Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

COMUNE DI ASTI

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL CIVICO TEATRO ALFIERI DI ASTI NELL'AMBITO PNRR, MISSIONE 1

PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Angelo Demarchis

Progettista: Ing. Luciano Ghia
Via San Giuseppe Cafasso n°29
14100 Asti
Tel. 0141 531931 - email: info@studioghia.it

DOCUMENTO	IMPIANTI MECCANICI
07_REL CALC	RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO Simulazione energetica
DATA Ottobre 2022	SCALA -

Relazione tecnica di calcolo

prestazione energetica del sistema edificio-impianto

SIMULAZIONE ENERGETICA - SCENARIO ANTE INTERVENTO

EDIFICIO	***Teatro Alfieri***
INDIRIZZO	***Via Teatro Alfieri, 2 - 14100 Asti***
COMMITTENTE	***Comune di Asti***
INDIRIZZO	***Piazza San Secondo, 1 - 14100 Asti***
COMUNE	***Asti***

Rif. ***Teatro Alfieri_diagnosi energetica_ANTE_rev1.E0001***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC700 versione 11.22.15

GHIA ING. LUCIANO - STUDIO TECNICO
VIA SAN G. CAFASSO, 29 - 14100 ASTI (AT)

DATI PROGETTO ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

Dati generali

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93)	***E.4 (1) Edifici adibiti ad attività ricreative, associative e simili: quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi.***
Edificio pubblico o ad uso pubblico	***Si***
Edificio situato in un centro storico	***Si***
Tipologia di calcolo	***Diagnosi energetica (valutazione A3)***

Opzioni lavoro

Ponti termici	***Calcolo analitico***
Resistenze liminari	***Appendice A UNI EN ISO 6946***
Serre / locali non climatizzati	***Calcolo semplificato***
Capacità termica	***Calcolo semplificato***
Ombreggiamenti	***Calcolo automatico***
Radiazione solare	***Calcolo con angolo di Azimut***

Opzioni di calcolo

Regime normativo	***UNI/TS 11300-4 e 5:2016***
Rendimento globale medio stagionale	***DM 26.06.15 ed UNI/TS 11300 (calcolo 'fisico')***
Verifica di condensa interstiziale	***DM 26.06.15 (interpretazione più restrittiva)***

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località		**Asti**		
Provincia		**Asti**		
Altitudine s.l.m.			**123**	m
Latitudine nord	**44° 53′**	Longitudine est	**8° 12′**	
Gradi giorno DPR 412/93			**2617**	
Zona climatica			**E**	

Località di riferimento

per dati invernali	**Asti**
per dati estivi	**Asti**

Stazioni di rilevazione

per la temperatura	**Asti**
per l'irradiazione	**Asti**
per il vento	**Asti**

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	**A**		
Direzione prevalente	**Sud-Ovest**		
Distanza dal mare		**> 40**	km
Velocità media del vento		**1,3**	m/s
Velocità massima del vento		**2,6**	m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto		**-8,0**	°C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal **15 ottobre** al **15 aprile**		

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto		**32,1**	°C
Temperatura esterna bulbo umido		**23,6**	°C
Umidità relativa		**50,0**	%
Escursione termica giornaliera		**11**	°C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	-0,2	4,1	9,8	13,3	18,7	23,0	23,9	22,1	19,4	12,5	7,3	1,8

Irradiazione solare media mensile

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,5	3,8	5,4	8,1	9,7	10,0	6,9	4,5	2,9	1,5	1,3
Nord-Est	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Est	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Sud-Est	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Sud	MJ/m²	8,8	15,1	12,4	11,5	10,5	10,1	11,4	11,5	12,4	12,2	6,0	7,7
Sud-Ovest	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Ovest	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Nord-Ovest	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Orizz. Diffusa	MJ/m²	2,3	3,0	5,0	6,3	8,1	8,8	8,8	7,6	5,8	3,9	2,2	1,8
Orizz. Diretta	MJ/m²	2,5	6,7	7,8	11,2	13,2	14,3	16,4	12,7	9,6	6,1	1,8	2,0

