Il software effettua la correzione automaticamente: è necessario porre la necessaria attenzione nel selezionare l'opzione "Il sottosistema appartiene ad un impianto a temperatura variabile" nel caso di terminali di emissione costituiti da radiatori.



Tabella 13.5: Prospetto XLIV del d.d.g. n. 5796, Rendimenti di distribuzione, η_{dH} , corretti in funzione della tipologia di terminale di erogazione (Fonte: UNI TS 11300-2:2008).

Tipologia dell'impianto	Temperature di mandata e ritorno di progetto	Rendimenti corretti η_{dH}
Impianti a radiatori a temperatura variabile	70/55	$1-(1-\eta_{dH}) * 0,85$
Impianti a ventilconvettori	55/45	$1-(1-\eta_{dH}) * 0,60$
Impianti a pannelli	30/35	$1-(1-\eta_{dH}) * 0,25$

Se il sistema di emissione è di tipologia radiatori, è necessario infine selezionare se **Il sottosistema appartiene ad un impianto a temperatura variabile (24)**, in modo da applicare la correzione richiesta dal prospetto XLIV del d.d.g. n. 5796.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva (25)** ed accedere alla successiva sezione **Sottosistema di accumulo (26)**.

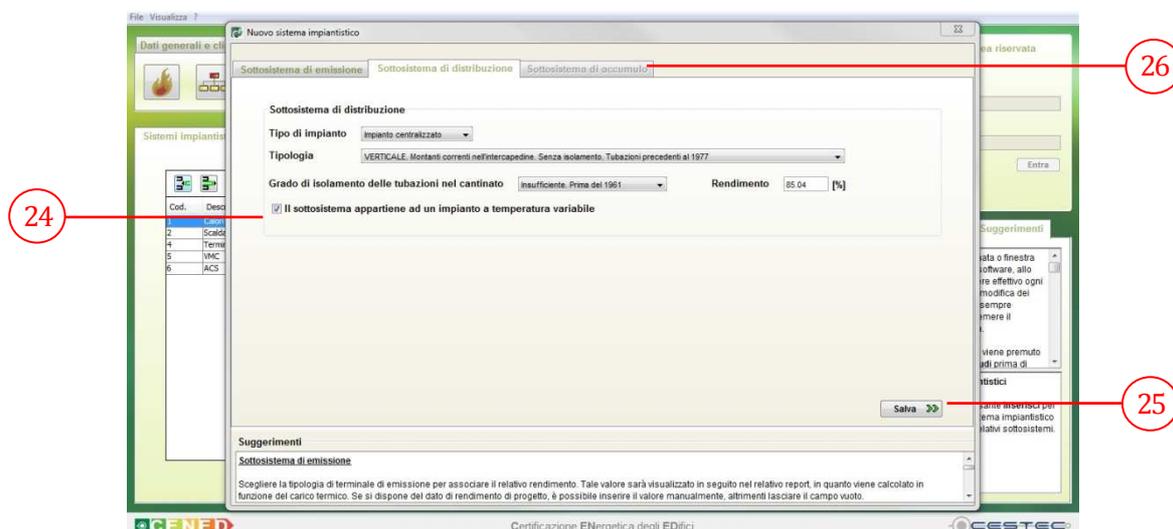


Figura 13.16: Sottosistema di distribuzione, selezione Il sottosistema appartiene ad un impianto a temperatura variabile.



Riquadro VII: Isolamento secondo legge 10/91 e legge 373/76

Con la dicitura "tubazioni precedenti al 1977" si intendono tubazioni che non osservano le prescrizioni fornite dalla legge 373 del 30-04-1976 "Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici" e quelle dell'art. 12 del D.P.R. 28 giugno 1977, n. 1052 "Regolamento di esecuzione alla Legge 30 aprile 1976, n. 373 relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici".

Con la dicitura "tubazioni realizzate tra il 1993 e il 1977" si intendono invece sistemi di distribuzione che soddisfano l'art. 12 del DPR 28 giugno 1977 n. 1052, che viene di seguito riportato. Tramite l'ausilio delle tabelle è possibile verificare che l'isolante del sistema di distribuzione oggetto di certificazione energetica soddisfi i requisiti imposti dalla normativa.

Art. 12. DPR 28 giugno 1977 n.1052, Isolamento degli impianti termici da installare.

Per gli impianti termici da installare negli edifici di cui all'art. 1 della legge 373/76, tutte le tubazioni, comprese quelle montanti in traccia o situate nelle intercapedini delle tamponature a cassetta, anche quando queste ultime sono isolate termicamente, devono essere installate e coibentate, secondo le seguenti modalità: gli spessori dell'isolante per il coibente di riferimento che abbia conducibilità lambda di 0,035 kcal/m h °C ovvero di 0,041 W/m K, devono avere i valori indicati alla successiva tabella; nel caso di impiego di materiali isolanti con conducibilità termica lambda' diversa da lambda, si utilizzano gli spessori equivalenti ricavati mediante la formula; i valori lambda e lambda' a 50°C (kcal/m h °C, W/m K) sono ricavati da certificati di prova rilasciati da laboratori autorizzati dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, aumentati del 20%.

$$s' = [(1 + 2*s/d)^{(\lambda'/\lambda)} - 1] * d/2 \quad (13.1)$$

dove:

lambda conducibilità termica di riferimento definita precedentemente;

s spessore dell'isolante di riferimento (m);

lambda' conducibilità del materiale impiegato;

s' spessore minimo del materiale di conducibilità lambda' (m);

d diametro esterno della tubazione (m).

La tabella 2 permette di ricavare direttamente il termine $1/2 * [(1 + 2*s/d)^{(\lambda'/\lambda)} - 1]$ in funzione di $2s/d$.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori di isolamento, che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5; per le tubazioni correnti entro strutture non affacciate nè all'esterno nè su locali non riscaldati, gli spessori di cui alla tabella 1 vanno moltiplicati per 0,3.

I materiali coibenti a contatto con le tubazioni devono presentare stabilità dimensionale e funzionale alle temperature di esercizio e per la durata dichiarata dal produttore; devono inoltre presentare un comportamento al fuoco idoneo, in relazione al loro inserimento nelle strutture e al tipo e destinazione dell'edificio, da dimostrare con documentazione di avvenuti accertamenti di laboratorio; per i canali dell'aria per il riscaldamento degli ambienti, posti in ambienti non riscaldati, lo spessore dell'isolante per i coibenti con conducibilità termica lambda = 0,035 (kcal/h m °C) deve essere di 30 mm, nel caso di impiego di materiali isolanti di diversa natura, lo spessore suddetto va moltiplicato per il rapporto lambda'/lambda. La verifica del grado di isolamento degli impianti termici degli edifici deve essere effettuata attraverso il controllo degli spessori in opera dei coibenti impiegati.



Tabella 13.6: Tabella 1. art 12 DPR 28-06-1977 N.1052.

Diametro convenzionale in pollici	Tubazione esterna in mm	Temperatura del fluido all'ammissione nella rete di distribuzione		
		fino a 85°C	da 86 a 105°C	oltre 105°C
		mm spess.	mm spess.	mm spess.
1/8	10,2	15	--	--
1/4	13,5	15	--	--
3/8	17,2	20	--	--
1/2	21,3	25	30	40
3/4	26,9	30	40	40
1	33,7	30	40	50
1 1/4	42,4	30	40	50
1 1/2	48,3	30	40	50
2	60,3	40	50	50
2 1/2	76,1	40	50	50
3	88,9	40	50	50
3 1/2	101,6	50	50	50
4	114,3	50	50	50
6	168,3	50	60	60
8	219,1	60	70	80
10	273	60	70	80
12 e oltre	323,9 e oltre	70	80	90

Tabella 13.7: Tabella 2. art 12 DPR 28-06-1977 N.1052.

Lambda'/Lambda 2s/d	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,4
0,4	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,30
0,5	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,38
0,6	0,23	0,26	0,30	0,34	0,38	0,47
0,8	0,30	0,35	0,40	0,45	0,51	0,64
1	0,37	0,43	0,50	0,57	0,65	0,82
1,4	0,51	0,60	0,70	0,81	0,93	1,20
1,8	0,64	0,76	0,90	1,05	1,22	1,61
2,4	0,83	1,00	1,20	1,42	1,67	2,27
3	1,02	1,24	1,50	1,80	2,14	2,98
3,5	1,17	1,44	1,75	2,12	2,54	3,61
4	1,31	1,63	2,00	2,44	2,95	4,26

Con la dicitura "Isolamento secondo legge 10/91" si intende che l'isolante soddisfi i requisiti imposti dal DPR 412/93 e successive modifiche ed integrazioni. In particolare si riporta l'allegato B del DPR 412/93, che impone degli spessori di isolante minimi per le reti di distribuzione.

Tramite l'ausilio della tabella è possibile verificare che l'isolante del sistema di distribuzione oggetto di certificazione energetica soddisfi i requisiti imposti dalla normativa.

Allegato B DPR 412/93 - Isolamento delle Reti di Distribuzione del Calore negli impianti termici

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella 1 in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in $W/m^{\circ}C$ alla temperatura di $40^{\circ}C$.



Tabella 13.8: Tabella 1 dell'allegato B del DPR 412/93.

TAB 1						
Conducibilità Termica utile dell'isolante (W/m K)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	<20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	> 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	42	56	71	77	84

Per valori di conducibilità termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.

- I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5.
- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.
- Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conducibilità termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI che verranno pubblicate entro il 31 ottobre 1993 e recepite dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato entro i successivi trenta giorni.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 1 per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

13.1.1.1.2 Sottosistema di accumulo

La presente schermata è da compilare solo nel caso in cui il sottosistema di accumulo si riferisca al solo riscaldamento o climatizzazione invernale e risulti distinto e diverso dall'accumulo eventualmente inserito nella definizione della centrale termica a cui si prevede di asservire il sistema impiantistico in oggetto. Se l'impianto oggetto di certificazione energetica non ricade in questa casistica, concludere la definizione del sistema impiantistico cliccando su **Salva (27)**

Nel caso in cui si proceda, comunque, ad inserire in questa schermata il sistema di accumulo, qualora il software rilevi la presenza di un sottosistema di accumulo nella centrale termica asservita anche al riscaldamento o climatizzazione invernale, al momento dell'associazione del sistema impiantistico alla zona termica, viene richiesto quale sottosistema di accumulo si intende utilizzare.



Nel caso in cui l'accumulo risulti a servizio anche di subalterni non oggetto di analisi, è necessario proporzionarne i dati in funzione o del volume lordo totale servito o del fabbisogno totale di energia netta.

Nel campo **Sottosistema di accumulo** (28) è necessario, selezionare dall'elenco a discesa **Anno di installazione** (29) una delle opzioni proposte:

- **Prima del 20 luglio 2007;**
- **Dopo il 20 luglio 2007.**

Nel caso in cui non sia presente il sottosistema di accumulo è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Anno di installazione** (29) la stringa vuota.

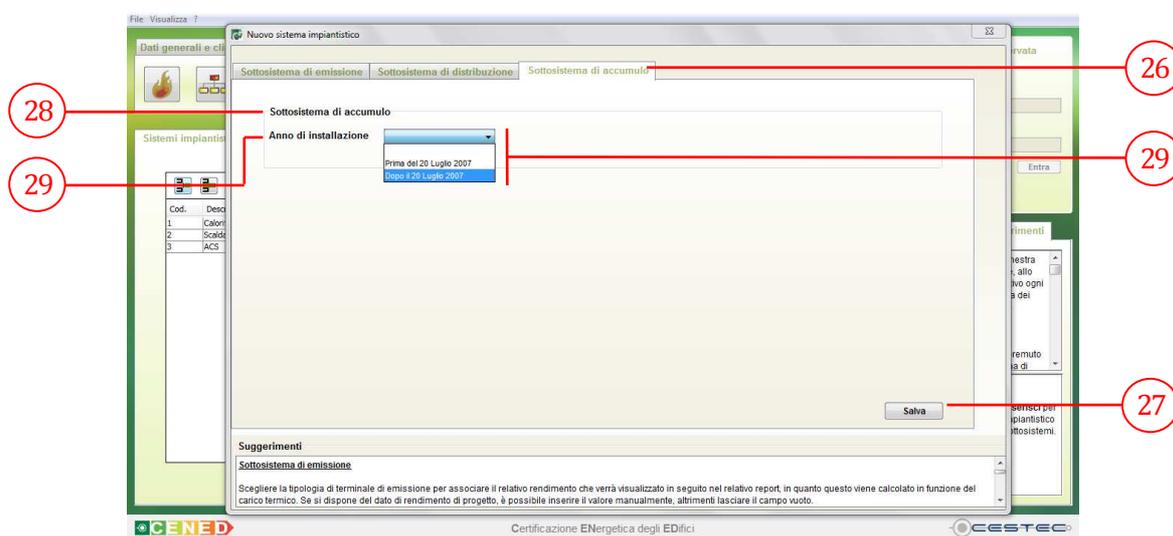


Figura 13.17: Sottosistema di accumulo, selezione Anno di installazione.

13.1.1.1.1.3 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007)

Nel caso in cui il sistema di accumulo sia stato installato prima del 20 luglio 2007 viene fornita la possibilità di condurre il calcolo dell'energia richiesta mediante due distinte modalità.

È necessario selezionare il radio button (30) relativo alla modalità che si intende scegliere in funzione dei dati a disposizione:

- **Calcolo analitico;**
- **Calcolo forfettario.**

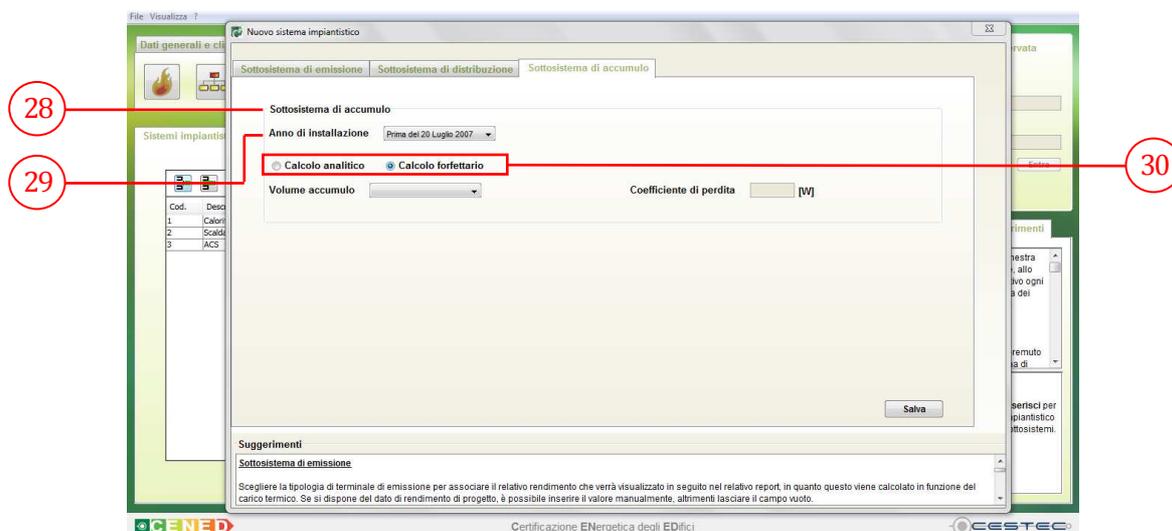


Figura 13.18: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, selezione della modalità di calcolo.

13.1.1.1.1.4 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico)

Se si è optato per il **Calcolo analitico** (30), viene richiesto di digitare i corrispondenti valori nei riquadri:

- **Superficie esterna del serbatoio**, [m²] (31);
- **Spessore dello strato isolante**, [m] (32);
- **Conduttività dello strato isolante**, [W/m K] (33);
- **Temperatura media nell'accumulo**, [°C] (34) tale valore si intende medio sul periodo di riscaldamento/climatizzazione invernale.

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica dell'apparecchio, dai dati forniti dal costruttore e, per le informazioni per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ. Per maggiore approfondimento si veda la definizione degli accumuli nel capitolo 12.

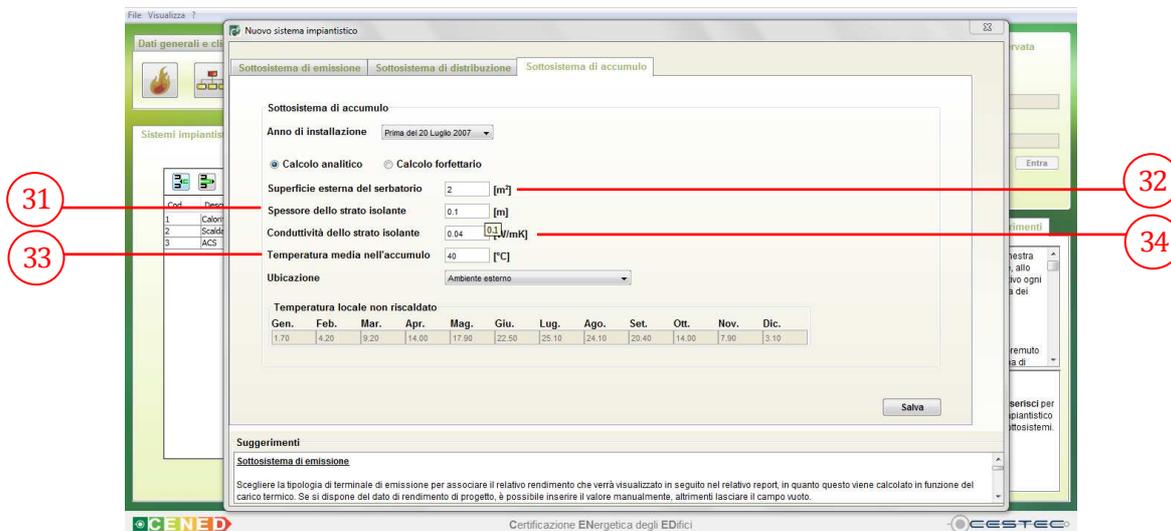


Figura 13.19: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico, inserimento dei dati relativi all'accumulo.

