

## Prestazioni termiche delle pareti

Norme di riferimento e considerazioni.

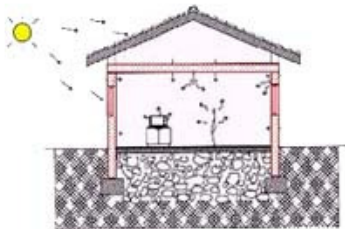
Lorenzo Bari

*Sulla spinta delle norme emanate in questi ultimi anni (D.Lgs. 192/2005 e D.Lgs. 311/2006 in particolare), con l'indicazione di requisiti di trasmittanza delle strutture e limiti di consumo degli edifici, si è innescata da parte dei tecnici una richiesta frenetica di dati prestazionali sui materiali di corrente impiego.*

*Un primo problema che si pone è indubbiamente quello della corretta valutazione delle proprietà termofisiche dei materiali da costruzione (la conduttività termica, soprattutto quella dei materiali isolanti, e la resistenza termica delle strutture complesse).*

*Si presentano di seguito alcune considerazioni sulla situazione normativa, riferita nello specifico alle chiusure verticali in muratura, ed alle problematiche ad essa connesse.*

### Premessa



La valutazione dei **flussi termici**, scambiati da un edificio, o da una sua porzione, con l'ambiente esterno, costituisce uno degli elementi fondamentali sia per il dimensionamento degli impianti di riscaldamento o di climatizzazione, che per la valutazione dei relativi fabbisogni energetici inerenti ad un determinato periodo (inverno, estate, tutto l'anno), argomento, quest'ultimo, che ha recentemente assunto grande rilievo nel contesto della certificazione energetica degli edifici.

Tali flussi, usualmente denominati "dispersioni", sono sostanzialmente ascrivibili a **due fenomeni**: il passaggio di aria dall'ambiente esterno all'interno e viceversa (per infiltrazione o ventilazione) e la trasmissione di calore attraverso le superfici costituenti l'involucro edilizio.

Nell'ambito sopra descritto la parte più complessa è quella relativa alle dispersioni termiche per trasmissione attraverso l'involucro dell'edificio, solitamente costituito da parti opache e da parti trasparenti; queste componenti hanno ambedue rilevanza sulle dispersioni, perché usualmente si riscontra che, essendo le superfici trasparenti meno estese ma anche meno isolate di quelle opache, i due contributi sono tra loro confrontabili.

La **metodologia di calcolo** relativa alle parti opache è alquanto complessa e si articola in più normative.

Pur essendo vero che solitamente i calcoli non si svolgono manualmente, ma mediante appositi codici di calcolo, è bene tuttavia conoscere i principi fisici che ne sono alla base non solo per poter effettuare gli opportuni controlli, ma anche per operare con maggiore facilità e accuratezza le scelte progettuali.

Come prima osservazione occorre specificare che il calcolo delle dispersioni per trasmissione può essere eseguito mediante **due modalità**, a seconda che si faccia riferimento a regime stazionario oppure variabile.

Quanto esposto nel seguito fa riferimento a parametri caratteristici delle condizioni di **regime stazionario** tipiche dei calcoli di progetto in regime invernale e dei metodi semplificati per il calcolo dei fabbisogni energetici; la UNI EN ISO 13790, norma fondamentale ai fini della certificazione energetica degli edifici, contiene infatti metodologie di calcolo basate su modelli in regime stazionario.

Per i calcoli in regime variabile, utilizzati per le simulazioni dettagliate o per i dimensionamenti di progetto in condizioni estive, si fa ricorso a modelli più complessi, usualmente basati sulle funzioni di trasferimento. Come detto, la trattazione di questo tema viene in questa sede tralasciata.

È importante tuttavia evidenziare che il parametro "trasmittanza termica U" è solo uno (e neppure il più importante) degli aspetti di cui tenere conto per poter realizzare edifici conformi ai D.Lgs. 192/2005 e D.Lgs. 311/2006.

Di fondamentale importanza sono molti altri aspetti, dalla "massa superficiale" delle pareti alla corretta protezione dei ponti termici, dal rendimento degli impianti ad una corretta progettazione dell'edificio. Non a caso il D.Lgs. 311/2006 richiede in primo luogo che l'indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale (ovvero il consumo in kWh/m<sup>2</sup>anno) rispetti i limiti fissati, potendo la trasmittanza termica delle pareti superare i valori limite indicati anche del 30%.

