



Criteria per la certificazione Passivhaus ed EnerPHit

Indice

1	Introduzione	3
1.1	Organizzazione dei criteri	3
1.2	Novità sui criteri di certificazione nella versione attuale	3
1.3	Entrata in vigore	4
1.4	Traduzione e localizzazione italiana	4
2	Criteri	5
2.1	Standard Passivhaus	5
2.2	Standard EnerPHit	7
	Eccezioni per EnerPHit	11
2.3	Requisiti minimi generali per tutti gli Standard	12
2.3.1	Frequenza di surriscaldamento	12
2.3.2	Frequenza di superamento del benessere igrometrico	12
2.3.3	Protezione termica minima	12
2.3.4	Soddisfazione degli occupanti	13
2.4	Condizioni al contorno per il calcolo PHPP	15
3	Regole tecniche per la certificazione degli edifici	17
3.1	Procedura di verifica	17
3.2	Documenti da presentare	18
3.2.1	Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP)	19
3.2.2	Documentazione progettuale	21
3.2.3	Elementi regolari e dettagli costruttivi	21
3.2.4	Finestre e porte	21
3.2.5	Ventilazione	22
3.2.6	Riscaldamento/raffrescamento (se utilizzato), ACS e scarichi	23
3.2.7	Dispositivi elettrici e illuminazione	23
3.2.8	Energia rinnovabile	23
3.2.9	Tenuta all'aria dell'involucro edilizio	23
3.2.10	Conferma di rilevamento e di sigillatura delle perdite durante il test Blower Door (solo per EnerPHit e per la pre-certificazione)	24
3.2.11	Documentazione fotografica	24
3.2.12	Eccezioni (solo per EnerPHit)	25
3.2.13	Calcolo della convenienza economica (solo per EnerPHit)	25
3.2.14	Verifica dei requisiti minimi generali (cfr. Capitolo 2.3)	25
3.2.15	Asseverazione del direttore lavori	26
3.3	Pre-certificazione per ristrutturazioni step-by-step	27
3.3.1	Procedura di pre-certificazione	27
3.3.2	Fasi di riqualificazione energetica	28
3.3.3	Protezione contro l'umidità: requisiti per gli step intermedi	28
3.3.4	Documenti da presentare per la pre-certificazione	28

1 Introduzione

1.1 Organizzazione dei criteri

Il presente documento contiene i criteri completi per gli standard energetici degli edifici come definiti dal Passivhaus Institut (PHI). I criteri specifici per i due standard sono mostrati nelle prime tre sottosezioni della Sezione 2 "Criteri". A prescindere dallo standard energetico selezionato, occorre comunque rispettare i requisiti di cui al punto 2.3 "Requisiti minimi generali per tutti gli standard". La prova di conformità ai criteri deve essere fornita attraverso l'utilizzo del Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP) con l'applicazione delle condizioni al contorno elencate nella Sezione 2.4 "Condizioni al contorno per il calcolo del PHPP".

Se un edificio deve essere certificato dal Passivhaus Institut o da uno dei certificatori accreditati dal PHI, la procedura di verifica avviene in riferimento alla Sezione 3 "Norme tecniche per la certificazione degli edifici". I documenti da presentare per il processo di certificazione sono elencati nella Sezione 3.2.

1.2 Novità sui criteri di certificazione nella versione attuale

In precedenza vi erano tre documenti separati che definivano i criteri Passivhaus per gli edifici residenziali, non residenziali e per le ristrutturazioni EnerPHit. Questi sono stati ora riuniti in un unico documento. Non vi sono più requisiti diversi fra edifici residenziali e non residenziali.

I criteri sono stati estesi inoltre per quanto riguarda i seguenti aspetti:

- È stata inserita una nuova procedura di valutazione basata sull'Energia Primaria Rinnovabile (EPR), recentemente sviluppata dal Passivhaus Institut. Si può raggiungere adesso una delle tre classi Classic, Plus e Premium in relazione al fabbisogno di EPR e alla quantità di energia rinnovabile prodotta per entrambi gli standard Passivhaus ed EnerPHit. Il requisito per il fabbisogno EPR sostituisce il precedente requisito per il fabbisogno di Energia Primaria non rinnovabile (EP); tuttavia, durante la prima fase di transizione si può ancora continuare ad utilizzare il vecchio metodo basato su EP (solo per la categoria Classic).
- In precedenza, i criteri EnerPHit per la ristrutturazione degli edifici attraverso l'utilizzo di componenti Passivhaus erano validi solo per il clima fresco-temperato. Ora sono stati estesi per includere tutto il mondo. I requisiti si orientano ad una classificazione in sette zone climatiche.
- La precedente limitazione al clima fresco-temperato cessa di applicarsi anche nel caso di edifici Passivhaus non residenziali.

Inoltre, i criteri sono stati completamente rivisti e riorganizzati con lo scopo di renderli più chiari e comprensibili. Il precedente documento esterno relativo ai cosiddetti "soft criteria" ("criteri secondari") non si applica più. Questi criteri sono stati definiti con maggiore precisione e integrati nei criteri attuali.

1.3 Entrata in vigore

Questo aggiornamento dei criteri entra in vigore con l'uscita della versione 9 del Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP). La versione inglese del PHPP 9 è stata pubblicata il 1 ° ottobre 2015. Le altre versioni linguistiche del PHPP 9 vengono rilasciate in un secondo momento, dunque questa versione dei criteri entrerà in vigore per tutti gli utenti solo in un secondo momento a partire dalla pubblicazione della nuova versione italiana del PHPP.

1.4 Traduzione e localizzazione italiana

La versione italiana ufficiale dei criteri è stata effettuata dal team ZEPHIR – Passivhaus Italia, l'Istituto di fisica edile ufficialmente accreditato dal Passivhaus Institut a rappresentarlo sul territorio italiano. Il traduttore, pur garantendo la massima accuratezza nella traduzione e localizzazione dei vocaboli, non risponde di eventuali danni diretti o indiretti arrecati a terzi dal loro utilizzo.

2 Criteri

2.1 Standard Passivhaus

Gli edifici Passivhaus sono edifici in cui è possibile raggiungere con un minimo dispendio energetico una condizione abitativa interna confortevole. In generale, lo standard Passivhaus fornisce un eccellente rapporto costi-benefici in particolare nel caso di nuove costruzioni. Le categorie Passivhaus Classic, Plus o Premium possono essere raggiunte in relazione al fabbisogno di Energia Primaria Rinnovabile (EPR) e alla quantità di energia rinnovabile generata.

Tabella 1 Criteri Passivhaus

				Criteri ¹			Criteri alternativi ²
Riscaldamento							
Fabb. termico annuo per riscaldamento	[kWh/(m ² a)]	≤	15			-	
Carico termico ³	[W/m ²]	≤	-			10	
Raffrescamento							
Fabb. frig. annuo per raffr. e deumidificaz.	[kWh/(m ² a)]	≤	15 + contributo deumidificaz. ⁴			valore limite variabile ⁵	
Carico frigorifero ⁶	[W/m ²]	≤	-			10	
Tenuta all'aria							
Risultato del test Blower-Door n ₅₀	[1/h]	≤	0.6				
Energia Primaria Rinnovabile (EPR)⁷							
				Classic	Plus	Premium	
Fabbisogno EPR ⁸	[kWh/(m ² a)]	≤	60	45	30	È possibile una deviazione di ±15 kWh/(m ² a) rispetto ai criteri...	
Produzione di energia rinnovabile ⁹ (riferita all'impronta sostenibile edificata)	[kWh/(m ² a)]	≥	-	60	120	...compensando la differenza con una conseguente variazione sulla produzione di energia	

¹ I criteri e i criteri alternativi si applicano a tutti i climi del mondo. La grandezza di riferimento è la superficie utile netta (S_{utile}) calcolata con il metodo descritto nella versione più attuale del manuale PHPP. (Eccezioni: la generazione di energia rinnovabile è riferita all'impronta sostenibile edificata e la tenuta all'aria al volume d'aria netto).

² Nelle categorie Riscaldamento, Raffrescamento ed Energia Primaria Rinnovabile (EPR) devono essere soddisfatti obbligatoriamente entrambi i criteri elencati uno sopra all'altro all'interno del riquadro con doppia linea oppure entrambi i criteri alternativi.

³ Per la valutazione del carico termico, è determinante il calcolo in regime stazionario effettuato dal PHPP. Il carico termico aggiuntivo necessario per riportare in temperatura l'edificio dopo una eventuale riduzione notturna della temperatura non viene preso in considerazione.

⁴ Il valore limite variabile per la frazione di deumidificazione dipende dai dati climatici, dal ricambio d'aria richiesto e dal carico interno di umidità (determinazione nel PHPP).

⁵ Il valore limite variabile per il fabbisogno di raffrescamento e deumidificazione dipende dai dati climatici, dal ricambio d'aria richiesto e dagli apporti interni e dal carico interno di umidità (determinazione nel PHPP).

⁶ Per la valutazione del carico frigorifero, è determinante il calcolo in regime stazionario effettuato dal PHPP. Nel caso di apporti interni superiori a 2,1 W/m², il valore limite aumenterà in maniera proporzionale alla differenza fra gli apporti interni effettivi e 2,1 W/m².

