

SUPERBONUS – ASSEVERAZIONE ENEA

CALCOLO SEMPLIFICATO DEL RISPARMIO ANNUO DELL'ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE

La presente procedura ha lo scopo di ricavare in modo semplificato il risparmio di energia primaria non rinnovabile relativo a ciascun intervento di risparmio energetico da inserire sul portale ENEA ai fini dell'accesso al Superbonus 110%.

Il risparmio di energia primaria non rinnovabile è ottenuto a partire da una serie di parametri relativi a 2 stati dell'edificio (gli stessi su cui si basa il salto di classe):

- Situazione dello stato di fatto (ANTE)
- Situazione post intervento (POST), comprensiva di tutti gli interventi (sia trainanti che trainati)

E' inoltre stato previsto lo scorporo del contributo del fotovoltaico qualora presente sia nella situazione ante che post intervento (poiché se presenti non devono essere conteggiati nel risparmio di energia primaria non rinnovabile). Il contributo del fotovoltaico viene conteggiato in termini di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Sommario

Dati di input necessari per il metodo semplificato:.....	2
Approccio metodologico.....	3
RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER INTERVENTI INVOLUCRO:	5
RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER INTERVENTI SULL'IMPIANTO:	6
<i>Sostituzione di un generatore per riscaldamento:</i>	6
<i>Sostituzione di un generatore per acqua calda sanitaria:</i>	6
<i>Installazione di pannelli solari termici:</i>	7
RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER INSTALLAZIONE DI SCHERMATURE SOLARI E CHIUSURE OSCURANTI	9

Dati di input necessari per il metodo semplificato:

Dato	u.m.	Situazione ANTE (1)	Situazione Post (2)
Energia utile invernale	[kWh]	$Q_{H,nd,1}$	$Q_{H,nd,2}$
Energia per trasmissione attraverso strutture opache	[kWh]	$Q_{H,tr,op,1}$	$Q_{H,tr,op,2}$
Energia per trasmissione attraverso gli infissi	[kWh]	$Q_{H,tr,in,1}$	$Q_{H,tr,in,2}$
Energia in uscita dal generatore	[kWh]	$Q_{H,gen,out,1}$	$Q_{H,gen,out,2}$
Quota di $Q_{H,gen,out}$ coperta da solare termico	[-]	Non occorre	$\%_{sol,H}$
Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	[kWh]	$Q_{H,P,nren,1}$	$Q_{H,P,nren,2}$
Quota di $Q_{W,gen,out}$ coperta da solare termico	[-]	Non occorre	$\%_{sol,W}$
Energia primaria non rinnovabile per ACS	[kWh]	$Q_{W,P,nren,1}$	$Q_{W,P,nren,2}$
Energia autoconsumata per riscaldamento proveniente da fotovoltaico	[kWh]	$Q_{H,el,used,1}$	$Q_{H,el,used,2}$
Energia autoconsumata per ACS proveniente da fotovoltaico	[kWh]	$Q_{W,el,used,1}$	$Q_{W,el,used,2}$

Approccio metodologico.

Il rendimento globale medio stagionale, trascurando i recuperi, per il servizio di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria è dato da Eq. (a) e (b):

$$\eta_H = \sum Q_{H,nd} / \sum Q_{H,P,nren} \quad (a)$$

$$\eta_W = \sum Q_W / \sum Q_{W,P,nren} \quad (b)$$

con:

η_H = rendimento medio stagionale servizio riscaldamento (RISC)

$Q_{H,nd}$ = fabbisogno ideale di energia termica utile servizio riscaldamento [Wh]

$\sum Q_{H,P,nren}$ = fabbisogno energia primaria non rinnovabile servizio riscaldamento [Wh]

η_W = rendimento medio stagionale servizio acqua calda sanitaria (ACS)

Q_W = fabbisogno di energia termica utile servizio acqua calda sanitaria [Wh]

$\sum Q_{W,P,nren}$ = fabbisogno energia primaria non rinnovabile servizio acqua calda sanitaria [Wh]

Tali relazioni applicando la metodologia prevista dalle UNI TS 11300 in condizioni di progetto permettono la stima dei risparmi di energia primaria non rinnovabile in condizioni standard (clima, uso) $\Delta Q_{H,nren}$. Con riferimento al servizio riscaldamento:

$$\Delta Q_H = Q_{H,P,nren}(\text{ante}) - Q_{H,P,nren}(\text{post}) \quad (c)$$

Ponendo:

ante = 1

post = 2

$$\Delta Q_H = Q_{H,P,nren,1} - Q_{H,P,nren,2} \quad (d)$$

Nel caso di interventi sia sull'involucro che sull'impianto la disarticolazione dei risparmi di energia primaria non rinnovabile per le due tipologie di intervento (involucro ed impianto) può essere effettuata nel seguente modo.

