

Descrizione del software utilizzato per la simulazione impiantistica dell'edificio

**STIMA 10** è un software certificato CTI n.74: dedicato al calcolo del carico termico di picco ed alla valutazione del fabbisogno energetico in regime invernale ed estivo dei sistemi edificio/impianto secondo le Norme tecniche UNI/TS 11300 con le Applicazioni del Decreto Nazionale del 26/06/2015 (Requisiti Minimi, Linee Guida Nazionali e Schemi di Relazione tecnica). È valido per la verifica dei requisiti minimi previsti di legge sia per l'involucro che dell'impianto, per la determinazione della copertura percentuale di fabbisogno energetico da fonte rinnovabile per la compilazione della Relazione tecnica e per la generazione dell'Attestato di Qualificazione Energetica (AQE) e di Prestazione Energetica (APE).



Certificazione energetica degli edifici: cos'è l'Attestato di Prestazione Energetica

La certificazione energetica degli edifici è un sistema di valutazione per:
 

- fornire informazioni chiare e trasparenti sulla qualità energetica degli immobili mediante uno specifico sistema di classificazione;
- promuovere l'efficienza energetica mediante l'individuazione di metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici.

 Un A.P.E. redatto correttamente riporta le informazioni in merito alla prestazione energetica globale sia in termini di energia primaria totale che di energia primaria non rinnovabile, attraverso i rispettivi indici e inoltre fornisce la classe energetica determinata attraverso l'indice di prestazione energetica globale, espresso in energia primaria non rinnovabile.



### STRUTTURE VERTICALI

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,13
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
	Muratura di tufo vulcanico	0,25	0,78
	Intercapedine di aria e pietrame	0,55	1,70
	Muratura mista in pietra e mattoni	0,25	0,214
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,04
		1,09	2,962

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,34 < 0,36$

La trasmittanza U si definisce come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico lineare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati.

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ [W/m}^2\text{K]} \text{ dove tutte le resistenze sono calcolate come } R = \frac{d}{\lambda}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $0,36 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### STRUTTURE ORIZZONTALI

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
	Pavimento in marmo	0,02	0,007
	Malta cementizia magra di sottofondo	0,04	0,029
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
TER	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
		0,32	0,970

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $1,03 > 0,38$

### Solaio di copertura

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,10
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
	Barriera al vapore in bitume	0,002	0,011
	Copertura in tegole di laterizio	0,02	0,02
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,10
		0,32	0,87

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $1,15 > 0,32$

### SERRAMENTI

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
	Superficie vetrata con vetro semplice da 6mm e telaio in legno	0,006	0,016
EST	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
			0,28

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 10077)**  $3,62 > 2,00$

Per finestre e porte-finestre, la trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio Uf e di quella della vetrata Ug, più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare  $\Psi_g$ , dovuto all'interazione fra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile della vetrata.

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $2,00 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### A.P.E.

Servizi energetici presenti:
 

- Climatizzazione invernale
- Climatizzazione estiva
- Ventilazione meccanica
- Prod. acqua calda sanitaria
- Illuminazione
- Trasporto di persone o cose

**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

**Prestazione energetica del fabbricato**

INVERNO: ESTATE:

**Prestazione energetica globale**

EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

**CLASSE ENERGETICA D**

EP<sub>gl,nren</sub> 174,9 kWh/m²/anno

Riferimenti: Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione: Se nuovi: B (116,28); Se esistenti: ( )

### NOTE ESPLICATIVE

Dall'analisi delle tecnologie costruttive e delle caratteristiche termofisiche dell'involucro sia opaco che trasparente emergono dati da sottolineare: in primis lo studio delle strutture opache verticali ha messo in luce come già ad oggi, la sua trasmittanza, rientri nei valori limite imposti dal 2021 nel DM 26/06/15.

Tuttavia dalla lettura della prestazione energetica del fabbricato va notato come le prestazioni dell'involucro nella stagione invernale non siano sufficienti a garantire all'interno un buon livello di comfort.

Per quanto riguarda le strutture orizzontali il dato è meno confortante: nessuno degli elementi risulta avere una trasmittanza sufficiente a farlo rientrare nei parametri richiesti dal DM e soprattutto nessuno tra i solai di terra, di copertura piana e di copertura inclinata ha uno strato di isolamento idoneo a proteggere le strutture dalla formazione di muffe e di condense all'interno degli ambienti. Nello specifico il solaio controterra manca di uno spessore di isolamento e di impermeabilizzazione che lo protegga dai fenomeni di alterazione e degrado legati alla presenza di umidità di risalita dal terreno ed anche i solai di copertura risultano sprovvisti di un adeguato spessore protettivo fondamentale per la coibentazione dell'involucro.

Infine dall'analisi della stratigrafia dei serramenti si nota come questi siano ormai obsoleti rispetto alle tecnologie moderne disponibili e tra l'altro non sufficienti, non solo dal punto di vista normativo ma anche e soprattutto dal punto di vista dell'isolamento termico ed acustico.