⁷ I requisiti per il fabbisogno EPR e la generazione di energia rinnovabile sono stati introdotti nel 2015. In alternativa a questi due criteri, durante la fase di transizione si può continuare ad utilizzare la certificazione "Passivhaus Classic", dimostrando di soddisfare il precedente requisito per il fabbisogno di Energia Primaria non rinnovabile (EP) Q_p ≤ 120 kWh/(m²a). Il PHI potrebbe introdurre altri limiti nazionali basati sui fattori di Energia Primaria nazionali. Nel foglio "Verifica" del PHPP si può selezionare il metodo di verifica che si desidera utilizzare. Occorre quindi scegliere nel PHPP il profilo 1 del fattore di Energia Primaria.

⁸ È compreso il consumo di energia per riscaldamento, raffrescamento, deumidificazione, ACS, illuminazione, energia elettrica ausiliaria ed energia elettrica degli elettrodomestici. Il valore limite si applica agli edifici residenziali e a tipologie standard di edifici scolastici e amministrativi. Nel caso di usi differenti in cui si verifichi una richiesta molto elevata di energia elettrica, sono ammissibili anche valori superiori previo consulto con il Passivhaus Institut. In questo caso, è necessario dimostrare un utilizzo estremamente efficiente dell'energia elettrica per tutti i dispositivi ed impianti più significativi, escludendo di migliorare energeticamente tutti quei dispositivi già di proprietà dell'utente prima del proprio ingresso nell'edificio, per i quali si può dimostrare che il miglioramento della loro efficienza elettrica o la loro sostituzione si rivelerebbero antieconomici nel corso del ciclo di vita.

⁹ Gli impianti di produzione di energia rinnovabile che non sono spazialmente connessi all'edificio possono essere presi in considerazione (fatta eccezione per l'uso di biomassa, termovalorizzatori e geotermia): possono essere inclusi solo i nuovi impianti (cioè tutti gli impianti che non erano già in funzione prima dell'inizio della costruzione dell'edificio) che appartengono al proprietario dell'edificio o agli utenti di lungo termine (primi acquirenti).

2.2 Standard EnerPHit

In vecchi edifici, tuttavia, lo standard Passivhaus diventa spesso difficile da raggiungere per una serie di motivi, se non a fronte di un notevole impegno anche economico. In tali edifici, ristrutturare secondo lo standard EnerPHit utilizzando componenti Passivhaus per la maggior parte degli elementi costruttivi significativi porta comunque a notevoli miglioramenti in termini di comfort termico, durabilità strutturale, convenienza economica sul ciclo di vita dei materiali e risparmio energetico.

Lo Standard EnerPHit può essere raggiunto sulla base dei requisiti per i singoli componenti dell'edificio (Tabella 2) o sui requisiti per il fabbisogno termico per riscaldamento (Tabella 3). È sufficiente soddisfare i criteri di almeno uno di questi due metodi. La zona climatica da utilizzare per l'edificio in esame viene determinata automaticamente sulla base dei dati climatici selezionati nel Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP).

I criteri mostrati in Tabella 2 corrispondono generalmente ai criteri per i componenti certificati Passivhaus¹. I valori limite richiesti devono essere rispettati in media² per l'intero edificio. In alcune zone è consentito avere un valore più elevato purché venga compensato mediante una migliore protezione termica in altre parti dell'edificio.

Oltre ai criteri indicati nella Tabella 2 o nella Tabella 3, anche i criteri generali di cui alla Tabella 4 devono essere sempre rispettati. In relazione al fabbisogno di Energia Primaria Rinnovabile (EPR) ed alla generazione di energia rinnovabile, si potranno raggiungere le categorie EnerPHit Classic, Plus o Premium.

¹ I criteri per la certificazione dei componenti Passivhaus e le schede tecniche di tutti i componenti certificati si possono trovare sul sito del Passivhaus Institut (www.passivehouse.com).

² Nota: Per il calcolo dei valori medi per i vari spessori di coibentazione applicata sulle diverse stratigrafie, si effettua la media pesata sulle aree (dim. esterne) dei valori U, non la semplice media degli spessori dei coibenti. I ponti termici devono essere presi in considerazione nel calcolo del valore medio solo se sono essi stessi parte degli elementi regolari dell'elemento costruttivo. Nel caso di più impianti di ventilazione, la media pesata viene effettuata sulla portata volumetrica.

Tabella 2 Criteri EnerPHit - metodo per componenti

Zona climatica secondo PHPP	Involucro opaco ¹ verso...				Serramenti (incluendo anche porte esterne)			Ventilazione			
	...terreno	...aria esterna			Totale ⁴			Vetratura ⁵	Carico solare ⁶	Efficienza minima recupero di calore ⁷	Indice minimo recupero umidità ⁸
	Coibentazione	Coibentaz. esterna	Coibentaz. interna ²	Pittura esterna ³	Max coefficiente di trasmittanza termica ($U_{D/W, installato}$)			Fattore solare (valore g)	Max carico solare specifico durante il periodo di raffrescamento		
	Max coefficiente di trasmittanza termica (valore U)				Colori riflettenti						
	[W/(m ² K)]				-			[W/(m ² K)]	-	[kWh/m ² a]	%
Artico	Determinato esplicitamente nel PHPP per ogni progetto a partire dai gradi giorno per riscaldamento e raffrescamento verso terreno.	0.09	0.25	-	0.45	0.50	0.60	$U_g - g^*0,7 \leq 0$	100	80%	-
Freddo		0.12	0.30	-	0.65	0.70	0.80	$U_g - g^*1,0 \leq 0$		80%	-
Fresco - temperato		0.15	0.35	-	0.85	1.00	1.10	$U_g - g^*1,6 \leq 0$		75%	-
Caldo - temperato		0.30	0.50	-	1.05	1.10	1.20	$U_g - g^*2,8 \leq -1$		75%	-
Caldo		0.50	0.75	-	1.25	1.30	1.40	-		-	-
Molto caldo		0.50	0.75	si	1.25	1.30	1.40	-		-	60 % (clima umido)
Torrido		0.25	0.45	si	1.05	1.10	1.20	-		-	60 % (clima umido)

¹ Involucro opaco

Se si decide di prendere in considerazione la resistenza termica (valore R) degli elementi costruttivi esistenti per migliorare i coefficienti di trasmittanza termica (valore U) dei nuovi elementi costruttivi, occorre tuttavia verificare il valore R che si assume in conformità alle norme tecniche in vigore. Generalmente è sufficiente adottare un'approssimazione conservativa assumendo dei valori di conducibilità termica dei materiali edili presenti nelle stratigrafie in base a idonee tabelle di riferimento. Se le stratigrafie presenti nei pacchetti esistenti non sono chiaramente identificabili, si possono fare delle assunzioni basate sull'anno di costruzione, prendendo spunto da adeguati cataloghi storici di elementi costruttivi o da pubblicazioni inerenti (ad es. "EnerPHit-Planerhandbuch", PHI 2012, disponibile sono in lingua tedesca), a condizione che questi siano comparabili con gli elementi costruttivi in esame.

Nelle ristrutturazioni di edifici esistenti, non è sempre possibile eliminare i ponti termici con un impegno giustificabile, come si cerca di fare per le nuove costruzioni Passivhaus. Gli effetti dei ponti termici devono tuttavia sempre essere evitati o ridotti al minimo, per quanto possibile, garantendo nel contempo però la convenienza economica degli interventi. I ponti termici che sono parte degli elementi costruttivi regolari vengono già presi in considerazione nella valutazione del coefficiente di trasmittanza termica U.

² Coibentazione interna

Una ragione importante per cui i requisiti per la coibentazione termica interna sono meno stringenti rispetto a quelli sulla coibentazione termica esterna è data dal fatto che si riduce la superficie utile, quindi, in linea di principio questi limiti si applicano solo a pareti esterne coibentate dall'interno (se ve ne fossero), mentre non valgono per tetti, soffitti di interrati e solette di fondazione.

³ Pittura esterna

Colori riflettenti: colori che hanno un basso coefficiente di assorbimento nella parte infrarossa dello spettro solare. Questo criterio è definito dall'Indice di Riflessione Solare (SRI), calcolato nel PHPP a partire dall'assorbimento e dall'emissività in conformità alla normativa internazionale ASTM E1980-11.

Tetti piani (inclinazione $\leq 10^\circ$): SRI ≥ 90

Tetti e pareti inclinati (inclinazione $> 10^\circ$ e $< 120^\circ$): SRI ≥ 50

Devono essere utilizzati valori misurati di prodotti le cui superfici rimangono esposte agli agenti atmosferici per almeno 3 anni. Se i valori disponibili sono quelli misurati su prodotti non sottoposti a test di invecchiamento, allora l'assorbimento dovrebbe essere convertito utilizzando il tool apposito presente sul foglio "Superfici" del PHPP. Per semplicità, si può assumere che l'emissività rimanga la stessa.

Nei seguenti casi, questo criterio non deve essere soddisfatto:

tetti verdi e verde verticale; aree coperte da collettori solari o pannelli fotovoltaici retroventilati (inclusa la distanza necessaria tra i pannelli); sistemi che penetrano all'interno degli elementi costruttivi e relativi accessori; tetti accessibili,

terrazze o ballatoi; superfici fortemente ombreggiate o non esposte al sole.

Si possono intraprendere misure alternative all'uso dei colori riflettenti, come ad esempio aumentare lo spessore di coibentazione termica oltre al limite previsto per l'elemento costruttivo in oggetto, purché non si aumenti in maniera sostanziale il fabbisogno frigorifero per raffrescamento rispetto all'uso di colori riflettenti.