Infine, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (35), la collocazione dell'accumulo tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno;**
- **In ambiente a temperatura controllata;**
- **In ambiente non riscaldato.**

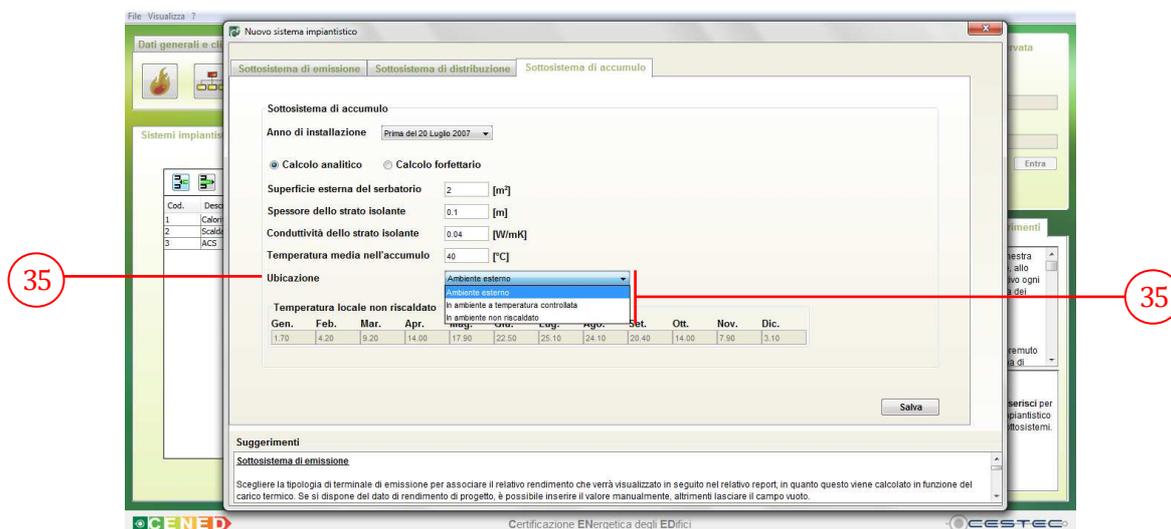


Figura 13.20: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico, selezione Ubicazione.

L'opzione di **Ubicazione** in **Ambiente esterno** (35) fa sì che la temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo risulti pari alle temperature medie mensili esterne della località



considerata (cfr. capitolo E.6.3.7.1 del d.d.g. n. 5796); tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (36) e non risultano modificabili.

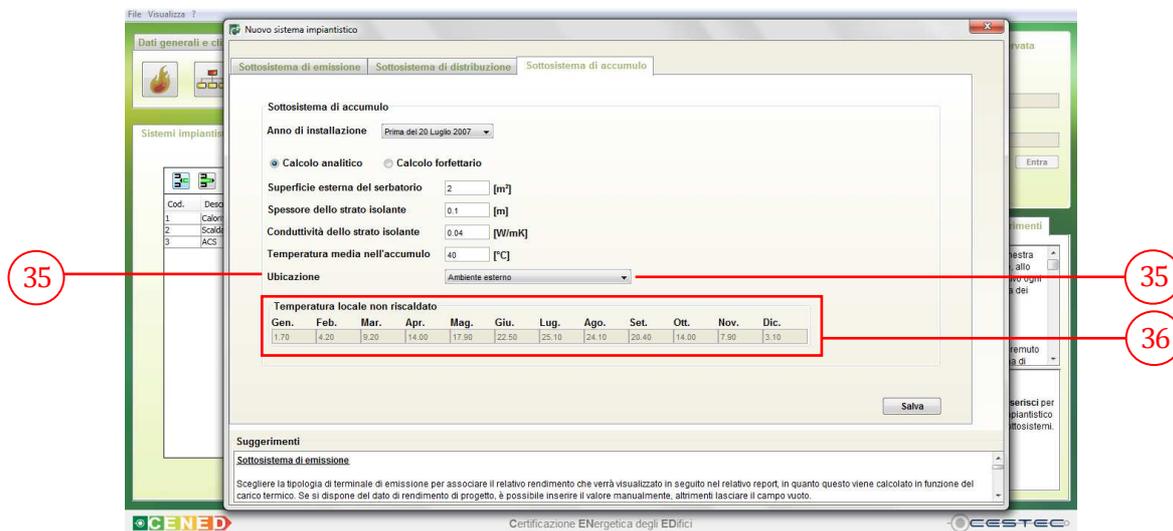


Figura 13.21: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico, Ubicazione Ambiente esterno.

L'opzione di **Ubicazione In ambiente a temperatura controllata** (35) considera come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo le temperature interne riferite a riscaldamento o climatizzazione invernale e raffrescamento o climatizzazione estiva, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio oggetto di certificazione; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (36) e non risultano modificabili.

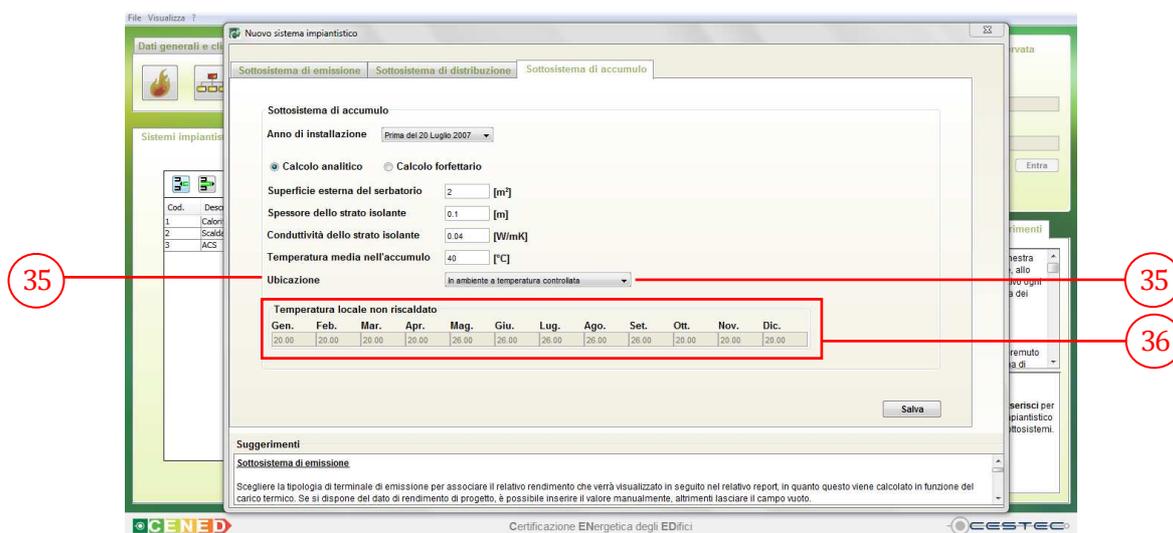


Figura 13.22: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico, Ubicazione In ambiente a temperatura controllata.

L'opzione di **Ubicazione In ambiente non riscaldato** (35) propone come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo alcune temperature interne riferite al locale in



oggetto; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (36) e risultano modificabili.

Se non si dispone dei dati relativi alle temperature mensili del locale a temperatura non controllata, è possibile, qualora siano presenti le condizioni previste dall'Appendice A della procedura di calcolo, definire tali valori mediante la modalità prevista all'Appendice stessa.

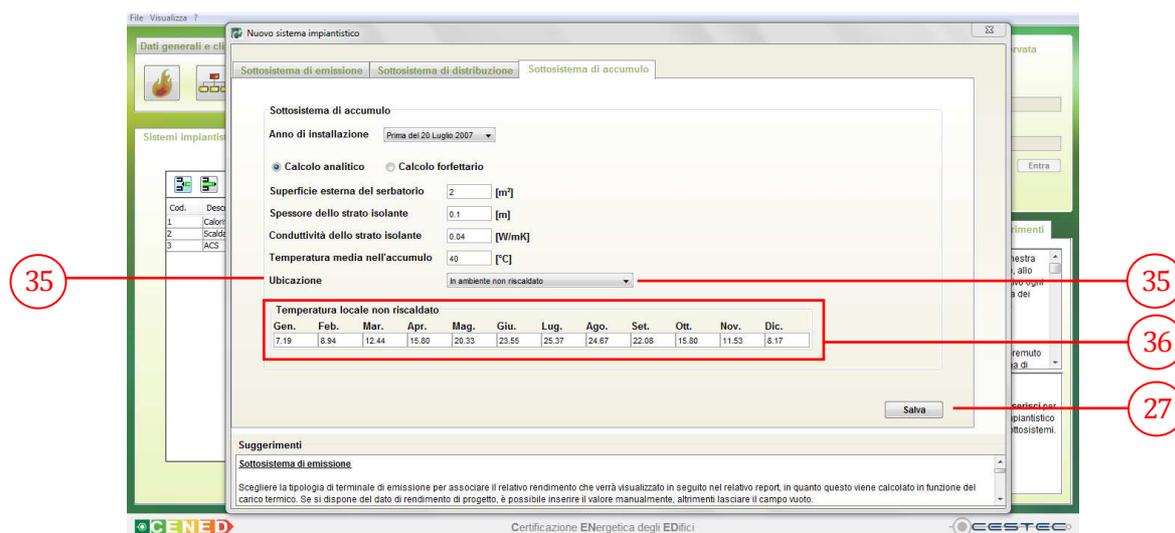


Figura 13.23: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico, Ubicazione In ambiente non riscaldato.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (27) e ritornare alla schermata di riepilogo **Sistemi impiantistici** (1).

13.1.1.1.5 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo forfettario)

Se si è optato per il **calcolo forfettario** (30), viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Volume accumulato** (37) tra le seguenti proposte:

- da 10 fino a 50 litri;
- da 50 a 200 litri;
- da 200 a 1.500 litri;
- da 1.500 a 10.000 litri;
- oltre i 10.000.

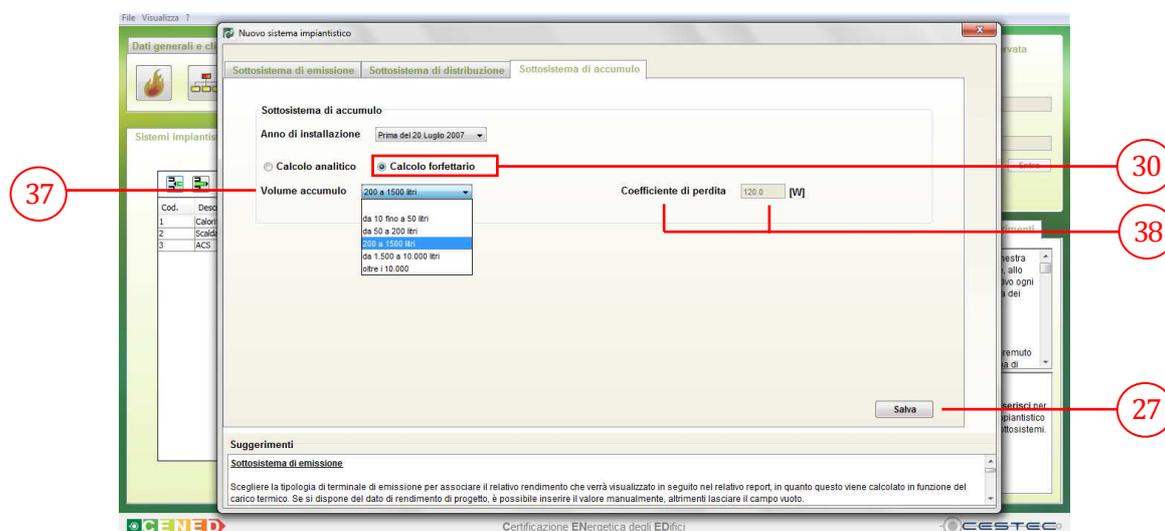


Figura 13.24: Sottosistema di accumulo, anno di installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo forfettario, scelta del volume di accumulo.

Una volta scelto il range di valori del volume di accumulo, il software associa e visualizza il relativo valore di **Coefficiente di perdita [W]** (38).

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (27) e ritornare alla schermata di riepilogo **Sistemi impiantistici** (1).

13.1.1.1.1.6 Sottosistema di accumulo (installazione dopo il 20 luglio 2007)

Nel caso in cui il sistema di accumulo abbia un **Anno di installazione Dopo il 20 luglio 2007** (29) viene richiesto di digitare i corrispondenti valori nelle caselle:

- **Dispersione termica dell'apparecchio, [W/K]** (39);
- **Temperatura media nell'accumulo, [°C]** (40) tale valore si intende medio sul periodo di riscaldamento/climatizzazione invernale.

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica dell'apparecchio, dai dati forniti dal costruttore e, per le informazioni per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ. Per maggiore approfondimento si veda la definizione degli accumuli nel capitolo 12.

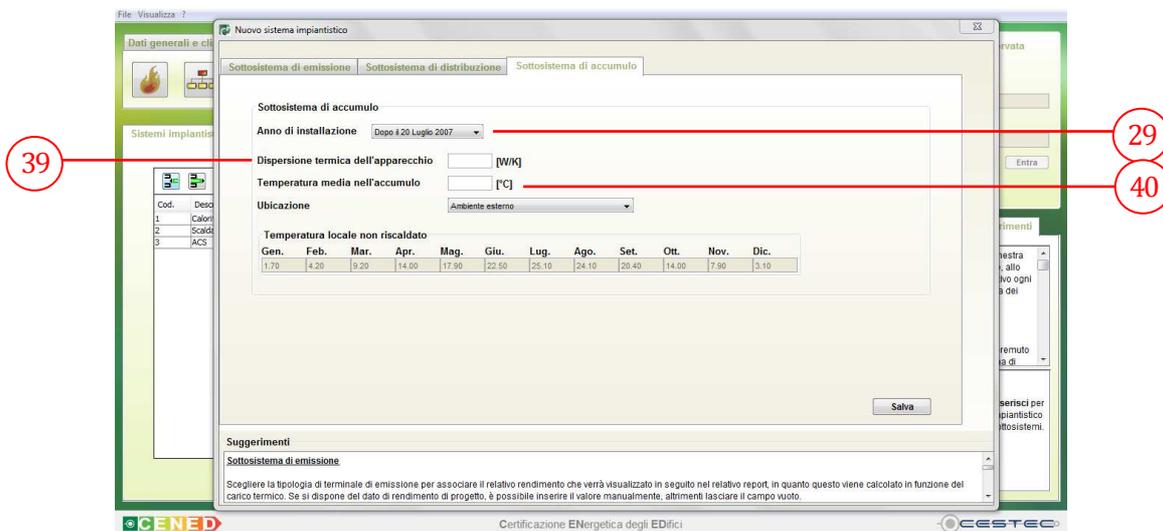


Figura 13.25: Sottosistema di accumulo, anno di installazione dopo il 20 luglio 2007, inserimento dei dati relativi all'accumulo.

Infine, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (41), la collocazione dell'accumulo tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno;**
- **In ambiente a temperatura controllata;**
- **In ambiente non riscaldato.**

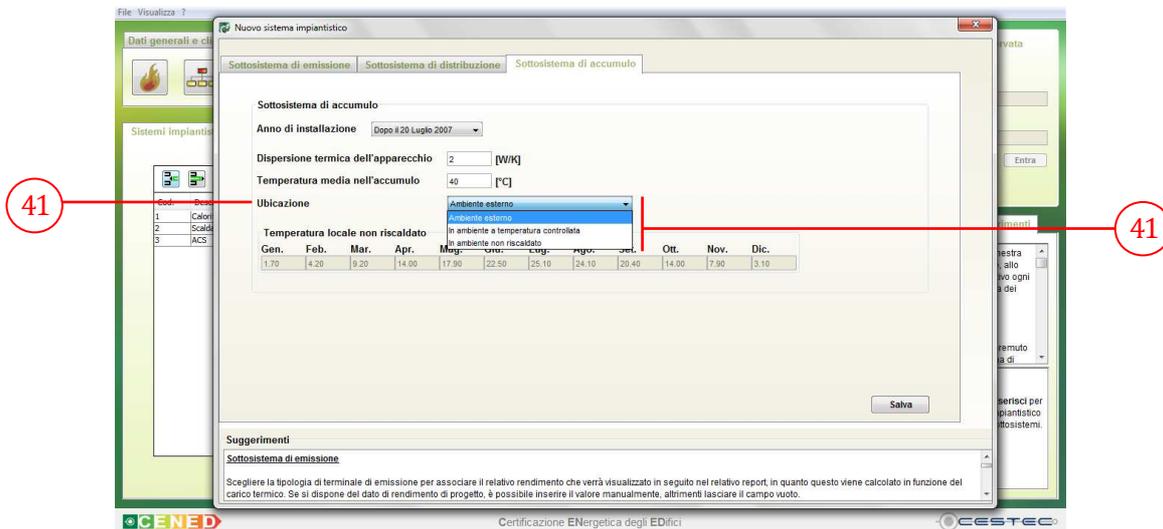


Figura 13.26: Sottosistema di accumulo, anno di installazione dopo il 20 luglio 2007, selezione dell'Ubicazione.



