



Presentazione di casi studio in applicazione delle novità normative sui requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici

Arch. Erika Favre - COA energia Finaosta S.p.A.

L'edificio oggetto di intervento

DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO:

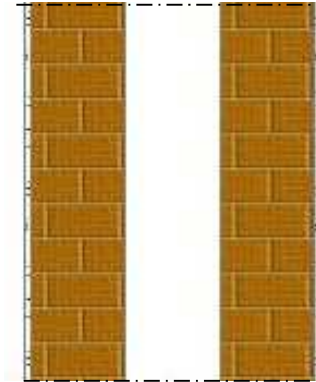
- **Ubicazione:** Comune di Issogne (zona climatica: E)
- **Anno di costruzione:** 1964
- **Tipologia edilizia:** edificio singolo a due piani
- **Tipologia costruttiva:** struttura a telaio in c.a. e tamponamenti in laterizio
- **S/V:** 0,59 1/m
- **Superficie utile riscaldata:** 172 m²
- **Volume netto riscaldato:** 429 m³



L'edificio oggetto di intervento

CARATTERISTICHE DEL FABBRICATO

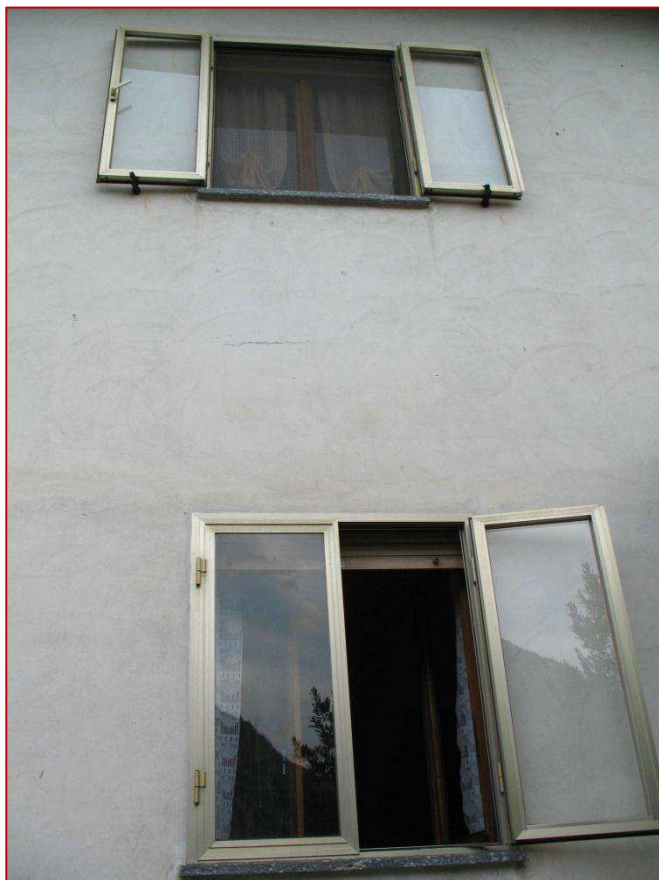
- **Involucro opaco:** doppio paramento in laterizio con intercapedine d'aria
U media pareti: 1 W/m²K
- **Involucro trasparente:** doppi serramenti (interni in legno ed esterni in alluminio) **U media: 3,5 W/m²K**
- **Solaio verso copertura:** solaio disperdente non isolato confinante con un sottotetto freddo
- **Solaio di pavimento:** solaio disperdente non isolato confinante verso cantine



CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

- **Impianto:** ristrutturazione impianto termico eseguita negli anni '90 - installazione di tubazioni in rame debolmente isolate - radiatori in ghisa e caldaia murale a GPL.

L'edificio oggetto di intervento



Ipotesi di intervento 1 – Involucro e sostituzione generatore

Interventi previsti sull'involucro:

- **Cappotto esterno:** 14 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)
- **Sostituzione serramenti:** serramento con doppio vetro con telaio in PVC $U_w = 1,7$ W/m²K
- **Isolamento del solaio verso sottotetto:** 12 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)

Incidenza del
78% sulla
superficie
disperdente lorda
complessiva



Sostituzione generatore:

- **Sostituzione della caldaia** tradizionale a GPL con caldaia murale a condensazione a metano, con mandata a T° variabile; P_n=25 kW;
- **Regolazione di zona** con sonda climatica

Ipotesi di intervento 1 – Involucro e sostituzione generatore

➤ **Tipologia di intervento:**

Ristrutturazione importante di secondo livello (essendo l'incidenza dell'intervento sulla superficie disperdente $78\% > 25\%$ e non essendo prevista una ristrutturazione di impianto)

➤ **Verifiche da effettuare:**

Verifica sulla **porzione di involucro oggetto dell'intervento** e altri **elementi oggetto di intervento** (generatore)

➤ **Modello di relazione tecnica:**

Appendice 4 - Modello per riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello



Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?