4 Serramenti, totale

Le figure mostrano la rispettiva inclinazione della finestra installata. In ogni caso, si applicherà il criterio per l'inclinazione dei componenti che più si approssima alla reale inclinazione della finestra. Non si effettuano interpolazioni tra due criteri. Tuttavia, poiché il valore U del vetro cambia con l'inclinazione a causa dei processi fisico-edili, occorre impostare come valore U_g della finestra stessa il valore reale calcolato secondo normativa in condizioni di inclinazione.

Nel caso di piccole finestre, il valore limite menzionato nella Tabella viene aumentato linearmente a partire da un rapporto medio fra lunghezza del telaio e superficie finestrata pari a 3 m/m². Il valore limite da applicare viene quindi calcolato automaticamente e verificato nel foglio "Verifica" del PHPP secondo la seguente formula:

contributo aggiuntivo al valore limite [W/m²K]: $(P/S-3)/20$

P: perimetro della finestra al grezzo

S: superficie della finestra

5 Vetri

Il valore limite si applica solo per gli edifici riscaldati attivamente con un fabbisogno termico di riscaldamento superiore a 15 kWh/(m²a).

6 Carico solare

Il valore limite si applica solo per gli edifici raffrescati attivamente con fabbisogno frigorifero sensibile per raffrescamento superiore a 15 kWh/(m²a). Esso esprime la radiazione solare entrante nell'edificio per m² di superficie vetrata dopo aver preso in considerazione tutti i fattori di riduzione dovuti all'ombreggiamento etc. e deve essere rispettato sia per il valor medio di tutte le finestre orientate verso ciascun punto cardinale che per tutte le vetrate orizzontali. Se il valore limite viene superato, devono essere intrapresi accorgimenti appropriati per ridurre il carico solare fino a sotto il valore limite. Questi includono elementi frangisole mobili, oggetti ombreggianti e vetri a controllo solare (questi ultimi solo in climi veramente caldi).

7 Ventilazione, efficienza minima del recupero di calore

Al di là dei criteri che caratterizzano i "Componenti Certificati Passivhaus", il criterio di recupero del calore deve essere rispettato per l'intero impianto di ventilazione - dovrebbero cioè essere incluse tutte le dispersioni termiche dovute a canali di ventilazione caldi in zone fredde o canali freddi in zone calde.

8 Indice minimo di recupero umidità

Un "clima umido" si definisce tale quando i gradi ora secchi per deumidificazione ≥ 15 kWh (riferiti ad una temperatura di rugiada di 17 °C). Questo viene determinato automaticamente nel PHPP.

Tabella 3 Criteri EnerPHit - metodo fabbisogno termico per riscaldamento (alternativa alla Tab. 2)

Zona climatica secondo PHPP	Riscaldamento	Raffrescamento
	Fabbisogno termico annuo per risc. massimo [kWh/(m ² a)]	Fabbisogno frig. annuo per raffrescamento + deumidificazione massimo [kWh/(m ² a)]
Artico	35	uguale ai requisiti Passivhaus
Freddo	30	
Fresco - temperato	25	
Caldo - temperato	20	
Caldo	15	
Molto caldo	-	
Torrido	-	

Tabella 4 Criteri generali EnerPHit (sempre applicabile, indipendentemente dal metodo scelto)

			Criteri ¹			Criteri alternativi ²
Tenuta all'aria						
Risultato del test Blower-Door n ₅₀	[1/h]	≤	1.0			
Energia Primaria Rinnovabile (EPR)³			Classic	Plus	Premium	
Fabbisogno EPR ⁴	[kWh/(m ² a)]	≤	60 + (Q _H - Q _{H,PH}) • f _{ØPER,H} + (Q _K - Q _{K,PH}) • 1/2	45 + (Q _H - Q _{H,PH}) + (Q _K - Q _{K,PH}) • 1/2	30 + (Q _H - Q _{H,PH}) + (Q _K - Q _{K,PH}) • 1/2	È possibile una deviazione di ±15 kWh/(m ² a) rispetto ai criteri...
Produzione di energia rinnovabile ⁵ (riferita all'impronta sostenibile edificata)	[kWh/(m ² a)]	≥	-	60	120	...compensando la differenza con una conseguente variazione sulla produzione di energia

¹ I criteri e i criteri alternativi si applicano a tutti i climi del mondo. La grandezza di riferimento è la superficie utile netta (S_{utile}) calcolata con il metodo descritto nella versione più attuale del manuale PHPP. (Eccezioni: la generazione di energia rinnovabile è riferita all'impronta sostenibile edificata e la tenuta all'aria al volume d'aria netto).

² Nella categoria Energia Primaria Rinnovabile (EPR) devono essere soddisfatti obbligatoriamente entrambi i criteri elencati uno sopra all'altro all'interno del riquadro con doppia linea oppure entrambi i criteri alternativi.

³ I requisiti per il fabbisogno EPR e la generazione di energia rinnovabile sono stati introdotti nel 2015. In alternativa a questi due criteri, durante la fase di transizione si può continuare ad utilizzare la certificazione "EnerPHit Classic", dimostrando di soddisfare il precedente requisito per il fabbisogno di Energia Primaria non rinnovabile (EP) $Q_p \leq 120 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} + (Q_H - Q_{H,\text{requisito PH}}) \cdot 1.2 + Q_K - Q_{K,\text{requisito PH}}$, cfr. in basso per le notazioni.

Nella formula sopra indicata si considerano i termini " $Q_H - Q_{H,\text{requisito PH}}$ " e " $Q_K - Q_{K,\text{requisito PH}}$ " solo se maggiori di zero, in caso contrario saranno assunti pari a zero.

Il PHI potrebbe introdurre altri limiti nazionali in alternativa al criterio di base di 120 kWh/(m²a) basati sui fattori di Energia Primaria nazionali. Nel foglio "Verifica" del PHPP si può selezionare il metodo di verifica che si desidera utilizzare. Occorre quindi scegliere nel PHPP il profilo 1 del fattore di Energia Primaria.

⁴ È compreso il consumo di energia per riscaldamento, raffrescamento, deumidificazione, ACS, illuminazione, energia elettrica ausiliaria ed energia elettrica degli elettrodomestici. Il valore limite si applica agli edifici residenziali e a tipologie standard di edifici scolastici e amministrativi. Nel caso di usi differenti in cui si verifichi una richiesta molto elevata di energia elettrica, sono ammissibili anche valori superiori previo consulto con il Passivhaus Institut. In questo caso, è necessario dimostrare un utilizzo estremamente efficiente dell'energia elettrica per tutti i dispositivi ed impianti più significativi, escludendo di migliorare energeticamente tutti quei dispositivi già di proprietà dell'utente prima del proprio ingresso nell'edificio, per i quali si può dimostrare che il miglioramento della loro efficienza elettrica o la loro sostituzione si rivelerebbero antieconomici nel corso del ciclo di vita.

Q_H: fabbisogno termico annuo per riscaldamento

Q_{H, requisito PH}: fabbisogno termico annuo per riscaldamento limite Passivhaus

f_{ØPER, H}: media ponderata dei fattori EPR dell'impianto di riscaldamento dell'edificio

Q_K: fabbisogno frigorifero annuo per raffrescamento (incl. deumidificazione)

Q_{K, requisito PH}: fabbisogno frigorifero annuo per raffrescamento limite Passivhaus.

Se i termini " $Q_H - Q_{H,\text{requisito PH}}$ " e " $Q_K - Q_{K,\text{requisito PH}}$ " sono minori di zero, saranno assunti pari a zero.

⁵ Gli impianti di produzione di energia rinnovabile che non sono spazialmente connessi all'edificio possono essere presi in considerazione (fatta eccezione per l'uso di biomassa, termovalorizzatori e geotermia): possono essere inclusi solo i nuovi impianti (cioè tutti gli impianti che non erano già in funzione prima dell'inizio della costruzione dell'edificio) che appartengono al proprietario dell'edificio o agli utenti di lungo termine (primi acquirenti).

Eccezioni per EnerPHit

I valori limite alla Tabella 2 per i coefficienti di trasmittanza termica degli elementi costruttivi dell'involucro esterno possono essere superati se assolutamente necessario per uno o più dei seguenti validi motivi:

- Immobili sottoposti a vincoli culturali o paesaggistici
- Se un intervento richiesto non è vantaggioso economicamente a causa di circostanze eccezionali o requisiti aggiuntivi
- In presenza di specifici requisiti di legge
- Se l'implementazione degli standard di coibentazione termica richiesti comporta una limitazione inaccettabile nell'utilizzo dell'edificio o delle aree esterne adiacenti
- Se esistono particolari requisiti aggiuntivi (ad esempio, la sicurezza antincendio) e non ci sono componenti disponibili sul mercato che soddisfino anche i criteri EnerPHit
- Se il coefficiente di trasmittanza termica (valore U) delle finestre aumenta a causa di un ponte termico di posa (valore Psi) per il fatto che l'installazione risulta spostata rispetto allo strato di coibentazione termica, specialmente nel caso di coibentazione termica interna
- Se è possibile ottenere un edificio confortevole e senza alcuna conseguenza dal punto di vista fisico-edile o strutturale (muffa, condensa) solamente se si utilizzano minori spessori di coibentazione termica interna
- Esistono altri motivi di forza maggiore relativi a questioni pratiche di cantiere.

