

Il fabbisogno energetico degli impianti di illuminazione artificiale

Prassi di riferimento UNI e software gratuito di calcolo
LENICALC

Laura Blaso, PhD Ricercatore ENEA

UNI EN 15193-1:2017

UNI EN 15193-1:2017: Energy Performance of Building – Energy Requirements for lighting Part 1: Specifications, Module M9

Valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione artificiale di edifici residenziali e non residenziali, attraverso la stima dei consumi di energia elettrica imputabile all'illuminazione artificiale anche in presenza di sistemi di controllo

INDICATORE ANNUALE DELL'ENERGIA:

LENI [kWh/m²year] Lighting Energy Numeric Indicator (building)

TOOL LENICALC e PdR UNI

ENEA, nell'ambito dalla “Ricerca di Sistema Elettrico” PAR 2015-2017,
sta realizzando il **software LENICALC** in collaborazione con **Gruppo di Lavoro UNI/CT023/GL10**
“Efficienza Energetica degli Edifici”
della Commissione Tecnica UNI CT023 “Luce e Illuminazione”
LENICALC consente di determinare il LENI secondo il metodo completo della **UNI EN 15193-1:2017**
LENICALC sarà distribuito gratuitamente (inizio 2019)

unitamente alla “**Prassi di Riferimento UNI**” dal titolo *«Strumento di calcolo computerizzato per la determinazione del LENI
secondo il metodo di calcolo completo della norma UNI EN 15193-1:2017»*

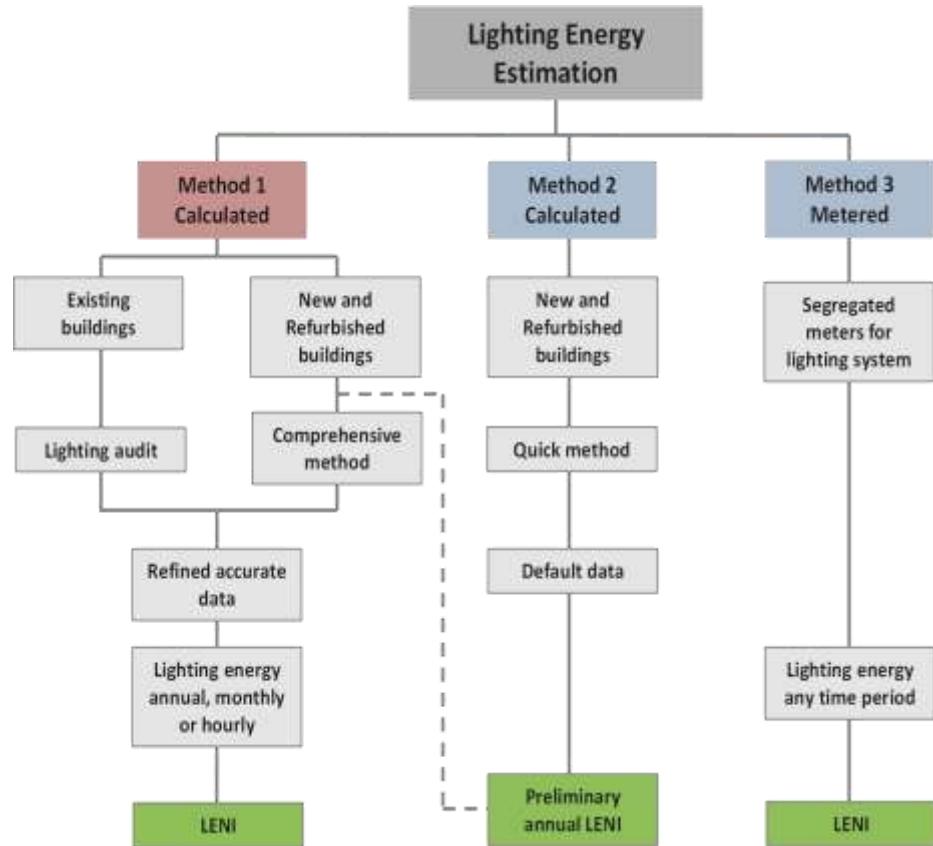
Autori principali: GP Bellomo, L. Blaso, S. Fumagalli, F. Pagano, O. Ransen, L. Schiavon.

che sarà di supporto alla determinazione del LENI mediante il software LENICALC dell’ENEA.

UNI EN 15193-1:2017

Ci sono 3 metodi per la valutazione dell'energia necessaria per l'illuminazione elettrica all'interno di un edificio

- tramite calcolo (metodo 1 o 2),
- mediante misurazione (metodo 3) diretta del circuito di illuminazione,
- il metodo di calcolo 1 offre due opzioni, per gli edifici esistenti e per gli edifici nuovi o ristrutturati,
- per edifici nuovi o ristrutturati offre anche il metodo rapido di calcolo (metodo 2) per la stima annuale di energia.