Verifiche sull'involucro

➤ $H'_T < H'_{T,L}$ (0,65 W/m²K) - solo porzioni interessate

➤ **Strutture opache verticali** verso esterno e locali non climatizzati

$$U \leq U_{lim} (0,30 \text{ W/m}^2\text{K})$$

➤ **Strutture opache orizzontali** o inclinate superiori verso esterno

$$U \leq U_{lim} (0,26 \text{ W/m}^2\text{K})$$

Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?



- **Chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti verso l'esterno**, e verso ambienti non riscaldati

$$U \leq U_{lim} (1,90 \text{ W/m}^2\text{K})$$

- **Fattore di trasmissione solare totale** - chiusure tecniche trasparenti con orientamento da est a ovest

$$g_{gl+sh} \leq g_{gl+sh,lim} (0,35)$$

- **$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ nel caso di divisori interni verticali e orizzontali** per la separazione delle unità immobiliari /pareti verso l'esterno di locali non riscaldati (verticali, orizzontali, inclinate)

- **Verifica igrometrica** (come da UNI EN ISO 13788)

Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?



Verifiche sull'impianto

- **calcolo efficienza globale media stagionale** dell'impianto termico e verifica che la stessa risulti superiore al valore limite:
 - $\eta_H > \eta_{H,limite}$
 - $\eta_W > \eta_{W,limite}$
- limiti calcolati con
parametri impianti
dell'edificio di
riferimento
- installazione di **sistemi di regolazione per singolo ambiente**, assistita da compensazione climatica
 - **In presenza di più u.i. con impianto termico centralizzato:** installazione di un sistema di contabilizzazione diretta o indiretta del calore
 - per l'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione invernale è obbligatorio un **trattamento di condizionamento chimico**

Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?

Coefficiente medio globale di scambio termico

Coefficiente medio globale di scambio termico di trasmissione H't											
Descrizione	Verifica	H't amm		H't	Htr Pareti	Htr Soffitti	Htr Ponti termici	Htr Finestre	Htr	S/V	Atr
		[W/m ² K]		[W/m ² K]	[W/K]	[W/K]	[W/K]	[W/K]	[W/K]	[m ⁻¹]	[m ²]
Piano primo	Positiva	0,65	≥	0,34	19,16	21,22	6,35	22,89	69,62	0,59	207,59
Piano terra	Positiva	0,65	≥	0,47	19,16	0	10,21	22,89	52,26	0,59	110,49

H'_T: Verifica effettuata **solo sulle porzioni di involucro su cui si interviene** – in questo caso non si considera nel calcolo dell'H'_T il solaio verso cantina sul quale non si interviene

Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?

Trasmittanza media strutture opache

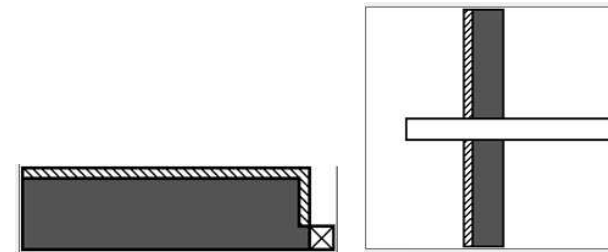
Trasmittanza media strutture opache					
Descrizione	Verifica	Uw amm		U media	U
		[W/m ² K]		[W/m ² K]	[W/m ² K]
Muro esterno	Positiva	0,3	≥	0,295	0,19
Parete bagno	Positiva	0,3	≥	0,299	0,157
Muro su vano scala	Positiva	0,75	≥	0,705	0,639
Solaio vs sottotetto	Positiva	0,289	≥	0,243	0,243

I valori di trasmittanza di progetto si considerano **comprensivi dei ponti termici**

PONTI TERMICI

Muro esterno: $U_{lim} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Ponti termici tra serramento e parete | balconi
- Occorre raggiungere una trasmittanza di progetto della parete pari a $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Per ottenere un valore $U_{media} = 0,295 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{lim} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$



Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?

Trasmittanza media strutture opache

Trasmittanza media strutture opache					
Descrizione	Verifica	Uw amm		U media	U
		[W/m ² K]		[W/m ² K]	[W/m ² K]
Muro esterno	Positiva	0,3	≥	0,295	0,19
Parete bagno	Positiva	0,3	≥	0,299	0,157
Muro su vano scala	Positiva	0,75	≥	0,639	0,639
Solaio vs sottotetto	Positiva	0,289	≥	0,243	0,243

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio verso ambienti non climatizzati, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati **dalla trasmittanza della struttura moltiplicata per il fattore di correzione**

STRUTTURE VERSO LOCALI NON CLIMATIZZATI

Muro su vano scala: $U_{lim} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Fattore di correzione della temperatura pari a 0,4
- $U_{lim} = (0,3 / 0,4) = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Trasmittanza di progetto della parete pari a $U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Si ottiene così un valore $U_{media} = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{lim} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?