Se lo spessore della coibentazione termica viene quindi limitato a causa di uno qualsiasi dei motivi elencati sopra e bisogna andare in deroga, allora occorre realizzare lo spessore di coibentazione ancora possibile con un materiale coibente ad alte prestazioni caratterizzato da una conducibilità termica $\lambda \leq 0.025 \text{ W/(mK)}$, purché questo non costituisca un ostacolo insormontabile sotto il profilo dei costi e non causi danni fisico-edili (nel caso di coibentazione termica interna). Nel caso di solette di fondazione e dei soffitti dei piani interrati, si deve verificare la possibilità di impiegare una “gonnella coibente” addizionale tutto intorno al perimetro. Anche in questo caso, questo intervento dovrebbe essere attuato solo a fronte di un vantaggio economico sostenibile.

2.3 Requisiti minimi generali per tutti gli Standard

Oltre ad un elevato livello di efficienza energetica, gli edifici Passivhaus e gli edifici ristrutturati con lo standard EnerPHit offrono un livello ottimale di comfort termico, un alto grado di soddisfazione degli utenti ed una salubrità eccezionale degli elementi costruttivi, in particolare assenza di muffa o condensa. Per garantire ciò, oltre a soddisfare i criteri indicati nelle Sezioni 2.1 - 2.3, si dovrebbero rispettare anche i seguenti criteri minimi.

2.3.1 Frequenza di surriscaldamento

Percentuale di ore annue caratterizzate da temperature interne superiori a 25 °C

- senza raffrescamento attivo: $\leq 10\%$
- con raffrescamento attivo: l'impianto di raffrescamento deve essere adeguatamente dimensionato

2.3.2 Frequenza di superamento del benessere igrometrico

Percentuale di ore annue caratterizzate da umidità assoluta dell'aria interna superiore a 12 g/kg

- senza raffrescamento attivo: $\leq 20\%$
- con raffrescamento attivo: $\leq 10\%$

2.3.3 Protezione termica minima

In generale, il livello minimo di protezione termica è già definito dai ben più stringenti criteri indicati nelle Sezioni da 2.1 a 2.3. I seguenti criteri minimi, pertanto, non dovrebbero essere considerati con particolare attenzione se già si usano componenti Passivhaus. Se tuttavia in alcuni casi speciali un elemento costruttivo non riesce a raggiungere il requisito di comfort a causa del suo valore U particolarmente scarso, appare un simbolo di avvertimento rosso accanto ad esso nel foglio Superfici del PHPP (al momento, non vi è un avvertimento analogo nel PHPP per il requisito igienico).

I criteri per il livello minimo di protezione termica valgono sempre indipendentemente dallo standard energetico e vanno sempre rispettati anche quando si marca qualcosa come eccezione EnerPHit. Questi criteri minimi si applicano ad ogni singolo elemento costruttivo (ad esempio parete, finestra, nodo di connessione). Per il rispetto dei requisiti minimi non è accettabile una verifica su un valore medio calcolato a partire da diversi elementi costruttivi.

Comfort termico

Per tutte le zone climatiche comprese fra il **clima artico** ed il **clima caldo-temperato**, le temperature superficiali interne delle stratigrafie regolari di pareti e soffitti e le temperature superficiali interne medie delle finestre non possono differire più di 4.2 K rispetto alla temperatura operativa interna. La temperatura superficiale del pavimento non può scendere al di sotto di 19 °C. I requisiti vengono controllati nel PHPP assumendo una temperatura interna di 22 °C ed una temperatura esterna minima presa dai dati climatici della località considerata. Per gli elementi costruttivi in contatto con l'interrato o con il terreno, il requisito per il valore U verrà diviso per il fattore di riduzione f_T ("fattore di riduzione terreno" nel foglio "Terreno" del PHPP). Nel caso di piccole finestre, il requisito sarà mitigato in funzione della dimensione della finestra aggiungendo un piccolo contributo al valore limite.

Nelle zone climatiche comprese fra il **clima caldo** ed il **clima torrido**, i valori U dei soffitti non possono essere peggiori dei requisiti sui componenti EnerPHit per finestre aventi la stessa inclinazione. In queste zone climatiche, non ci sono invece particolari requisiti di comfort da rispettare per pareti e pavimenti.

In aggiunta si applicano le seguenti eccezioni ai requisiti di comfort termico:

- I requisiti non si applicano per le zone che non sono adiacenti a stanze caratterizzate da un uso prolungato o per zone isolate e separate più piccole di 1 m².
- Per finestre e porte è ammesso un superamento del valore limite se le basse temperature che si manifestano sulla superficie interna sono compensate da apposite superfici riscaldanti o se, per altri motivi, non sono identificabili gravi problemi di discomfort.
- Il requisito per le zone climatiche comprese fra il **clima caldo** ed il **clima torrido** non si applica se l'elemento costruttivo in questione è ampiamente ombreggiato esternamente.
- In alternativa, si possono considerare soddisfatti i criteri di comfort termico se viene fornita prova che il comfort è rispettato in conformità alla norma UNI EN ISO 7730.

Protezione dall'umidità

Oltre a soddisfare il requisito per la temperatura superficiale interna degli elementi costruttivi ($f_{Rsi=0,25\ m^2K/W}$) menzionata nella Tabella 5, tutte le sezioni degli elementi regolari ed i dettagli di connessione devono essere progettati e realizzati in modo da escludere l'accumulo di eccessiva umidità sulla superficie interna o all'interno dello stesso elemento costruttivo (umidità interstiziale) in condizioni normate di utilizzo.

Tabella 5 Criteri per la protezione dall'umidità

Zona climatica secondo PHPP	Fattore di temp. min. accettabile
	$f_{Rsi=0,25\ m^2K/W}$
	□
Artico	0.80
Freddo	0.75
Fresco - temperato	0.70
Caldo - temperato	0.65
Caldo	0.55
Molto caldo	-
Torrido	-

2.3.4 Soddisfazione degli occupanti

Sono possibili deroghe ai requisiti sotto riportati in casi giustificati, fintanto che non vi è alcun rischio significativo per cui possa essere compromessa la soddisfazione degli occupanti.

- Tutte le stanze caratterizzate da un uso prolungato devono avere almeno una finestra apribile.
- Deve essere possibile per l'utente azionare l'illuminazione e gli elementi ombreggianti temporanei. La priorità deve essere data al controllo da parte dell'utente prima che a qualsiasi regolazione automatica.
- In caso di riscaldamento e/o raffrescamento attivo, deve essere possibile per gli utenti regolare la temperatura interna per ogni unità di utilizzo.
- I sistemi di riscaldamento o climatizzazione devono essere opportunamente dimensionati per garantire temperature nominali sufficienti per coprire i carichi di riscaldamento o di raffrescamento in tutte le condizioni previste.

- Impianto di ventilazione:
 - Controllabilità:

La portata di ventilazione deve essere regolabile sul fabbisogno effettivo. Negli edifici residenziali la portata d'aria deve essere regolabile dall'utente per ogni unità abitativa (si consigliano tre impostazioni: portata nominale / portata nominale +30% / portata nominale -30%).
 - Ventilazione in tutte le stanze:

Tutte le stanze all'interno dell'involucro termico devono essere direttamente o indirettamente (aria di trasferimento) ventilate con una portata sufficiente. Questo vale anche per le stanze che non sono costantemente occupate da persone, a condizione che la ventilazione meccanica di queste stanze non comporti una spesa sproporzionatamente elevata.
 - Umidità relativa dell'aria interna troppo bassa:

Se l'umidità relativa dell'aria interna è più bassa del 30% per uno o più mesi dell'anno, appare un avvertimento nel foglio "Ventilazione" del PHPP; in questo caso, si renderebbero necessarie contromisure efficaci come ad es. recupero latente, umidificatori, funzionamento automatizzato in base all'occupazione e/o regolatori di zona, ventilazione a cascata o monitoraggio del reale livello di umidità relativa dell'aria con la possibilità di attuare successivi provvedimenti.
 - Livello sonoro
L'impianto di ventilazione non deve generare rumore in ambienti con occupazione prolungata. I valori consigliati per il livello sonoro sono:
 - ≤ 25 db(A): per le zone di mandata in edifici residenziali e per camere da letto e stanze per il riposo / sale relax in edifici non residenziali
 - ≤ 30 db(A): stanze in edifici non residenziali (ad eccezione di camere da letto e stanze per il riposo / sale relax) e per le zone di estrazione in edifici residenziali
 - Correnti d'aria
L'impianto di ventilazione non deve provocare fastidiose correnti d'aria.

2.4 Condizioni al contorno per il calcolo PHPP

Quando si verificano i criteri utilizzando il Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP), devono essere soddisfatte le seguenti condizioni al contorno:

Zonizzazione

Per il calcolo degli indici caratteristici PH, occorre prendere in considerazione l'intero involucro dell'edificio coibentato ed a tenuta all'aria; alcuni esempi di involucri termici possono essere: una fila di case a schiera, un condominio o un edificio per uffici con più unità collegate termicamente. In questi casi si può effettuare un calcolo complessivo per verificare il raggiungimento dei requisiti. Se tutte le zone si trovano alla stessa temperatura nominale, si può anche eseguire una media pesata sulle diverse Superfici utili combinando assieme diversi calcoli PHPP effettuati per ciascuna sottozona. Non è viceversa ammessa la combinazione di diversi edifici separati termicamente. Edifici adiacenti ad altri edifici (ad esempio blocchi di edifici sviluppati a corte, case a schiera, ampliamenti di edifici esistenti) devono includere almeno una parete esterna, una copertura ed una soletta o un soffitto vs interrato non riscaldato per poter richiedere per sé una certificazione separata. Non è consentito escludere parti di un edificio (ad esempio uno o più piani, o parti di piano) dal bilancio energetico.