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **292** W/m²

ELENCO COMPONENTI

Muri:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m²]	Y_{IE} [W/m²K]	Sfasamento [h]	C_T [kJ/m²K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m²K]
M1	T	Parete esterna	820,0	1440	0,004	-4,108	64,987	0,90	0,60	-8,0	0,824
M2	G	Parete interrata	1210,0	2300	0,000	-15,426	64,997	0,90	0,60	13,0	0,346
M3	U	Parete v/locali non riscaldati	820,0	1440	0,003	-4,569	64,994	0,90	0,60	3,2	0,787
M4	T	Porta in legno	30,0	14	2,193	-0,598	9,385	0,90	0,60	-8,0	2,207
M5	T	Porta metallica	22,0	16	2,643	-0,141	2,981	0,90	0,60	-8,0	2,644

Pavimenti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m²]	Y_{IE} [W/m²K]	Sfasamento [h]	C_T [kJ/m²K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m²K]
P1	G	Pavimento su terreno	530,0	1019	0,133	-14,220	57,228	0,90	0,60	13,0	0,182
P2	U	Pavimento v/locali non riscaldati	350,0	519	0,218	-10,937	63,863	0,90	0,60	3,2	1,303
P3	D	Soletta interpiano	350,0	481	0,161	-10,862	40,770	0,90	0,60	-	1,125
P4	T	Pavimento v/esterno	350,0	519	0,313	-10,246	65,186	0,90	0,60	-8,0	1,492

Soffitti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m²]	Y_{IE} [W/m²K]	Sfasamento [h]	C_T [kJ/m²K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m²K]
S1	D	Soletta interpiano	350,0	481	0,256	-10,229	65,608	0,90	0,60	-	1,336
S2	T	Soletta v/esterno	350,0	519	0,468	-9,745	68,662	0,90	0,60	-8,0	1,666
S3	U	Soffitto v/sottotetto	210,0	256	1,226	-5,619	68,300	0,90	0,60	-5,2	2,036

Legenda simboli

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y_{IE}	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C_T	Capacità termica areica
ε	Emissività

α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Ue	Trasmittanza di energia della struttura

Componenti finestrati:

Cod	Tipo	Descrizione	vetro	ε	ggl,n	fc inv	fc est	H [cm]	L [cm]	Ug [W/m²K]	Uw [W/m²K]	θ [°C]	Agf [m²]	Lgf [m]
W1	T	Serramento cm 115*60	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	60,0	115,0	0,000	3,500	-8,0	0,525	3,100
W2	T	Serramento cm 125*125	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	125,0	125,0	0,000	3,500	-8,0	1,322	4,600
W3	T	Serramento cm 200*368	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	368,0	200,0	0,000	3,500	-8,0	5,914	24,000
W4	T	Serramento cm 130*65	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	65,0	130,0	0,000	3,500	-8,0	0,660	3,500
W5	T	Serramento cm 260*400	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	400,0	260,0	0,000	5,000	-8,0	8,685	28,880
W6	T	Serramento cm 150*400	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	400,0	150,0	0,000	3,500	-8,0	4,637	22,280
W7	T	Serramento cm 200*184	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	184,0	200,0	0,000	3,500	-8,0	2,816	13,440
W8	T	Serramento cm 260*240	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	240,0	260,0	0,000	3,500	-8,0	5,098	18,080
W9	T	Serramento cm 65*300	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	300,0	65,0	0,000	3,500	-8,0	1,595	6,900
W10	T	Serramento cm 260*240	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	240,0	260,0	0,000	5,000	-8,0	5,098	18,080
W11	T	Serramento cm 180*240	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	240,0	180,0	0,000	3,500	-8,0	3,370	14,880
W12	T	Serramento cm 200*368	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	368,0	200,0	0,000	5,000	-8,0	5,914	24,000
W13	T	Serramento cm 200*184	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	184,0	200,0	0,000	5,000	-8,0	2,816	13,440

Legenda simboli

ε	Emissività
ggl,n	Fattore di trasmittanza solare
fc inv	Fattore tendaggi (energia invernale)
fc est	Fattore tendaggi (energia estiva)