### IPOTESI 1

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,13
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
	Muratura di tufo vulcanico	0,25	0,78
	Intercapedine di aria e pietrame	0,55	1,70
	Muratura mista in pietra e mattoni	0,25	0,214
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,04
		1,09	2,962

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,34 < 0,36$

La trasmittanza U si definisce come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico lineare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati.

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ [W/m}^2\text{K]} \text{ dove tutte le resistenze sono calcolate come } R = \frac{d}{\lambda}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $0,36 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### IPOTESI 1

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
	Pavimento in marmo	0,02	0,007
	Malta cementizia magra di sottofondo	0,04	0,029
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
TER	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
		0,32	0,970

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $1,03 > 0,38$

### Solaio di copertura

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,10
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
	Barriera al vapore in bitume	0,002	0,011
	Copertura in tegole di laterizio	0,02	0,02
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,10
		1,09	0,87

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $1,15 > 0,32$

### IPOTESI 1

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
	Serramento in legno-alluminio a doppio vetro basso emissivo	0,044	0,710
EST	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
			0,97

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 10077)**  $1,03 < 2,00$

Per finestre e porte-finestre, la trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio Uf e di quella della vetrata Ug, più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare  $\Psi_g$ , dovuto all'interazione fra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile della vetrata.

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $2,00 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### IPOTESI 1

Servizi energetici presenti:
 

- Climatizzazione invernale
- Climatizzazione estiva
- Ventilazione meccanica
- Prod. acqua calda sanitaria
- Illuminazione
- Trasporto di persone o cose

**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

**Prestazione energetica del fabbricato**

INVERNO: ESTATE:

**Prestazione energetica globale**

EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

**CLASSE ENERGETICA D**

EP<sub>gl,nren</sub> 160,4 kWh/m²/anno

Riferimenti: Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione: Se nuovi: B (116,45); Se esistenti: ( )

Nell'ipotesi 1 di intervento si è ritenuto necessario prima di ogni altra cosa provvedere alla sostituzione dei serramenti valutando quali fossero le tecnologie costruttive della struttura verticale trasparente più performanti rispetto alle esigenze del fabbricato (risulta fondamentale che gli infissi scelti per conservatorio e teatro presentino buoni livelli di isolamento acustico, oltre che termico).

La scelta è quindi ricaduta su dei serramenti a doppio vetro basso emissivo, nel caso di teatro e conservatorio anche fonoisolante e fonossorbente; gli infissi con i doppi vetri sono finestre con due lastre di vetro accoppiate e distanziate da una canalina calda (warm edge) che contribuisce a contrastare le perdite di calore durante l'inverno o l'eccessivo caldo durante l'estate. Le finestre con vetro triplo sono state escluse dalla scelta perché considerato il clima della città di Benevento e tenuto conto che questa non è esposta a venti freddi di particolare entità, si è ritenuta una scelta inutilmente eccessiva.

Infine la scelta dell'azienda produttrice Finstral e fornitore Tigiluo Design porte e finestre è stata determinata anche in base alle sedi di quest'ultima: nel caso specifico è collocata a Napoli e quindi relativamente vicina rispetto al sito d'intervento, il che comporta una riduzione di costi di trasporto e di inquinamento ad esso legato.

**N.B.:** Nella cappella De Simone i serramenti risultano ad oggi danneggiati e perciò sono stati ritenuti inesistenti nella modellazione dell'edificio.

### IPOTESI 2

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,13
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
	Muratura di tufo vulcanico	0,25	0,78
	Intercapedine di aria e pietrame	0,55	1,70
	Muratura mista in pietra e mattoni	0,25	0,214
	Intonaco di gesso con inerti di vario tipo	0,02	0,049
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,04
		1,09	2,962

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,34 < 0,36$

La trasmittanza U si definisce come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico lineare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati.

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ [W/m}^2\text{K]} \text{ dove tutte le resistenze sono calcolate come } R = \frac{d}{\lambda}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $0,36 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### IPOTESI 2

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
	Pavimento in marmo	0,02	0,007
	Lastre NEODUR da 50 kg/mc per strutture orizzontali	0,05	1,699
	Malta cementizia magra di sottofondo	0,04	0,029
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
TER	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
		0,37	2,665

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,37 < 0,38$

### Solaio di copertura

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,10
	Intonaco minerale intermedio ad elevato isolamento termico	0,02	0,323
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
	Pannello basso emissivo in NEODUR accoppiato a uno strato di alluminio goffrato e con listello fissa-tegola in acciaio	0,06	2,049
	Copertura in tegole di laterizio	0,02	0,02
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,10
		0,36	3,182

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,31 < 0,32$

### IPOTESI 2

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
	Serramento in legno-alluminio a doppio vetro basso emissivo	0,044	0,710
EST	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
			0,97

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 10077)**  $1,03 < 2,00$

Per finestre e porte-finestre, la trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio Uf e di quella della vetrata Ug, più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare  $\Psi_g$ , dovuto all'interazione fra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile della vetrata.