Apporti interni

Il PHPP include già diversi valori standard per gli apporti interni in riferimento ad una vasta gamma di tipi di utilizzo. Quando si ha a che fare con una certificazione di questa tipologia di edifici, occorre utilizzare questi valori a meno che il PHI non specifichi altri valori (valori nazionali). Effettuare il calcolo separato degli apporti interni nel PHPP è consentito solo se si può dimostrare che l'utilizzo effettivo differisce o deve differire considerevolmente dal tipo di utilizzo su cui si basano i valori standard.

Fonti interne di umidità

Valore medio su tutte le ore annue (anche al di fuori del periodo di utilizzo):

Edifici residenziali: $100 \text{ g}/(\text{persona} \cdot \text{h})$

Edifici non residenziali, senza significative fonti di umidità oltre all'umidità rilasciata dalle persone (uffici, edifici scolastici ecc.): $10 \text{ g}/(\text{persona} \cdot \text{h})$

In edifici non residenziali con significative fonti di umidità oltre a quella rilasciata dalle persone è necessaria una plausibile stima documentata in base all'utilizzo previsto.

Tassi di occupazione

Edifici residenziali: tasso di occupazione standard nel PHPP; se il numero atteso di persone è significativamente superiore al tasso di occupazione standard, allora è consigliabile usare un valore più elevato.

Edifici non residenziali: i tassi ed i periodi di occupazione devono essere determinati sulla base di ogni progetto specifico consistentemente con il relativo profilo di utilizzo.

Condizioni interne di progetto

Riscaldamento, edifici residenziali: $20 \text{ }^\circ\text{C}$ senza riduzione notturna di temperatura; edifici non residenziali: si applicano le temperature interne standard basate sulla UNI EN ISO 12831. Per usi non predefiniti o in presenza di differenti requisiti, la temperatura interna deve essere determinata sulla base del progetto specifico. Nel caso di riscaldamento intermittente (riduzione notturna), la temperatura interna di progetto può essere diminuita a fronte di

opportuna dimostrazione della situazione reale.

Raffrescamento e deumidificazione: 25 °C e 12 g/kg di umidità assoluta dell'aria interna.

Dati climatici

Occorre utilizzare i set di dati climatici approvati dal Passivhaus Institut (con un numero di identificazione a sette cifre). Il set di dati selezionato deve essere rappresentativo per il clima relativo all'ubicazione dell'edificio. Se il dato climatico per il luogo di costruzione dell'edificio non è ancora disponibile, si può farne richiesta ad un Certificatore Passivhaus accreditato.

Portata d'aria media

Edifici residenziali: 20-30 m³/h a persona in zona di soggiorno, con un tasso di ricambio d'aria di almeno 0.30 volte all'ora riferito al volume che si ottiene moltiplicando la superficie utile netta per 2.5 m (altezza media delle stanze).

Edifici non residenziali: La portata d'aria media di ventilazione deve essere determinata per ogni progetto specifico assumendo un ricambio di aria fresca pari a 15-30 m³/h per persona (portate d'aria superiori sono consentite nel caso di un utilizzo di tipo sportivo o simili o se richieste da opportune prescrizioni vigenti per specifici luoghi di lavoro). Devono inoltre essere considerati tempi e impostazioni di funzionamento diversi per l'impianto di ventilazione.

Occorre infine tener conto dei tempi operativi per il pre-lavaggio e post-lavaggio dell'aria interna al momento dello spegnimento dell'impianto di ventilazione. Per gli edifici residenziali e non residenziali, le portate utilizzate devono corrispondere ai valori effettivi del bilanciamento.

Fabbisogno di Acqua Calda Sanitaria (ACS)

Edifici residenziali: 25 litri/persona/giorno a 60 °C, se non vengono specificati altri valori nazionali da parte del PHI.

Edifici non residenziali: il fabbisogno di acqua calda in litri di acqua a 60 °C per persona al giorno deve essere determinato separatamente per ciascun progetto specifico.

Limite per il bilancio del fabbisogno elettrico

Tutti i consumi di energia elettrica di apparecchi situati all'interno dell'involucro termico sono presi in considerazione nel bilancio energetico. I consumi elettrici degli apparecchi utilizzati nei pressi dell'edificio o nei locali che si trovano al di fuori dell'involucro termico non sono generalmente presi in considerazione. Tuttavia, i seguenti usi di energia elettrica sono presi in considerazione anche se sono al di fuori dell'involucro termico:

- Elettricità per la generazione e la distribuzione di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento, nonché per la ventilazione, a condizione che tutto ciò alimenti parti dell'edificio situate all'interno dell'involucro termico
- Ascensori e scale mobili che si trovino fuori dell'involucro, purché servano come accesso all'involucro termico dell'edificio stesso
- Sistemi informatici e sistemi di comunicazione (server inclusi gruppi di continuità, impianto telefonico, campanello, etc.), compreso il raffrescamento necessario per questi apparecchi, se servono agli inquilini/utenti dell'edificio
- Elettrodomestici come lavatrici, asciugatrici, frigoriferi, congelatori, se utilizzati dagli stessi inquilini/utenti dell'edificio
- Illuminazione degli interni avviaate da sensori crepuscolari esterni.

3 Regole tecniche per la certificazione degli edifici

3.1 Procedura di verifica

Gli edifici Passivhaus e gli edifici ristrutturati con lo standard EnerPHit sono edifici in cui le condizioni interne di comfort possono essere raggiunte durante tutto l'anno con un apporto di energia estremamente basso. Essi devono soddisfare requisiti molto stringenti per quanto riguarda la loro progettazione, pianificazione ed esecuzione.

In seguito al controllo di qualità da parte di ente terzo, gli edifici possono essere certificati in conformità ai criteri riferiti al rispettivo standard energetico, come indicato nella Sezione 2. Se la documentazione tecnica necessaria per la verifica dell'edificio è confermata in conformità con la Sezione 3.2 ed i criteri di cui alla Sezione 2 sono soddisfatti, verrà rilasciato il certificato con relativa targhetta.



Targa Passivhaus



Targa EnerPHit



Targa EnerPHit⁺i (per edifici con coibentazione termica perlopiù interna)

La certificazione EnerPHit è possibile solo per gli edifici per i quali ristrutturare secondo lo standard Passivhaus per le nuove costruzioni sarebbe antieconomico o impossibile in termini pratici a causa di caratteristiche costruttive o strutturali dell'edificio esistente. Vere e proprie nuove costruzioni non possono ricevere la certificazione EnerPHit. Se più del 25% della superficie della parete opaca esterna ha una coibentazione interna, viene assegnata la designazione EnerPHit⁺i (con apice "+i")³.

Per la certificazione si applicano gli attuali criteri di certificazione e le regole tecniche per la certificazione degli edifici (l'attuale versione di questo documento è sempre disponibile presso www.passivehouse.com) che hanno la precedenza sul metodo di calcolo descritto nel manuale PHPP e nel programma PHPP, che si applica in seconda battuta. Il PHI si riserva il diritto di adattare i criteri e le procedure di calcolo in modo da riflettere i più recenti progressi tecnici. La richiesta del certificato viene fatta informalmente all'ente certificatore prescelto. Tutti i documenti richiesti conformemente al punto 3.2 devono essere forniti al certificatore. Per la certificazione, occorre che

³ Non si applica alle zone caratterizzate da clima caldo, molto caldo e torrido.

tutti i documenti siano verificati almeno una volta. A seconda dei casi, si possono stabilire tuttavia anche più sessioni di controllo.

Nota: l'esame preliminare dei documenti di base dovrebbe già essere svolto durante la fase di progettazione, in modo da poter apportare subito eventuali correzioni o prendere in considerazione proposte di miglioramento per la fase esecutiva. Se si ha la consapevolezza che chi presenta la certificazione non ha esperienza in merito ad edifici Passivhaus o ristrutturazioni EnerPHit, si consiglia di effettuare almeno una consulenza prima dell'inizio della progettazione e di offrire anche una consulenza accompagnatoria alla progettazione.

Al termine della verifica da parte del certificatore, la persona referente per la presentazione della domanda di certificazione riceverà il responso dell'analisi con le eventuali correzioni al calcolo ed un protocollo con proposte di migliorie. Il controllo della fase esecutiva di cantiere non è strettamente richiesto dalla certificazione. Tuttavia, il certificatore incaricato può ritenere importante un controllo di qualità in cantiere soprattutto se la direzione lavori non ha ancora esperienza con edifici Passivhaus o con ristrutturazioni EnerPHit.

Il certificato garantisce soltanto la correttezza dei documenti riportati ed il raggiungimento dei requisiti vigenti al momento della certificazione, come definito nella Sezione 2. Il certificato non certifica l'esatta esecuzione dei lavori ed il controllo del corretto comportamento degli inquilini/utenti. La responsabilità del progetto rimane totalmente a carico dei progettisti e la responsabilità dell'esecuzione al direttore lavori.

In alcuni casi, è possibile che se anche un edificio soddisfa totalmente i criteri, mostri gravi problematiche in altri settori che possano limitare notevolmente la sua utilizzabilità, la sicurezza o la soddisfazione degli utenti. Se il certificatore viene a conoscenza di tali mancanze, a sua discrezione si può attendere di consegnare il certificato finché non può essere dimostrato che questi difetti sono stati sufficientemente corretti.