Considerando che:

$$Q_{H,P,nren1} = Q_{H,nd,1} / \eta_{H,1}$$

$$Q_{H,P,nren2} = Q_{H,nd,2} / \eta_{H,2}$$

Si ha che:

$$\Delta Q_H = Q_{H,P,nren,1} - Q_{H,P,nren,2} \quad (e)$$

$$\Delta Q_H = Q_{H,nd,1} / \eta_{H,1} - Q_{H,nd,2} / \eta_{H,2} \quad (f)$$

Arrangiando la relazione f si ottiene:

$$\Delta Q_H = 1/\eta_{H,1} * (Q_{H,nd,1} - Q_{H,nd,2}) + Q_{H,nd,2} * (1/\eta_{H,1} - 1/\eta_{H,2}) \quad (g)$$

Il primo termine della relazione rappresenta il risparmio di energia primaria non rinnovabile standard per la sottoclasse di interventi riguardanti l'involucro, mentre il secondo termine della relazione rappresenta il

risparmio di energia primaria non rinnovabile standard ascrivibile alla sottoclasse di interventi sugli impianti.

Ponendo:

$\Delta Q_{H,INV}$ = Risparmio energia primaria non rinnovabile involucro

$\Delta Q_{H,IMP}$ = Risparmio energia primaria non rinnovabile impianti.

Si ha che la relazione (g) può essere alternativamente scritta come:

$$\Delta Q_H = \Delta Q_{H,INV} + \Delta Q_{H,IMP} \quad (h)$$

con:

$$\Delta Q_{H,INV} = 1/\eta_{H1} * (Q_{H,nd,1} - Q_{H,nd,2}) \quad (i)$$

$$\Delta Q_{H,IMP} = Q_{H,nd,2} * (1/\eta_{H1} - 1/\eta_{H,2}) \quad (l)$$

che, tenendo conto delle equazioni (a) e (b) possono essere riscritte come:

$$\Delta Q_{H,INV} = Q_{H,P,nren,1}/Q_{H,nd,1} * (Q_{H,nd,1} - Q_{H,nd,2}) \quad (m)$$

$$\Delta Q_{H,INV} = (Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{P,el,nren})/Q_{H,nd,1} * (Q_{H,nd,1} - Q_{H,nd,2}) \quad (n)$$

$$\Delta Q_{H,IMP} = Q_{H,nd,2} * (Q_{H,P,nren,1}/Q_{H,nd,1} - Q_{H,P,nren,2}/Q_{H,nd,2}) \quad (o)$$

$$\Delta Q_{H,IMP} = Q_{H,nd,2} * [(Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{P,el,nren})/Q_{H,nd,1} - (Q_{H,P,nren,2} + Q_{H,el,used,2} * f_{P,el,nren})/Q_{H,nd,2}] \quad (p)$$

Le relazioni (n) e (p) hanno valenza generale in presenza di impianti fotovoltaici che possono esserci anche nella situazione ante.

RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER INTERVENTI INVOLUCRO:

Calcolo il risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile ai soli interventi sull'involucro (strutture opache e/o infissi). Nota: la suddivisione in unità immobiliari è naturale in quanto il calcolo dell'energia termica utile è svolto per zona termica.

Il calcolo del risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile ai soli interventi sull'involucro si ottiene considerando la relazione (i) con:

- L'involucro è quello della situazione POST (quindi comprensivo di tutti gli interventi di miglioramento involucro) e ha fabbisogno utile ideale $Q_{H,nd,2}$
- L'impianto è quello della situazione ANTE (quindi con generatori vecchi e senza solare termico ed eventualmente con impianto PV presente)

La formula proposta parte dalla considerazione che:

$$RendimentoglobaleimpiantoANTE = \frac{Q_{H,nd,1}}{Q_{H,P,nren,1}} \quad (1)$$

$$RendimentoglobaleimpiantoANTE = \frac{Q_{H,nd,1}}{Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{p,el,nren}} \quad (1a)$$

nel caso di presenza impianti PV presenti nella situazione ante.