Il fatto quindi di basarsi esclusivamente sul parametro "trasmittanza termica U" è poco significativo se non si guarda l'edificio nel suo insieme e non garantisce di per sé l'ottenimento di un effettivo risparmio energetico.

Si ricorda in proposito che numerosi studi hanno dimostrato che **edifici "massivi"** consentono una gestione ottimale del riscaldamento e del raffrescamento estivo, con reali risparmi energetici, garantendo nel contempo un elevato comfort abitativo interno.

## Le prestazioni termiche dei materiali

L'aspetto su cui si intende soffermarsi è soprattutto quello della corretta valutazione delle **proprietà termofisiche dei materiali**. È noto che la normativa tecnica di riferimento è divenuta via via sempre più articolata, rendendo in diversi casi difficile la sua interpretazione da parte dei tecnici e provocando confusione ed incertezza circa la corrispondenza delle diverse metodologie impiegabili a quanto previsto dalle norme.

In questo stato di confusione si riscontra la proposta sul mercato di svariati prodotti e soluzioni con valori di trasmittanza termica U sempre più bassi.

Sorge lecitamente il dubbio, perlomeno da parte dei tecnici più attenti, circa l'attendibilità di questi dati ma soprattutto sul fatto che essi siano determinati in conformità alle norme pertinenti.

Tenuto conto delle responsabilità che le disposizioni di legge pongono a carico dei tecnici progettisti in tale ambito, si ritiene che il requisito essenziale da porre come "garanzia" sia quello di accertarsi che i valori proposti siano stati determinati nel pieno rispetto della normativa tecnica. Essa non deve essere vista come vincolo costrittivo ma piuttosto, nel suo insieme, come un "manuale" di corretta progettazione, risultato del generale consenso nel settore interessato e come riferimento autorevole in caso di contestazioni.

Il Consorzio POROTON® Italia, fin dalla sua nascita (1972), si è fatto garante nei confronti degli utilizzatori dei prodotti POROTON® del fatto che le prestazioni dei laterizi a marchio POROTON® ed in generale di altri materiali per muratura con diverso marchio comunque prodotti dalle aziende produttrici associate al Consorzio, venissero documentate e/o certificate nel pieno rispetto delle norme vigenti.

Lo stesso avviene, a maggior ragione, per quanto attiene le prestazioni termiche degli elementi in laterizio per muratura, problematica di massima attualità negli ultimi tempi.

## Le norme per il calcolo delle prestazioni termiche delle murature

Per materiali omogenei il valore di conduttività termica è facilmente misurabile o determinabile da fonti e/o valori tabellari presenti nelle norme.

Per materiali non omogenei, quale è un elemento in laterizio forato, è quasi sempre necessario procedere alla determinazione di un valore di conduttività termica equivalente con apposite procedure e metodi di calcolo.

Il D.Lgs. 192/2005 ha abrogato alcune norme precedentemente vigenti, tra cui l'art. 1 del D.M. 6/8/1994 che recepiva in particolare la UNI 10355 quale riferimento per il calcolo della resistenza termica di murature e solai. Ne consegue che la UNI 10355, seppur non invalidata, risulta sostanzialmente superata da altre norme più recenti.

L'introduzione della marcatura CE dei prodotti per muratura, operativa da aprile 2006 con riferimento alle norme recepite dal D.M. 12/7/2005 del Ministero delle Attività Produttive "*Elenco riepilogativo di norme armonizzate concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione, pubblicate dalla GUCE dal 26 giugno 2001 al 26 ottobre 2004*" e successivi aggiornamenti (nella fattispecie, per gli elementi per muratura di laterizio, la UNI EN 771-1 e relative norme correlate), ha portato di fatto ad un avvicendamento delle normative nazionali con norme armonizzate europee.

Questa tendenza è confermata in diversi settori da provvedimenti che, nell'ottica dell'armonizzazione a livello comunitario, stanno gradualmente sostituendo riferimenti normativi nazionali con riferimenti validi a livello europeo.