La targa "Passivhaus certificata" o "EnerPHit Ristrutturazione certificata" può essere utilizzata solo su edifici certificati. Il certificato è valido in relazione ai documenti allegati al certificato stesso relativi all'esecuzione dei lavori e al suo utilizzo. Gli indici energetici caratteristici dell'edificio possono cambiare in seguito ad eventuali future ristrutturazioni o cambi di destinazione d'uso: in quel caso il certificato emesso perde la sua validità.

I documenti presentati per la certificazione possono essere utilizzati dal Passivhaus Institut per valutazioni scientifiche e statistiche del tutto anonime.

3.2 Documenti da presentare

Si consiglia l'uso di componenti certificati⁴ dal Passivhaus Institut, in quanto tutti i parametri caratteristici necessari sono stati verificati in modo affidabile e sono disponibili, potendoli utilizzare per la certificazione dell'edificio senza dover effettuare ulteriori verifiche. Per tutti i prodotti non certificati dal Passivhaus Institut, il richiedente è tenuto a fornire appropriata documentazione come verifica dei valori caratteristici dei prodotti utilizzati.

⁴ Si possono trovare le relative schede tecniche per i componenti certificati al sito www.passivehouse.com

3.2.1 Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP)

Il rispetto dei criteri deve essere verificato utilizzando la versione più recente del PHPP. Non è tuttavia necessario trasferire tutti i dati su una versione più recente del PHPP appena pubblicata quando il progetto è già in corso. Il calcolo PHPP deve essere presentato come file Excel con almeno i seguenti calcoli:

Foglio di calcolo PHPP

- Dati dell'edificio e sommario dei risultati **Verifica**
- Scelta della regione climatica **Dati climatici**
- Calcolo dei valori U degli elementi costruttivi regolari **Valori U**
- Riepilogo superfici con dati del bilancio di irraggiamento e ponti termici **Superfici**
- Calcolo dei fattori di riduzione di elementi verso terreno, se utilizzato **Terreno**
- Database dei componenti **Componenti**
- Determinazione dei valori U_w **Finestre**
- Determinazione dei coefficienti di ombreggiamento **Ombreggiamento**
- Portate d'aria, recupero di calore, inserimento del risultato del Blower-Door **Ventilazione**
- Progettazione di impianti di ventilazione con più di una macchina di ventilazione (se presenti) **VentAgg**
- Calcolo del fabbisogno termico per riscaldamento secondo la procedura mensile definita nella UNI EN ISO 13790 (se è usato il riscaldamento) **Riscaldamento**
- Calcolo del carico termico dell'edificio⁵ (se è usato il riscaldamento) **Carico termico**
- Determinazione della ventilazione estiva **VentEstiva**
- Stima del clima estivo⁵ **Estate**
- Calcolo del fabbisogno frigorifero per raffrescamento (se è presente un sistema attivo di raffrescamento) **Raffrescamento**
- Energia di raffrescamento latente (se è presente un sistema attivo di raffrescamento) **ImpRaff**
- Calcolo del carico frigorifero dell'edificio⁵ (se è presente un sistema attivo di raffrescamento) **Carico frigorifero**
- Dispersioni termiche per distribuzione; fabbisogno termico ACS e dispersioni termiche per distribuzione ACS **ACS+distribuzione**
- Approntamento ACS da pannelli solari (se è presente un impianto solare termico) **SolarACS**
- Produzione elettrica da impianto fotovoltaico (se è presente un impianto FV) **FV**
- Calcolo del fabbisogno elettrico dovuto agli elettrodomestici ed alle parti comuni (solo per edifici residenziali) **Corrente elettrica**
- Profili d'uso in edifici non residenziali **Uso NRes**
- Fabbisogno elettrico per edifici non residenziali **Corrente NRes**
- Fabbisogno di corrente elettrica ausiliaria **Corrente ausiliaria**
- Apporti interni (solo per edifici residenziali) **Appl**

⁵ I calcoli nel PHPP per il carico termico, ventilazione estiva e carico frigorifero sono stati sviluppati per edifici con un utilizzo omogeneo. Per edifici caratterizzato da utilizzo intermittente di ventilazione e riscaldamento e con carichi interni fortemente variabili sono necessarie analisi più approfondite / altre procedure di calcolo.

- Apporti interni (solo per edifici non residenziali) **Appl NRes**
- Energia Primaria Rinnovabile (EPR) ed Energia Primaria (non rinn.) (EP)..... **EPR**
- Calcolo del grado annuo di efficienza del generatore di calore
..... **AggComp, PdC, PdC_geo, Caldaia o Teleriscaldamento**

3.2.2 Documentazione progettuale

- Planimetria con indicazione dell'orientamento dell'edificio, posizione ed altezza degli elementi ombreggianti circostanti (edifici, alberi o simili rilevanti sotto il profilo dell'ombreggiamento, eventuali rilievi del terreno), fotografie del lotto e dei dintorni. La situazione dell'ombreggiamento deve essere ben documentata e comprensibile.
- Disegni esecutivi (piante, sezioni, prospetti) con indicazione precisa delle dimensioni per tutte le superfici inserite nel calcolo (dimensioni dei locali, superficie dell'involucro, misure al grezzo delle aperture nell'involucro esterno).
- Calcolo chiaro della superficie utile riscaldata.
- Indicazione nei disegni progettuali della posizione degli elementi costruttivi nell'involucro termico per poter identificare in maniera chiara ed univoca i medesimi elementi nel PHPP. In alternativa, se il progetto è stato realizzato su DesignPH e questo può assolvere a questo compito, si può allegarne il file alla documentazione.

3.2.3 Elementi regolari e dettagli costruttivi

- Indicazione della posizione dei ponti termici, se presenti, per poter identificare in maniera chiara l'inserimento dei medesimi all'interno del PHPP.
- Illustrazione dettagliata di tutti i nodi costruttivi dell'involucro termico dell'edificio, come ad es. fra parete esterna o interna e solaio vs interrato non riscaldata o soletta di fondazione, fra parete esterna e tetto o solai interpiano, in corrispondenza della linea di colmo del tetto, del frontone, dei nodi di installazione dei serramenti (lateralmente, superiori ed inferiori), dei sistemi di ancoraggio di balconi etc. I dettagli devono presentare indicazione dettagliata delle dimensioni e dei materiali utilizzati con le rispettive conducibilità termiche. Deve infine essere indicato lo strato di tenuta all'aria con descrizione dell'esecuzione in corrispondenza dei giunti fra elementi costruttivi.
- Verifica di tutti i coefficienti lineici di ponte termico inseriti nel PHPP in conformità alla norma UNI EN ISO 10211. Alternativamente è possibile addurre documentazione comprovante la somiglianza dei ponti termici in oggetto con quelli presenti in altri dettagli (ad es. dettagli di sistemi costruttivi certificati Passivhaus/EnerPHit, pubblicazioni del Passivhaus Institut, abachi di ponti termici tipici in Passivhaus).
- Informazioni su produttori, modelli e specifiche tecniche soprattutto dei coibenti impiegati caratterizzati da conducibilità termiche estremamente ridotte ($\lambda_p < 0.032 \text{ W/(mK)}$). Sono permessi valori di conducibilità termica di progetto in riferimento a norme nazionali o all'autorizzazione dell'Ispettorato Edile (marcatatura Ü).
- Verifica delle proprietà radiative della superficie esterna dell'edificio (solo in clima molto caldo e torrido); per i prodotti riguardanti tetti e coperture: valori misurati per assorbimento o riflettanza ed emissività determinati secondo ANSI / CRRC-1 (o metodi comparabili). Per i prodotti riguardanti pareti: a causa dell'esigua disponibilità di dati, non si ha alcun requisito sull'origine dei valori caratteristici. Tutti i valori misurati devono essere determinati esponendo le superfici agli agenti atmosferici per almeno 3 anni (o ricalcolo a partire dai valori validi per nuovi prodotti direttamente nel PHPP).
- Verifica di assenza di eccessiva umidità negli elementi costruttivi (solo nei casi dubbi).

3.2.4 Finestre e porte

- Indicazione della posizione di finestre e porte, per poter identificare in maniera chiara l'inserimento dei medesimi all'interno del PHPP.

- Informazioni dettagliate dei telai delle finestre e delle porte realmente impiegati nel cantiere: produttore, modello, valori U_f , Ψ_{inst} , Ψ_g e rappresentazione grafica di tutte le situazioni di posa progettate per l'installazione nella parete esterna. I valori di progetto devono essere documentati conformemente alla UNI EN ISO 10077-2.
- Indicazioni sulle vetrate effettivamente installate: produttore, modello, stratigrafia, valore U_g secondo la norma UNI EN 673 (determinato da calcolo, precisione 2 cifre significative), fattore solare g secondo la norma UNI EN 410, tipo di distanziatore.