Trasmittanza media chiusure trasparenti

Trasmittanza media chiusure trasparenti				
Descrizione	Verifica	Uw amm	≥	Uw
		[W/m ² K]		[W/m ² K]
Finestra cucina	Positiva	1,9	≥	1,7
Finestra grande bagno	Positiva	1,9	≥	1,7
Finestra sala	Positiva	1,9	≥	1,7
Finestra bagno piccola	Positiva	1,9	≥	1,7
Porta finestra cucina	Positiva	1,9	≥	1,7
Porta finestra sala	Positiva	1,9	≥	1,7
Finestra camere	Positiva	1,9	≥	1,7

Occorre verificare la **trasmittanza del cassonetto** nel caso in cui si intervenga anche sui cassonetti e la **trasmittanza dei serramenti Uw**

Fattore di trasmissione solare

Fattore di trasmissione solare				
Descrizione	Verifica	Ggl,sh amm	≥	Ggl,sh,max
		[W/m ² K]		[W/m ² K]
Finestra cucina	Positiva	0,35	≥	0,231
Finestra sala	Positiva	0,35	≥	0,231
Porta finestra cucina	Positiva	0,35	≥	0,231
Porta finestra sala	Positiva	0,35	≥	0,231
Finestra camere	Positiva	0,35	≥	0,231

Gli elementi che incidono sul fattore di trasmissione solare sono le **schermature mobili** (tende interne e esterne) e il valore di **trasmittanza di energia solare del vetro** - è necessario prevedere un sistema di schermatura perché il parametro sia verificato

Ipotesi di intervento 1 – Quali verifiche?

Efficienza media stagionale dell'impianto

Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento				
Servizi	Verifica	η , amm		η
		[%]		[%]
Riscaldamento	Positiva	75,4	\geq	79,6
Acqua calda sanitaria	Positiva	56,7	\geq	82,6

η_H efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento =

$$= \frac{Q_{Hnd}}{Q_{ptot}}$$

Q_{Hnd} : energia termica utile per riscaldamento

Q_{ptot} : energia primaria totale

$$Q_{ptot} = Q_{p,nren} + Q_{p,ren}$$

Analogamente si calcola il valore di η_W

Intervento 1 realizzato



Ipotesi di intervento 1 bis - Solo involucro

Interventi previsti solo sull'involucro:

- **Cappotto:** 14 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)
- **Sostituzione serramenti:** $U_w = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- **Isolamento del solaio verso sottotetto:** 12 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)

Incidenza del
78% sulla
superficie
disperdente lorda
complessiva



Ipotesi di intervento 1 bis - Solo involucro

➤ **Tipologia di intervento:**

Ristrutturazione importante di secondo livello (essendo l'incidenza dell'intervento sulla superficie disperdente $78\% > 25\%$ e non essendo prevista una ristrutturazione di impianto)

➤ **Verifiche da effettuare:**

Verifica sulla porzione di involucro oggetto dell'intervento

➤ **Modello di relazione tecnica:**

Appendice 4 - Modello per riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello



Ipotesi di intervento 1 bis - Quali verifiche?



Verifiche sull'involucro

➤ $H'_T < H'_{T,L}$ (0,65 W/m²K) - solo porzioni interessate

➤ **Strutture opache verticali** verso esterno e locali non climatizzati

$$U \leq U_{lim} (0,30 \text{ W/m}^2\text{K})$$

➤ **Strutture opache orizzontali** o inclinate superiori verso esterno

$$U \leq U_{lim} (0,26 \text{ W/m}^2\text{K})$$

Ipotesi di intervento 1 bis - Quali verifiche?



