

GFA
Gruppo Fisica Tecnica Ambientale

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI
A.P.E. e nuova legislazione**

DIAGNOSI ENERGETICA STRUMENTALE

Relatore
Ing. Francesca Muntoni

 Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Sassari

GFA

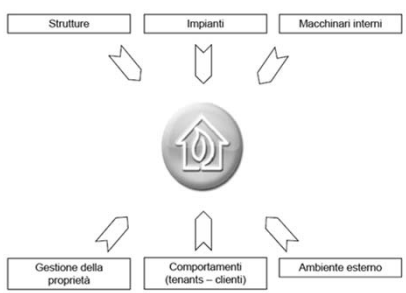


**Dalla Certificazione
all'Audit Energetico**

GFA A.P.E. e nuova legislazione  Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

L'AUDIT ENERGETICO

I Fattori di un Immobile che influenzano il fabbisogno energetico



GFA A.P.E. e nuova legislazione  Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

L'AUDIT ENERGETICO

La base di partenza per migliorare le prestazioni energetiche di un edificio è l'audit energetico.

L'audit energetico degli edifici è un insieme sistematico di rilievo, raccolta ed analisi dei parametri relativi ai consumi specifici e alle condizioni di esercizio dell'edificio e dei suoi impianti, definibile come una "valutazione tecnico-economica dei flussi di energia".

Ridurre i consumi energetici degli edifici è quindi un'esigenza fondamentale non solo ai fini di una migliore consapevolezza ambientale ma soprattutto per:

- Migliorare la gestione degli edifici;
- Migliorare l'appeal commerciale dell'edificio;
- Garantire una maggiore autonomia energetica futura.

Un audit energetico permette quindi di:

- Definire il bilancio energetico dell'edificio;
- Individuare gli interventi di riqualificazione energetica;
- Valutare per ciascun intervento le opportunità tecniche ed economiche;
- Migliorare le condizioni di comfort e sicurezza;
- Ridurre le spese di gestione.

GFA A.P.E. e nuova legislazione  Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

L'AUDIT ENERGETICO

..... La Certificazione energetica si ottiene attraverso un'analisi statica dei flussi di energia
..... L'Audit Energetico viene svolto attraverso un'analisi dinamica dei flussi di energia

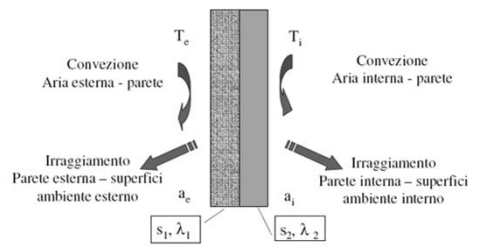


In un Audit Energetico devono essere analizzate in modo approfondito **TUTTE** le variabili che concorrono nel bilancio energetico di un edificio avvalendosi anche di adeguata strumentazione durante il rilievo e opportuni motori di calcolo durante l'elaborazione dei dati.

GFA A.P.E. e nuova legislazione  Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Flussi Termici

Conduzione Strati Interni



GFA A.P.E. e nuova legislazione  Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Pertanto, nella diagnosi energetica degli edifici una delle problematiche fondamentali da risolvere è la determinazione del valore della resistenza e della trasmittanza termica dell'involucro. Infatti, quando si interviene su di un edificio esistente, spesso non si conoscono le caratteristiche termofisiche dei materiali che compongono solai e pareti e anche la relazione dei calcoli termici non sempre si riesce a reperire. In questi casi l'analisi strumentale si rende indispensabile e può prevedere l'utilizzo di metodi di tipo non distruttivo o semidistruttivo.



A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

?

-Può l'attestato di prestazione energetica essere redatto sulla base dei valori dichiarati dai fornitori dei materiali, ipotizzando la corretta esecuzione di quanto progettato?

- Vale la pena verificare i più importanti tra tali valori mediante una serie di prove da effettuare sull'edificio realizzato?