A seguito di quanto sopra descritto, ne consegue che il riferimento normativo in base al quale devono essere determinati i valori termici di progetto delle murature e dei prodotti per muratura è divenuta la EN 1745 "*Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare i valori termici di progetto*", che di fatto si appoggia nella sua metodologia di calcolo alla EN ISO 6946 "*Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo*".

Tali norme, essendo riconosciute e valide in tutti i paesi europei (in Italia sono recepite come UNI EN 1745 e come UNI EN ISO 6946), pongono tutti i produttori di materiali per muratura nelle condizioni di determinare le prestazioni termiche dei propri prodotti secondo i nuovi standard, in generale più favorevoli di quelli previsti dalla previgente normativa nazionale.

**Le determinazioni delle caratteristiche termiche di pareti in muratura eseguite con riferimento a norme diverse da quelle citate (o da quelle in esse richiamate) sono quindi da ritenersi superate e di dubbia validità.**

L'utilizzo di dati tabellari contenuti in banche dati, quale è per esempio la UNI 10355, è ovviamente ancora ammissibile ma ormai di scarsa attinenza con la maggior parte dei prodotti attualmente in commercio, dato il numero limitato di soluzioni ivi presenti e stante il fatto che i prodotti stessi si sono evoluti verso tipologie diverse da quelle repertorate in tale norma.

Va quindi rimosso qualsiasi dubbio circa la legittima applicabilità della UNI EN 1745 in virtù di quanto prima esposto. Anzi, in relazione all'abrogazione del decreto di recepimento della UNI 10355, essa costituisce allo stato attuale la norma di riferimento di maggior autorevolezza in materia. Ad ulteriore supporto di questa affermazione è bene ricordare che il D.Lgs. 311/2006, al comma 16 dell'Allegato I riporta testualmente: "*I calcoli e le verifiche necessari al rispetto del presente decreto (D.Lgs. 311/2006 - n.d.r.) sono eseguiti utilizzando metodi che garantiscano risultati conformi alle migliori regole tecniche. Si considerano rispondenti a tale requisito le norme tecniche predisposte dagli organismi deputati a livello nazionale o comunitario, quali ad esempio l'UNI e il CEN, o altri metodi di calcolo recepiti con decreto del Ministero dello sviluppo economico*".

È bene ribadire ancora che la UNI EN 1745 trae tutte le condizioni per la valutazione delle resistenze termiche superficiali e delle resistenze termiche delle intercapedini d'aria non ventilate (cioè anche fori e cavità dei blocchi) dalla UNI EN ISO 6946 (richiamata nell'allegato M del D.Lgs. 311/2006 nell'elenco delle norme applicabili per la valutazione del fabbisogno energetico).

In altri termini, dalla UNI EN 1745 vengono presi i riferimenti per il metodo di calcolo ad elementi finiti necessario per pervenire alla determinazione precisa della conduttività termica equivalente di un materiale non omogeneo, quale è un blocco in laterizio con all'interno cavità d'aria variamente disposte, la quale viene poi impiegata in totale conformità alla UNI EN ISO 6946 per la determinazione della resistenza termica R e trasmittanza termica U della parete, oltre a quelli per la determinazione delle caratteristiche di conduttività termica della materia prima costituente gli elementi (argilla cotta, per gli elementi in laterizio).

### **Considerazioni sui valori termici dichiarati**

Quanto finora esposto, al di là dei problemi pratici legati all'applicazione di nuove normative che i produttori di materiali ed i tecnici di settore stanno affrontando, avrebbe dovuto portare almeno un vantaggio: **l'uniformità di valutazione delle prestazioni** e l'eliminazione, per esempio, del problema della concorrenza "sleale" legata a prodotti, materiali di importazione ed altro con caratteristiche tecniche determinate finora in modo difforme dalle norme nazionali italiane e quindi non confrontabili in modo omogeneo.

Si ritiene, in questo contesto, di difficile approccio qualsiasi discussione circa l'attendibilità dei dati che emergono dall'applicazione delle norme. Si potrebbe discutere per giorni senza poter dimostrare realmente quale norma possa essere reputata più attendibile. Lo stato di fatto è che esistono delle norme (giudicarne il contenuto è solo questione di punti di vista, in quanto godono comunque della medesima autorevolezza scientifica) che devono essere applicate per determinare dati che il tecnico progettista deve poi essere in grado di utilizzare.