- **Chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti verso l'esterno**, e verso ambienti non riscaldati

$$U \leq U_{lim} (1,90 \text{ W/m}^2\text{K})$$

- **Fattore di trasmissione solare totale** - chiusure tecniche trasparenti con orientamento da est a ovest

$$g_{gl+sh} \leq g_{gl+sh,lim} (0,35)$$

- **$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ nel caso di divisori interni verticali e orizzontali** per la separazione delle unità immobiliari /**pareti verso l'esterno di locali non riscaldati** (verticali, orizzontali, inclinate)

- **Verifica igrometrica** (come da UNI EN ISO 13788)

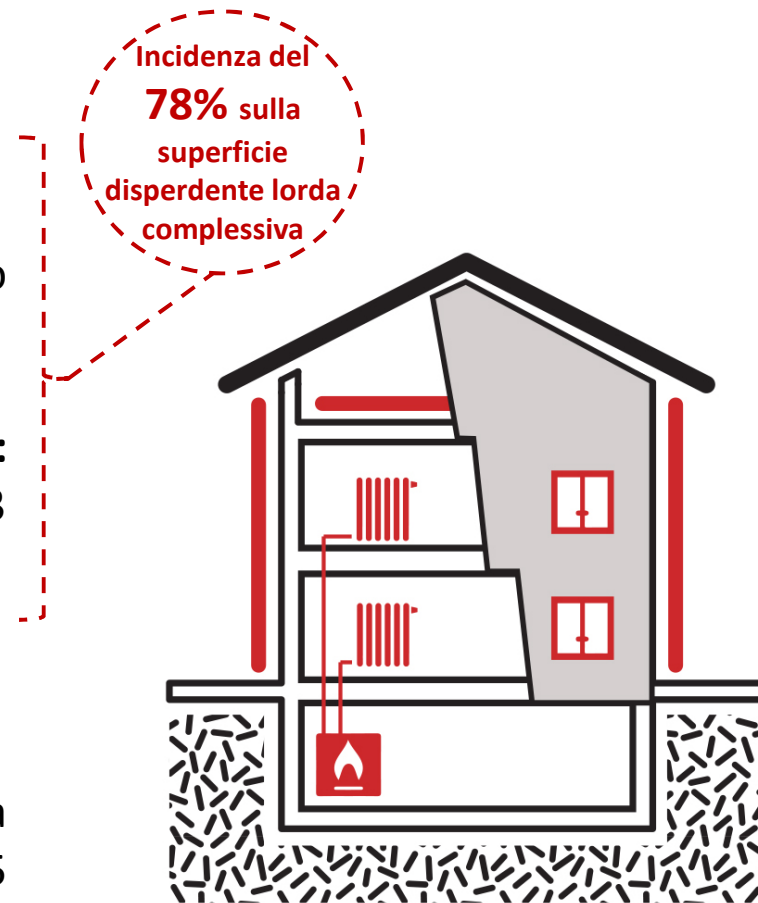
Ipotesi di intervento 1 ter - Involucro e ristrutturazione impianto

Interventi previsti sull'involucro:

- **Cappotto:** 14 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)
- **Sostituzione serramenti:** $U_w = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- **Isolamento del solaio verso sottotetto:** 12 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)

Interventi previsti sull'impianto:

- **Ristrutturazione impianto termico:** nuova caldaia a condensazione a metano ($P_n=25 \text{ kW}$), rete di distribuzione e sistemi di emissione

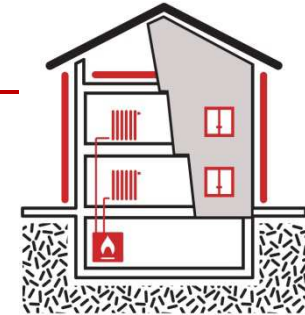


Ipotesi di intervento 1 ter - Involucro e ristrutturazione impianto

- **Tipologia di intervento:**
Ristrutturazione importante di primo livello (essendo l'incidenza dell'intervento sulla superficie disperdente $78\% > 25\%$ ed essendo prevista anche la ristrutturazione dell'impianto)
- **Verifiche da effettuare:**
Verifica **sull'intero sistema edificio-impianto**
- Modello di relazione tecnica:**
- **Appendice 3** - Modello per nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici a energia quasi zero



Ipotesi di intervento 1 ter - Quali verifiche?



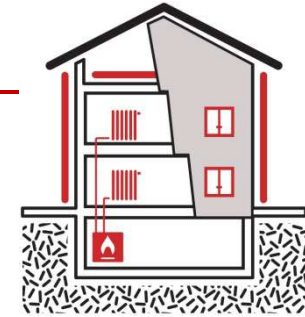
Verifiche sull'involucro

- $H'_T < H'_{T,L}$ ($0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$) - solo porzioni interessate
- $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ nel caso di divisori interni verticali e orizzontali per la separazione delle unità immobiliari /pareti verso l'esterno di locali non riscaldati (verticali, orizzontali, inclinate)
- **Verifica igrometrica** (come da UNI EN ISO 13788)
- **Controllo dell'area solare equivalente estiva:**

$$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{lim}} < 0,030$$

- **Efficacia sistemi schermanti** delle superfici vetrate

Ipotesi di intervento 1 ter - Quali verifiche?