L'opzione di **Ubicazione in Ambiente esterno** (41) fa sì che la temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo risulti pari alle temperature medie mensili esterne della località considerata (cfr. capitolo E.6.3.7.1 del d.d.g. n. 5796); tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (42) e non risultano modificabili.

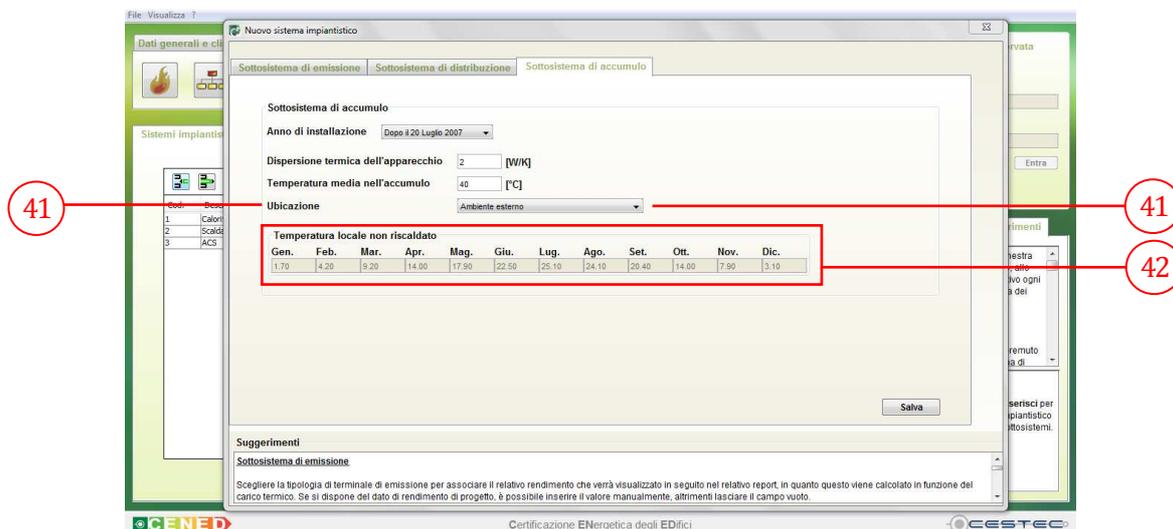


Figura 13.27: Sottosistema di accumulo, anno di installazione dopo il 20 luglio 2007, selezione dell'Ubicazione in Ambiente esterno.

L'opzione di **Ubicazione In ambiente a temperatura controllata** (41) considera come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo le temperature interne riferite a riscaldamento o climatizzazione invernale e raffrescamento o climatizzazione estiva, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio oggetto di certificazione; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (42) e non risultano modificabili.

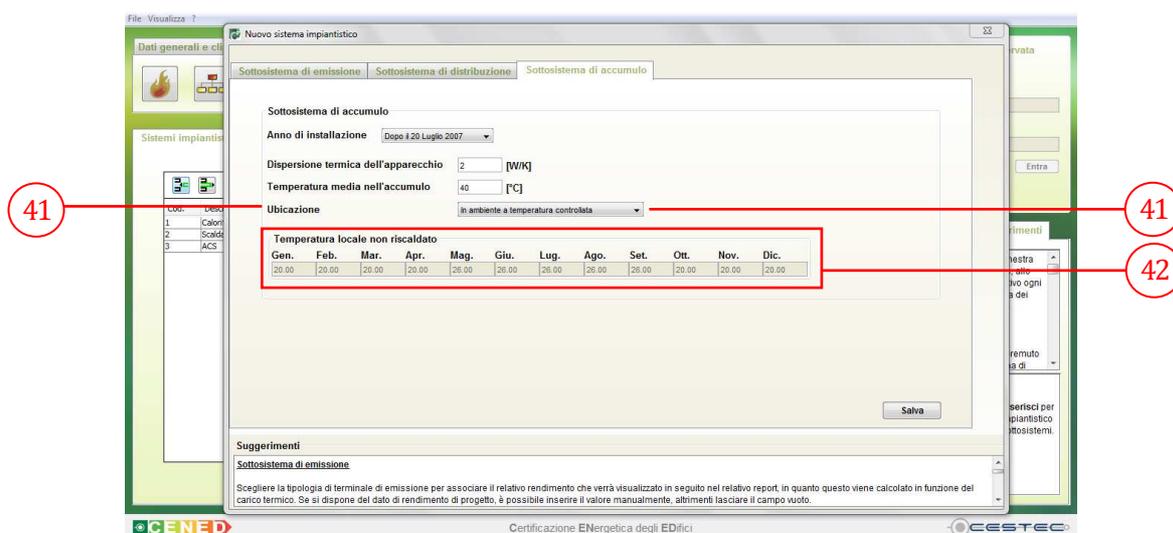


Figura 13.28: Sottosistema di accumulo, anno di installazione dopo il 20 luglio 2007, selezione dell'Ubicazione In ambiente a temperatura controllata.



L'opzione di **Ubicazione In ambiente non riscaldato** (41) propone come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo alcune temperature interne riferite al locale in oggetto; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (42) e risultano modificabili.

Se non si dispone dei dati relativi alle temperature mensili del locale a temperatura non controllata, è possibile, qualora siano presenti le condizioni previste dall'Appendice A della procedura di calcolo, definire tali valori mediante la modalità descritta nell'Appendice stessa.

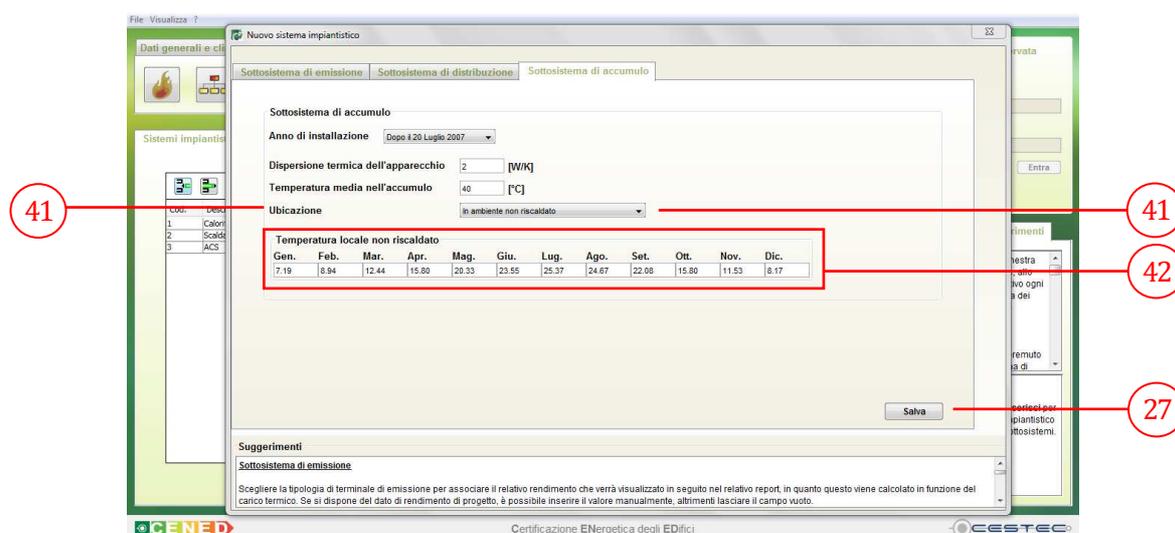


Figura 13.29: Sottosistema di accumulo, anno di installazione dopo il 20 luglio 2007, selezione dell'Ubicazione In ambiente non riscaldato.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (27) e ritornare alla schermata di riepilogo **Sistemi impiantistici** (1).

13.1.1.1.2 Ventilazione meccanica

13.1.1.1.2.1 Sottosistema di emissione

Considerato che le perdite termiche di processo nel sottosistema di emissione sono da considerarsi nulle, nel campo **Sottosistema di emissione** (43) viene visualizzato un valore di **Rendimento [%]** (44) pari al 100%; tale dato non risulta modificabile.

Premere il pulsante **Salva** (45) per accedere alla sezione **Sottosistema di distribuzione** (Av) (46).

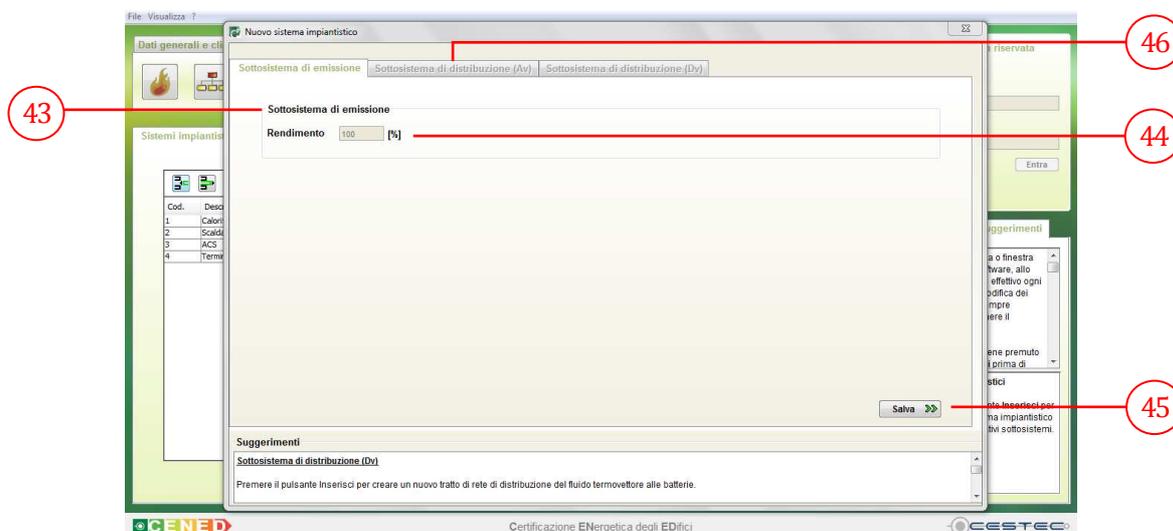


Figura 13.30: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di emissione.

13.1.1.1.2.2 Sottosistema di distribuzione Av

Nel campo **Sottosistema di distribuzione** (47) viene assunto unitario (100%) il valore del **Rendimento [%]** (48) del sistema di distribuzione dell'aria di ventilazione; tale dato non risulta modificabile.

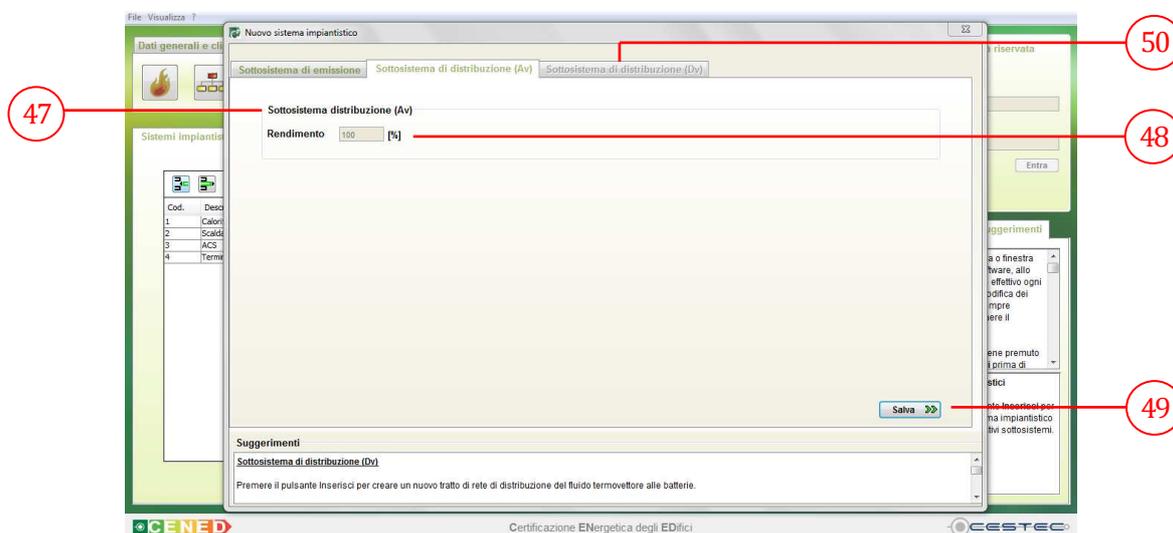


Figura 13.31: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Av).

Premere il pulsante **Salva** (49) per accedere alla sezione **Sottosistema di distribuzione (Dv)** (50).



13.1.1.1.2.3 Sottosistema di distribuzione Dv

Qualora il sistema impiantistico in oggetto sia asservito alla ventilazione meccanica, nel campo **Sottosistema di distribuzione (Dv)** (51) è necessario definire il tratto di distribuzione del fluido termovettore dal generatore all'unità di trattamento aria. Tale sottosistema, perciò, sarà presente solo se nell'unità di trattamento aria esiste una batteria che, alimentata dal fluido termovettore, provvede al riscaldamento dell'aria in ingresso all'edificio.

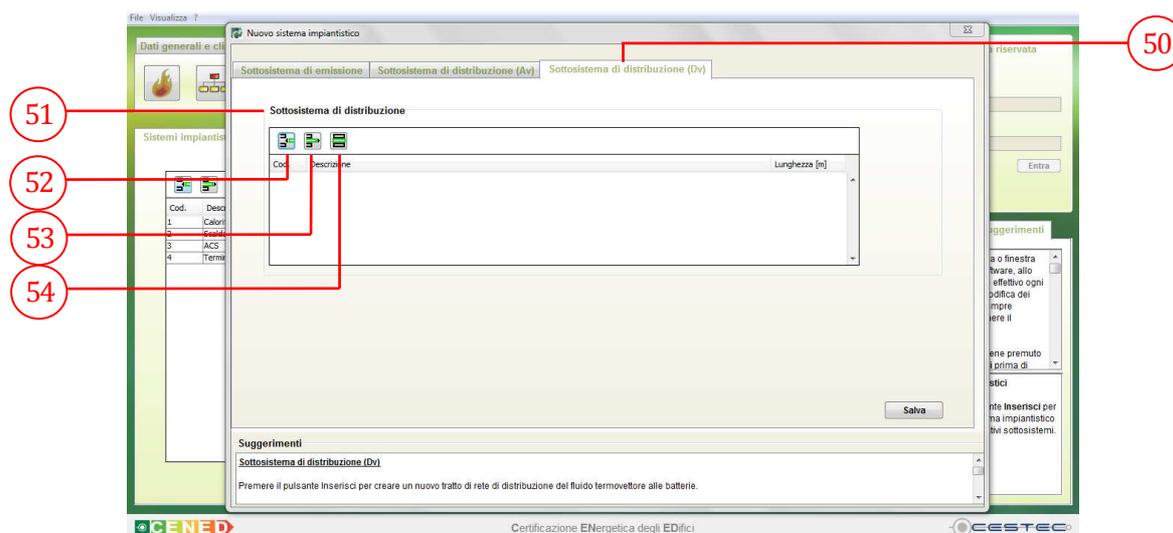


Figura 13.32: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv).

Per determinare le caratteristiche del sistema di distribuzione è necessario inserire tutti i tratti di rete che collegano il generatore alla batteria di scambio termico dell'unità di trattamento aria.

A questo scopo sono presenti i pulsanti:

- **Inserisci tratto di rete** (52);
- **Elimina tratto di rete** (53);
- **Modifica tratto di rete** (54).

Per creare un nuovo tratto di distribuzione è necessario premere il pulsante **Inserisci tratto di rete** (52) ed accedere alla finestra pop-up **Nuovo tratto di rete** (55).

13.1.1.1.2.4 Nuovo tratto di rete

Nella finestra pop-up **Nuovo tratto di rete** (55) viene richiesto di inserire:

- nella casella **Descrizione** (56), una breve descrizione del sottosistema inserito al fine di riconoscerlo successivamente;
- nella casella **Lunghezza** (57), la lunghezza del tratto in via di definizione [m];



- nella casella **Trasmittanza** (58), il valore della trasmittanza lineica del tratto di rete in via di definizione [W/m K].

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica dell'apparecchio, dai dati forniti dal costruttore, da documenti progettuali e, per le informazioni per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ.

Riquadro VIII: Trasmittanza termica lineica

La determinazione della trasmittanza lineica può effettuarsi:

- sulla base di formule empiriche, come quelle riportate al capitolo E.9.5.4 del d.d.g. n. 5796;
- sulla base delle formule riportate all'appendice A della norma UNI TS 11300-2.

La determinazione con formule empiriche è possibile nei seguenti casi:

- Per tubazioni correnti in aria e con uno spessore di isolante conforme a quello indicato nell'Allegato B del DPR 412/93 la trasmittanza lineica U_i , espressa in W/(m K), in funzione del diametro esterno della tubazione (senza isolante) d , è calcolabile come:

$$U_i = 0,143 + 0,0018 \cdot d \tag{13.2}$$

- Per montanti verticali posti verso l'interno del fabbricato in intercapedini che, procedendo dall'interno verso l'esterno, precedono lo strato di isolamento termico avente uno spessore conforme a quello indicato nell'Allegato B del DPR 412/93 moltiplicato per 0,5, la trasmittanza lineica U_i , espressa in W/(m K), è calcolabile in funzione del diametro esterno della tubazione (senza isolante) d , espresso in mm, come:

$$U_i = 0,19 + 0,0034 \cdot d \tag{13.3}$$

- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati e con uno spessore di isolante conforme a quello indicato nell'Allegato B del DPR 412/93 moltiplicato per 0,3, la trasmittanza lineica U_i , espressa in W/(m K), in funzione del diametro esterno della tubazione (senza isolante) d , espresso in mm, è calcolabile come:

$$U_i = 0,225 + 0,00532 \cdot d \tag{13.4}$$

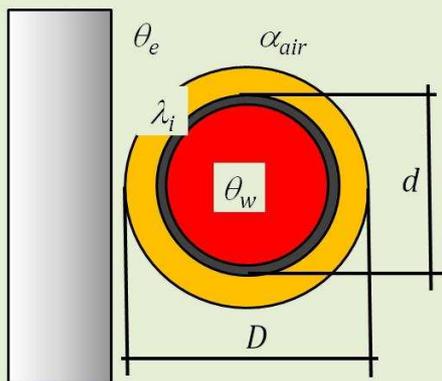
Nel caso di determinazione secondo l'appendice A della norma UNI TS 11300-2 si applicano i casi illustrati nella seguente tabella.