3.2.5 Ventilazione

- Progetto o schema impiantistico della ventilazione: rappresentazione e dimensionamento delle macchine di ventilazione, portate (ad es. foglio obbligatorio Bilanciamento Ventilazione – tab 'Progettazione', cfr. CD del PHPP), coibentazione acustica, filtri, bocchette di immissione e di estrazione, aperture di trasferimento, bocchette di aspirazione aria esterna e di espulsione, dimensionamento e coibentazione dei canali, scambiatore di calore con il terreno (se presente), dispositivi di controllo ecc.
- Indicazioni dello scambiatore di calore con il terreno (se presente): lunghezza, profondità e modalità di posa, qualità del terreno, materiali e dimensioni dei canali, calcolo del rendimento dello scambio termico aria-terreno (ad es. con il programma PH-Luft⁶). Nel caso di scambiatori di calore con soluzione glicolata (Sole): regolazione, temperature limite in inverno/estate, calcolo del rendimento (ad es. con il programma PH-Erde, anch'esso scaricabile gratuitamente, cfr. nota).
- Verifica dell'efficienza del recuperatore di calore e dell'assorbimento elettrico dell'impianto di ventilazione secondo la procedura del Passivhaus Institut (vedere www.passivehouse.com). In climi caratterizzati da prevalenza di raffrescamento, il calore dissipato dai ventilatori riduce ulteriormente l'efficienza del recuperatore di calore, rappresentando esso stesso un carico termico supplementare. Tuttavia, si assume semplificando di adottare anche in questi climi la stessa procedura del PHI per la determinazione dell'efficienza del recupero di calore. Dovrebbero essere anche inclusi tutti gli impianti di estrazione dell'aria senza recupero di calore (ad esempio cappe d'aspirazione o chimiche, armadi di sicurezza per sostanze chimiche, etc). Inoltre, si dovrebbero prendere in considerazione stadi e tempi di funzionamento differenti.
- Produttore, tipo, dati tecnici ed assorbimento elettrico certificato di tutti i componenti dell'impianto di ventilazione come batterie di pre/post-riscaldamento, protezione antigelo, etc.
- Protocollo di bilanciamento dell'impianto di ventilazione: il report deve contenere almeno i seguenti dati: edificio, indirizzo, nome ed indirizzo del soggetto preposto alla regolazione, data del bilanciamento, produttore e tipo della macchina di ventilazione, portata d'aria di ogni bocchetta nel regime di funzionamento "standard", bilanciamento complessivo delle portate d'aria massica o volumetrica sul lato aria esterna ed aria espulsa (max. 10% di sbilanciamento). Occorre redigere un report sulla regolazione di tutte le bocchette di mandata e di ripresa. Se questo non è possibile per motivi tecnici, nel caso di determinati tipi di edifici non residenziali, si devono misurare almeno le portate d'aria totali all'interno della macchina di ventilazione (aria esterna/aria espulsa) e le portate nei canali principali di ventilazione. Si consiglia di utilizzare il foglio obbligatorio "Bilanciamento ventilazione" fornito nel CD del PHPP o reperibile sul sito www.passivehouse.com.

⁶ PH-Luft: programma integrativo per il dimensionamento di scambiatori di calore aria-terreno per impianti di ventilazione in edifici passivi. Download gratuito all'indirizzo www.passiv.de (programma in tedesco).

3.2.6 Riscaldamento/raffrescamento (se utilizzato), ACS e scarichi

- Progetto o schema impiantistico del riscaldamento/raffrescamento (se presente), della distribuzione ACS e degli scarichi: indicazione del generatore di calore, dell'accumulo, del sistema di distribuzione del calore per riscaldamento (condotte, batterie, corpi scaldanti, pompe, regolazione), distribuzione dell'acqua calda sanitaria (circolazione, singole tratte, pompe, regolazione), condotte per acqua di scarico con valvole di sfiato con relative sezioni e spessori della coibentazione, illustrazione e dimensionamento degli impianti di raffrescamento e deumidificazione.
- Breve descrizione dei sistemi di distribuzione degli impianti, eventualmente corredati da schemi grafici.
- Produttore, tipo, dati tecnici ed assorbimento elettrico certificato del generatore di calore per riscaldamento ed approntamento ACS, accumulo, pompe, impianto di raffrescamento dell'edificio (se presente), gruppi di pressione, pompe di sollevamento, ecc.
- In edifici senza raffrescamento attivo: verifica del comfort estivo. La procedura del PHPP per il calcolo del surriscaldamento fornisce soltanto un valor medio dell'intero edificio – vi possono però essere delle zone soggette a surriscaldamento. Se sussiste questa situazione, occorre indagare più a fondo sul problema (per es. con simulazioni dinamiche).

3.2.7 Dispositivi elettrici e illuminazione

- Progetto o schema dell'impianto elettrico (solo se in edifici residenziali esiste una progettazione o un concept per un utilizzo efficiente della corrente elettrica, altrimenti si utilizzano i valori standard già presenti nel PHPP): illustrazione e realizzazione dell'illuminazione (eventualmente concept o simulazioni per l'utilizzo della luce naturale, se applicabile), ascensori, elettrodomestici della cucina, computer, impianti per le telecomunicazioni e altri usi specifici di energia elettrica.
- Produttore, tipo, dati tecnici ed assorbimento elettrico certificato per tutti gli apparecchi che consumano elettricità in modo sensibile, come ascensori, illuminazione, sistemi di sicurezza ecc.

3.2.8 Energia rinnovabile

- Impianti solari termici installati sull'edificio o nei suoi pressi: schede tecniche relative ai collettori utilizzati ed all'accumulo, indicando i parametri necessari per l'input nel PHPP. Se non viene utilizzato il metodo descritto nel PHPP per valutare la frazione di copertura solare, occorre dimostrare il contributo mensile dato dall'impianto solare termico (ad es. report di simulazione).
- Impianto fotovoltaico (PV) installato sull'edificio o nei suoi pressi: schede tecniche dei moduli ed inverter utilizzati, indicando i parametri necessari per l'input nel PHPP.
- Impianti rinnovabili di produzione di energia che non sono spazialmente collegati all'edificio: occorre presentare un documento che dimostri l'effettiva proprietà dell'impianto ed una relazione sulla produzione annua di energia elettrica dell'impianto (simulazione) e, se necessario, si deve allegare il documento che indichi la percentuale di possesso dell'impianto rispetto all'impianto totale.

3.2.9 Tenuta all'aria dell'involucro edilizio

La prova di tenuta all'aria viene effettuata mediante un test Blower-Door conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 13829 (metodo A). In alternativa la misura può essere effettuata prendendo come riferimento la norma UNI EN ISO 9972 (metodo 1). Tuttavia, per il calcolo del valore n_{50} deve essere utilizzato il volume d'aria netto descritto secondo la norma UNI EN 13829. A differenza di quanto prescritto dalle norme, per gli edifici passivi è necessario effettuare il test Blower Door in

condizioni di depressione E sovrappressione. Il test di pressione deve essere relativo solo ad involucri riscaldati. Interrati, preingressi, Wintergarten etc. che non fanno parte dell'involucro termico devono essere esclusi dal test di tenuta all'aria. Si consiglia di effettuare la misura quando è ancora possibile intervenire sullo strato di tenuta all'aria per eventualmente intraprendere delle migliorie. Nel report del test Blower-Door occorre anche specificare e documentare il calcolo del volume d'aria netto dell'edificio.

Il test di pressione dovrebbe essere condotto generalmente da un'istituzione o da una persona indipendente da committente o impresa. Un test effettuato dal committente viene accettato solo se un professionista sottoscrive il protocollo di prova sotto propria responsabilità, garantendo la correttezza delle misurazioni.

Solo per EnerPHit: per valori compresi tra 0.6 h^{-1} e 1.0 h^{-1} , durante il test di pressione deve essere effettuato un rilevamento approfondito degli spifferi, durante il quale le singole perdite che possono causare danni strutturali o mettere in pericolo il comfort termico devono essere sigillate. Questo deve essere confermato per iscritto sul report e firmato dal responsabile, come definito nella Sezione 3.2.10.

3.2.10 Conferma di rilevamento e di sigillatura delle perdite durante il test Blower Door (solo per EnerPHit e per la pre-certificazione)

(per ristrutturazioni EnerPHit: necessario solo se: $0.6 \text{ h}^{-1} < n_{50} \leq 1.0 \text{ h}^{-1}$)

Testo standard:

Si conferma che è stata effettuata la ricerca di eventuali perdite durante il test Blower Door in depressione⁷. A questo scopo sono stati investigati tutti i locali posti all'interno dell'involucro a tenuta all'aria. Tutti i potenziali punti deboli sono stati controllati per rilevare eventuali perdite. Sono state anche investigate le aree di difficile accesso (ad esempio, i locali con elevate altezze di interpiano). Sono state sigillate eventuali perdite rilevanti individuate che determinavano una quota rilevante della portata volumetrica totale di dispersione per ventilazione attraverso spifferi oppure problemi di discomfort.

Sono necessarie le seguenti informazioni:

- Nome, indirizzo, azienda del firmatario
- Data e firma
- Descrizione e indirizzo del progetto

Test Blower Door: data e nome della persona incaricata dello svolgimento del test

3.2.11 Documentazione fotografica

⁷ In singoli casi, si può accettare anche il rilevamento delle perdite in sovrappressione, specialmente quando lo strato di tenuta all'aria si trova sul lato esterno. Il rilevamento di queste perdite può avvenire durante il test Blower Door. In alternativa, si può generare una pressione differenziale anche con semplici ventilatori o con la macchina di ventilazione.

Occorre allegare foto, se possibile digitali, dell'edificio realizzato per documentare le fasi di realizzazione; non è tuttavia necessario fornire una documentazione fotografica completa di tutti gli interventi.

3.2.12 Eccezioni (solo per EnerPHit)

Se necessario, si deve motivare l'uso delle eccezioni ad esempio con un calcolo della convenienza economica (cfr. 3.2.13), un riscontro scritto da parte della Soprintendenza per i Beni Ambientali ed Architettonici, estratti da leggi e ordinanze, estratti dal progetto.

Di solito, se viene superato un requisito standard sulla base di un'eccezione, deve essere fornita prova evidente che vengono soddisfatte le condizioni per la deroga sotto forma di documenti idonei firmati dalla persona responsabile.