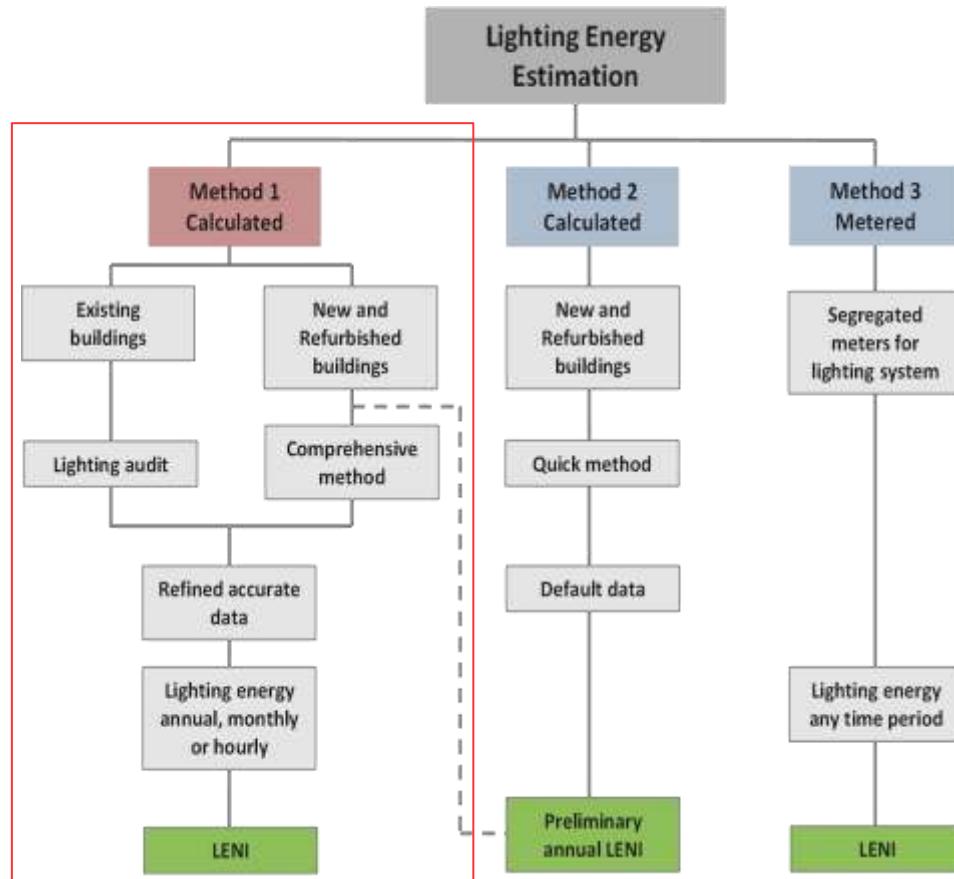


UNI EN 15193-1:2017

Differenze tra i metodi

➤ Metodo 1 (Metodo completo)

- presuppone che per l'edificio sia stato eseguito un progetto completo dell'impianto di illuminazione:
- progetto dell'impianto: dati reali dei prodotti specificati nel progetto,
- le informazioni dell'impianto e dei prodotti: input al processo di stima dell'energia per l'illuminazione W [kWh],
- per gli edifici esistenti, il processo consiste nel fare un Audit dell'impianto di illuminazione per stabilire le potenze installate per l'impianto di illuminazione

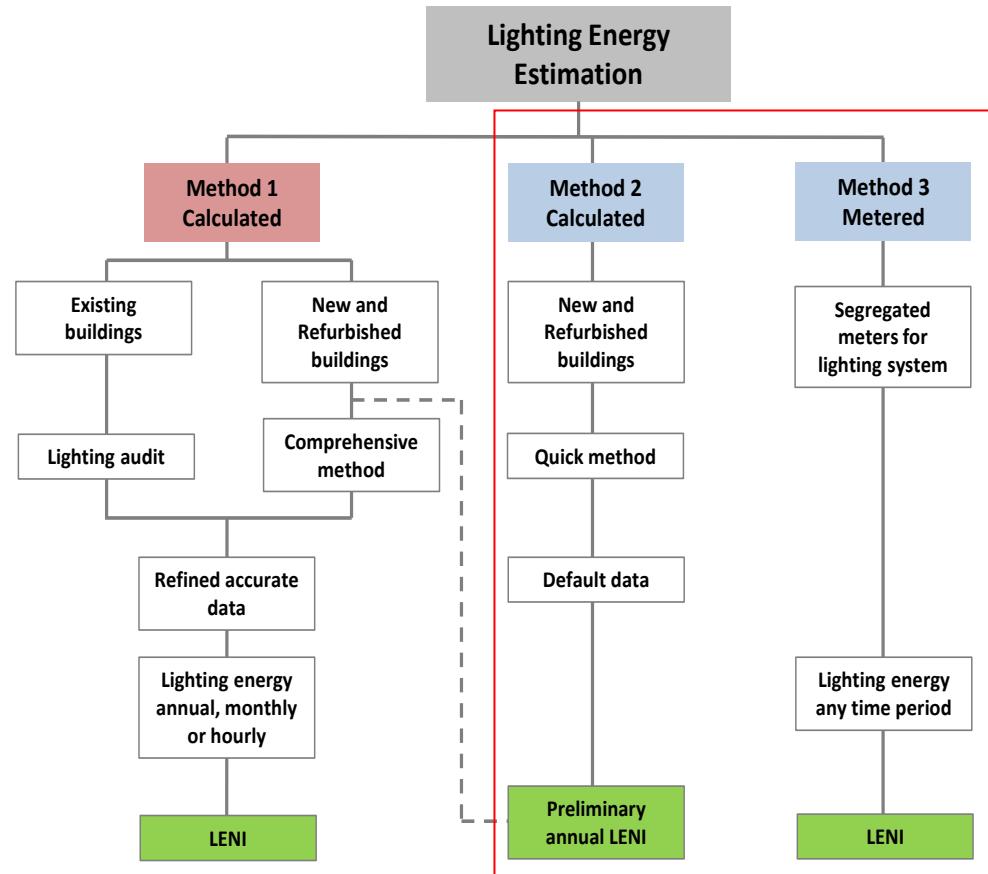


UNI EN 15193-1:2017

Differenze tra i metodi

➤ Metodo 2 (Metodo rapido di calcolo) che utilizza una approssimazione nella procedura per calcolare il budget del carico installato mediante dati default per stimare il fabbisogno di energia per l'illuminazione.