Tabella 13.9: Determinazione della trasmittanza lineica per tubazioni isolate e non isolate, in aria o incassate.

Tubazioni <u>non</u> isolate correnti in aria all'interno o all'esterno dell'edificio	
	<p>Esterno edificio</p> $U_i = 16,5 \cdot \pi \cdot d_i \tag{13.5}$
	<p>Interno Edificio</p> $U_i = 3,24 \cdot \pi \cdot d_i \cdot (\theta_{w,i} - \theta_{a,i})^{0,3} \tag{13.6}$

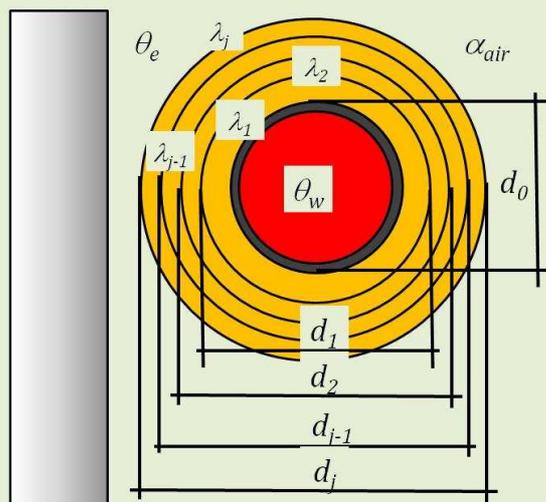


Tubazione isolata corrente in aria, all'interno o all'esterno



$$U_i = \pi / \left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{D_i}{d_i} + \frac{1}{\alpha_{air} \cdot D_i} \right) \quad (13.7)$$

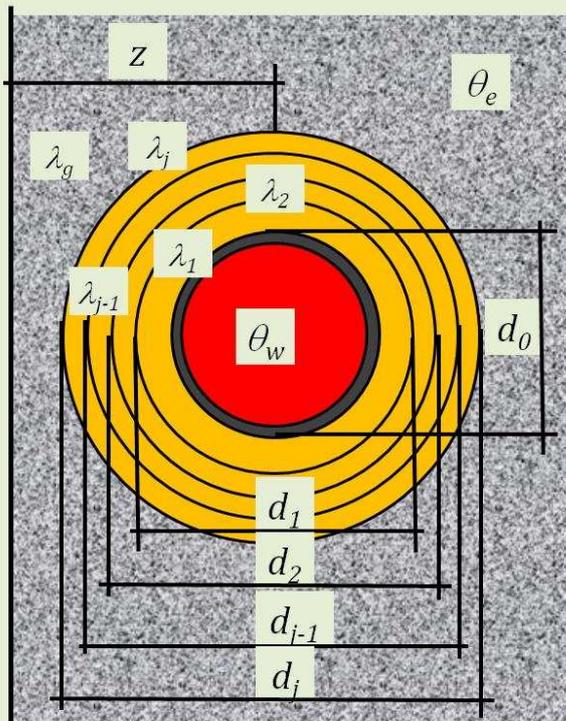
Tubazione isolata corrente in aria, all'interno o all'esterno, diversi strati di materiale isolante



$$U_i = \pi / \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{2 \cdot \lambda_j} \cdot \ln \frac{d_j}{d_{j-1}} + \frac{1}{\alpha_{air} \cdot d_n} \right) \quad (13.8)$$

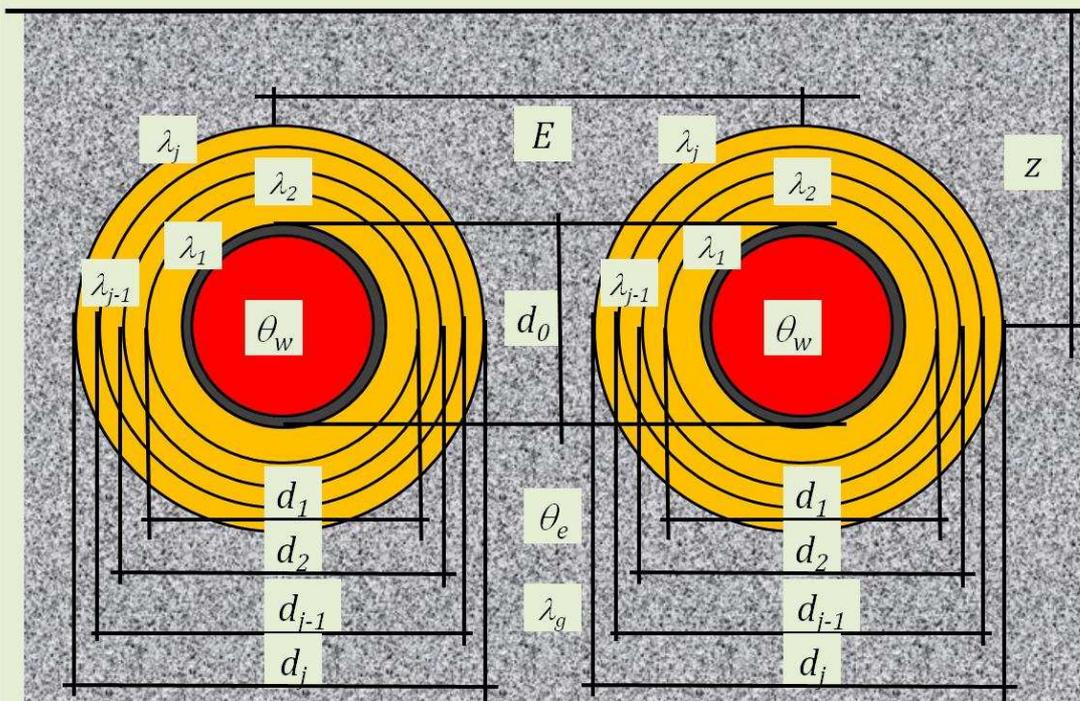


Tubazione singola incassata nella muratura



$$U_i = \pi / \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{2 \cdot \lambda_j} \cdot \ln \frac{d_j}{d_{j-1}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_G} \cdot \ln \frac{4 \cdot z}{d_n} \right) \quad (13.9)$$

Tubazioni in coppia, incassate nella muratura



$$U_i = \pi / \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{2 \cdot \lambda_j} \cdot \ln \frac{d_j}{d_{j-1}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_G} \cdot \ln \frac{4 \cdot z}{d_n} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_G} \cdot \ln \sqrt{1 + \frac{4 \cdot z^2}{E^2}} \right) \quad (13.10)$$



dove:

- U_i è la trasmittanza termica lineica della tubazione i , [W/(m K)];
- 3,24 è il coefficiente di scambio superficiale complessivo per tubazioni non isolate correnti in ambienti interni, [W/(m² K)].
- 16,5 è il coefficiente di scambio superficiale complessivo per tubazioni non isolate correnti in ambienti esterni, [W/(m² K)].
- α_{air} è il coefficiente di scambio convettivo, [W/(m² K)], assunto pari a 4 W/(m² K) per tubazioni isolate correnti in ambienti interni e assunto pari a 10 W/(m² K) per tubazioni isolate correnti in ambienti esterni.
- n è il numero di strati isolanti significativi, [-];
- d_i è il diametro esterno della tubazione, [m];
- d_j è il diametro esterno dello strato isolante j , iniziando dal più interno, [m];
- d_o è il diametro esterno della tubazione, [m];
- d_n è il diametro esterno complessivo della tubazione isolata, [m];
- D_i è il diametro esterno dell'isolamento, [m];
- $\theta_{w,i}$ è la temperatura del fluido all'interno della tubazione, [K];
- $\theta_{a,i}$ è la temperatura dell'ambiente circostante, [K];
- λ_i è la conduttività dello strato isolante i , [W/(m K)], ricavata dai dati dichiarati dal fornitore del materiale; in mancanza di tale informazione si possono utilizzare i valori indicativi riportati nella Tabella 13.10;
- λ_j è la conduttività dello strato isolante j , [W/(m K)];
- λ_G è la conduttività del materiale attorno alla tubazione, [W/(m K)]; in assenza di informazioni più precise, si assume $\lambda_G = 0,7$ W/(m K);
- z è la profondità di incasso, [m]; in assenza di informazioni più precise si assume $z = 0,1$ m.
- E interasse delle tubazioni accoppiate, [m].

Tubazioni interrate

Si applicano le formule relative alle tubazioni incassate nella muratura.

λ_G è in questo caso la conduttività del terreno; in assenza di informazioni più precise, si assume $\lambda_G = 2,0$ W/(m K).

Ponti termici e singolarità

Si tiene conto delle seguenti tipologie di interruzioni dell'isolamento della tubazione:

- per staffaggi di linea non isolati (con interruzione dell'isolamento, scoperti), maggiorare del 10% la lunghezza totale della tubazione;
- per singolarità in centrale termica: lunghezza equivalente di tubazione non isolata dello stesso diametro del componente scoperto, come da Tabella 13.11.

Tabella 13.10: prospetto A.2 UNI TS 11300-2:2008, valori indicativi della conduttività di alcuni materiali.

Materiali	Conduttività λ [W/(m K)]
Materiali espansi organici a cella chiusa	0,040
Lana di vetro, massa volumica 50 kg/m ²	0,045
Lana di vetro, massa volumica 100 kg/m ²	0,040
Lana di roccia	0,060
Poliuretano espanso (preformati)	0,042

Tabella 13.11: prospetto A.3 UNI TS 11300-2:2008, lunghezze equivalenti di tubazione isolata nel caso di componenti singolari non isolati.

Componente non isolato	Lunghezza equivalente non isolata
Pompa di circolazione	0,3 m
Valvola miscelatrice	0,6 m
Flangia, bocchettone	0,1 m

Nota: Le tubazioni non isolate devono essere valutate a parte. La lunghezza equivalente riportata nel presente prospetto si riferisce esclusivamente alla singolarità, assumendo che la tubazione sia per il resto isolata.

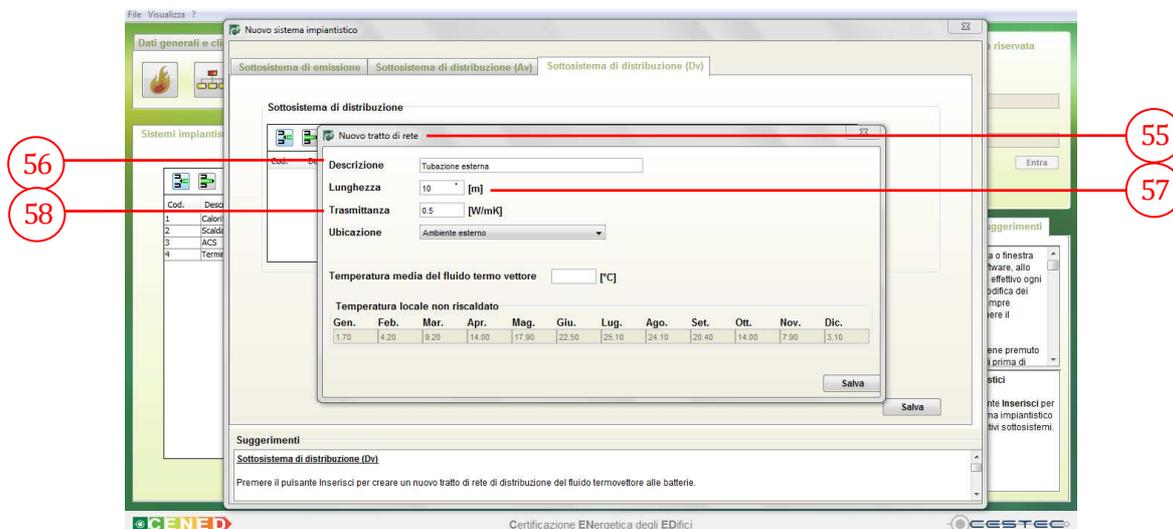


Figura 13.33: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), finestra pop-up Nuovo tratto di rete, inserimento delle caratteristiche del tratto di rete.

In seguito, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (59), la collocazione del tratto di rete tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno;**
- **In ambiente a temperatura controllata;**
- **In ambiente non riscaldato.**

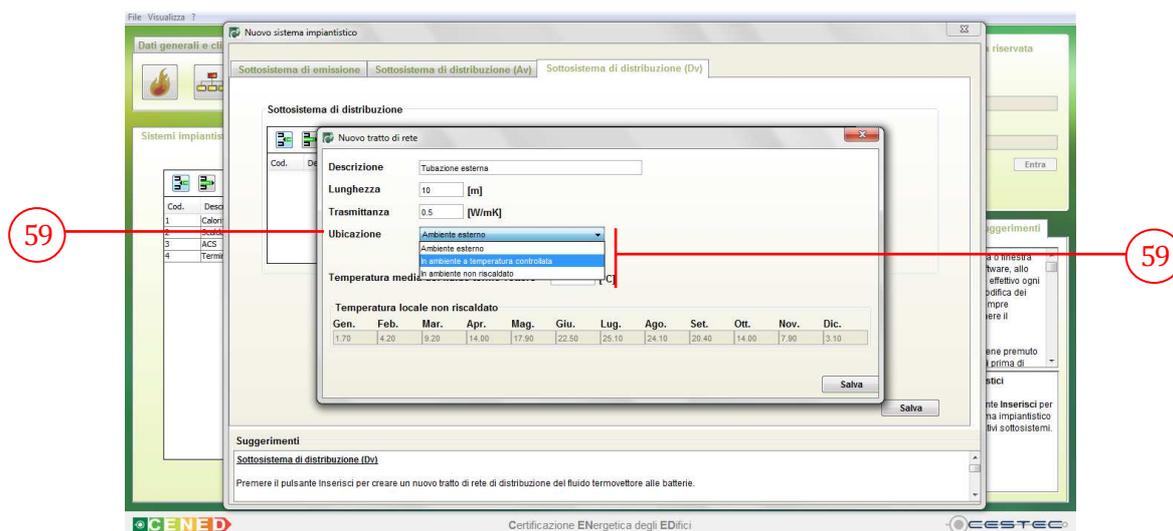


Figura 13.34: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), finestra pop-up Nuovo tratto di rete, selezione dell'Ubicazione.

L'opzione di **Ubicazione** in **Ambiente esterno** (59) fa sì che la temperatura dell'ambiente in cui è installato il tratto di rete risulti pari alle temperature medie mensili esterne della località



considerata (cfr. capitolo E.6.3.7.1 del d.d.g. n. 5796); tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (60) e non risultano modificabili.

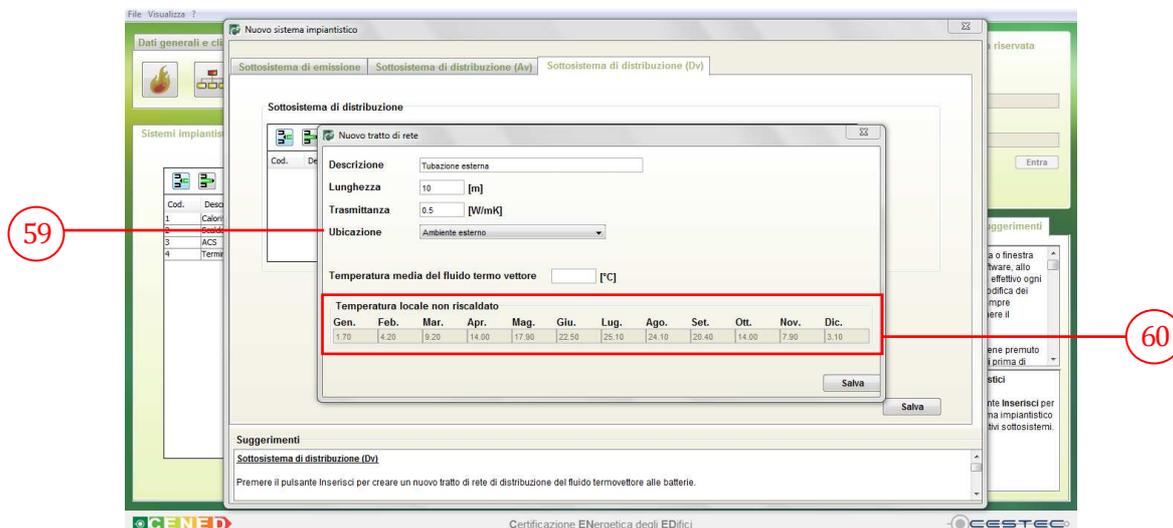


Figura 13.35: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), finestra pop-up Nuovo tratto di rete, Ubicazione in ambiente esterno.

L'opzione di **Ubicazione In ambiente a temperatura controllata** (59) considera come temperatura dell'ambiente in cui è installato il tratto di rete le temperature interne riferite a riscaldamento o climatizzazione invernale e raffrescamento o climatizzazione estiva, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio oggetto di certificazione; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (60) e non risultano modificabili.