H	Altezza
L	Larghezza
Ug	Trasmittanza vetro
Uw	Trasmittanza serramento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Agf	Area del vetro
Lgf	Perimetro del vetro

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE INVERNALE
secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

Dati climatici della località:

Località	***Asti***	
Provincia	***Asti***	
Altitudine s.l.m.	***123***	m
Gradi giorno	***2617***	
Zona climatica	***E***	
Temperatura esterna di progetto	***-8,0***	°C

Irradiazione solare giornaliera media mensile:

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	*1,6*	*2,5*	*3,8*	*5,4*	*8,1*	*9,7*	*10,0*	*6,9*	*4,5*	*2,9*	*1,5*	*1,3*
Nord-Est	MJ/m²	*1,8*	*3,5*	*5,7*	*8,6*	*11,3*	*12,7*	*13,6*	*10,4*	*7,2*	*4,1*	*1,7*	*1,4*
Est	MJ/m²	*3,9*	*7,9*	*9,4*	*12,1*	*14,0*	*14,9*	*16,4*	*13,7*	*11,0*	*7,6*	*3,1*	*3,2*
Sud-Est	MJ/m²	*6,9*	*12,4*	*11,8*	*12,8*	*13,0*	*12,9*	*14,6*	*13,6*	*12,7*	*10,7*	*4,8*	*5,9*
Sud	MJ/m²	*8,8*	*15,1*	*12,4*	*11,5*	*10,5*	*10,1*	*11,4*	*11,5*	*12,4*	*12,2*	*6,0*	*7,7*
Sud-Ovest	MJ/m²	*6,9*	*12,4*	*11,8*	*12,8*	*13,0*	*12,9*	*14,6*	*13,6*	*12,7*	*10,7*	*4,8*	*5,9*
Ovest	MJ/m²	*3,9*	*7,9*	*9,4*	*12,1*	*14,0*	*14,9*	*16,4*	*13,7*	*11,0*	*7,6*	*3,1*	*3,2*
Nord-Ovest	MJ/m²	*1,8*	*3,5*	*5,7*	*8,6*	*11,3*	*12,7*	*13,6*	*10,4*	*7,2*	*4,1*	*1,7*	*1,4*
Orizz. Diffusa	MJ/m²	*2,3*	*3,0*	*5,0*	*6,3*	*8,1*	*8,8*	*8,8*	*7,6*	*5,8*	*3,9*	*2,2*	*1,8*
Orizz. Diretta	MJ/m²	*2,5*	*6,7*	*7,8*	*11,2*	*13,2*	*14,3*	*16,4*	*12,7*	*9,6*	*6,1*	*1,8*	*2,0*

Edificio : Teatro Alfieri

Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	*-0,2*	*4,1*	*9,8*	*12,5*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*11,2*	*7,3*	*1,8*
N° giorni	-	*31*	*28*	*31*	*15*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*17*	*30*	*31*

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	***Vicini presenti***				
Stagione di calcolo	***Convenzionale***	dal	***15 ottobre***	al	***15 aprile***
Durata della stagione	***183***	giorni			

Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	***7630,62***	m^2
Superficie esterna lorda	***5980,04***	m^2
Volume netto	***21599,26***	m^3
Volume lordo	***27343,38***	m^3
Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE
Sommario perdite e apporti

Edificio : Teatro Alfieri

Categoria DPR 412/93	***E.4 (1)***	-	Superficie esterna	***5980,04***	m^2
Superficie utile	***7630,62***	m^2	Volume lordo	***27343,38***	m^3
Volume netto	***21599,26***	m^3	Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,r}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh]$_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	*19959*	*2019*	*21535*	*43513*	*6824*	*24906*	*31730*	*17681*
Novembre	*56014*	*2957*	*54584*	*113555*	*5408*	*43952*	*49360*	*67946*
Dicembre	*83679*	*3581*	*80830*	*168089*	*6166*	*45417*	*51583*	*118456*
Gennaio	*92655*	*3665*	*89712*	*186032*	*7375*	*45417*	*52792*	*134932*
Febbraio	*62634*	*4530*	*63781*	*130945*	*12144*	*41022*	*53166*	*81321*
Marzo	*42164*	*5353*	*45300*	*92817*	*14425*	*45417*	*59843*	*42136*
Aprile	*13740*	*2543*	*16096*	*32380*	*8330*	*21976*	*30306*	*10089*
Totali	***370844***	***24647***	***371839***	***767330***	***60671***	***268109***	***328780***	***472561***