➤ Metodo 3 (Metodo di misura diretta) che fornisce il valore più accurato dell'energia utilizzata per l'illuminazione.



LENI W/A [kWh/m² anno]

W [kWh/anno]: energia totale annua utilizzata per l'illuminazione

A [m²]: superficie di pavimento totale dell'edificio

Il valore del LENI dell'edificio è calcolato normalizzando l'energia annua totale necessaria per l'illuminazione [W] all'area utile [A] dello stesso edificio.

L'energia annua totale necessaria per l'illuminazione elettrica in un edificio W è determinata sommando i valori di energia totale per l'illuminazione W_t per ciascuna stanza o zona dell'edificio:

$$W = 8760 / t_s \times \sum W_t \quad [\text{kWh/anno}]$$

$$\text{TOTAL ANNUAL ENERGY} = W_L + W_P \text{ [kWh/anno]}$$

W_L [kWh/anno]: energia annua richiesta per l'illuminazione in relazione ai requisiti specifici dell'edificio

W_P [kWh/anno] energia parassita annua richiesta per l'illuminazione di emergenza e per lo stand by per i sistemi di controllo

Come si calcola l'energia annua richiesta per l'illuminazione artificiale?

$$W_{L,t} = \sum \{ (P_N \times F_C) \times F_O [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1000 \text{ [kWh/t_s]}$$

$W_{L,t}$ [kWh]: energia elettrica consumata in un dato periodo t per garantire l'illuminazione artificiale richiesta nell'edificio

P_n [W] è la potenza elettrica installata per l'illuminazione artificiale in un ambiente o zona dell'edificio

F_C [-] è il fattore di illuminamento costante

F_O [-] è il fattore che tiene conto dell'occupazione degli utenti in ambiente

F_D [-] è il fattore che tiene conto della disponibilità di luce naturale in ambiente

t_D [h]: è il numero di ore di utilizzo dell'ambiente in presenza di luce naturale

t_N [h]: è il numero di ore di utilizzo dell'ambiente in assenza di luce naturale

Come si calcola l'energia annua richiesta per l'illuminazione di emergenza ed i dispositivi di controllo?

$$W_{p,t} = \sum \{(P_{pc} \times t_s) + (P_{em} \times t_e)\} / 1000 \text{ [kWh/t}_s\text{]}$$

W [kWh] è l'energia parassita annuale consumata nel periodo **t** di riferimento

P [W] è la potenza parassita totale assorbita dal sistema di controllo presente nell'edificio/singoli ambienti

t [h] time step considerato (orario, mensile, annuale, es: 8760h, 730h)

P [W] è la potenza totale per lo standby power dell'illuminazione di emergenza

T [h] è il tempo di ricarica della batteria degli apparecchi di illuminazione per l'emergenza

SPECIFICHE TOOL LENICALC



Implementazione del software è pensata per il sistema operativo Windows (per il futuro si pensa di implementarlo direttamente sulla Piattaforma PELL dell'ENEA)

Architettura attuale: Programma scritto in C++ usando Visual Studio 2015 che utilizza il Doc/View architettura di MFC.

Questa tipo di architettura separa i calcoli/dati dell'oggetto dalla vista (View) dell'oggetto, il programma gira su piattaforma Windows a 64 bit (esempio Windows 7 8 o 10).

Un progetto viene salvato su disco come un insieme di file, quali: un file XML con dati numerici e geometrici del progetto, uno o più file DXF che vengono usato come sfondo e guida alla costruzione di piani/stanze/zona.

Il calcolo è effettuato utilizzando lo standard IEEE di calcolo: IEEE 754-2008.

Il programma utilizza la libreria 3D grafica open “OpenGL”. Il programma, una volta scaricato, si presenta come un file “install” che copia tutti i file e che crea tutte le cartelle necessarie.

SPECIFICHE TOOL LENICALC

Partendo dal presupposto che:

- la determinazione del LENI è molto complessa, perchè ci sono molteplici fattori che concorrono alla definizione degli indici Dependency Factor (F_D , F_O , F_C), per ciascuna stanza che costituisce l'edificio
- questo comporta non solo un calcolo oneroso in termini di tempo ma anche molte difficoltà nella gestione dei calcoli parziali necessari alla determinazione, su base annua, del LENI dell'edificio, e del SubLENI della stanza, del piano e del settore dell'edificio
- È stato sviluppato il **TOOL LENICALC** per il calcolo del LENI



SPECIFICHE TOOL LENICALC

The image shows the LENICALC software interface. On the left, a floor plan is displayed with several rooms outlined in blue and red. A small window titled 'ROOM' is open, showing a list of rooms: 'ROOM_001', 'ROOM_002', 'ROOM_003', 'ROOM_004', and 'ROOM_005'. On the right, a 'Project Properties' menu is open, showing the following options:

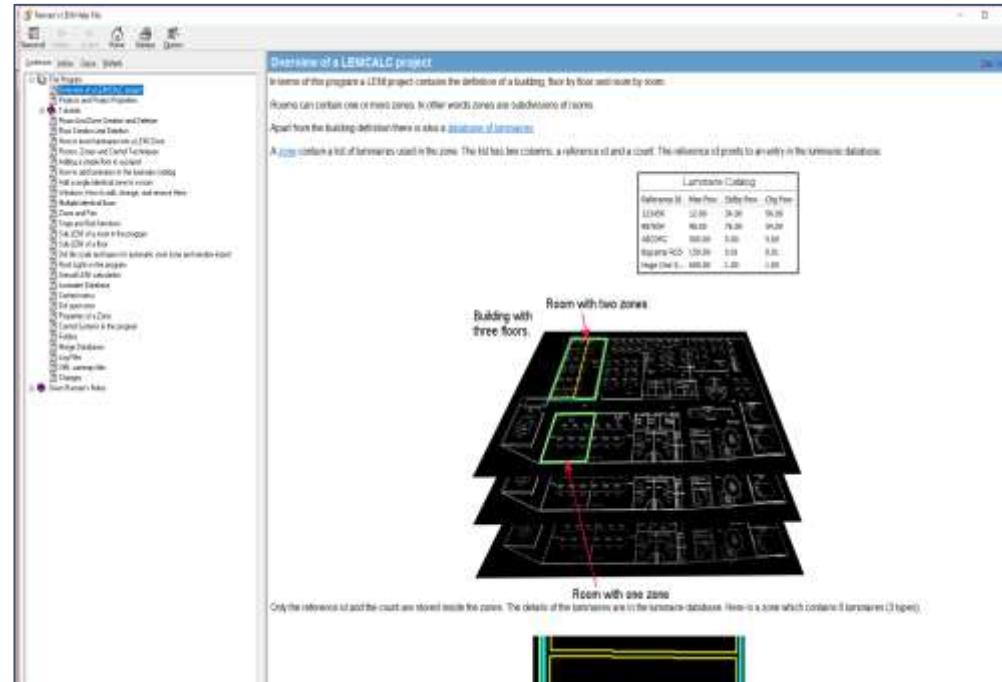
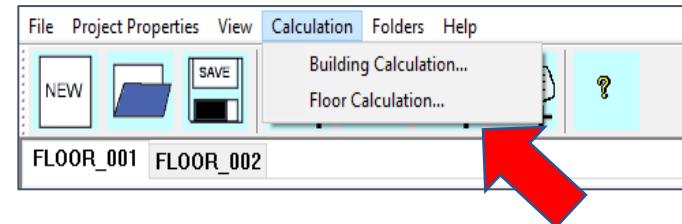
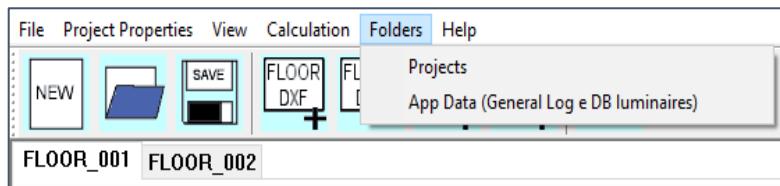
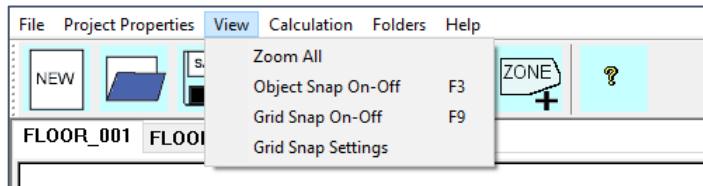
- New LENI Project...
- Open LENI Project...
- Save LENI Project
- Save As...
- Create ENEA DB file...
- Printer Setup...
- Define Print Pages...
- Print preview...
- Print...**
- Edit product database...
- Merge product databases...

Below the menu, a 'Project Properties' sub-menu is open, showing the following options:

- Project Properties...
- Add DXF floor to project...
- Add Simple Floor...
- Remove DXF floor from project...
- Add room to floor
- Add zone to room
- Print Floor LENI...



SPECIFICHE TOOL LENICALC

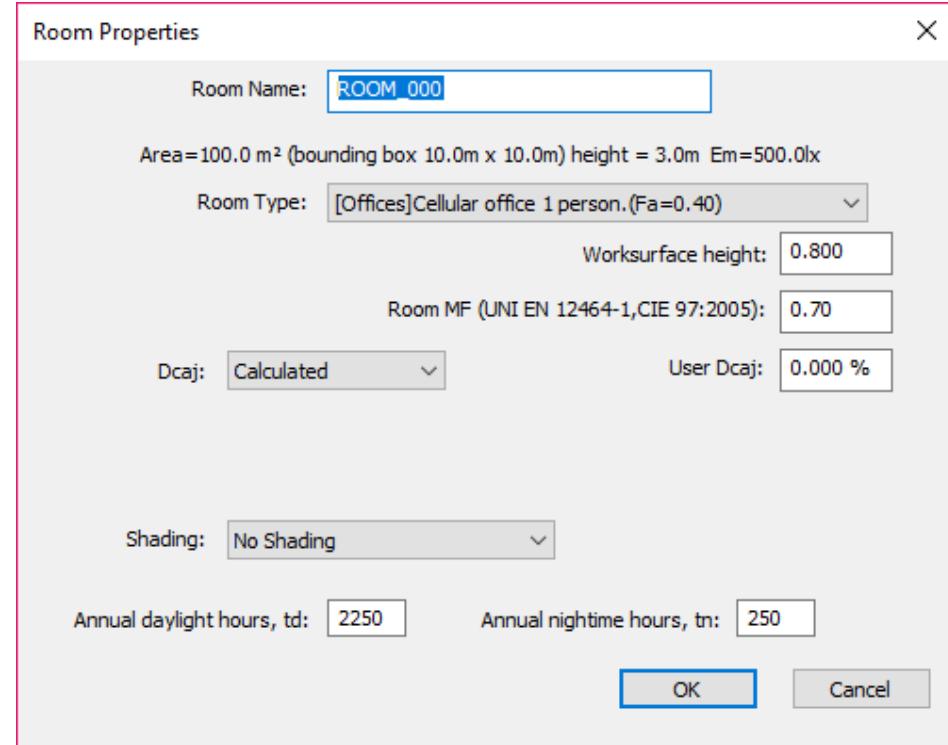
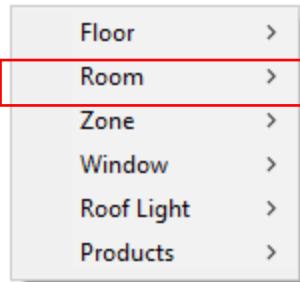