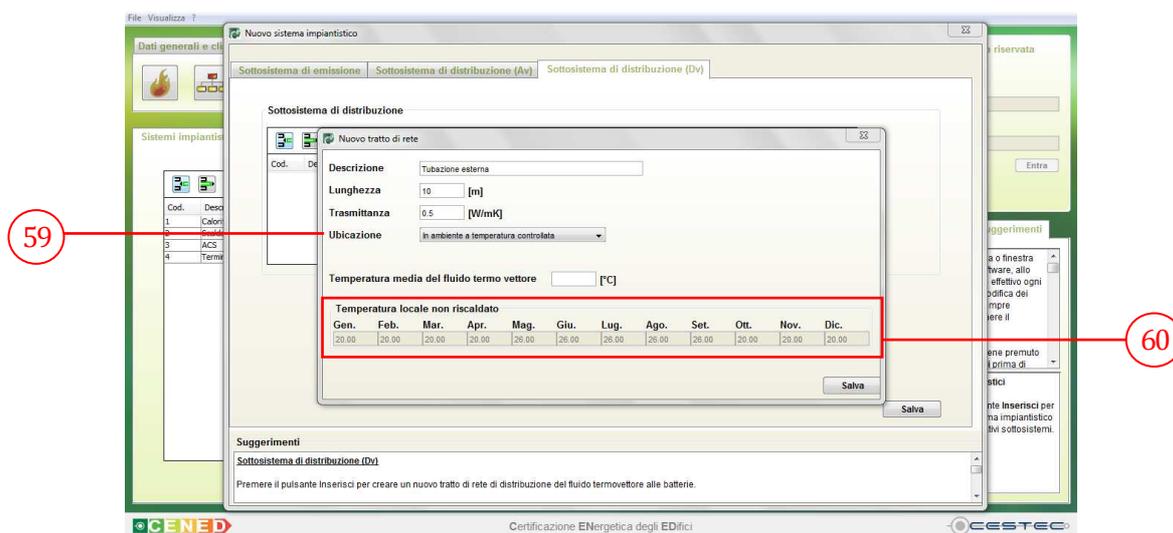


Figura 13.36: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), finestra pop-up Nuovo tratto di rete, Ubicazione In ambiente a temperatura controllata.



L'opzione di **Ubicazione In ambiente non riscaldato** (59) propone come temperatura dell'ambiente in cui è installato il tratto di rete alcune temperature interne riferite al locale in oggetto; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante **Temperatura locale non riscaldato** (60) e risultano modificabili. Se non si dispone dei dati relativi alle temperature mensili del locale a temperatura non controllata, è possibile, qualora siano presenti le condizioni previste dall'Appendice A della procedura di calcolo, definire tali valori mediante la modalità descritta nell'Appendice stessa.

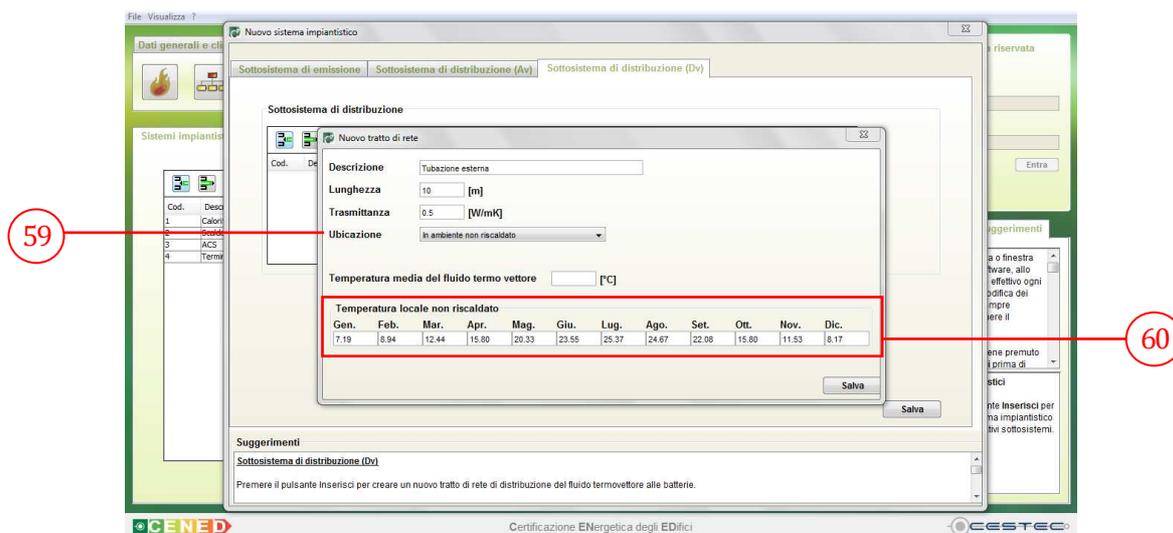


Figura 13.37: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), finestra pop-up Nuovo tratto di rete, Ubicazione In ambiente non riscaldato.

Viene, infine, richiesto di digitare, nella casella **Temperatura media del fluido termo vettore** [°C] (61) il relativo valore in °C.

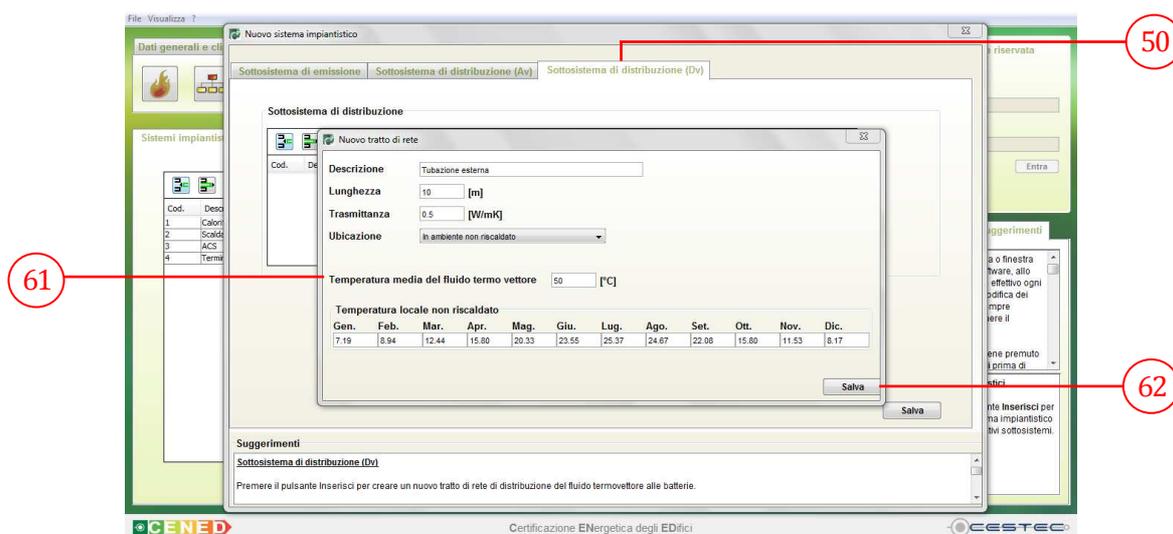


Figura 13.38: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), finestra pop-up Nuovo tratto di rete, Ubicazione In ambiente non riscaldato.



Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (62) e ritornare alla finestra di riepilogo **Sottosistema di distribuzione (Dv)** (50).

13.1.1.1.2.5 Elimina tratto di rete

Nella finestra di riepilogo **Sottosistema di distribuzione** (51), è possibile visualizzare tutti i tratti di rete precedentemente inseriti. Questi sono descritti da un Codice identificativo numerico, dalla loro Descrizione e dalla lunghezza di ciascun tratto.

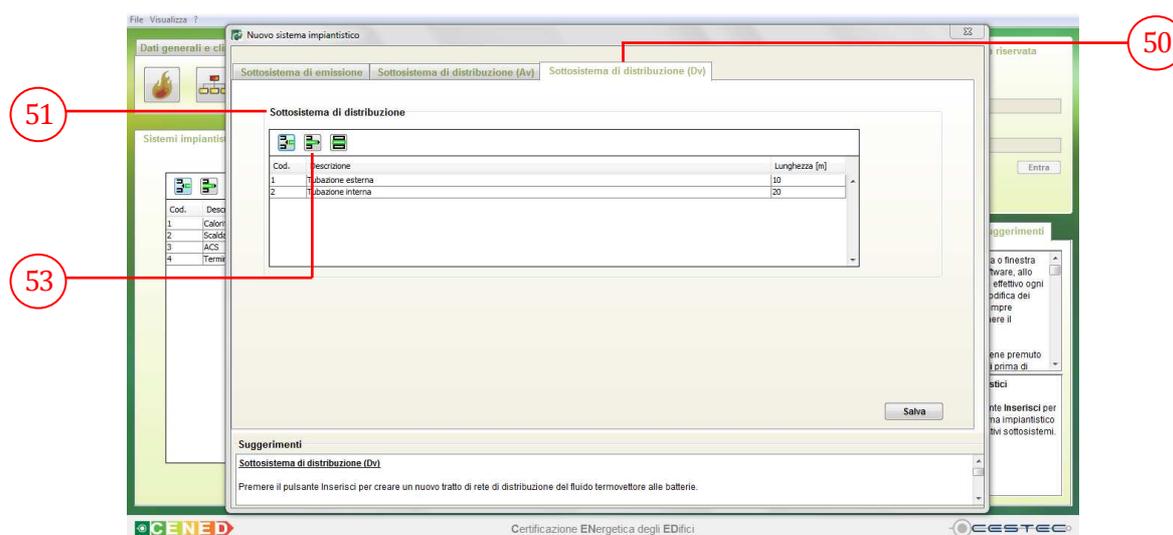


Figura 13.39: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), elimina tratto di rete.

Per cancellare un elemento dall'elenco dei tratti di rete è necessario selezionare la riga di riferimento e cliccare il pulsante **Elimina tratto di rete** (53). La riga sarà eliminata dopo aver confermato il comando, cliccando su **Sì** (63) nella finestra pop-up **Attenzione** (64).

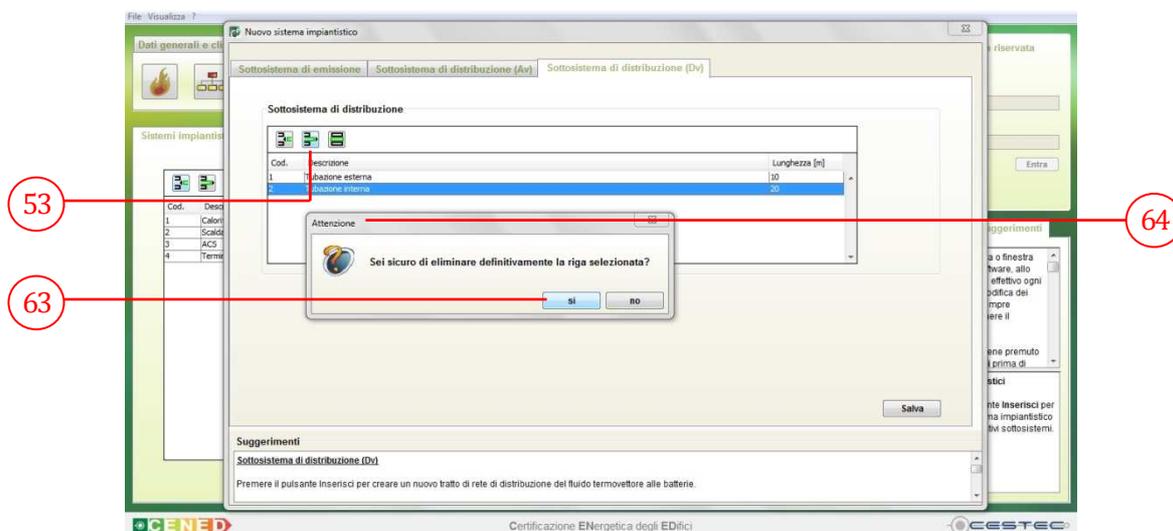


Figura 13.40: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), elimina tratto di rete, conferma.

13.1.1.1.2.6 Modifica tratto di rete

Per apportare variazioni alla definizione del tratto di rete è necessario selezionare la riga relativa all'elemento da cambiare, premere il pulsante **Modifica tratto di rete** (54) e procedere con la modalità prevista per l'inserimento di un nuovo tratto di rete.

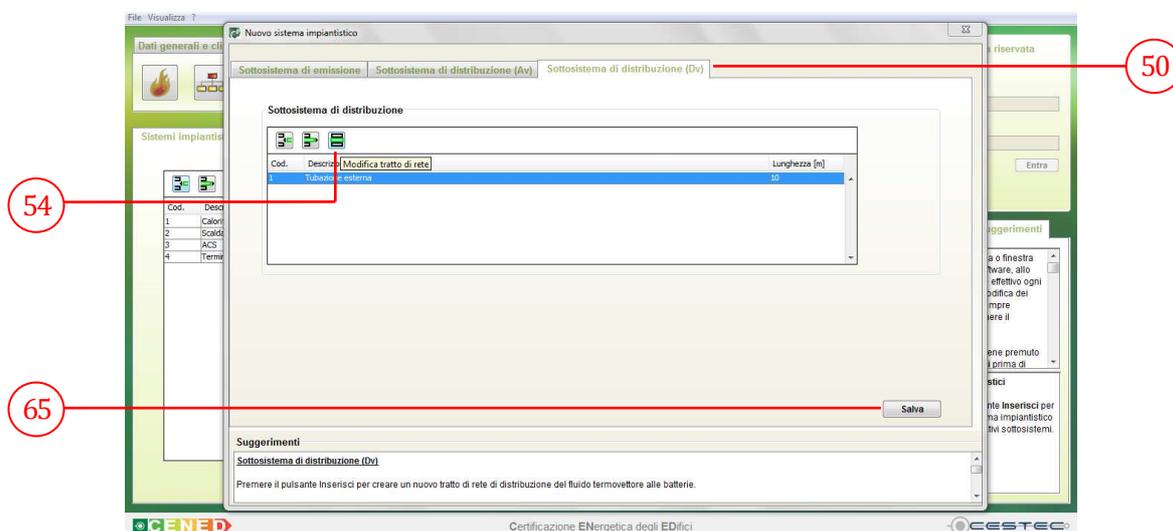


Figura 13.41: Ventilazione meccanica controllata, Sottosistema di distribuzione (Dv), modifica tratto di rete.

Allo scopo di rendere effettiva la definizione del **Sottosistema di distribuzione (Dv)** (50) è necessario cliccare sul pulsante **Salva** (65) ed accedere alla schermata di riepilogo **Sistemi impiantistici** (1).



13.1.1.1.3 Acqua calda sanitaria

13.1.1.1.3.1 Sottosistema di erogazione

Qualora il sistema impiantistico in oggetto sia asservito alla produzione di acqua calda per usi sanitari, nel campo **Sottosistema di erogazione** (66) è necessario inserire nella casella **Descrizione** (67) una breve descrizione del sottosistema inserito, al fine di riconoscerlo successivamente.

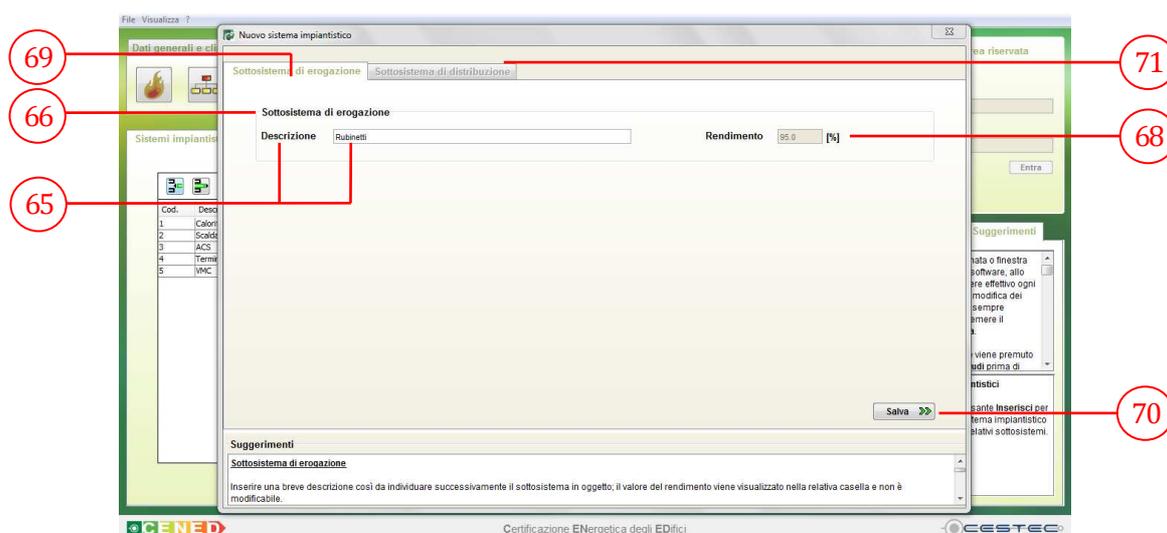


Figura 13.42: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di erogazione, Descrizione.

Il valore del rendimento del sistema di erogazione, definito dalla procedura di calcolo pari al 95%, è riportato nella casella **Rendimento** (68) e non risulta modificabile.

Allo scopo di rendere effettiva la definizione del **Sottosistema di erogazione** (69) è necessario cliccare sul pulsante **Salva** (70) ed accedere alla sezione **Sottosistema di distribuzione** (71).

13.1.1.1.3.2 Sottosistema di distribuzione

Nel campo **Sottosistema di distribuzione** (72) è necessario, in primo luogo, definire se il sottosistema sia, o meno, dotato di rete di ricircolo.