► Verifiche sull'involucro

$$EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$$

$$EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$$

$$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$$

limiti calcolati con
parametri involucro
dell'edificio di
riferimento

► Verifiche sull'impianto

$$\eta_H > \eta_{H,limite}$$

$$\eta_W > \eta_{W,limite}$$

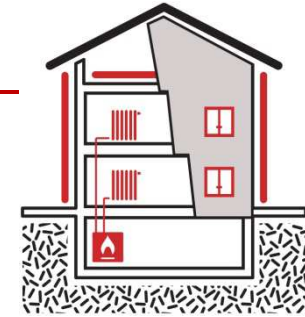
$$\eta_C > \eta_{C,limite}$$

limiti calcolati con
parametri impianti
dell'edificio di
riferimento

(se il servizio è presente e
oggetto di intervento)

► Obbligo integrazione FER

Ipotesi di intervento 1 ter - Quali verifiche?



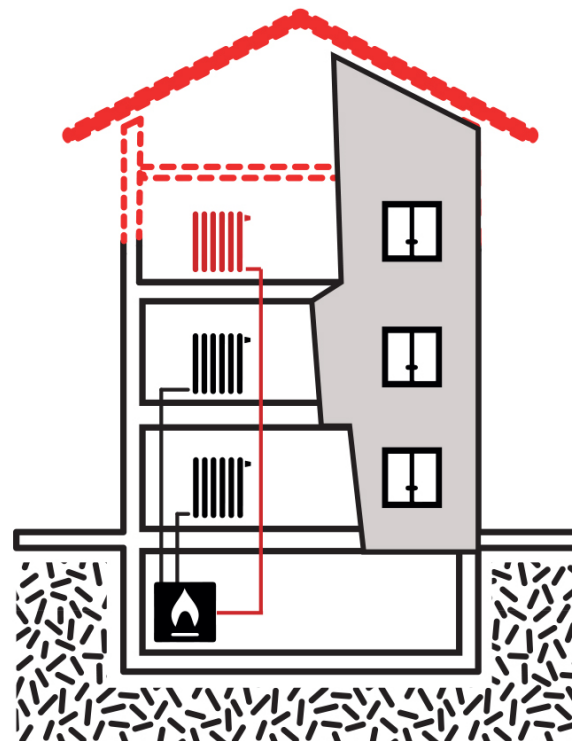
Verifiche sull'impianto

- **Presenza di teleriscaldamento a meno di 1000 metri:** obbligatoria predisposizione di opere per il collegamento
- Installazione di **sistemi per la regolazione automatica delle T°** in ambiente
- Installazione di **sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata**
- Nel caso di impianti termici a servizio di più u.i.: installazione di **contabilizzatori di calore**
- Per l'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione invernale è obbligatorio un **trattamento di condizionamento chimico**

Ipotesi di intervento 2 - ampliamento > 500m³ con colleg. impianto preesistente

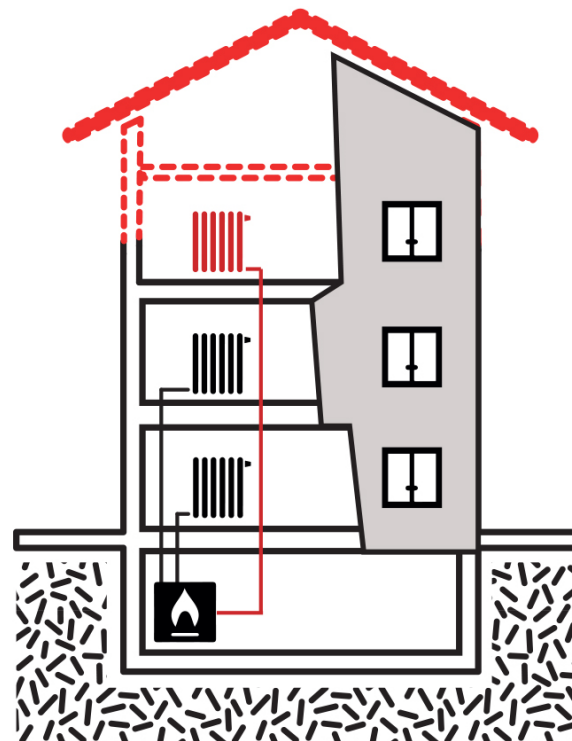
Interventi previsti:

- Ampliamento > 500 m³ con collegamento all'impianto preesistente

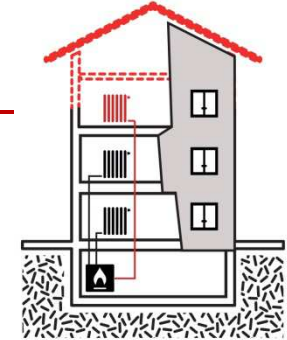


Ipotesi di intervento 2 – ampliamento > 500m³ con colleg. impianto preesistente

- **Tipologia di intervento:**
Ristrutturazione importante di primo livello
- **Verifiche da effettuare:**
Verifica solo sulla parte ampliata
- **Modello di relazione tecnica:**
Appendice 3 – Modello per nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici a energia quasi zero



Ipotesi di intervento 2 – Quali verifiche?