Se non è raggiungibile una significativa riduzione del fabbisogno energetico per riscaldamento o raffrescamento a causa del ripetuto utilizzo di eccezioni, a discrezione del certificatore, può essere rilasciata, al posto di un certificato EnerPHit, una conferma scritta riguardo ai valori ottenuti.

3.2.13 Calcolo della convenienza economica (solo per EnerPHit)

Necessario nel caso in cui sia richiesta una prova per l'utilizzo di una eccezione (vedere Sezione 3.2.12).

Calcolo della fattibilità economica rispetto ad una situazione dove si ristruttura senza migliorare l'efficienza energetica, utilizzando il foglio "Confronto" all'interno del PHPP. Utilizzare le condizioni al contorno predefinite nel PHPP, se non si può dimostrare che sussistono diverse condizioni al contorno nazionali.

In alternativa: in accordo con il certificatore, si può effettuare un calcolo separato utilizzando un metodo di valutazione dinamica (ad esempio metodo del valore attuale netto) sul ciclo di vita dell'elemento costruttivo, tenendo in considerazione tutti i costi rilevanti meno i costi che si sarebbero sostenuti in ogni caso; una descrizione più esatta la si trova in "Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Maßnahmen im Gebäudebestand 2005" ("Fattibilità economica di interventi di coibentazione termica negli edifici esistenti al 2005", in tedesco), che può essere scaricato da www.passivehouse.com.

3.2.14 Verifica dei requisiti minimi generali (cfr. Capitolo 2.3)

Eccessiva umidità negli elementi costruttivi

Se il certificatore ha preoccupazioni in merito a possibili danni fisico-edili all'edificio causati dall'eccessiva presenza di umidità, queste devono essere risolte fornendo una verifica di assenza di eccessiva umidità negli elementi costruttivi in conformità con le norme tecniche attualmente riconosciute.

Per elementi costruttivi con coibentazione interna, deve essere fornita la prova di un'attenta progettazione che eviti la formazione di correnti d'aria interna dietro lo strato coibente.

Per la coibentazione interna, si deve inoltre fornire prova di idoneità dei componenti sotto il profilo del comportamento igrometrico nella situazione di utilizzo considerata. In caso di dubbio, può essere rilasciata da un esperto una relazione attestante l'idoneità del componente sulla base di procedure riconosciute (ad esempio una simulazione dinamica igrometrica), con assunzione di piena responsabilità legale da parte dell'esperto.

Come regola generale, la verifica sul fattore $f_{R_{si}}$ ed il suo inserimento nel PHPP non è richiesta per i dettagli di connessione tipici di una Passivhaus, ma può essere tuttavia richiesta dal certificatore in caso di incertezza.

Comfort termico

Se gli elementi costruttivi non riescono a soddisfare i requisiti minimi per il comfort termico menzionati nella Sezione 2.4.3 „Protezione termica minima“, in alternativa, si può fornire prova che il comfort è rispettato in conformità alla norma UNI EN ISO 7730.

Soddisfazione degli occupanti

Se si fa uso delle eccezioni elencate nella Sezione 2.4.4, occorre addurre le motivazioni per la scelta di tali eccezioni.

3.2.15 Asseverazione del direttore lavori

L'esecuzione lavori secondo la progettazione deve essere documentata e confermata attraverso l'asseverazione del direttore lavori. Ogni variazione in fase esecutiva rispetto a quanto previsto deve essere documentata e se si utilizzano prodotti diversi da quelli previsti occorre allegare i relativi certificati.

A seconda delle circostanze, si può rendere necessario richiedere un report supplementare di collaudo o le schede tecniche dei componenti impiegati nell'edificio. Se dovessero essere impostati valori più vantaggiosi di quelli utilizzati nella procedura di calcolo standard del PHPP, questi devono essere dimostrati da apposite prove.

3.3 Pre-certificazione per ristrutturazioni step-by-step

Se la ristrutturazione energetica viene svolta in diverse singole fasi consecutive, è possibile concedere una pre-certificazione dell'edificio come progetto Passivhaus o EnerPHit. Prerequisito per ottenerla è la preparazione di un Piano di Ristrutturazione EnerPHit (PRE). Il pre-certificato offre ai proprietari degli edifici ed ai progettisti la sicurezza che lo standard prefissato sarà effettivamente raggiunto dopo il completamento di tutte le fasi. La procedura è descritta di seguito.

Il Piano di Ristrutturazione EnerPHit (PRE) è un documento per i proprietari dell'edificio. Esso consiste in un piano generale estremamente dettagliato per ristrutturare step-by-step. Questo tiene conto di importanti interrelazioni tra i vari interventi di risparmio energetico. Così si può ottenere con sicurezza un ottimo risultato finale con uno sforzo adeguato per tutti gli interventi. Il file PRE incluso nel CD del PHPP permette di creare la struttura di base del piano di ristrutturazione importando i dati da un PHPP completato.

3.3.1 Procedura di pre-certificazione

La pre-certificazione può essere effettuata solo se i seguenti requisiti vengono soddisfatti:

- Il PRE e tutti gli altri documenti necessari richiesti alla Sezione 3.3.4 "Documenti da presentare per la pre-certificazione" sono stati presentati al certificatore.
- La prima fase di ristrutturazione è stata completata e soddisfa le indicazioni descritte nel PRE.
- Il fabbisogno di energia primaria è stato ridotto di almeno il 20% rispetto allo stato iniziale. In alternativa, per gli edifici con diversi proprietari è sufficiente che anche solo un'unità abitativa venga quasi completamente ristrutturata. Se sono presenti ampliamenti di nuova edificazione, il pre-certificato può essere rilasciato anche se il PRE è stato implementato solo sull'ampliamento.
- Se il rilevamento delle perdite per spifferi⁸ è stato effettuato.

Preferibilmente, i documenti richiesti nella Sezione 3.3.4 "Documenti da presentare per la pre-certificazione" dovrebbero già essere presentati prima del primo intervento di ristrutturazione in modo che eventuali divergenze dai requisiti possano essere identificate prima dell'attuazione.

Anche per tutte le fasi successive dei rispettivi interventi si raccomanda di presentare sempre i documenti per una revisione prima della loro effettiva attuazione. Il certificatore può rilasciare una versione aggiornata del pre-certificato dopo il completamento di ogni singolo intervento di ristrutturazione.

La richiesta del certificato Passivhaus o EnerPHit può essere fatta dopo il completamento dell'ultima fase di ristrutturazione. Se non sono già stati consegnati per le fasi precedenti, occorrerà quindi consegnare tutti i documenti necessari, come riportato nella sezione 3.2.

⁸ L'individuazione delle perdite per spifferi è richiesta solo dopo quegli interventi che potrebbero influire sullo strato di tenuta all'aria dell'involucro edilizio. L'individuazione delle perdite dovrebbe avvenire in una fase del processo edilizio in cui gli elementi costruttivi interessati sono ancora facilmente accessibili.

3.3.2 Fasi di riqualificazione energetica

La pre-certificazione può essere applicata a qualsiasi variante di intervento di ristrutturazione step-by-step. Questo include interventi di risparmio energetico realizzati in diverse fasi temporali su ...

- ...singoli componenti (ad es. Fase1: coibentazione termica delle pareti, Fase2: sostituzione delle finestre e dell'impianto di ventilazione, Fase3: coibentazione termica del tetto ed impianto di riscaldamento, etc.)
- ...singole parti di edificio (per esempio: singole ali dell'edificio, appartamenti, nuovi ampliamenti o case a schiera)

3.3.3 Protezione contro l'umidità: requisiti per gli step intermedi

Il rischio di danni strutturali legati alla presenza di umidità non può aumentare, di conseguenza in ogni nuova fase di ristrutturazione non è ammissibile un aumento del rischio, che prima dell'inizio degli interventi di riqualificazione energetica magari non esisteva o era minimo.

3.3.4 Documenti da presentare per la pre-certificazione

- PDF del Piano di Ristrutturazione EnerPHit (PRE) che dimostri lo standard prefissato da raggiungere (Passivhaus/EnerPHit), comprensivo dei seguenti documenti:
 - Tutti i fogli di calcolo pertinenti del file PRE (il template in file Excel si trova all'interno del CD del PHPP)
 - I seguenti allegati:
 - progetto dell'edificio esistente
 - progetto dell'edificio completamente ristrutturato con rappresentazione schematica della posizione dello strato di coibentazione termica e dello strato di tenuta all'aria su tutti gli elementi costruttivi (piante, sezioni e se necessario prospetti, in una scala compresa fra 1:50 e 1:100)
 - disegni semplificati di dettagli regolari e nodi costruttivi dell'involucro edilizio che spieghino i futuri interventi, con la rappresentazione della posizione dello strato di coibentazione termica e dello strato di tenuta all'aria (inclusa la rappresentazione degli step intermedi)
- Il Pacchetto di Progettazione Passivhaus (PHPP) in formato Excel riempito in ogni sua parte. Ogni singolo intervento di ristrutturazione deve essere inserito come una variante nel foglio "Varianti".
- Tutti i documenti richiesti alla Sezione 3.2 necessari per gli interventi di efficienza energetica richiesti fino al momento della presentazione degli elaborati.
- Report di rilevamento delle perdite in depressione (Sezione 3.2.10) in corrispondenza di ogni elemento costruttivo interessato dalla ristrutturazione (effettuato chiaramente solo dopo

l'attuazione di quegli interventi che potrebbero influire sullo strato di tenuta all'aria dell'involucro edilizio).