Viene definita rete di ricircolo, quella parte di rete idrica destinata a mantenere in circolazione il fluido caldo e ad evitarne il ristagno con conseguente raffreddamento dello stesso.

A questo scopo, è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Tipologia di sistema** (73) una tra le due opzioni proposte:

- **Senza ricircolo;**
- **Con ricircolo.**



Riquadro IX: Tipologie di sistema con e senza ricircolo

La norma UNI 9182 definisce il ricircolo come il sistema che riconduce all'origine l'acqua calda fluente in una distribuzione al fine di mantenerla in movimento e di garantire i valori prefissati di temperatura alle bocche di erogazione.

Questo sistema si avvale quindi di una tubazione parallela alla distribuzione dell'acqua calda, la rete di ricircolo, e di un sistema di pompaggio adeguato per mantenere in circolo acqua calda sanitaria ed impedire che gli utenti più lontani dalla centrale di produzione non abbiano a disposizione acqua calda sanitaria in tempi ragionevoli.

Le due immagini successive mostrano uno schema semplificato di una rete di distribuzione di acqua calda sanitaria con e senza ricircolo. Le due si distinguono chiaramente per il numero di colonne montanti (acqua calda, acqua fredda, ricircolo)

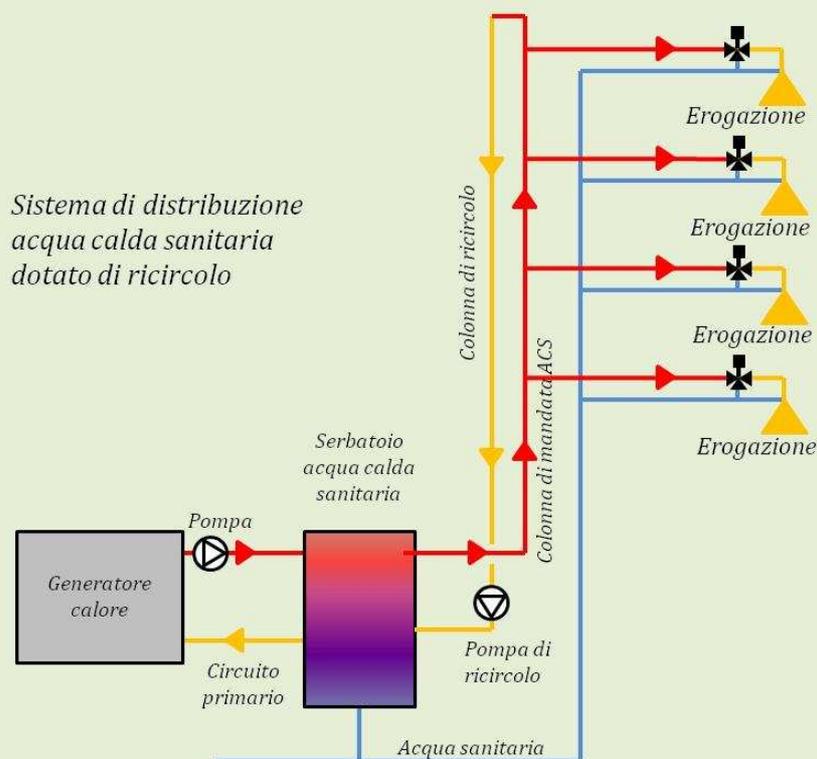


Figura 13.43: Schema semplificato di distribuzione dell'acqua calda sanitaria in un sistema dotato di ricircolo

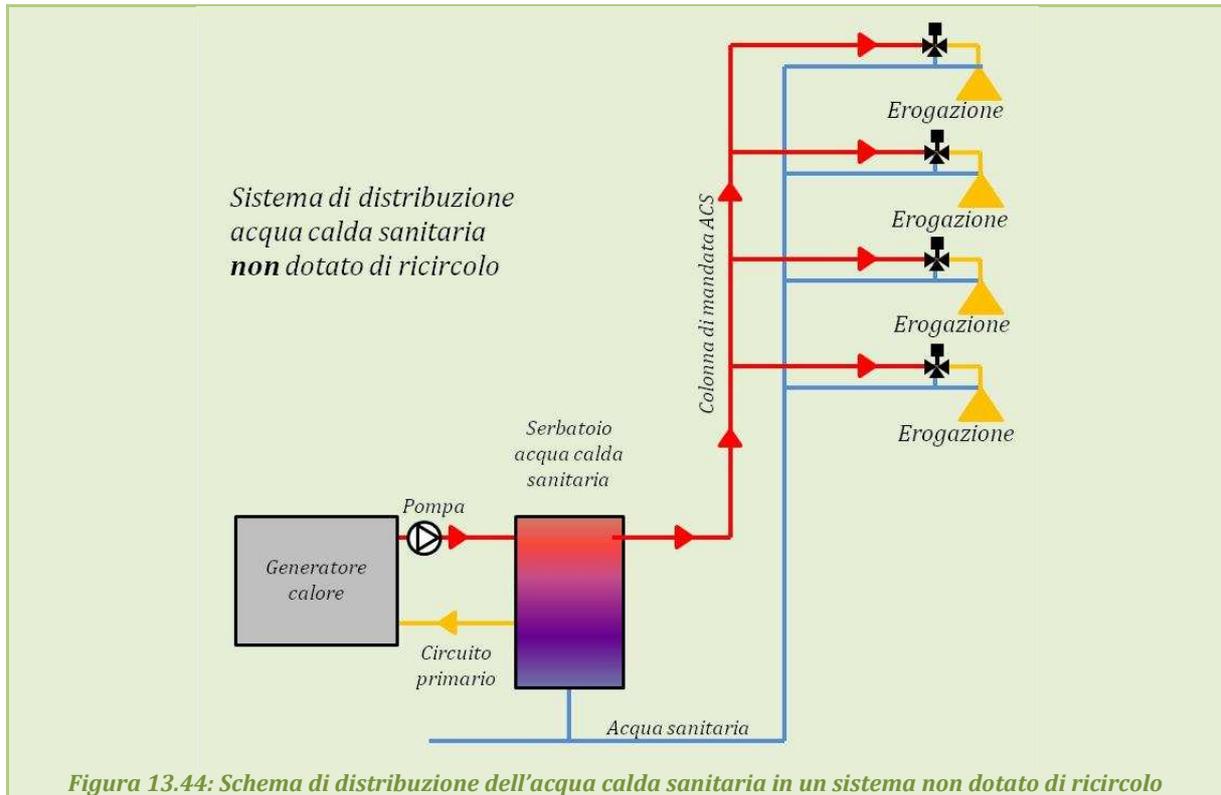


Figura 13.44: Schema di distribuzione dell'acqua calda sanitaria in un sistema non dotato di ricircolo

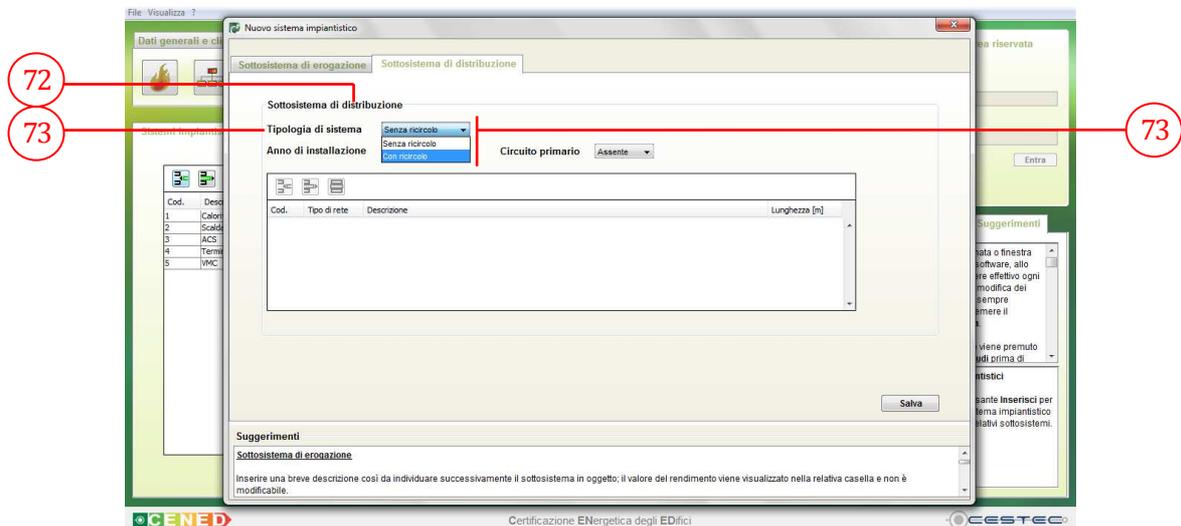


Figura 13.45: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, selezione Tipologia di sistema.

Per edifici nuovi, il calcolo delle perdite totali del sistema di distribuzione viene condotto dettagliatamente e deriva dalla sommatoria delle perdite dei singoli tratti. A tal fine è necessario definire ogni singolo tratto costituente la rete, mediante il pulsante **Inserisci tratto di rete** (76).



13.1.1.1.3.3 Sottosistema di distribuzione (sistema Senza ricircolo)

In presenza di un sistema di distribuzione **Senza ricircolo** (73) viene richiesto, al fine di determinare i valori dei coefficienti di perdita e di recupero, di scegliere dall'elenco a discesa **Anno di installazione** (74) una tra le proposte seguenti:

- **Prima della 373/76;**
- **Dopo la 373/76.**

Riquadro X: Perdite di distribuzione in sistemi senza ricircolo

Con riferimento al paragrafo E.8.3.2 del d.d.g. n. 5796 per edifici esistenti nel caso in cui il circuito di distribuzione non presenti un anello di ricircolo le perdite del sottosistema di distribuzione dell'acqua calda sanitaria si calcolano tramite la seguente relazione:

$$Q_{W,d,ls} = Q_{W,d,out} \cdot f_{l,w,d} \quad (13.11)$$

dove:

$Q_{W,d,ls}$ è la perdita termica di processo del sottosistema di distribuzione, [kWh];

$Q_{W,d,out}$ è l'energia termica richiesta al sistema di distribuzione, definita dall'equazione (147), del d.d.g. n. 5796 [kWh];

$f_{l,w,d}$ è il coefficiente di perdita, (Prospetto XXXIII del d.d.g. n. 5796, sotto riportato).

Tabella 13.12: Prospetto XXXIII del d.d.g. n. 5796

Perdite e recuperi del sottosistema di distribuzione $f_{l,w,d}$, $f_{R,DHW,d}$ (Fonte: UNI TS 11300-2:2008)

Tipologia del sistema		Coefficiente di perdita $f_{l,w,d}$	Coefficiente di recupero $f_{R,DHW,d}$
Sistemi installati prima della L. 373/76	Senza ricircolo	0,12	0,50
Sistemi installati dopo la L. 373/76	Senza ricircolo	0,08	0,50

Per edifici nuovi, il calcolo delle perdite del sistema di distribuzione deve essere fatto in maniera dettagliata. Le perdite totali del sottosistema di distribuzione sono date dalla sommatoria delle perdite dei singoli tratti:

$$Q_{W,d,ls} = \sum_i L_i \cdot U_i \cdot (\theta_{w,avg,i} - \theta_{a,i}) \cdot \Delta t \quad (13.12)$$

dove:

$Q_{W,d,ls}$ è la perdita termica di processo del sottosistema di distribuzione, [kWh];

L_i la lunghezza del tratto i -esimo della rete di distribuzione considerato, [m];

U_i è la trasmittanza lineica del tratto i -esimo della rete di distribuzione considerato, [W/m K];

$\theta_{w,avg,i}$ è la temperatura media dell'acqua nei tratti della rete di distribuzione, assunta pari a 60°C;

$\theta_{a,i}$ è la temperatura media dell'ambiente in cui sono installate le tubazioni, [°C]; si veda il capitolo E.8.3.2.1 del d.d.g. n. 5796;

Δt è la durata del mese considerato, [kh].

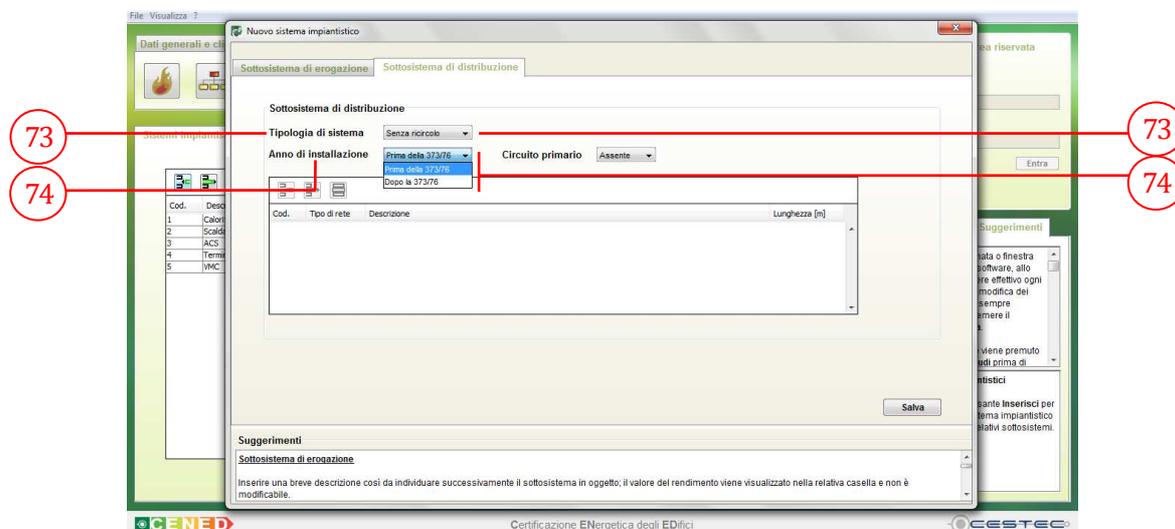


Figura 13.46: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, selezione Anno di installazione.

Successivamente si procede a selezionare dal menù a discesa **Circuito primario** (75) tra le opzioni previste dal software:

- **Assente;**
- **Presente.**

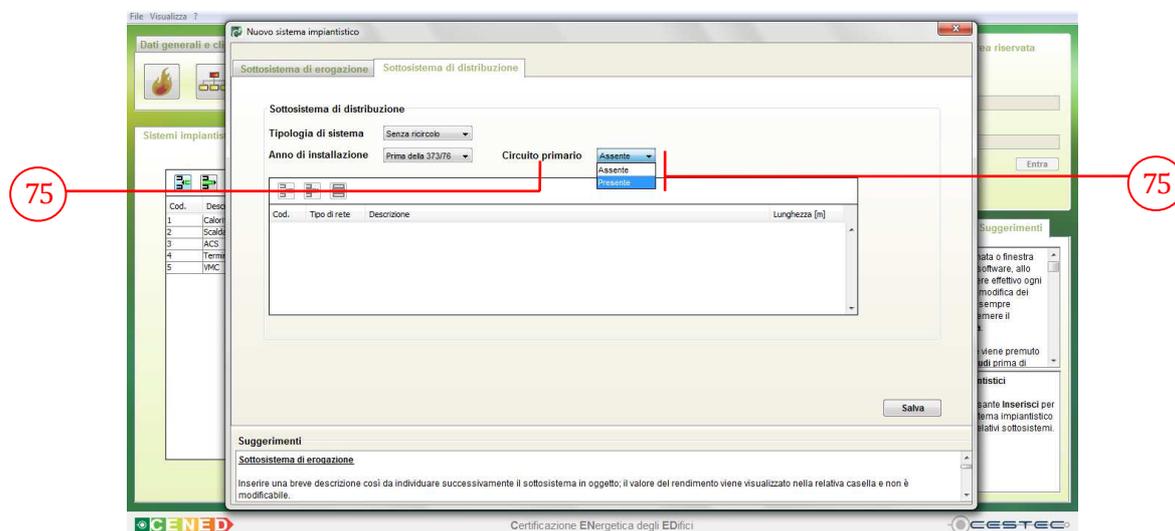


Figura 13.47: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, selezione Circuito primario.

Per circuito primario si intende il tratto di rete di connessione tra il serbatoio di accumulo ed il generatore di calore; è necessario considerare le perdite di distribuzione di tale sistema qualora le tubazioni di collegamento non siano isolate e/o abbiano una lunghezza superiore a cinque metri.

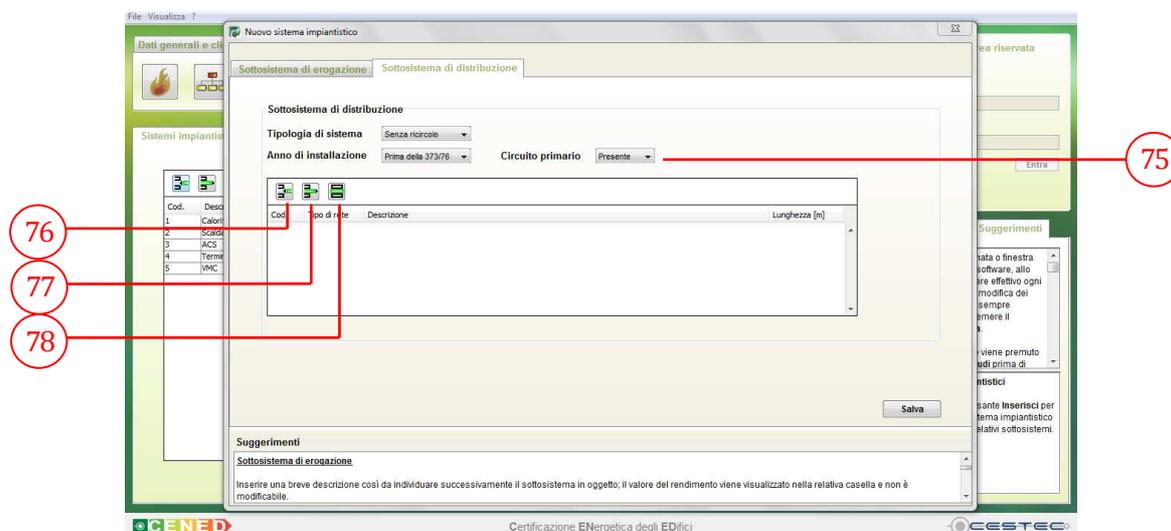


Figura 13.48: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, con Circuito primario Presente.