Verifiche sull'involucro

- $H'_T < H'_{T,L}$ (0,50 W/m²K) - solo porzioni interessate
- $U \leq 0,8$ W/m²K nel caso di divisori interni verticali e orizzontali per la separazione delle unità immobiliari /pareti verso l'esterno di locali non riscaldati (verticali, orizzontali, inclinate)
- **Verifica igrometrica** (come da UNI EN ISO 13788)
- **Controllo dell'area solare equivalente estiva:**

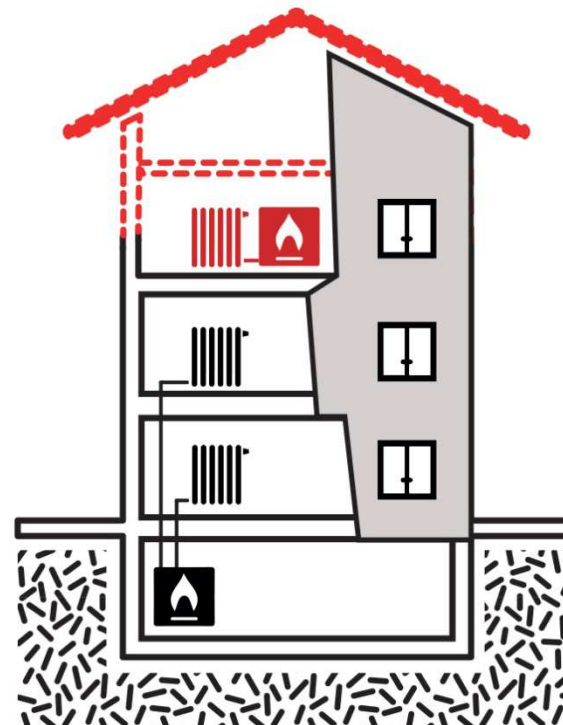
$$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{lim}} < \mathbf{0,030}$$

- **Per le strutture di copertura:** verificare efficacia dell'utilizzo di materiali ad alta riflettanza o tecnologie di climatizzazione passiva

Ipotesi di intervento 2 bis - ampliamento > 500m³ con nuovo impianto

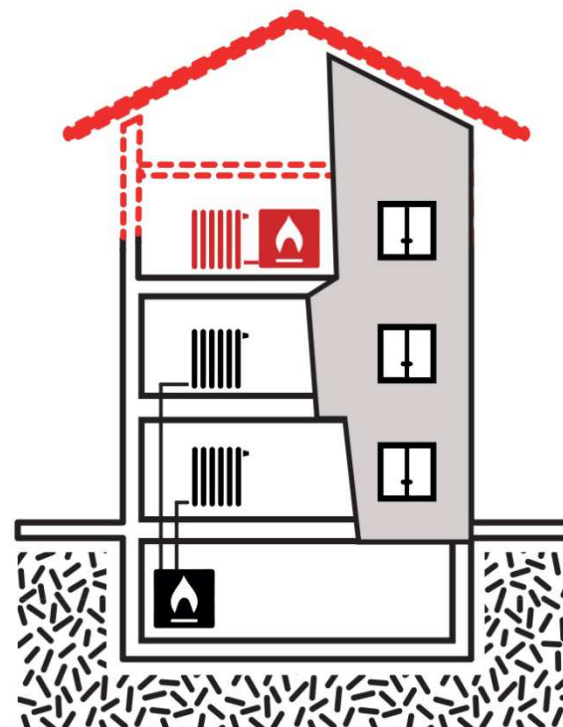
Interventi previsti:

- Ampliamento > 500 m³ con nuovi impianti tecnici

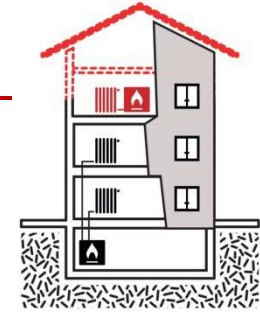


Ipotesi di intervento 2 bis – ampliamento > 500m³ con nuovo impianto

- **Tipologia di intervento:**
Ristrutturazione importante di primo livello
- **Verifiche da effettuare:**
Verifica sulla parte ampliata
- **Modello di relazione tecnica:**
Appendice 3 – Modello per nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici a energia quasi zero



Ipotesi di intervento 2 bis – Quali verifiche?