A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Importanza della misura "in situ"

La conoscenza del valore della trasmittanza è di importanza strategica (anche nel caso della diagnosi energetica) quando si voglia:

- a) conoscere le prestazioni energetiche degli edifici per valutare eventuali interventi correttivi da adottare;
- b) verificare le trasmittanze delle murature in fase di collaudo/verifica;
- c) valutare l'influenza di eventuali fattori in campo (umidità delle murature, metodi di costruzione/messa in opera, quantità di malta, ecc.)



A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Valutazione Trasmittanza Termica limiti ed efficacia dei metodi

I diversi approcci e le diverse attività che si svolgono per arrivare alla trasmittanza termica delle pareti e delle coperture sono soggetti alle seguenti considerazioni:

- gli strumenti necessari;
- il costo dello strumento e del suo impiego;
- il tempo necessario per svolgere l'attività;
- i soggetti interessati;
- affidabilità delle valutazioni effettuate.

Tutti i metodi sono utilizzabili ai fini della certificazione e di volta in volta vengono selezionati sulla base della maggiore affidabilità delle valutazioni conducibili per mezzo della misura in opera con termoflussimetri, della rapidità di esecuzione, della non invasività del metodo, etc.



A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Valutazione Trasmittanza Termica limiti ed efficacia dei metodi

L'acquisizione dei dati per la diagnosi energetica di un edificio esistente o per la verifica di uno di nuova costruzione comporta spesso **notevoli difficoltà** pertanto diviene molto importante avere strumenti di misura in opera che permettano di recuperare i dati e fornire l'indice di valutazione della prestazione energetica dell'edificio con elevata accuratezza (es. termoflussimetro).

Il vantaggio della misura strumentale è la maggiore corrispondenza con i valori reali.

Differenza tra trasmittanza misurata e calcolata:

- messa in opera non conforme al progetto;
- degradazione delle prestazioni isolanti dei materiali nel corso del tempo;
- condizioni ambientali diverse da quelle di progetto (es. umidità negli strati isolanti, etc.).



A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Misura in campo della Conducibilità Termica: problematiche

In generale il comportamento reale dei componenti edilizi è diverso caso a caso.

Vari sono i motivi di questo diverso comportamento, ne citiamo alcuni:

1. flusso termico **non monodimensionale** (presenza di ponti termici in prossimità della parete).
2. impossibilità di riprodurre **condizioni termiche stazionarie** in campo come avviene in laboratorio;
3. effetti di **accumulo termico** che si verificano all'interno della struttura;
4. variazioni delle proprietà termiche dei materiali, dovuti sia dall'**invecchiamento** che dalla formazione di **condensa interstiziale**;
5. presenza di **irraggiamento solare sulle superfici**.



A.P.E. e nuova legislazione

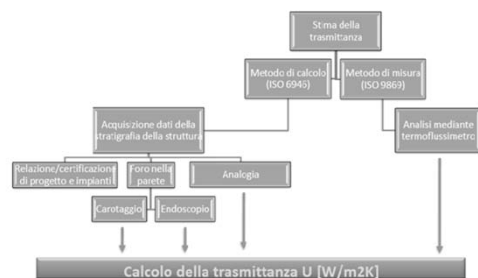
Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Limiti ed efficacia dei metodi

METODO DI VALUTAZIONE	Strumenti necessari	Costo	Tempi necessari	Soggetti interessati	Affidabilità delle valutazioni
I. Calcolo prEN ISO 6946	Foglio di calcolo Banca dati delle caratteristiche materiali	Basso	Ridotti		
1.1 Reperimento dei dati tramite ABACHI e raccomandazioni CTI	Raccomandazioni CTI o abaco regionale, provinciale o comunale delle strutture	Basso	Ridotti	proprietario	Molto bassa Abaco = Progetto = costruito?
1.2 Reperimento dei dati tramite materiale cartaceo del progetto	Documentazione tecnica relativa alla concessione edilizia o al rogito o alla relazione impianti	Basso	Modicamente lunghi	Proprietario Ufficio tecnico comunale	Bassa Progetto = costruito?
1.3 Reperimento dei dati con sopralluogo e fattura parete	Endoscopio	Molto elevato	Ridotti	Proprietario e inquilino	Media Esperienza professionista
1.4 Reperimento dei dati con sopralluogo e fattura parete	Carotaggio	Basso	Ridotti	Proprietario e inquilino	Buona
2 Misura in opera ISO 9869	Termo-flussimetri - acquirenti dati e termoscopia	Medio	Ridotti	Inquilino	Ottima