L'energia primaria relativa all'edificio in cui ho migliorato solo l'involucro (e quindi ho energia utile ideale dell'involucro pari a $Q_{H,nd,2}$) e non l'impianto è la seguente:

$$Q_{H,P,nren,INV} = \frac{Q_{H,nd,2} * Q_{H,P,nren,1}}{Q_{H,nd,1}} \quad (2)$$

$$Q_{H,P,nren,INV} = \frac{Q_{H,nd,2} * Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{p,el,nren}}{Q_{H,nd,1}} \quad (2a)$$

Il risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile agli interventi involucro è pari alla differenza tra il fabbisogno di energia primaria nella situazione ANTE e il fabbisogno di energia primaria dell'edificio fittizio in cui abbiamo migliorato solo l'involucro:

$$\Delta Q_{H,INV} = Q_{H,P,nren,1} - Q_{H,P,nren,INV} \quad (3)$$

$$\Delta Q_{H,INV} = Q_{H,P,nren,1} \left(1 - \frac{Q_{H,nd,2}}{Q_{H,nd,1}}\right) \quad (4)$$

$$\Delta Q_{H,INV} = (Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{p,el,nren}) * \left(1 - \frac{Q_{H,nd,2}}{Q_{H,nd,1}}\right) \quad (4a)$$

Una volta determinato $\Delta Q_{H,INV}$, è possibile distinguere quale quota è attribuibile agli interventi su componenti opachi e quale agli interventi sulle finestre (ad esempio nel caso i primi siano trainanti e i secondi trainati).

Calcolo la differenza degli scambi termici per trasmissione tra situazione ANTE (pedice 1) e situazione POST (pedice 2):

$$\Delta Q_{tr,opache} = Q_{h,tr,op,1} - Q_{h,tr,op,2} \quad (5)$$

$$\Delta Q_{tr,finestre} = Q_{h,tr,in,1} - Q_{h,tr,in,2} \quad (6)$$

$$\Delta Q_{tr,totale} = \Delta Q_{tr,opache} + \Delta Q_{tr,finestre} \quad (7)$$

$$\Delta \mathbf{Opache} = \Delta Q_{INV,tot} * \Delta Q_{tr,opache} / \Delta Q_{tr,totale} \quad (8)$$

$$\Delta \mathbf{Infissi} = \Delta Q_{INV,tot} * \Delta Q_{tr,finestre} / \Delta Q_{tr,totale} \quad (9)$$

RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER INTERVENTI SULL'IMPIANTO:

Calcolo il risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile ai soli interventi di sostituzione del generatore (vale per qualsiasi tipo di generatore).

Il calcolo del risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile ai soli interventi di sostituzione del generatore si ottiene applicando la relazione (I) considerando involucro nello stato post ed impianti ante e post.

Sostituzione di un generatore per riscaldamento:

In assenza di impianti fotovoltaici:

$$\Delta Q_{H,IMP} = Q_{H,nd,2} * (Q_{H,P,nren,1}/Q_{H,nd,1} - Q_{H,P,nren,2}/Q_{H,nd,2}) \quad (10)$$

In presenza di impianti fotovoltaici, occorre scorporare il contributo del fotovoltaico dal termine $Q_{H,P,nren,IMP}$ il contributo del fotovoltaico

$$\Delta Q_{H,IMP} = Q_{H,nd,2} * [(Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{P,el,nren})/Q_{H,nd,1} - (Q_{H,P,nren,2} + Q_{H,el,used,2} * f_{P,el,nren})/Q_{H,nd,2}] \quad (11)$$

Sostituzione di un generatore per acqua calda sanitaria:

Se l'intervento riguarda l'installazione di un generatore destinato anche alla produzione di ACS (scaldacqua in pompa di calore), viene calcolata la differenza di energia primaria attribuibile al servizio ACS con le formule (13) o (14).