Nel caso in cui sia presente il circuito primario la sottostante finestra di riepilogo viene attivata ai fini della definizione dei relativi tratti di rete, mediante i seguenti pulsanti

- **Inserisci tratto di rete (76);**
- **Elimina tratto di rete (77);**
- **Modifica tratto di rete (78).**

Per creare un nuovo tratto di distribuzione è necessario premere il pulsante **Inserisci tratto di rete (76)** ed accedere alla finestra pop-up **Nuovo tratto di rete (79)**.

13.1.1.1.3.4 Nuovo tratto di rete

Nella finestra pop-up **Nuovo tratto di rete (79)** viene richiesto di inserire:

- nella casella **Descrizione (80)**, una breve descrizione del tratto inserito al fine di riconoscerlo successivamente;
- nella casella **Lunghezza (81)**, la lunghezza del tratto in via di definizione [m];
- nella casella **Trasmittanza (82)**, la trasmittanza termica del tratto di tubazione in via di definizione [W/m K] (nel caso edificio esistente con sistema di distribuzione senza ricircolo tale casella risulta disabilitata).

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica, dai dati forniti dal costruttore e, per le informazione per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ.

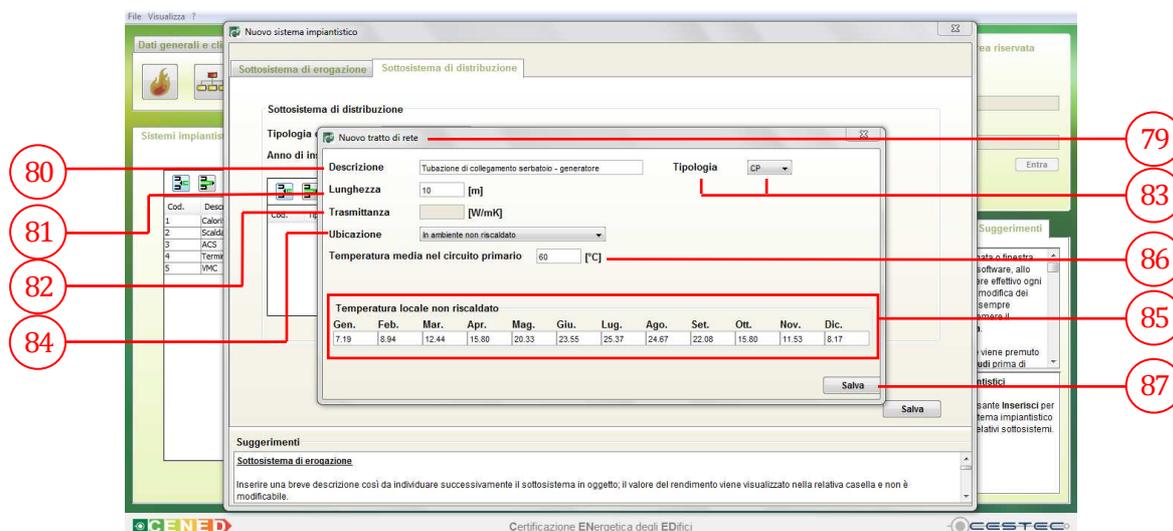


Figura 13.49: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, con Circuito primario Presente, finestra pop-up Nuovo tratto di rete.

Nel caso di edificio esistente, nel menù a tendina **Tipologia** (83) è presente la sola opzione **CP**, che definisce il circuito primario.

In seguito, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (84), la collocazione del tratto di rete di circuito primario tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno;**
- **In ambiente a temperatura controllata;**
- **In ambiente non riscaldato.**

Le informazioni relative all'**Ubicazione** (84) e alla **Temperatura locale non riscaldato** (85) vengono dettagliate nel paragrafo 13.1.1.1.2.4.

Viene, infine, richiesto di digitare, nella casella **Temperatura media nel circuito primario** (86) il relativo valore in °C.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (87) e ritornare alla finestra di riepilogo **Sottosistema di distribuzione** (71).

13.1.1.1.3.5 Sottosistema di distribuzione (sistema Con ricircolo)

In presenza di un sistema di distribuzione con **Tipologia di sistema Con Ricircolo** (73), si attiva (in caso di edificio di nuova costruzione l'opzione è già attiva) la possibilità di definire con il menù a discesa **Trasmittanze lineiche tratti note** (88) se si conoscono o meno le trasmittanze lineiche dei diversi tratti di rete di ricircolo. La selezione dell'**Anno di installazione** (74) è in questo caso disattivata.

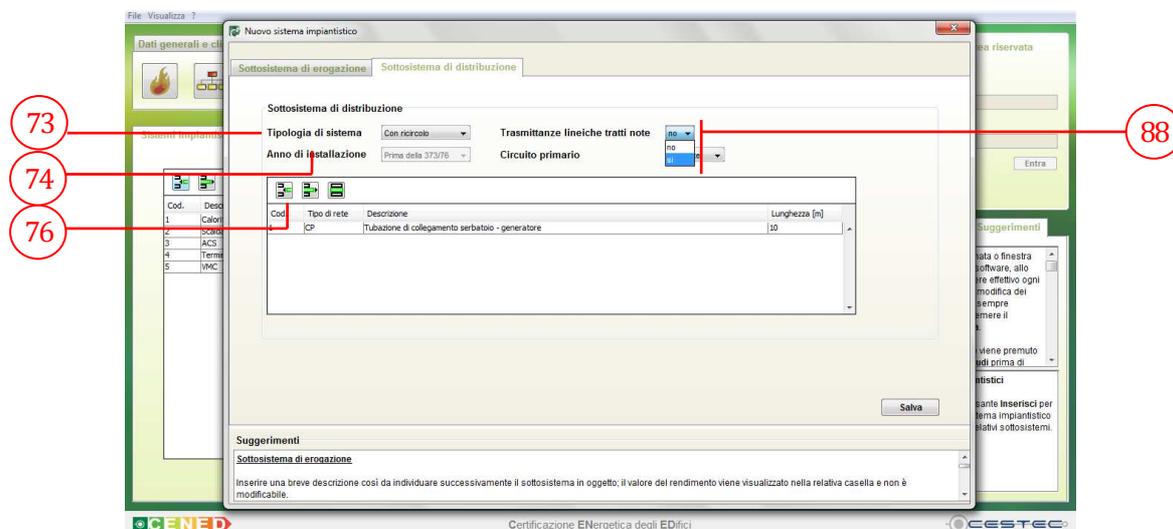


Figura 13.50: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, Tipologia di sistema Con ricircolo, scelta dell'opzione Trasmissione lineiche tratti note.

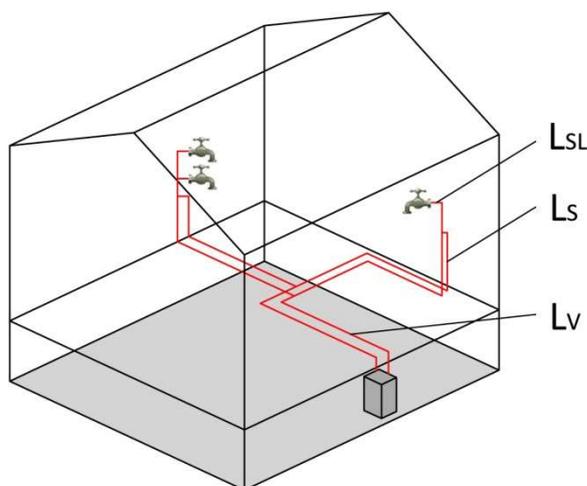
Riquadro XI: Perdite di distribuzione in sistemi con ricircolo

Con riferimento al E.8.3.2 del d.d.g. n. 5796 per edifici esistenti, qualora sia presente una rete di ricircolo, la perdita termica del sottosistema di distribuzione viene calcolata come somma delle perdite dei tratti di rete di lunghezza L_v e L_s , che appartengono all'anello di ricircolo, e dei tratti di rete L_{SL} , che non appartengono alla rete di ricircolo, attribuendo alle varie lunghezze dei valori convenzionali in funzione delle dimensioni dell'edificio, oltre che valori convenzionali delle dispersioni specifiche e delle trasmittanze lineari delle tubazioni. Le perdite termiche del sottosistema di distribuzione sono quindi calcolate come:

$$Q_{W,d,ls} = \left[(L_v + L_s) \cdot \phi_r + U_{SL} \cdot L_{SL} \cdot (\theta_{w,avg} - \theta_a) \right] \cdot \Delta t \quad (13.13)$$

dove:

- $Q_{W,d,ls}$ è la perdita termica di processo del sottosistema di distribuzione, [kWh];
- L_v è la lunghezza dei tratti della rete che possono essere situati in ambienti non riscaldati, in solai di interpiano o nelle pareti dell'edificio e che collegano il generatore con le colonne montanti del sottosistema di distribuzione, [m];
- L_s è la lunghezza dei tratti orizzontali e/o verticali della rete situati nelle pareti dell'edificio e che costituiscono le colonne montanti del sottosistema di distribuzione, [m];
- L_{SL} è la lunghezza dei tratti della rete che collegano le colonne montanti con i terminali di erogazione, [m];
- ϕ_r è il flusso termico specifico disperso dai tratti del sottosistema di distribuzione che appartengono alla rete di ricircolo, assunto pari a 40 W/m;
- U_{SL} è la trasmittanza lineica dei tratti del sottosistema di distribuzione che non appartengono alla rete di ricircolo, assunta pari a 0,35 W/(m K);
- $\theta_{w,avg}$ è la temperatura media dell'acqua nei tratti della rete di distribuzione, assunta pari a 60°C;
- θ_a è la temperatura media dell'ambiente in cui sono installate le tubazioni, si veda il capitolo E.8.3.2.1 del d.d.g. n. 5796, [°C];
- Δt è la durata del mese considerato, [kh].



Schema rete di distribuzione, figura 14 del d.d.g. n. 5796.

<i>Lunghezza dei tratti della rete di distribuzione con anello di ricircolo</i>		
L_v	L_s	L_{SL}
$2 \cdot L_B + 0,0125 \cdot L_B \cdot B_B$	$0,075 \cdot L_B \cdot B_B \cdot n_f \cdot h_f$	$0,075 \cdot L_B \cdot B_B \cdot n_f$

dove:

L_B è la larghezza maggiore dell'edificio, [m];

B_B è la profondità maggiore dell'edificio, [m];

n_f è il numero di piani serviti dalla rete di distribuzione, [-];

h_f è l'altezza interpiano, [m].

NOTA: qualora siano note le trasmittanze lineiche dei tratti di rete, L_v , L_s , L_{SL} , si procede al calcolo delle perdite in maniera dettagliata, come descritto nel Riquadro X.

Per edifici nuovi, il calcolo delle perdite del sistema di distribuzione deve essere fatto in maniera dettagliata, come descritto nel Riquadro X.

Successivamente si procede a selezionare dal menù a discesa **Circuito primario (75)** tra le opzioni previste dal software:

- **Assente;**
- **Presente.**

Per circuito primario si intende il tratto di rete di connessione tra il serbatoio di accumulo ed il generatore di calore; è necessario considerare tale sistema qualora le tubazioni di collegamento non siano isolate e/o abbiano una lunghezza superiore a cinque metri.

Inoltre, il fatto di definire un sistema dotato di ricircolo fa sì che la sottostante finestra di riempimento si attivi ai fini della definizione dei relativi tratti di rete, mediante il pulsante **Inserisci tratto di rete (76)**.

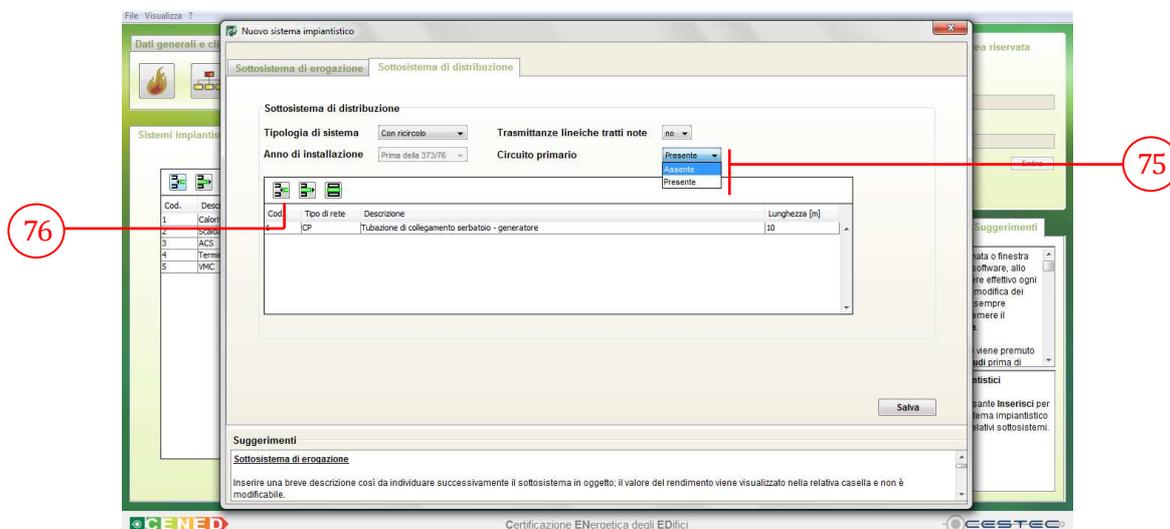


Figura 13.51: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, Tipologia di sistema Con ricircolo, scelta dell'opzione Circuito primario.

È necessario porre attenzione nella definizione di queste opzioni.

Qualora si modifichi, dopo una parziale o completa determinazione delle caratteristiche della rete di distribuzione, la scelta delle **Trasmissioni lineiche tratti note** (88) appare la finestra **Info** (89) che chiede conferma della modifica. In particolare, se si era selezionato **no** (88) nel menù a discesa e poi si modifica la selezione in **sì** (88), è necessario modificare ognuno dei tratti di tubazione inseriti fornendo il dato di trasmittanza lineica di ogni tratto.

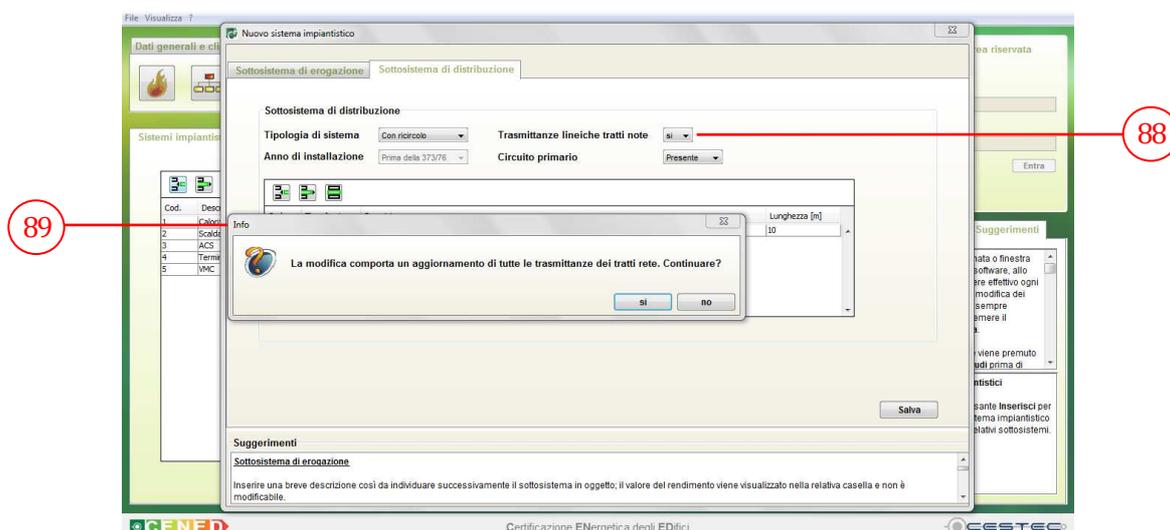


Figura 13.52: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, Tipologia di sistema Con ricircolo, Finestra Info.

Qualora si modifichi la selezione **Circuito primario** da **Presente** ad **Assente** (75), dopo aver definito dei tratti di tubazione appartenenti al circuito primario e codificati con CP, il sistema



chiede la conferma dell'eliminazione dei tratti di tipologia CP tramite la finestra **Attenzione** (90).