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di CagliariMetodi per la stima
della trasmittanza termica

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Valutazione Trasmittanza Termica: scenari

a. Stratigrafia nota (legge 10/91 e impianti): la stratigrafia della struttura è conosciuta pertanto la trasmittanza viene calcolata in accordo con la norma UNI EN ISO 6946:2008.

b. Stratigrafia non nota:

- si applicano processi intrusivi (es. endoscopia, estrazioni con carotaggi) per individuare la tipologia del materiale e lo spessore. La trasmittanza termica è calcolata poi con la UNI EN ISO 6946:2008.
- La trasmittanza della struttura viene misurata in opera in accordo con la norma ISO 9869.

c. L'edificio è riconducibile ad una tipologia nota: è possibile stimare la trasmittanza per analogia (calcolo secondo la UNI EN ISO 6946:2008).

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Progetto noto

Parametri di trasmissione termica.
UNI/TS 11300-1

Il calcolo dei coefficienti di scambio termico per trasmissione delle zone climatizzate deve essere effettuato secondo le UNI EN ISO 13789:2008 e UNI EN ISO 13370.

Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro
Componenti opachi

Per il calcolo della trasmittanza termica dei componenti opachi, occorre che:

- le proprietà termofisiche dei materiali siano ricavate dai dati di accompagnamento della marcatura CE (ove disponibile) oppure dalla UNI 10351 o dalla UNI EN 1745;
- le resistenze termiche di murature e solai siano ricavate dai dati di accompagnamento della marcatura CE (ove disponibile) oppure dalla UNI 10355 o dalla UNI EN 1745;
- i coefficienti superficiali di scambio termico e le resistenze termiche delle intercapedini d'aria siano conformi ai valori stabiliti dalla UNI EN ISO 6946.

METODO DI CALCOLO ISO 6946

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Componenti trasparenti

La trasmittanza termica delle finestre si calcola secondo la UNI EN ISO 10077-1.

La trasmittanza termica delle facciate continue trasparenti si calcola in base a quanto riportato nella UNI EN 13947.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica delle vetrate possono essere ricavati dal prospetto C.1.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica dei telai possono essere ricavati dal prospetto C.2.

Per finestre verticali di dimensioni non molto differenti da 1,20 m per 1,50 m, nell'ipotesi che l'area del telaio sia pari al 20% dell'area dell'intera finestra e che i distanziatori tra i vetri siano di tipo comune, i valori di trasmittanza termica delle finestre possono essere ricavati dal prospetto C.3.



METODO DI CALCOLO ISO 6946

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Parametri di trasmissione termica.

UNI/TS 11300-1

Strutture Trasparenti

prospetto C3 - Trasmittanza termica di vetri verticali doppi e tripli adeguate con diversi spessori (m²K/W)

Tipi	Spessori	Trasmittanza termica	Area	Area	Area	Area	Area	Area
Vetri singoli	6 mm	0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vetri doppi	12 mm	0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vetri tripli	18 mm	0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		0,004	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

METODO DI CALCOLO ISO 6946

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

 Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Abaco delle strutture murarie utilizzate in Italia

Per un uso corretto dell'abaco vanno tenute presenti le seguenti note:

1. Le strutture sono state indicate tutte con intonaco, ma non sempre è presente su entrambe le facce.
2. Gli spessori indicati sono orientativi e possono variare.
3. Le strutture con camera d'aria sono state indicate tutte con densità apparente di 800 kg/m³ dei paramenti, tanto per quello interno che per quello esterno. Questa situazione è tipica per i muri di tamponamento di edifici con struttura portante di cemento armato. Nelle costruzioni in muratura portante, il paramento esterno è solitamente costituito da laterizio di massa volumica apparente superiore;
4. La massa volumica apparente indicata è quella definita dalla UNI 10351. Essa si riferisce alla muratura (mattoni e malta) senza l'intonaco che, ove esistente, si considera a parte. Il paramento esterno, lato interno (intercapedine) si considera non intonacato, salvo che sia stato accertato il contrario.