In assenza di impianti fotovoltaici

$$Q_{W,P,nren,1,IMP} = Q_{W,P,nren,1} \quad (12.1)$$

$$Q_{W,P,nren,IMP} = Q_{W,P,nren,2} \quad (12.2)$$

In presenza di impianti fotovoltaici:

$$Q_{W,P,nren,1,IMP} = Q_{W,P,nren,1} + Q_{W,el,used,1} * f_{P,el,nren} \quad (13.1)$$

$$Q_{W,P,nren,2,IMP} = Q_{W,P,nren,2} + Q_{W,el,used,2} * f_{P,el,nren} \quad (13.2)$$

$$\Delta Q_{W,IMP} = Q_{W,P,nren,1} - Q_{W,P,nren,IMP} \quad (14)$$

Il risparmio di energia primaria totale è dato dalla somma del risparmio per impianto di riscaldamento e per impianto ACS, calcolati alle formule (11) e (14):

$$\Delta Q_{IMP} = \Delta Q_{H,IMP} + \Delta Q_{W,IMP} \quad (15)$$

Installazione di pannelli solari termici:

In alcuni casi il portale ENEA chiede singolarmente il risparmio annuo di energia primaria per installazione di pannelli solari termici, e occorre pertanto scorporarlo dal ΔQ_{IMP} (ad esempio se è un intervento trainato e la sostituzione generatore è trainante).

Il contributo del solare termico nel flusso del calcolo entra in gioco a valle del sistema di generazione (ossia viene sottratto al fabbisogno in uscita dal generatore $Q_{H,gen,out}$).

Calcolo il fabbisogno in uscita dal generatore come se fossimo in assenza di solare termico, assumendo che l'involucro sia quello POST (poiché sto considerando i soli benefici degli interventi sull'impianto):

$$Q_{H,gen,out,senzasol} = Q_{H,gen,out,2} * (1 + \%_{sol,H}) \quad (16)$$

Calcolo il fabbisogno di energia primaria non rinnovabile senza solare termico (si mettono in evidenza tutti i passaggi per arrivare alla formula (20)):

In assenza di impianti PV

$$Q_{H,P,nren,IMP,senzasol} = \frac{Q_{H,gen,out,senzasol} * (Q_{H,P,nren,2})}{Q_{H,gen,out,2}} \quad (17)$$

$$Q_{H,P,nren,IMP,senzasol} = \frac{Q_{H,nd,2} * Q_{H,P,nren,2}}{Q_{H,nd,2}} * (1 + \%_{sol,H}) \quad (17a)$$

In presenza di impianti PV

$$Q_{H,P,nren,IMP,senzasol} = \frac{Q_{H,gen,out,senzasol} * (Q_{H,P,nren,2} + Q_{H,el,used,2} * f_{P,el,nren})}{Q_{H,gen,out,2}} \quad (18)$$

$$Q_{H,P,nren,IMP,senzasol} = \frac{Q_{H,nd,2} * (Q_{H,P,nren,2} + Q_{H,el,used,2} * f_{P,el,nren})}{Q_{H,nd,2}} * (1 + \%_{sol,H}) \quad (18a)$$

Il risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile all'installazione del solo generatore (senza solare termico) è pari a:

In assenza di impianti fotovoltaici:

$$\Delta Q_{H,IMP,senza\ sol} = Q_{H,nd,2} * [Q_{H,P,nren,1}/Q_{H,nd,1} - (Q_{H,P,nren,2}/Q_{H,nd,2}) * (1 + \%_{sol,H})] \quad (19)$$

In presenza di impianti fotovoltaici, occorre scorporare il contributo del fotovoltaico dal termine $Q_{H,P,nren,IMP}$ il contributo del fotovoltaico

$$\Delta Q_{H,IMP,senzasol} = Q_{H,nd,2} * [(Q_{H,P,nren,1} + Q_{H,el,used,1} * f_{P,el,nren})/Q_{H,nd,1} - (Q_{H,P,nren,2} + Q_{H,el,used,2} * f_{P,el,nren}) * (1 + \%_{sol,H})/Q_{H,nd,2}] \quad (20)$$

Il risparmio di energia primaria non rinnovabile attribuibile all'installazione dei soli pannelli solari è invece il seguente:

$$\Delta Q_{H,IMP,solosol} = Q_{H,P,nren,IMP} * \%_{sol,H} \quad (21)$$

In assenza di impianti PV

$$\Delta Q_{H,IMP,solosol} = Q_{H,P,nren,2} * \%_{sol,H} \quad (21a)$$

In presenza di impianti PV

$$\Delta Q_{H,IMP,solosol} = (Q_{H,P,nren,2} + Q_{H,el,used,2} * f_{P,el,nren}) * \%_{sol,H} \quad (21b)$$

Se il solare termico è anche al servizio dell'impianto ACS applico le seguenti formule (calcolo energia primaria ACS senza solare termico (23), calcolo risparmio energetico dovuto al solo generatore nuovo senza solare (24), calcolo il risparmio dovuto alla sola installazione di solare termico (25)):