SEZIONE HELP

SPECIFICHE TOOL LENICALC

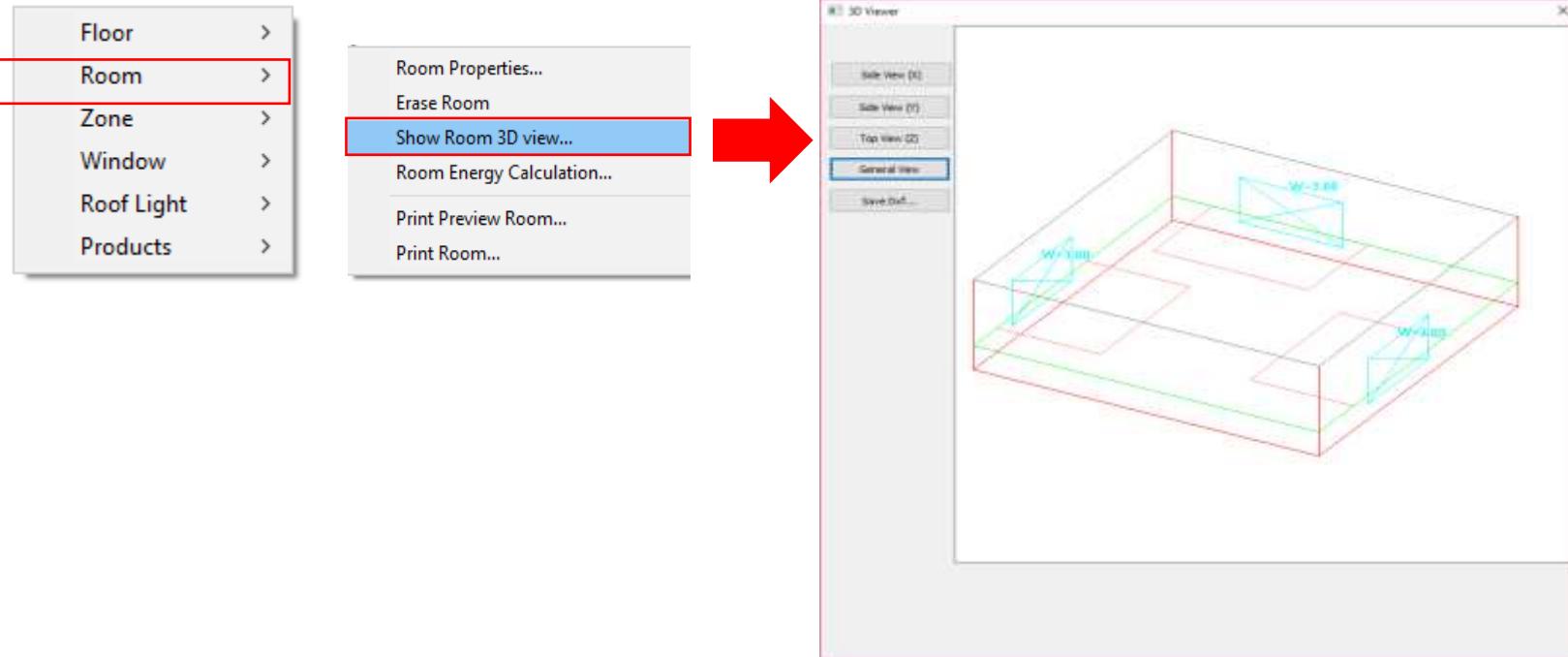


SPECIFICHE TOOL LENICALC

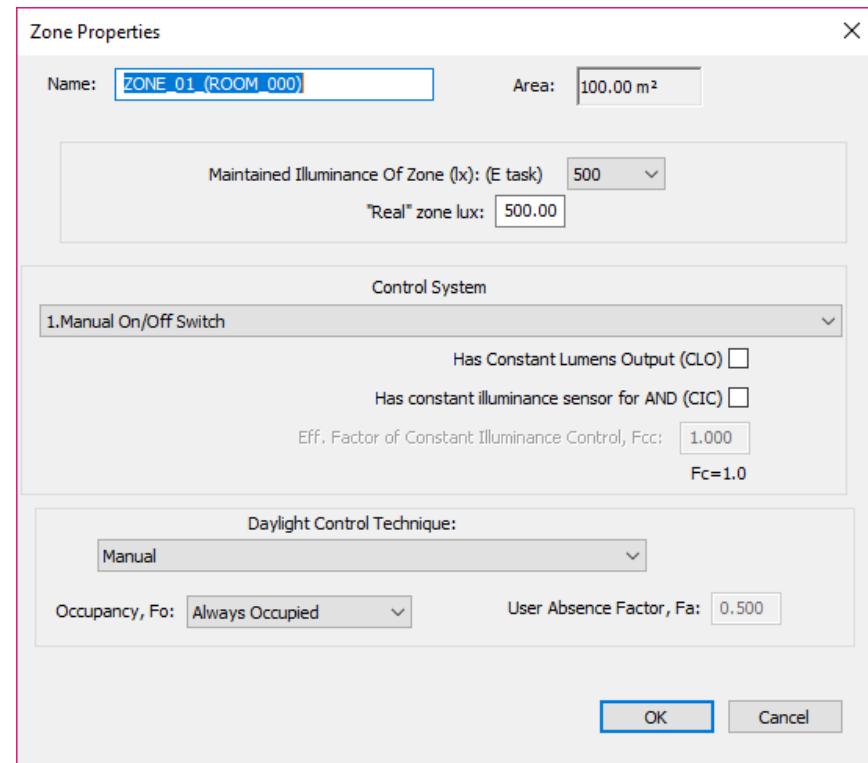
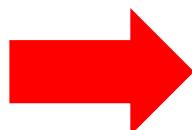




SPECIFICHE TOOL LENICALC



SPECIFICHE TOOL LENICALC





Floor >

Room >

Zone >

Window >

Roof Light >

Products >

Shading Index Of This Window

Front Obstruction Angle: 0.0

Overhang Obstruction Angle: 0.0

Side Obstruction Angle: 0.0

Has A Glazed Double Facade

Glazed Double Facade

τ_{GDF} 0.850

GDF k1: 1.000