METODO DI CALCOLO ISO 6946

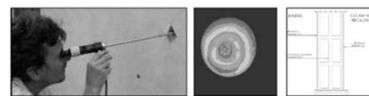
GFA

A.P.E. e nuova legislazione

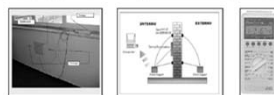
Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Le Prove Strumentali

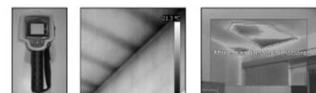
Prove Endoscopiche



Prove Termoflussimetriche



Rilievi con Termocamere

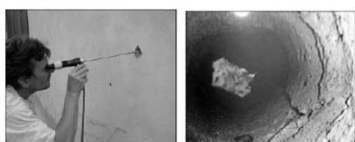


GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Endoscopia



L'indagine endoscopica è una tecnica poco invasiva molto utile nella diagnostica edilizia perché consente di osservare e valutare le caratteristiche delle murature esistenti attraverso la realizzazione, trasversalmente alla parete, di un piccolo foro (da 8 a 15 mm) all'interno del quale viene inserito un endoscopio, che "legge" la stratigrafia della parete.

Tuttavia, l'indagine risulta ristretta alla zona circoscritta dalla superficie del foro.

Una volta stabilita la stratigrafia, il calcolo di trasmittanza termica viene eseguito ai sensi della UNI EN ISO 6946:2008.



Calcolo U
[ISO 6946]

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

La Termografia ad Infrarossi e il Settore dell'Edilizia

La Termografia è sicuramente il metodo diagnostico più semplice ed immediato per valutare le dispersioni energetiche degli edifici. Attraverso le immagini Termografiche è possibile visualizzare la mappatura delle temperature ed i ponti termici, individuando così con estrema rapidità ed efficacia le zone con maggiore dispersione termica e quindi progettare al meglio l'intervento di isolamento termico.

In particolare, con il termine termografia si intende la visualizzazione bidimensionale, del calore emanato da qualsiasi oggetto che si trova ad una temperatura superiore ai -273,16°C (zero assoluto).

• Attraverso l'utilizzo di una telecamera a raggi infrarossi, detta anche termocamera si eseguono **controlli non distruttivi** (non sussistono alterazioni in seguito alla verifica) e **non invasivi** (non vi è contatto tra attrezzatura e oggetto da esaminare).

• Questo strumento è in grado di rilevare le temperature dei corpi analizzati attraverso la misurazione dell'intensità di calore emessa dal corpo in esame, non dovendo quindi toccare l'oggetto.

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

La Termografia ad Infrarossi e il Settore dell'Edilizia

EDILIZIA

- pianificazione di opere di risanamento o colla nuova costruzione
- dispersioni di energia dagli edifici (ponti termici)
- individuazione di difetti strutturali nascosti e isolamenti difettosi o insufficienti
- localizzazioni di serpentine e tubazioni
- dispersione dalla linea di distribuzione del fluido caldo/freddo
- infiltrazioni di acqua o perdite idrauliche
- presenza di condensa o muffe superficiali

ELETTRICITA'

- fotovoltaico (celle surriscaldate o mal funzionanti, ombreggiamenti, etc...),
- componenti elettrici guasti,
- punti di falsi contatti nei quadri elettrici (resistenze ohmiche),
- rilevamento di difetti su linee di alta tensione.



GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

Uso della Termografia

Utilità

- Valutazione della qualità dell'isolamento termico e stato di conservazione dell'edificio
- Individuazione dei punti significativi per endoscopia e termoflussimetria
- Individuazione di colonne montanti di adduzione e riscaldamento

Criticità

- Costo dell'apparecchiatura
 - Necessità di un operatore qualificato secondo la Normativa EN 473 E/O ISO 9712
 - L'apparecchiatura deve essere periodicamente verificata e ricalibrata (una volta all'anno) da laboratori qualificati.
- Il certificato di calibrazione rilasciato dal laboratorio va normalmente allegato alla perizia termografica.

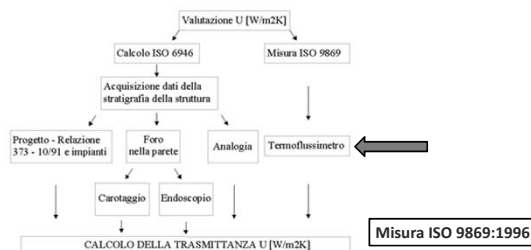
GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

La mancanza di conoscenza della stratigrafia delle strutture opache comporta la necessità di strumenti di misura in opera

Per questa ragione, e quando non è possibile realizzare interventi di tipo semi-distruttivo, si può ricorrere a un'indagine termoflussimetrica



GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

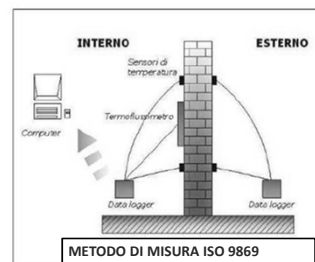
Le Prove Strumentali

Il termoflussimetro è lo strumento non invasivo per la valutazione del flusso termico. Esso permette la misura in opera dell'isolamento termico di pareti, secondo gli scopi previsti dal D.Lgs. 192 del 19/08/05 relativo al rendimento energetico nell'edilizia.

La strumentazione (conforme alla normativa ISO 9869) si compone di:

- uno strumento di misura data logger con una piastra flussimetrica
- 2 sonde a contatto per la misura delle temperature di parete interna ed esterna.

I termoflussimetri sono tipicamente costituiti da un sottile strato di materiale di resistenza termica nota e stabile. La differenza di temperatura attraverso tale strato viene misurata da un insieme di termocouple collegate in serie. Il tutto è racchiuso da un involucro protettivo a prova di umidità e con buone caratteristiche meccaniche.



Rilevando la temperatura attraverso i sensori, attraverso un'opportuna curva di taratura, si ottiene una valutazione del flusso termico che attraversa la parete oggetto di analisi.

GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

MISURE CON TERMOFLUSSIMETRO

Limiti condizioni ambientali e attendibilità delle misure

$$\left(\frac{\mu_U}{U}\right)^2 = \left(\frac{\mu_{\Delta T}}{\Delta T}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\varphi}}{\varphi}\right)^2$$

Dove:

μ_U = incertezza della trasmittanza

$\mu_{\Delta T}$ = incertezza della differenza di temperatura fra interno ed esterno

μ_{φ} = incertezza del flusso termico

GFA

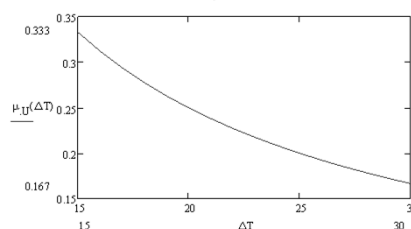
A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari

MISURE CON TERMOFLUSSIMETRO

Limiti condizioni ambientali e attendibilità delle misure

$$\mu_U(\Delta T) := U_i \cdot \sqrt{\left(\frac{\mu_{\Delta T}}{\Delta T}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\varphi}}{\varphi(\Delta T)}\right)^2}$$



GFA

A.P.E. e nuova legislazione

Collegio Provinciale
Geometri e Geometri Laureati
di Cagliari