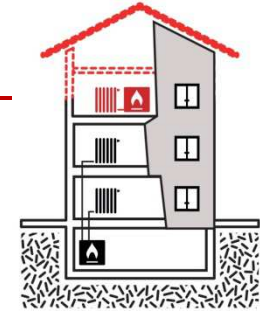
Verifiche sull'involucro

- $H'_T < H'_{T,L}$ (**0,50 W/m²K**) - solo porzioni interessate
- $U \leq 0,8$ W/m²K nel caso di **divisori interni verticali e orizzontali** per la separazione delle unità immobiliari /pareti verso l'esterno di locali non riscaldati (verticali, orizzontali, inclinate)
- **Verifica igrometrica** (come da UNI EN ISO 13788)
- **Controllo dell'area solare equivalente estiva:**

$$A_{sol,est} / A_{sup\ utile} < (A_{sol,est} / A_{sup\ utile})_{lim} < \mathbf{0,030}$$

- **Efficacia sistemi schermanti** delle superfici vetrate
- **Per le strutture di copertura:** verificare efficacia dell'utilizzo di materiali ad alta riflettanza o tecnologie di climatizzazione passiva

Ipotesi di intervento 2 bis – Quali verifiche?



Verifiche sull'involucro

➤ $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$
 $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$
 $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$

limiti calcolati con
parametri involucro
dell'edificio di
riferimento

Verifiche sull'impianto

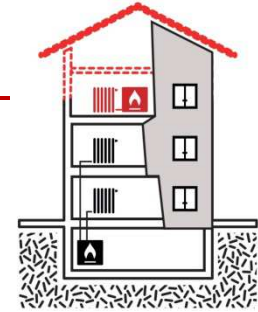
➤ $\eta_H > \eta_{H,limite}$
 $\eta_W > \eta_{W,limite}$
 $\eta_C > \eta_{C,limite}$

limiti calcolati con
parametri impianti
dell'edificio di
riferimento

(se il servizio è presente e
oggetto di intervento)

➤ **Obbligo integrazione FER**

Ipotesi di intervento 2 bis – Quali verifiche?



Verifiche sull'impianto

- **Presenza di teleriscaldamento a meno di 1000 metri:** obbligatoria predisposizione di opere per il collegamento
- Installazione di **sistemi per la regolazione automatica delle T°** in ambiente
- Installazione di **sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata**
- Nel caso di impianti termici a servizio di più u.i.: installazione di **contabilizzatori di calore**
- Per l'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione invernale è obbligatorio un **trattamento di condizionamento chimico**

Ipotesi di intervento 3 - Ampliamento > 500 m³ e involucro edificio esistente

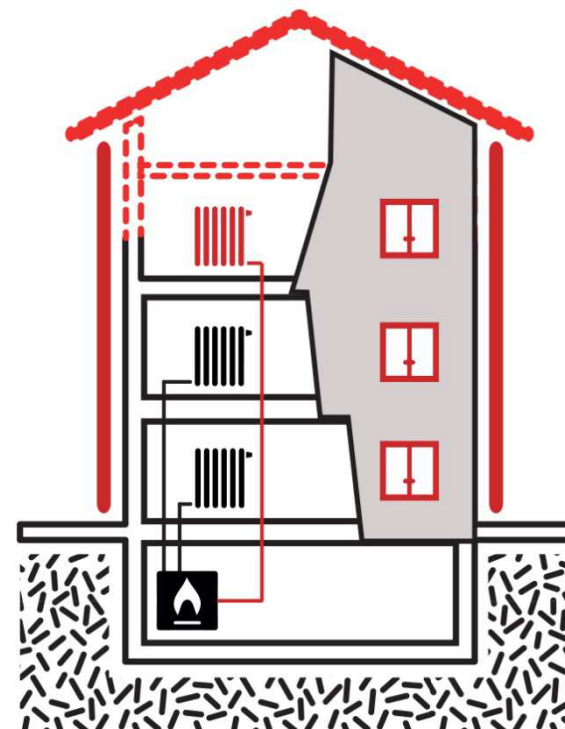
Interventi previsti:

- **Ampliamento > 500 m³ con collegamento all'impianto preesistente**

Sull'involucro esistente

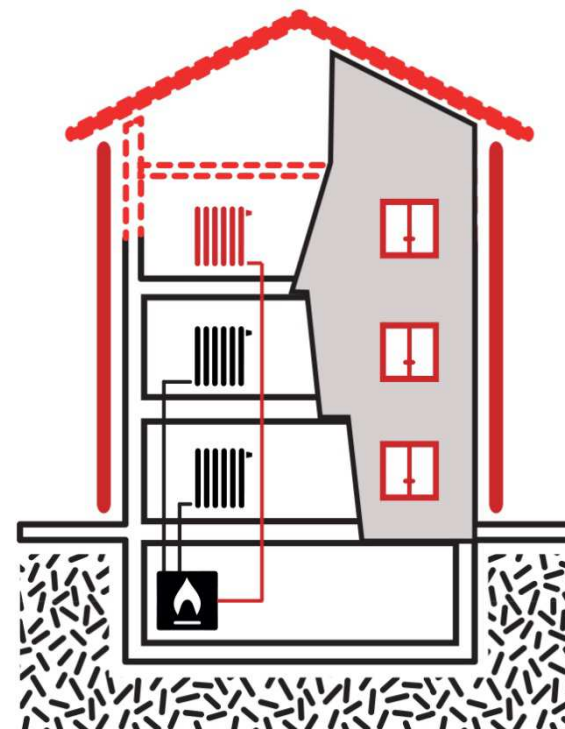
- **Cappotto:** 14 cm di polistirene espanso (0,033 W/mK)
- **Sostituzione serramenti:** $U_w = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Incidenza >25%
sulla superficie
disperdente lorda
complessiva



Ipotesi di intervento 3 - Ampliamento > 500 m³ e involucro edificio esistente

- **Tipologia di intervento:**
Ampliamento > 500m³ + ristrutturazione importante di secondo livello
- **Verifiche da effettuare:**
Due verifiche distinte: una sulla parte ampliata e una per la ristrutturazione importante di secondo livello
- **Modello di relazione tecnica:**
Due relazioni distinte:
Appendice 3: per l'ampliamento
Appendice 4: per la ristrutturazione importante di secondo livello:



Ipotesi di intervento 4 - Sostituzione del generatore

Interventi previsti sull'impianto:

Sostituzione del generatore con una caldaia a condensazione a metano (Pn=25 kW)

- **Tipologia di intervento:**
Riqualificazione energetica
- **Verifiche da effettuare:**
Verifica sull'impianto
- **Modello di relazione tecnica:**
Appendice 5 - Modello per riqualificazione energetica impianti tecnici



Ipotesi di intervento 4 – Quali verifiche?



Verifiche sull'impianto

- Efficienza globale media stagionale dell'impianto

$$\eta_H > \eta_{H,limite}$$

$$\eta_W > \eta_{W,limite}$$

$$\eta_C > \eta_{C,limite}$$

limiti calcolati con
parametri impianti
dell'edificio di
riferimento

(se il servizio è presente e
oggetto di intervento)

- o in alternativa
- Generatori a combustibile liquido e gassoso: $\eta_{gn} > 90 + 2 \log P_n$ se $P_n \leq 400$ kW
- Installazione di sistemi per la regolazione e contabilizzazione del calore
- per l'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione invernale è obbligatorio un **trattamento di condizionamento chimico**

Sostituzione generatore – Quando è obbligatoria la relazione tecnica?

Obblighi relazione tecnica

- Nel caso studio:
La potenza del generatore < 50kW
Cambio combustibile: da GPL a metano ➤ Obbligo relazione tecnica
- Altro caso:
La potenza del generatore < 50kW
No cambio combustibile ➤ No obbligo relazione tecnica
- Altro caso:
La potenza del generatore < 50kW
No cambio combustibile
No cambio tipologia generatore:
passaggio da caldaia tradizionale a
caldaia a condensazione (che non
comportano un cambio della tecnologia
di combustione) ➤ No obbligo relazione tecnica

Ipotesi di intervento 5 - Sostituzione dei serramenti

Interventi previsti sull'involucro:

- Sostituzione dei serramenti

Incidenza <25%
della superficie
disperdente lorda
complessiva

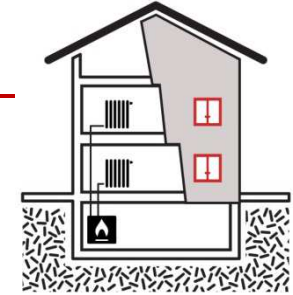
➤ **Tipologia di intervento:**
Riqualificazione energetica

➤ **Verifiche da effettuare:**
Verifica sui serramenti

➤ **Modello di relazione tecnica:**
Appendice 4 – Modello per riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello



Ipotesi di intervento 1 - Quali verifiche?



- **Chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti verso l'esterno**, e verso ambienti non riscaldati

$$U \leq U_{lim} \text{ (1,90 W/m}^2\text{K)}$$

- **Fattore di trasmissione solare totale** - chiusure tecniche trasparenti con orientamento da est a ovest

$$g_{gl+sh} \leq g_{gl+sh,lim} \text{ (0,35)}$$

- **Obbligo installazione valvole termostatiche** o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola u.i. con compensazione climatica del generatore

Grazie per l'attenzione!