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $2,00 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### IPOTESI 2

Servizi energetici presenti:
 

- Climatizzazione invernale
- Climatizzazione estiva
- Ventilazione meccanica
- Prod. acqua calda sanitaria
- Illuminazione
- Trasporto di persone o cose

**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

**Prestazione energetica del fabbricato**

INVERNO: ESTATE:

**Prestazione energetica globale**

EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

**CLASSE ENERGETICA C**

EP<sub>gl,nren</sub> 134,5 kWh/m²/anno

Riferimenti: Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione: Se nuovi: B (109,14); Se esistenti: ( )

In unione alla sostituzione dei serramenti scelti nell'ipotesi precedente, nell'ipotesi 2 di intervento si è provveduto ad apportare dei miglioramenti nell'isolamento delle strutture orizzontali, sia controterra che di copertura. È stata scelta l'innovativa materia prima NEODUR, la cui sostanziale evoluzione consiste nella combinazione vincente tra il polimero di EPS (polistirene espanso), che si ricava da risorse naturali, ed un prodotto organico naturale: la grafite. Questa, incapsulata all'interno della struttura cellulare, assorbe e riflette le radiazioni di calore migliorando sensibilmente le prestazioni isolanti del materiale. Si tratta di un materiale permeabile al vapore acqueo ma allo stesso tempo impermeabile all'acqua: la permeabilità al vapore acqueo fa sì che all'interno di edifici e ambienti isolati con polistirene non si formino muffe; rispetto all'acqua invece, l'assorbimento per capillarità di questo materiale è praticamente nullo.

Per il solaio di terra la scelta è stata quella di inserire lo strato isolante al di sotto del pavimento di marmo, per mantenere questo invariato o pressoché identico nell'aspetto per rispetto dei vincoli.

Per il solaio di copertura si è scelto di aggiungere lo strato isolante Porotek dall'esterno, ritenendo questa la soluzione più adatta ad eliminare i ponti termici e il conseguente rischio di condense.

L'azienda fornitrice è Poron Italiana Sud s.r.l. ad Aprilia (LT).

**N.B.:** Le modifiche apportate all'involucro edilizio nella modellazione, sono state fatte ad esclusione della parte dell'involucro della cappella De Simone e del Teatro De Simone per via delle deroghe espresse negli Allegati del Decreto Ministeriale.

### IPOTESI 3

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,13
	Intonaco minerale intermedio ad elevato isolamento termico	0,02	0,323
	Lastre stampate in NEODUR ad alta resistenza meccanica con battente sui 4 lati per isolamento termico a cappotto	0,06	2,021
	Muratura di tufo vulcanico	0,25	0,78
	Intercapedine di aria e pietrame	0,55	1,70
	Muratura mista in pietra e mattoni	0,25	0,214
	Intonaco minerale intermedio ad elevato isolamento termico	0,02	0,323
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,04
		1,15	5,531

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,17 < 0,36$

La trasmittanza U si definisce come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico lineare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati.

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ [W/m}^2\text{K]} \text{ dove tutte le resistenze sono calcolate come } R = \frac{d}{\lambda}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $0,36 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### IPOTESI 3

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
	Pavimento in marmo	0,02	0,007
	Lastre NEODUR da 50 kg/mc per strutture orizzontali	0,05	1,699
	Malta cementizia magra di sottofondo	0,04	0,029
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
TER	Strato lineare della superficie orizzontale interna (UNI 6946)		0,17
		0,37	2,665

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,37 < 0,38$

### Solaio di copertura

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale interna (UNI 6946)		0,10
	Intonaco minerale intermedio ad elevato isolamento termico	0,02	0,323
	Soletta mista in laterizio con nervature in cemento armato	0,26	0,590
	Pannello basso emissivo in NEODUR accoppiato a uno strato di alluminio goffrato e con listello fissa-tegola in acciaio	0,06	2,049
	Copertura in tegole di laterizio	0,02	0,02
EST	Strato lineare della superficie verticale esterna (UNI 6946)		0,10
		0,36	3,182

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)**  $0,31 < 0,32$

### IPOTESI 3

INT	Strato	S [m]	R [m²K/W]
INT	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
	Serramento in legno-alluminio a doppio vetro basso emissivo	0,044	0,710
EST	Strato lineare della superficie verticale trasparente		0,13
			0,97

**TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 10077)**  $1,03 < 2,00$

Per finestre e porte-finestre, la trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio Uf e di quella della vetrata Ug, più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare  $\Psi_g$ , dovuto all'interazione fra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile della vetrata.

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Nella zona climatica C il valore limite imposto dal DM 26/06/2015 al 2021 è:  $2,00 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

### IPOTESI 3

Servizi energetici presenti:
 

- Climatizzazione invernale
- Climatizzazione estiva
- Ventilazione meccanica
- Prod. acqua calda sanitaria
- Illuminazione
- Trasporto di persone o cose

**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.