In assenza di impianti fotovoltaici

$$Q_{W,P,nren,1,IMP} = Q_{W,P,nren,1} \quad (12.1)$$

$$Q_{W,P,nren,2,IMP} = Q_{W,P,nren,2} \quad (12.2)$$

$$Q_{W,P,nren,2,IMP,senzasol} = Q_{W,P,nren,2,IMP} * (1 + \%_{sol,W}) \quad (22)$$

$$\Delta Q_{W,IMP,senzasol} = Q_{W,P,nren,1} - Q_{W,P,nren,2,IMP,senzasol} \quad (23)$$

$$\Delta Q_{H,IMP,solosol} = Q_{W,P,nren,2,IMP} * \%_{sol,W} \quad (24)$$

In presenza di impianti fotovoltaici:

$$Q_{W,P,nren,1,IMP} = Q_{W,P,nren,1} + Q_{W,el,used,1} * f_{P,el,nren} \quad (13.1)$$

$$Q_{W,P,nren,2,IMP} = Q_{W,P,nren,2} + Q_{W,el,used,2} * f_{P,el,nren} \quad (13.2)$$

$$Q_{W,P,nren,2,IMP,senzasol} = Q_{W,P,nren,2,IMP} * (1 + \%_{sol,W}) \quad (22a)$$

$$\Delta Q_{W,IMP,senzasol} = Q_{W,P,nren,1} - Q_{W,P,nren,2,IMP,senzasol} \quad (23a)$$

$$\Delta Q_{H,IMP,solosol} = Q_{W,P,nren,2,IMP} * \%_{sol,W} \quad (24a)$$

RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER INSTALLAZIONE DI SCHERMATURE SOLARI E CHIUSURE OSCURANTI

L'installazione di schermature solari ha l'effetto di ridurre gli apporti solari attraverso i vetri, mentre l'installazione delle chiusure oscuranti produce una riduzione delle perdite per trasmissione.

Nel caso di presenza di entrambi gli interventi, il portale ENEA chiede un unico dato di risparmio di energia primaria, valutare se effettuare la somma dei parametri calcolati alle formule (26) e (27).

Si propone come indicatore del risparmio di energia attribuibile alle schermature solari la differenza dei valori degli apporti solari attraverso le superfici finestrate prima e dopo l'intervento:

$$\Delta Q_{\text{schermature}} = (Q_{\text{sol_w_ante}} - Q_{\text{sol_w}}) \quad (25)$$

Se nella situazione POST il servizio di raffrescamento è assente, $\Delta Q_{\text{schermature}} = 0$.

Il risparmio di energia primaria non rinnovabile è considerando la situazione con e senza impianto fotovoltaico:

$$\Delta Q_{\text{schermature,P, nren}} = \Delta Q_{\text{schermature}} * (Q_{\text{P,C,nren,1}} / Q_{\text{C,nd,1}}) \quad (26)$$

$$\Delta Q_{\text{schermature,P, nren}} = \Delta Q_{\text{schermature}} * [Q_{\text{P,C,nren,1}} + Q_{\text{C,el,used,1}} * f_{\text{p,el,nren}}] / Q_{\text{C,nd,1}} \quad (26a)$$

Il risparmio del fabbisogno utile dovuto a chiusure oscuranti è invece il seguente:

$$\Delta Q_{\text{chiusure}} = \sum_{\text{infissi}} (1 / \Delta R_{\text{sch}} * S * GG [\text{K}] * n^{\circ} \text{gg}) \quad (27)$$

Dove:

ΔR_{sch} = resistenza addizionale dovuta alla chiusura oscurante [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

S = superficie della finestra [m^2]

GG = Gradi giorno della località [K]

$n^{\circ} \text{gg}$ = numero di giorni del periodo di riscaldamento (stagione convenzionale)*24 [h]

Il risparmio di energia primaria non rinnovabile diventa considerando l'eventuale presenza di impianto fotovoltaico:

$$\Delta Q_{\text{P,nren,chiusure}} = \Delta Q_{\text{chiusure}} * Q_{\text{H,P,nren,1}} / Q_{\text{H,nd,1}} \quad (28)$$

$$\Delta Q_{\text{P,nren,chiusure}} = \Delta Q_{\text{chiusure}} * [Q_{\text{P,H,nren,1}} + Q_{\text{H,el,used,1}} * f_{\text{p,el,nren}}] / Q_{\text{H,nd,1}} \quad (28a)$$