Legenda simboli

$Q_{H,tr}$	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attravesto le strutture opache ($Q_{sol,k,H}$)
$Q_{H,r}$	Energia dispersa per extraflusso
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{H,ht}$	Totale energia dispersa = $Q_{H,tr}$ + $Q_{H,ve}$
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari attraverso gli elementi finestrati
Q_{int}	Apporti interni
Q_{gn}	Totale apporti gratuiti = Q_{sol} + Q_{int}
$Q_{H,nd}$	Energia utile

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE ESTIVA
secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

Dati climatici della località:

Località	***Asti***	
Provincia	***Asti***	
Altitudine s.l.m.	***123***	m
Gradi giorno	***2617***	
Zona climatica	***E***	
Temperatura esterna di progetto	***-8,0***	°C

Irradiazione solare giornaliera media mensile:

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,5	3,8	5,4	8,1	9,7	10,0	6,9	4,5	2,9	1,5	1,3
Nord-Est	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Est	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Sud-Est	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Sud	MJ/m²	8,8	15,1	12,4	11,5	10,5	10,1	11,4	11,5	12,4	12,2	6,0	7,7
Sud-Ovest	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Ovest	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Nord-Ovest	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Orizz. Diffusa	MJ/m²	2,3	3,0	5,0	6,3	8,1	8,8	8,8	7,6	5,8	3,9	2,2	1,8
Orizz. Diretta	MJ/m²	2,5	6,7	7,8	11,2	13,2	14,3	16,4	12,7	9,6	6,1	1,8	2,0

Edificio : Teatro Alfieri

Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	-	5,3	9,8	13,3	18,7	23,0	23,9	22,1	19,4	12,5	8,5	-
N° giorni	-	-	15	31	30	31	30	31	31	30	31	15	-

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	***Vicini presenti***				
Stagione di calcolo	***Reale***	dal	***14 febbraio***	al	***15 novembre***
Durata della stagione	***275***	giorni			

Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	***7630,62***	m^2
Superficie esterna lorda	***5980,04***	m^2
Volume netto	***21599,26***	m^3
Volume lordo	***27343,38***	m^3
Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE ESTIVA
Sommario perdite e apporti

Edificio : Teatro Alfieri

Categoria DPR 412/93	***E.4 (1)***	-	Superficie esterna	***5980,04***	m^2
Superficie utile	***7630,62***	m^2	Volume lordo	***27343,38***	m^3
Volume netto	***21599,26***	m^3	Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{C,tr}$ [kWh]	$Q_{C,r}$ [kWh]	$Q_{C,ve}$ [kWh]	$Q_{C,ht}$ [kWh]$_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{C,nd}$ [kWh]
Febbraio	*44573*	*2645*	*44438*	*91656*	*6506*	*21976*	*28482*	*1*
Marzo	*70759*	*5353*	*71947*	*148060*	*14425*	*45417*	*59843*	*11*
Aprile	*51508*	*5395*	*54584*	*111487*	*16660*	*43952*	*60612*	*118*
Maggio	*26630*	*5183*	*32421*	*64234*	*19843*	*45417*	*65260*	*7032*
Giugno	*5472*	*5007*	*12894*	*23372*	*20502*	*43952*	*64455*	*41084*
Luglio	*583*	*5968*	*9327*	*15877*	*23008*	*45417*	*68425*	*52548*
Agosto	*10518*	*4795*	*17321*	*32634*	*19300*	*45417*	*64717*	*32119*
Settembre	*23630*	*4550*	*28366*	*56547*	*15621*	*43952*	*59573*	*7476*
Ottobre	*58596*	*4217*	*59956*	*122770*	*12444*	*45417*	*57861*	*36*
Novembre	*39136*	*1696*	*37662*	*78494*	*2704*	*21976*	*24680*	*1*
Totali	***331406***	***44810***	***368916***	***745131***	***151011***	***402897***	***553908***	***140425***