Il primo aspetto che si vuole evidenziare è che, almeno sul piano formale, il tecnico deve avere la tranquillità di disporre di dati determinati con riferimento a tali normative, in modo chiaro, trasparente e tale da porlo al riparo da qualsiasi tipo di contestazione, tenuto conto delle responsabilità che le leggi pongono a suo carico.

In realtà non è difficile rilevare sul mercato la diffusione di informazioni fuorvianti, tecnicamente volutamente non corrette, poco trasparenti e non di rado poco plausibili.

Non sono ammissibili, tanto per fare qualche esempio concreto, certificati in cui dati importanti e rilevanti ai fini della prestazione numerica risultante vengano indicati come "dichiarati dal committente". Tutti i dati, salvo prova contraria, devono essere definiti con le modalità indicate dalle norme (che in alcuni casi possono essere diverse) ma non lasciati vagamente o non meglio indicate "dichiarazioni del produttore".

Inaccettabili risultano anche talune documentazioni utilizzate commercialmente che evidenziano fantasmagorici valori di trasmittanza per prodotti sostanzialmente "normali", omettendo di precisare che tali prestazioni sono ottenibili solo impiegando insieme al prodotto materiali complementari particolari (malte termoisolanti, intonaci termoisolanti, ecc.).

Per non parlare di prodotti (anche di importazione) che si basano ancora su dati determinati con riferimento a norme ormai superate o, nel caso di prodotti esteri, non valide in Italia.

A tal proposito è bene ricordare che tutti i prodotti soggetti a marcatura CE (quali sono i materiali per muratura di diverso tipo) possono essere commercializzati negli Stati membri ma rispettando le specifiche norme vigenti nello Stato in cui il prodotto viene venduto. Un prodotto tedesco, per esempio, accompagnato da prestazioni termiche valutate secondo norme non riconosciute in Italia NON è a norma ed il tecnico che lo impiega non può ritenersi esente da responsabilità in caso di contestazione.

Per non parlare di chi opera con una certa "leggerezza" fidandosi solo di dati dichiarati senza richiedere un certificato (magari inesistente o irreperibile) oppure una relazione di calcolo che documenti la conformità della provenienza dei dati dichiarati alle norme di riferimento vigenti.

### **Conclusioni**

Il Consorzio POROTON® Italia, in riferimento alla situazione normativa attualmente vigente, fornisce a tutti i tecnici che utilizzano prodotti POROTON® od altri prodotti per muratura con diverso marchio commercializzati dalle aziende produttrici associate al Consorzio la certezza di poter operare con dati termici degli elementi per muratura e delle murature da essi costituiti determinati in conformità alle norme vigenti.

Tali dati sono ovviamente correlati allo specifico prodotto ed allo stabilimento di produzione.

**DETERMINAZIONE DEI VALORI TERMICI DI PROGETTO DI PRODOTTO PER MURATURA (UNI EN 1745 – UNI EN ISO 6946)**

**Richiedente:** DENOMINAZIONE DITTA – INDIRIZZO  
CAP LOCALITÀ (PR)

**Oggetto:** DETERMINAZIONE DEI VALORI TERMICI DI PROGETTO DI BLOCCO IN LATERIZIO ALLEGGERITO POROTON® 25 x 33 x 18,5 cm, DENOMINATO "POROTON® P800/33", E DI UNA PARETE IN MURATURA DA ESSO COSTITUITA, SECONDO UNI EN 1745 E UNI EN ISO 6946

**Relazione:** n. 0605-B0S03

Con riferimento al D.Lgs. n. 192 del 19/8/2005 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia" come modificato dal D.Lgs. n. 311 del 29/12/2006, considerato il D.M. 15/5/2006 "Elenco riiepilogativo di norme armonizzate concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE, relativi ai prodotti da costruzione" che recepisce la norma UNI EN 771-1 sulla marcatura CE degli elementi per muratura di laterizio unitamente alle norme di riferimento ad essa correlate.

**IL CONSORZIO POROTON® ITALIA attesta**

- che la determinazione dei valori termici di progetto eseguita sugli elementi di laterizio POROTON® indicati in oggetto e sulla parete in muratura da essi costituita è stata svolta in conformità alla norma UNI EN 1745 "Murature e prodotti per muratura – Metodi per determinare i valori termici di progetto" e UNI EN ISO 6946 "Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica";
- che il richiedente ha verificato presso un laboratorio autorizzato, secondo le modalità previste dalla norma stessa, i valori della conduttività termica  $\lambda$ , dell'impasto cotto da cui è stato determinato il corrispondente valore  $\lambda$ , di base" utilizzato nel calcolo.