GDF k2: 1.000

GDF k3: 1.000

$I_{Sh,ish}$ Side View

$I_{Sh,hA}$ Side View

$I_{Sh,vA}$ Plan View

Window Properties

Floor is 3.00m high, wall is 10.00m wide

Window Width: 3.00

Window Height: 1.50

Window Center X pos (wrt left of wall): 4.00

hLi (height of lintel above floor): 2.00

Effective Transmittance

$\tau_{d65\ sna}$ 0.850

k1: 0.950

k2: 0.950

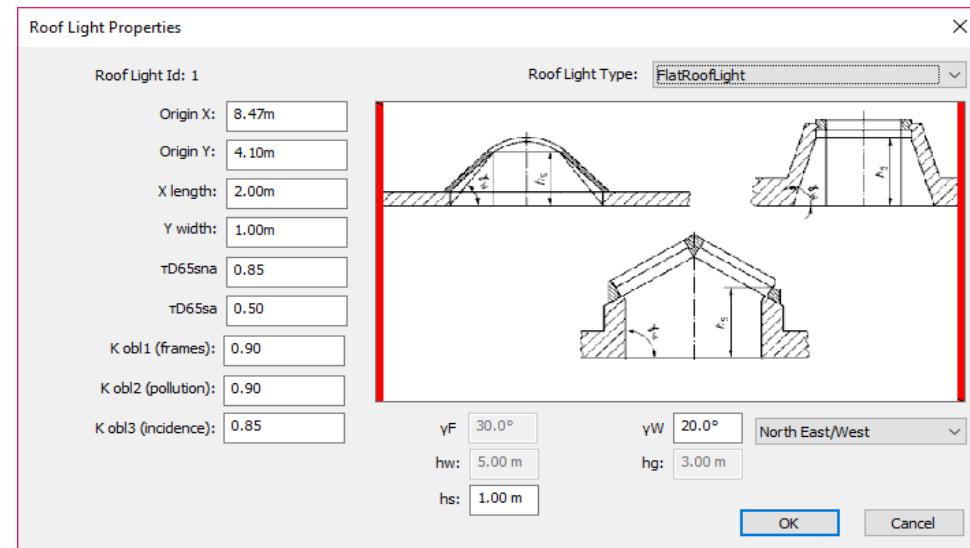
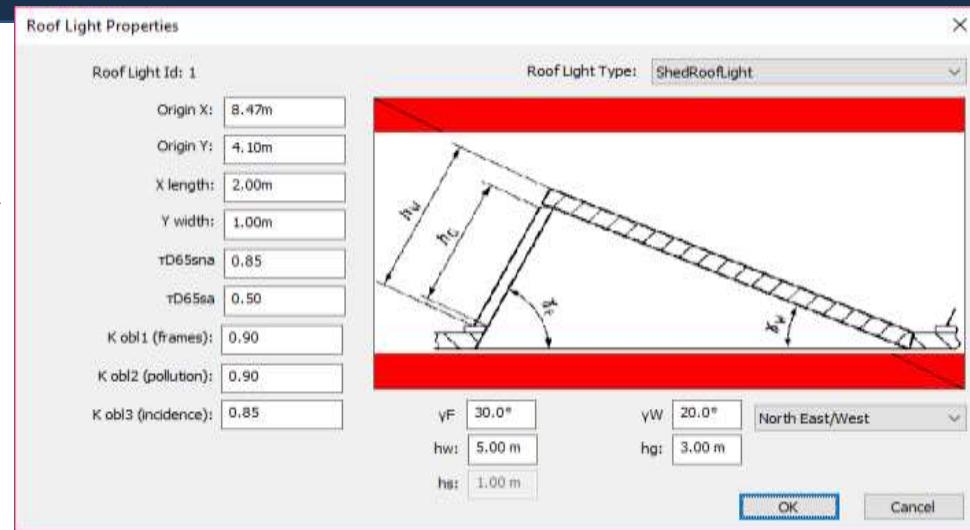
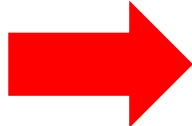
k3: 0.850

Shading index...