Legenda simboli

$Q_{C,tr}$	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attravesto le strutture opache ($Q_{sol,k,C}$)
$Q_{C,r}$	Energia dispersa per extraflusso
$Q_{C,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{C,ht}$	Totale energia dispersa = $Q_{C,tr}$ + $Q_{C,ve}$
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari attraverso gli elementi finestrati
Q_{int}	Apporti interni
Q_{gn}	Totale apporti gratuiti = Q_{sol} + Q_{int}
$Q_{C,nd}$	Energia utile

RIEPILOGO FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA E VETTORI ENERGETICI ANTE INTERVENTO

Riscaldamento | Acqua calda sanitaria | Raffrescamento | Solare termico | Solare fotovoltaico | **Totali**

Intero edificio

☑ Intero edificio

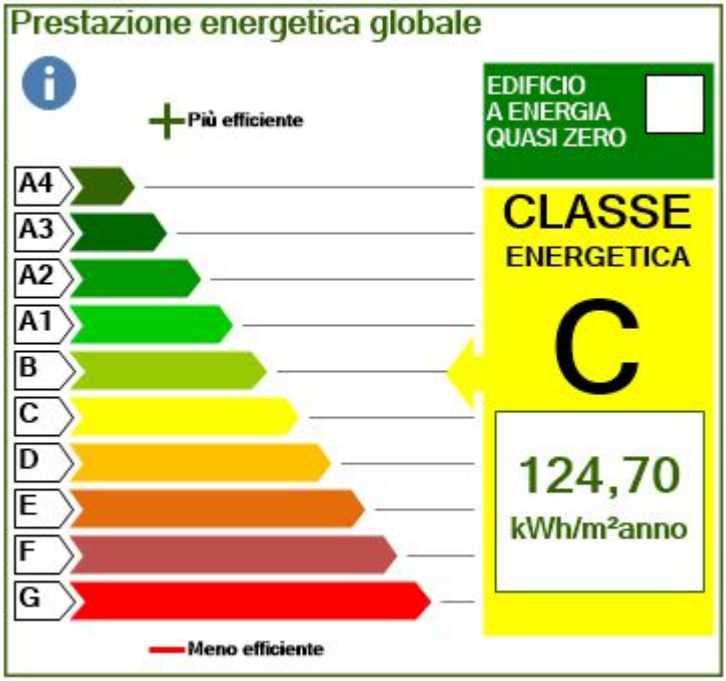
Fabbisogni di energia primaria e indici di prestazione — ◉ Energia primaria ○ Indici di prestazione energetica

Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]
Riscaldamento	565535	1984	567519
Acqua calda sanitaria	3219	776	3994
Raffrescamento	150112	36181	186293
Ventilazione	50732	12228	62959
Illuminazione	177028	42668	219697
Trasporto	4900	1181	6082
Globale	951526	95018	1046544

Vettori energetici ed emissioni di CO2

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [kg/anno]	Servizi
Metano	53397	Nm³/anno	111460	Riscaldamento
Energia elettrica	202166	kWhel/anno	92996	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Raffrescamento, Ventilazione, Illuminazione, Trasporto

SIMULAZIONE CLASSE ENERGETICA APE ANTE INTERVENTO



Relazione tecnica di calcolo

prestazione energetica del sistema edificio-impianto

SIMULAZIONE ENERGETICA - SCENARIO POST INTERVENTO

EDIFICIO	***Teatro Alfieri***
INDIRIZZO	***Via Teatro Alfieri, 2 - 14100 Asti***
COMMITTENTE	***Comune di Asti***
INDIRIZZO	***Piazza San Secondo, 1 - 14100 Asti***
COMUNE	***Asti***