Verona, Il tecnico calcolatore

La presente relazione n. 0605-B0S03 è composta da n. 4 pagine - Pagina 1/4



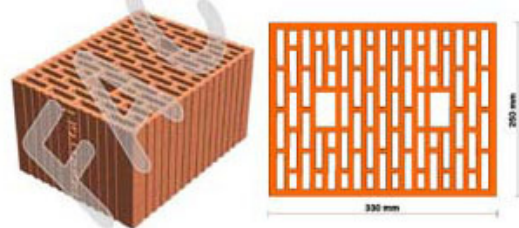
La disposizione delle linee isoterme consente di valutare qualitativamente l'andamento del flusso termico passante attraverso la sezione analizzata. Tanto più le isoterme sono "parallele" e rettilinee tanto più il flusso termico tende ad essere sostanzialmente uniforme nei diversi punti della sezione dell'elemento.

**Caratteristiche termiche di parete in muratura costituita con l'elemento**

Per la determinazione delle caratteristiche termiche della parete in muratura costituita dagli elementi in oggetto si è tenuto conto della presenza della malta di allettamento fra i corsi di elementi (e tra elemento ed elemento) sommando alla potenza termica che si trasmette attraverso il blocco (descritta dal modello bidimensionale sopra citato) la potenza dispersa dai giunti di malta, supponendo identiche le differenze di temperatura sulla porzione di struttura e sulla malta (malta e struttura in "parallelo").

La malta è stata considerata come un materiale omogeneo avente conduttività di valore assegnato, secondo indicazioni del Prospetto A.12 dell'Appendice A della UNI EN 1745, assumendo in particolare le seguenti caratteristiche:

<b>Malta:</b>	Massa volumica netta:	$\rho_m = 1800$ kg/m <sup>3</sup>
	Conduttività:	$\lambda_m = 0,830$ W/m K
	Spessore del giunto:	$h_m = 7$ mm
	Tipo di giunto:	tipo = Interrotto (2 cm)



Rappresentazione dell'elemento e sue caratteristiche geometriche

La presente relazione n. 0605-B0S03 è composta da n. 4 pagine - Pagina 3/4

**DESCRIZIONE DEL METODO DI CALCOLO**

La determinazione dei valori termici è stata svolta con il procedimento di calcolo numerico previsto dalla UNI EN 1745:2005 utilizzando il programma CR THERM ver. 2.0. Il programma è conforme ai requisiti di accuratezza indicati in Appendice D della norma.

Si è utilizzato il metodo degli elementi finiti applicato ad una sezione piana bidimensionale dei blocchi parallela alla direzione macroscopica del flusso termico ed equidistante dai letti di malta che separano due corsi orizzontali successivi di blocchi.

La conduttività dell'impasto è stata misurata in laboratorio secondo i criteri stabiliti dalla UNI EN 1745, punto 4.2.2 (cfr. Allegato 1), determinando il valore  $\lambda$ , di base" applicando il sistema di correlazione definito nella medesima norma, punto 4.2.2.4, con la massa volumica netta del materiale.

La resistenza termica delle cavità d'aria è stata calcolata secondo la metodologia indicata nella norma UNI EN ISO 6946:2007 - Appendice B "Resistenza termica di intercapedini d'aria non ventilate", punto B.3.

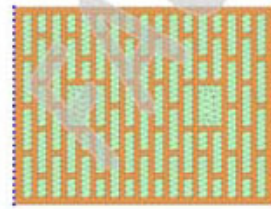
Le resistenze termiche superficiali sono state assunte dalla norma UNI EN ISO 6946:2007, punto 5.2.