Ish=1.000

OK Cancel

SPECIFICHE TOOL LENICALC



SPECIFICHE TOOL LENICALC



illuminotronica.it





Luminaire Type Edit

Reference Id:	3196803402IES
Description:	620, PC (bruchsicher) opalweiss, raumstrahlend
Product Type:	Luminaire
Luminaire Circuit Power (Pi)[W]:	54.00 W
Luminaire Control Standby Power (Pc)[W]:	0.00 W
Control Type:	Occupancy
Luminaire Standby Emergency Charge Power (Pei)[W]:	0.00 W

OK Cancel

Product Database

Reference Id	Description	PiW	Standby Pci	Chg Pei	Product Type
0123AAA	fhgfhgf	30.00 W	0.00 W	0.00 W	Control
1234	ACME 1234	1.00 W	2.00 W	34.0	Control
12344321	EMER	0.00 W	0.00 W	2.00 W	Emergency
12345_M	12345_EMM	30.00 W	0.10 W	0.00 W	Luminaire+Emergency
12345_S	ESSE	50.00 W	1.00 W	0.00 W	Luminaire+Control
123ABC	ACME LUX 12...	100.0	0.01 W	0.01 W	Luminaire+Control+Emergency
2103-DN-0011	TACTO S4 EL...	10.00 W	0.50 W	0.50 W	Luminaire+Control+Emergency
2x Linear Basi...	2x Linear	120.0	0.00 W	0.00 W	Luminaire
3196803402IES	PHALANX 620...	54.00 W	0.00 W	0.00 W	Luminaire
3196803402LDT	PHALANX 620...	54.00 W	0.00 W	0.00 W	Luminaire
4234	ACME 4234	4.00 W	23.00 W	4.00 W	Luminaire
5678	ACME 5678	56.00 W	7.00 W	8.00 W	Luminaire
705 FLC 2X55L	705 Airona	116.0	0.00 W	0.00 W	Luminaire
A1234	ACME 1234	1.00 W	2.00 W	34.0	Luminaire
A123ABC	ACME LUX 12...	100.0	0.01 W	0.01 W	Luminaire

Add Object To Zone

SPECIFICHE TOOL LENICALC

CALCOLO DEL LENI DI EDIFICIO

LENI=29.96 kWh/m² X

Building Installed Power (Pn): 1300.00 W
Annual Building Energy: 2995.87 kWh
Area: 100.00 m²

LENI=29.96 kWh/m²

January	July
February	August
March	September
April	October
May	November
June	December

OK

CALCOLO DELL'ENERGIA SPECIFICA MENSILE DELL'EDIFICIO

Building Monthly Specific Energy=2.47 kWh/m² (July) X

Building Installed Power (Pn): 1300.00 W
July Building Energy: 247.25 kWh
Area: 100.00 m²

Building Monthly Specific Energy=2.47 kWh/m² (July)

OK

SPECIFICHE TOOL LENICALC

CALCOLO DEL LENISUB DEL PIANO

LENISub=29.96 kWh/m²

Floor Installed Power (Pn): 1300.00 W

Annual Floor Energy: 2995.87 kWh

Floor Area: 100.00 m²

LENISub=29.96 kWh/m²

January

July

February

August

March

September

April

October

May

November

June

December

OK

Floor monthly specific energy=2.47 kWh/m² (July)

Floor Installed Power (Pn): 1300.00 W

July Floor Energy: 247.25 kWh

Floor Area: 100.00 m²

Floor monthly specific energy=2.47 kWh/m² (July)

OK

CALCOLO DELL'ENERGIA SPECIFICA MENSILE DEL PIANO

SPECIFICHE TOOL LENICALC

CALCOLO DEL LENISUB DELLA STANZA

Annual Calculation

Room Area: 100.00 m²

Room Installed Power Pn: 1300.00 W

Daylight Time, td:	2250 h	Daylight Absence Time, tn:	250 h
Energy for illumination, Wt:	2993.24 kWh	January	July
Charging and Standby Energy, Wp:	2.63 kWh	February	August
Total Energy, W:	2995.87 kWh	March	September
Annual LENISub:	29.96 kWh/m ²	April	October
		May	November
		June	December