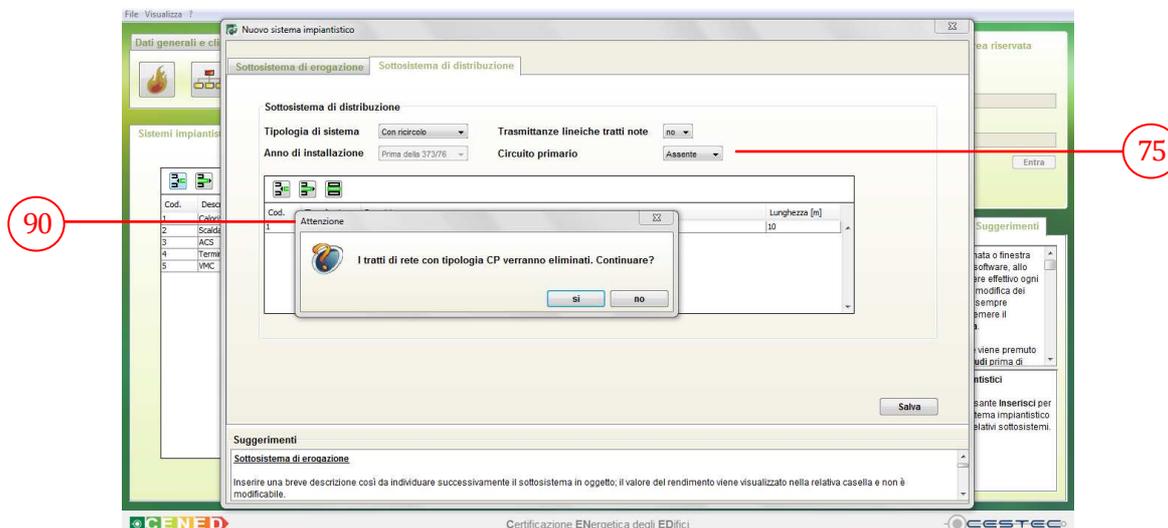


Figura 13.53: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, Tipologia di sistema Con ricircolo, Finestra Attenzione.

13.1.1.1.3.6 Nuovo tratto di rete

Nella finestra pop-up **Nuovo tratto di rete** (91) viene richiesto di inserire:

- nella casella **Descrizione** (92), una breve descrizione del tratto inserito al fine di riconoscerlo successivamente;
- nella casella **Lunghezza** (93), la lunghezza del tratto in via di definizione [m];
- nella casella **Trasmittanza** (94), la trasmittanza termica del tratto di tubazione in via di definizione [W/mK], se la casella è attiva.

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica, dai dati forniti dal costruttore e, per le informazioni per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ.

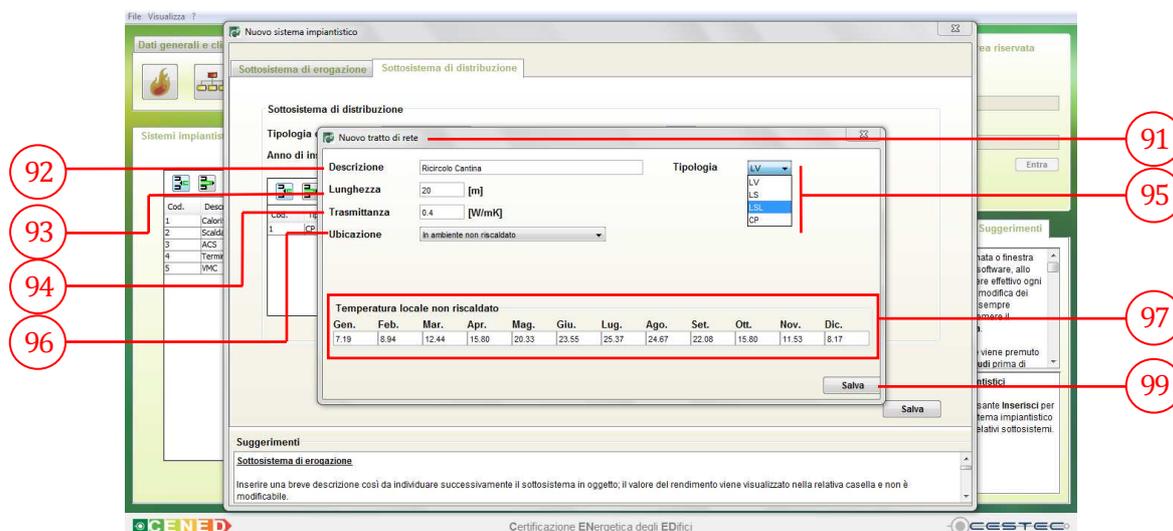


Figura 13.54: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, con Ricircolo e Circuito primario Presente, finestra pop-up Nuovo tratto di rete.

Nel menù a tendina **Tipologia** (95), in riferimento alla Figura 14 del d.d.g. n. 5796, è necessario selezionare una tra le proposte:

- **LV**, per tratti di rete che collegano il generatore con le colonne montanti di distribuzione;
- **LS**, per tratti di rete che costituiscono le colonne montanti di distribuzione;
- **LSL**, per tratti di rete che collegano le colonne montanti di distribuzione con i terminali di erogazione;
- **CP**, per tratti di rete appartenenti al circuito primario, che collega il generatore con l'accumulo, se queste non sono isolate o hanno lunghezza maggiore di 5m e sono isolate.

In seguito, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (96), la collocazione del tratto di rete di ricircolo tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno**;
- **In ambiente a temperatura controllata**;
- **In ambiente non riscaldato**.

Le informazioni relative all'**Ubicazione** (96) e alla **Temperatura locale non riscaldato** (97) vengono dettagliate nel paragrafo 13.1.1.1.3.4.

Viene, infine, richiesto di digitare, nel caso della definizione di un tratto di circuito primario, nella casella **Temperatura media del fluido termovettore** (98) il relativo valore in °C.

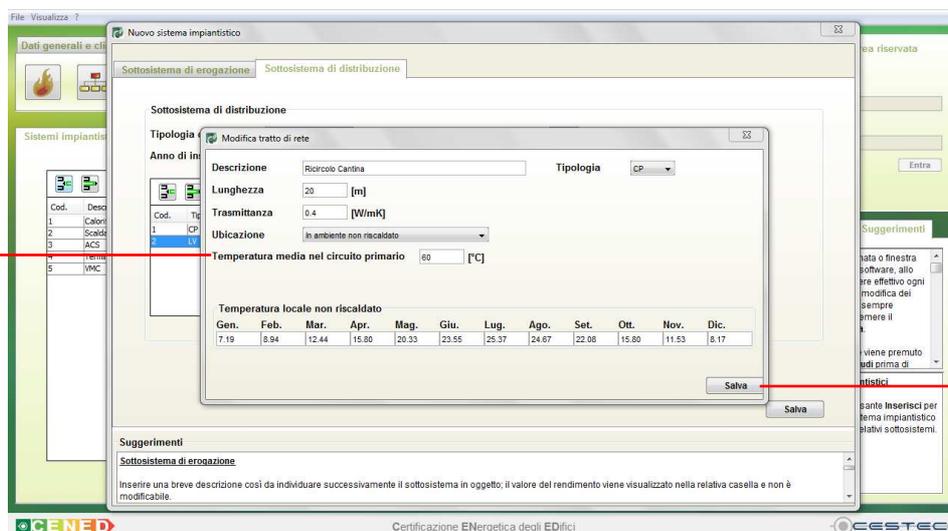


Figura 13.55: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, con Ricircolo e Circuito primario Presente, finestra pop-up Nuovo tratto di rete, Temperatura media nel circuito primario.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario premere il pulsante **Salva** (99) e ritornare alla finestra di riepilogo **Sottosistema di distribuzione** (71).

13.1.1.1.3.7 Elimina tratto di rete

Nella finestra di riepilogo **Sottosistema di distribuzione** (71) è possibile visualizzare tutti i tratti di rete precedentemente inseriti.

Per cancellare un elemento dall'elenco dei tratti di rete è necessario selezionare la riga di riferimento e cliccare il pulsante **Elimina tratto di rete** (77). Per cancellare un tratto di rete è necessario confermare tramite la finestra **Attenzione** (100).

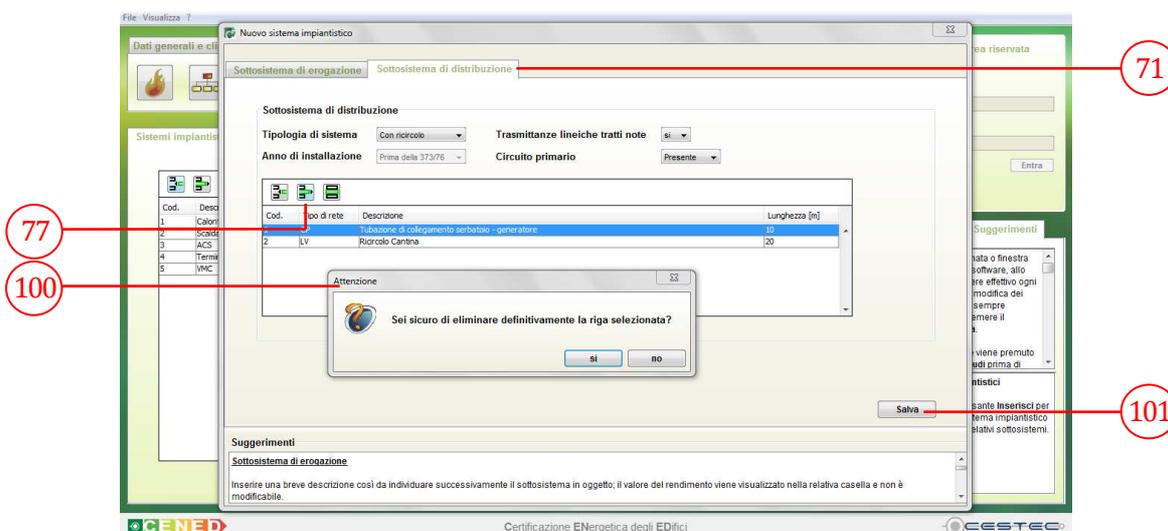


Figura 13.56: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, Elimina tratto di rete.



13.1.1.1.3.8 Modifica tratto di rete

Per apportare variazioni alla definizione del tratto di rete è necessario selezionare la riga relativa all'elemento da cambiare, premere il pulsante **Modifica tratto di rete** (78) e procedere con la modalità prevista per l'inserimento di un nuovo tratto di rete.

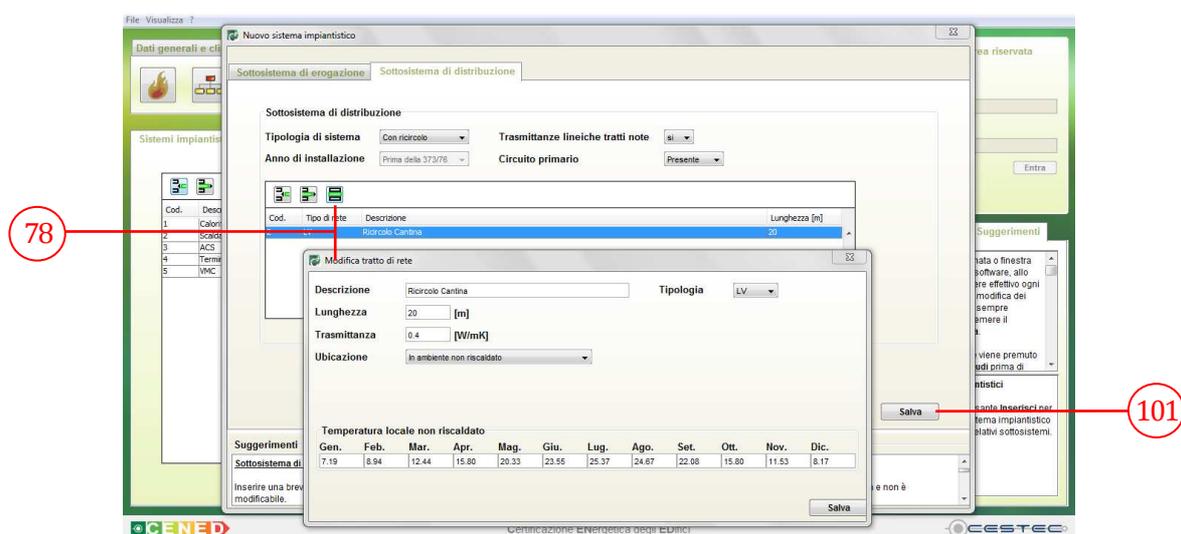


Figura 13.57: Acqua calda sanitaria, Sottosistema di distribuzione, Modifica tratto di rete.

Allo scopo di rendere effettiva la definizione del **Sottosistema di distribuzione** (71) è necessario cliccare sul pulsante **Salva** (101) e ritornare alla schermata di riepilogo **Sistemi impiantistici** (1).

13.1.2 Elimina sistema impiantistico

Nella schermata di riepilogo **Sistemi impiantistici** (1) è possibile visualizzare tutti i sistemi impiantistici precedentemente inseriti.

Per cancellare un sistema impiantistico dall'elenco precedentemente definito è necessario selezionare la riga di riferimento e cliccare il pulsante **Elimina sistema impiantistico** (4). Per eliminare effettivamente un sistema impiantistico è necessario confermare tramite la finestra **Attenzione** (102), che avvisa che anche tutte le ramificazioni e le associazioni contenenti il sistema impiantistico in oggetto verranno eliminate.

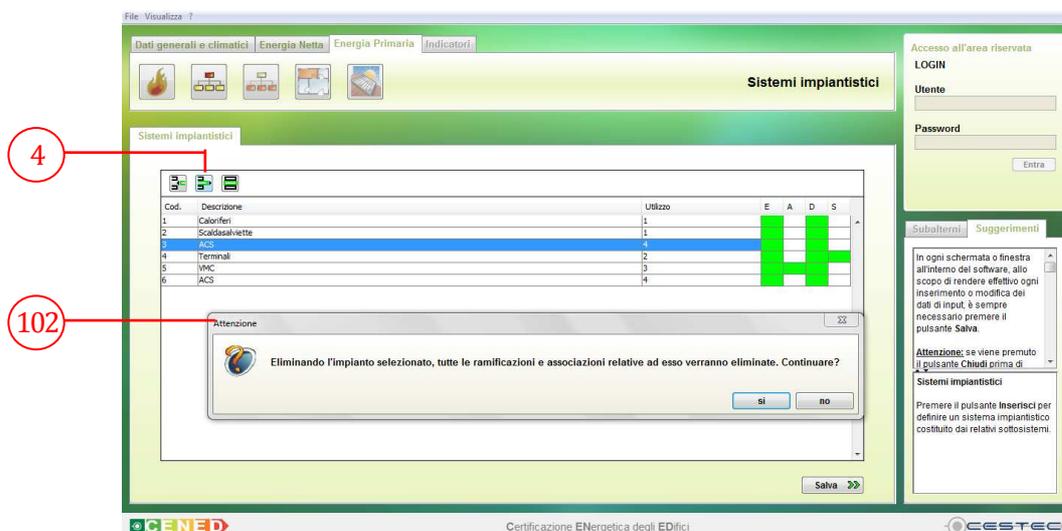


Figura 13.58: Elimina sistema impiantistico.

13.1.3 Modifica sistema impiantistico

Per apportare variazioni alla definizione del sistema impiantistico è necessario selezionare la riga relativa al sistema impiantistico da cambiare, premere il pulsante **Modifica sistema impiantistico** (5) e procedere con la modalità prevista per l'inserimento di un nuovo sistema impiantistico.

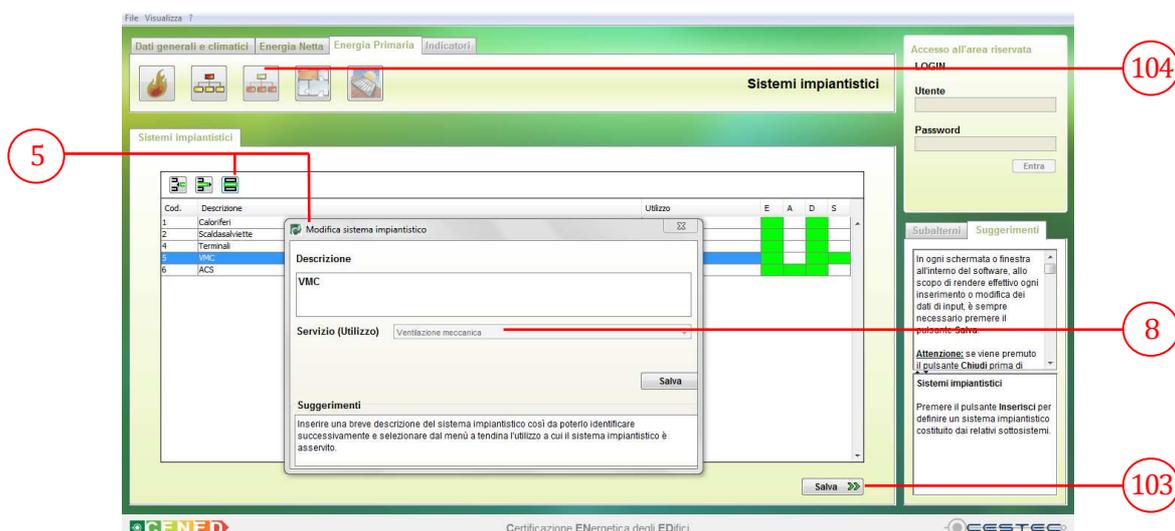


Figura 13.59: Modifica sistema impiantistico.

Per ragioni connesse alle impostazioni del calcolo, la funzione **Modifica sistema impiantistico** (5) non consente il cambiamento delle opzioni selezionate nel campo **Servizio (Utilizzo)** (8).



Nel caso in cui si abbia la necessità di modificare il servizio a cui la ramificazione è asservita è necessario eliminare il sistema impiantistico con i dati errati (paragrafo 13.1.2) ed inserirne uno nuovo con i dati corretti (paragrafo 13.1.1).

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti nella schermata **Sistema impiantistico** (1) è necessario cliccare sul pulsante **Salva** (103) ed accedere al sottomodulo **Ramificazioni** (104).