Rif. ***Teatro Alfieri_diagnosi energetica_POST_simulazione faretti_rev1.E0001***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC700 versione 11.22.15

GHIA ING. LUCIANO - STUDIO TECNICO
VIA SAN G. CAFASSO, 29 - 14100 ASTI (AT)

DATI PROGETTO ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

Dati generali

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93)	***E.4 (1) Edifici adibiti ad attività ricreative, associative e simili: quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi.***
Edificio pubblico o ad uso pubblico	***Si***
Edificio situato in un centro storico	***Si***
Tipologia di calcolo	***Diagnosi energetica (valutazione A3)***

Opzioni lavoro

Ponti termici	***Calcolo analitico***
Resistenze liminari	***Appendice A UNI EN ISO 6946***
Serre / locali non climatizzati	***Calcolo semplificato***
Capacità termica	***Calcolo semplificato***
Ombreggiamenti	***Calcolo automatico***
Radiazione solare	***Calcolo con angolo di Azimut***

Opzioni di calcolo

Regime normativo	***UNI/TS 11300-4 e 5:2016***
Rendimento globale medio stagionale	***DM 26.06.15 ed UNI/TS 11300 (calcolo 'fisico')***
Verifica di condensa interstiziale	***DM 26.06.15 (interpretazione più restrittiva)***

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località		**Asti**		
Provincia		**Asti**		
Altitudine s.l.m.			**123**	m
Latitudine nord	**44° 53′**	Longitudine est	**8° 12′**	
Gradi giorno DPR 412/93			**2617**	
Zona climatica			**E**	

Località di riferimento

per dati invernali	**Asti**
per dati estivi	**Asti**

Stazioni di rilevazione

per la temperatura	**Asti**
per l'irradiazione	**Asti**
per il vento	**Asti**

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	**A**		
Direzione prevalente	**Sud-Ovest**		
Distanza dal mare		**> 40**	km
Velocità media del vento		**1,3**	m/s
Velocità massima del vento		**2,6**	m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto		**-8,0**	°C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal **15 ottobre** al **15 aprile**		

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto		**32,1**	°C
Temperatura esterna bulbo umido		**23,6**	°C
Umidità relativa		**50,0**	%
Escursione termica giornaliera		**11**	°C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	-0,2	4,1	9,8	13,3	18,7	23,0	23,9	22,1	19,4	12,5	7,3	1,8

Irradiazione solare media mensile

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,5	3,8	5,4	8,1	9,7	10,0	6,9	4,5	2,9	1,5	1,3
Nord-Est	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Est	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Sud-Est	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Sud	MJ/m²	8,8	15,1	12,4	11,5	10,5	10,1	11,4	11,5	12,4	12,2	6,0	7,7
Sud-Ovest	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Ovest	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Nord-Ovest	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Orizz. Diffusa	MJ/m²	2,3	3,0	5,0	6,3	8,1	8,8	8,8	7,6	5,8	3,9	2,2	1,8
Orizz. Diretta	MJ/m²	2,5	6,7	7,8	11,2	13,2	14,3	16,4	12,7	9,6	6,1	1,8	2,0

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **292** W/m²

ELENCO COMPONENTI

Muri:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m²]	Y_{IE} [W/m²K]	Sfasamento [h]	C_T [kJ/m²K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m²K]
M1	T	Parete esterna	820,0	1440	0,004	-4,108	64,987	0,90	0,60	-8,0	0,824
M2	G	Parete interrata	1210,0	2300	0,000	-15,426	64,997	0,90	0,60	13,0	0,346
M3	U	Parete v/locali non riscaldati	820,0	1440	0,003	-4,569	64,994	0,90	0,60	3,2	0,787
M4	T	Porta in legno	30,0	14	2,193	-0,598	9,385	0,90	0,60	-8,0	2,207
M5	T	Porta metallica	22,0	16	2,643	-0,141	2,981	0,90	0,60	-8,0	2,644