OK

CALCOLO DELL'ENERGIA SPECIFICA MENSILE DELLA STANZA

July Calculation

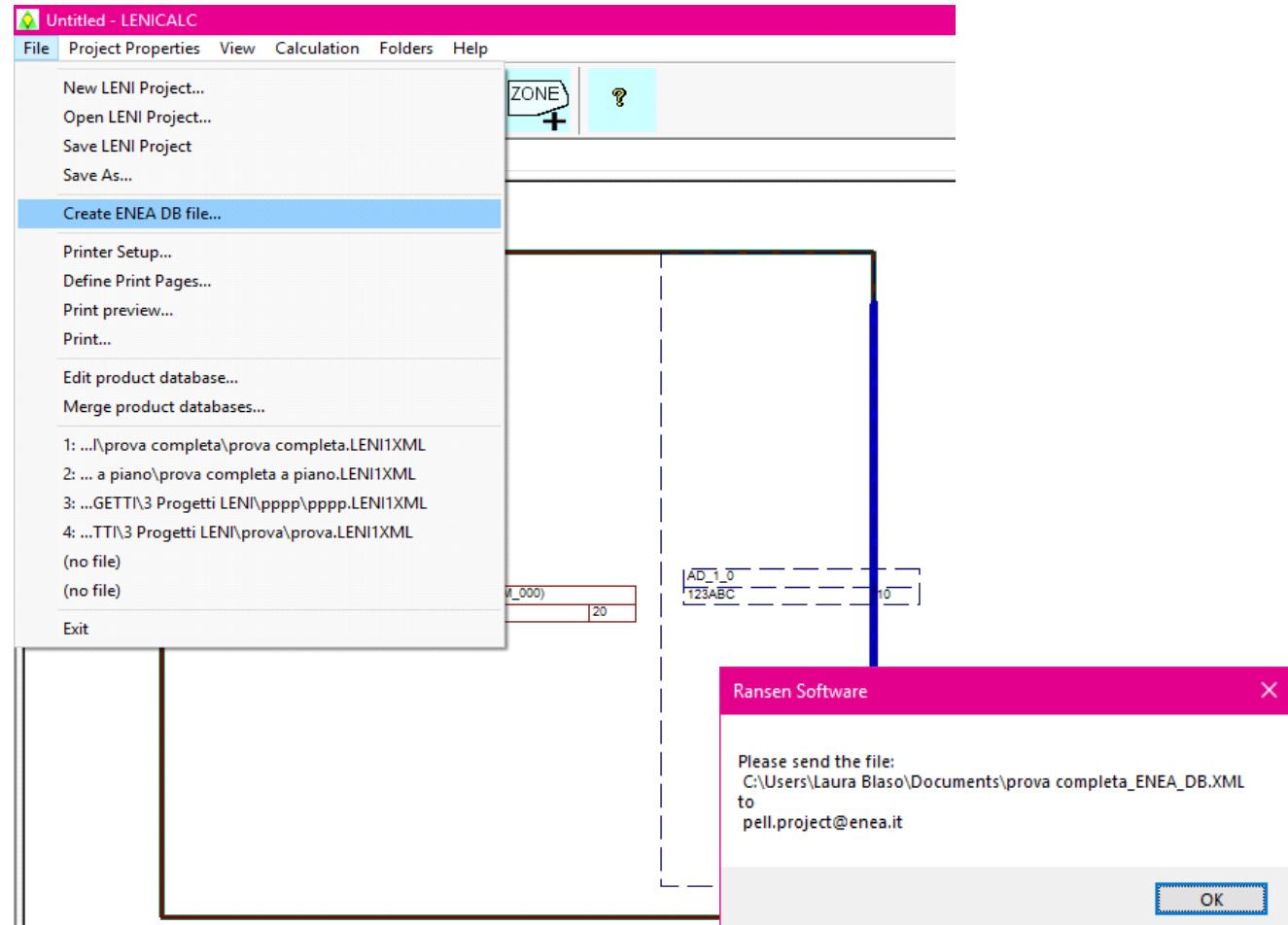
Room Area: 100.00 m²

Room Installed Power Pn: 1300.00 W

Daylight Time, td:	188 h	Daylight Absence Time, tn:	21 h
Energy for illumination, Wt:	247.03 kWh		
Charging and Standby Energy, Wp:	0.22 kWh		
Total Energy, W:	247.25 kWh		
Monthly Specific Energy:	2.47 kWh/m ²		

OK

SPECIFICHE TOOL LENICALC



SPECIFICHE TOOL LENICALC

Raccolta dati per definire valori di benchmark nazionali di LENI

I dati raccolti nell'XML prodotto con LENICALC sono:

- Nome progetto, Tipologia di edificio dominante, Latitudine e longitudine
- Data di realizzazione dell'edificio (year) o anno in cui sarà realizzato (year),
- Data di creazione del progetto (“yyyy-mm-dd”), Data di realizzazione dell'impianto (yyyy-mm-dd),
- Area totale di pavimento dell'edificio (m²) (somma delle area delle superfici di pavimento)
- Altezza totale dell'edificio (m²)
- superficie totale finestrata dell'intero edificio (m²) (somma dei valori disponibili per ciascun piano),
- F_o medio dell'edificio (Fattore di occupazione)
- Potenza totale installata (P_n), Potenza parassita totale installata (P_{pc}),
- Potenza per illuminazione di emergenza totale installata (P_{em}),
- LENI annuale dell'edificio,
- Energia annuale dell'edificio spesa per garantire i requisiti prestazionali (W_L) e spesa per i dispositivi di controllo e la ricarica dell'illuminazione di emergenza (W_P),
- Energia mensile dell'edificio spesa per garantire i requisiti prestazionali (W_L) e spesa per i dispositivi di controllo e la ricarica dell'illuminazione di emergenza (W_P),

Al termine della simulazione per la determinazione del LENI effettuata con LENICALC V3, si può procedere all'esportazione in formato XML (sezione “Create ENEA DB file”) dei dati predefiniti ed all'invio di una email all'indirizzo di posta del Progetto PELL “pell.project@enea.it

Laura Blaso

laura.blaso@enea.it

GRAZIE PER L'ATTENZIONE