**Caratteristiche termiche dell'elemento**

Le caratteristiche termiche dell'elemento, relative al blocco senza intonaco e senza giunti, sono state determinate con la metodologia sopra descritta, assumendo i seguenti dati di calcolo:

<b>Condizioni:</b>	Spessore elemento:	$s = 33,0$ cm
	Resistenza superficiale interna:	$R_{si} = 0,13$ m <sup>2</sup> /K/W
	Resistenza superficiale esterna:	$R_{se} = 0,04$ m <sup>2</sup> /K/W
	Differenza di temperatura:	$\Delta T = 20$ K

<b>Laterizio:</b>	Massa volumica netta:	$\rho = 1600$ kg/m <sup>3</sup>
	" $\lambda$ , di base" dell'impasto:	$\lambda = 0,329$ W/m K



La mesh dell'elemento, rappresentata qui a fianco, ricalca esattamente la geometria della sezione del blocco. Le cavità (fori) delle diverse forme, anche se graficamente identificate con il medesimo colore, sono effettivamente considerate valutandone le rispettive dimensioni medie per tenere conto della conseguente diversità del valore di resistenza termica della cavità d'aria, valutata con i criteri stabiliti dalla UNI EN ISO 6946:2007.

La presente relazione n. 0605-B0S03 è composta da n. 4 pagine - Pagina 2/4

**RISULTATI DEL CALCOLO**

I risultati del calcolo termico eseguito sull'elemento in oggetto, di cui si riepilogano a lato le caratteristiche identificative salienti, vengono riportati di seguito, evidenziando sia il valore di conduttività termica equivalente riferito al solo elemento, sia i valori termici riferiti alla parete costituita con l'elemento considerato, nelle ipotesi precedentemente esposte.



Blocco POROTON® denominato "POROTON® P800/33" dimensioni nominali 250 x 330 x 18,5 mm

Conduttività termica equivalente dell'elemento:  $\lambda_{equ} = 0,146$  W/m K

Conduttività termica equivalente della parete:  $\lambda_{equ} = 0,176$  W/m K

Conduttanza termica della parete:  $C = 0,535$  W/m<sup>2</sup>/K

Resistenza termica della parete:  $R = 1,871$  m<sup>2</sup>/K/W

Trasmittanza termica della parete:  $U = 0,490$  W/m<sup>2</sup>/K

Trasmittanza termica della parete con intonaco:  $U = 0,482$  W/m<sup>2</sup>/K

(1,5 cm intonaco interno + 1,5 cm intonaco esterno)  
(conduttività intonaco interno = 0,54 W/m K - conduttività intonaco esterno = 0,93 W/m K)

Il tecnico calcolatore

**Allegati:** All. 1: Determinazione del valore  $\lambda$ , di base" con il sistema di correlazione definito nella norma UNI EN 1745:2005, punto 4.2.2, da misurazioni di prova (Rif. Rapporti di prova n. 569 B/06, 571 B/06, 694 B/06 del Laboratorio Tecnologico Mantovano S.r.l.).

La presente relazione n. 0605-B0S03 è composta da n. 4 pagine - Pagina 4/4

Fac-simile della relazione di calcolo inerente le prestazioni termiche di elementi e murature in POROTON® redatte in conformità alle norme vigenti.

In particolare tutti i dati termici dei prodotti citati sono valutati secondo la UNI EN 1745, adottando il procedimento di calcolo analitico descritto in Appendice D della norma, basato sull'esecuzione di un'analisi termica del componente con il metodo degli elementi finiti in relazione a dati di input e condizioni al contorno definite dalla medesima norma e dalla UNI EN ISO 6946.

Il calcolo termico è eseguito con un programma di calcolo conforme ai requisiti di accuratezza indicati in Appendice D della norma.

Ovviamente anche per la determinazione delle caratteristiche di conduttività termica dell'argilla costituente i prodotti si fa espressamente riferimento ai criteri stabiliti dalla UNI EN 1745, punto 4.2.2, determinando il valore " $\lambda$  di base" applicando il sistema di correlazione definito nella medesima norma, punto 4.2.2.4, con la massa volumica netta del materiale.

È dunque consigliabile una certa accortezza da parte degli operatori di settore, raccomandando di verificare sempre le fonti dei dati forniti ed anche le condizioni ipotizzate per il raggiungimento delle prestazioni prospettate, accertandosi che la documentazione innanzitutto esista, sia stata prodotta rispettando le indicazioni presenti nelle norme vigenti ed applicabili al caso specifico e riporti in modo chiaro e documentato tutti i dati di input in base ai quali la prestazione è stata determinata.