Pavimenti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m²]	Y_{IE} [W/m²K]	Sfasamento [h]	C_T [kJ/m²K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m²K]
P1	G	Pavimento su terreno	530,0	1019	0,133	-14,220	57,228	0,90	0,60	13,0	0,182
P2	U	Pavimento v/locali non riscaldati	350,0	519	0,218	-10,937	63,863	0,90	0,60	3,2	1,303
P3	D	Soletta interpiano	350,0	481	0,161	-10,862	40,770	0,90	0,60	-	1,125
P4	T	Pavimento v/esterno	350,0	519	0,313	-10,246	65,186	0,90	0,60	-8,0	1,492

Soffitti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m²]	Y_{IE} [W/m²K]	Sfasamento [h]	C_T [kJ/m²K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m²K]
S1	D	Soletta interpiano	350,0	481	0,256	-10,229	65,608	0,90	0,60	-	1,336
S2	T	Soletta v/esterno	350,0	519	0,468	-9,745	68,662	0,90	0,60	-8,0	1,666
S3	U	Soffitto v/sottotetto	210,0	256	1,226	-5,619	68,300	0,90	0,60	-5,2	2,036

Legenda simboli

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y_{IE}	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C_T	Capacità termica areica
ε	Emissività

α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Ue	Trasmittanza di energia della struttura

Componenti finestrati:

Cod	Tipo	Descrizione	vetro	ε	ggl,n	fc inv	fc est	H [cm]	L [cm]	Ug [W/m²K]	Uw [W/m²K]	θ [°C]	Agf [m²]	Lgf [m]
W1	T	Serramento cm 115*60	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	60,0	115,0	0,000	3,500	-8,0	0,525	3,100
W2	T	Serramento cm 125*125	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	125,0	125,0	0,000	3,500	-8,0	1,322	4,600
W3	T	Serramento cm 200*368	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	368,0	200,0	0,856	1,314	-8,0	5,406	26,320
W4	T	Serramento cm 130*65	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	65,0	130,0	0,000	3,500	-8,0	0,660	3,500
W5	T	Serramento cm 260*400	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	400,0	260,0	0,000	5,000	-8,0	8,685	28,880
W6	T	Serramento cm 150*400	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	400,0	150,0	0,000	3,500	-8,0	4,637	22,280
W7	T	Serramento cm 200*184	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	184,0	200,0	0,856	1,314	-8,0	2,618	12,960
W8	T	Serramento cm 260*240	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	240,0	260,0	0,000	3,500	-8,0	5,098	18,080
W9	T	Serramento cm 65*300	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	300,0	65,0	0,000	3,500	-8,0	1,595	6,900
W10	T	Serramento cm 260*240	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	240,0	260,0	0,000	5,000	-8,0	5,098	18,080
W11	T	Serramento cm 180*240	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	240,0	180,0	0,000	3,500	-8,0	3,370	14,880

Legenda simboli

ε	Emissività
ggl,n	Fattore di trasmittanza solare
fc inv	Fattore tendaggi (energia invernale)
fc est	Fattore tendaggi (energia estiva)
H	Altezza
L	Larghezza
Ug	Trasmittanza vetro
Uw	Trasmittanza serramento

θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Agf	Area del vetro
Lgf	Perimetro del vetro

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE INVERNALE
secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

Dati climatici della località:

Località	***Asti***		
Provincia	***Asti***		
Altitudine s.l.m.		***123***	m
Gradi giorno		***2617***	
Zona climatica		***E***	
Temperatura esterna di progetto		***-8,0***	°C

Irradiazione solare giornaliera media mensile:

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	*1,6*	*2,5*	*3,8*	*5,4*	*8,1*	*9,7*	*10,0*	*6,9*	*4,5*	*2,9*	*1,5*	*1,3*
Nord-Est	MJ/m²	*1,8*	*3,5*	*5,7*	*8,6*	*11,3*	*12,7*	*13,6*	*10,4*	*7,2*	*4,1*	*1,7*	*1,4*
Est	MJ/m²	*3,9*	*7,9*	*9,4*	*12,1*	*14,0*	*14,9*	*16,4*	*13,7*	*11,0*	*7,6*	*3,1*	*3,2*
Sud-Est	MJ/m²	*6,9*	*12,4*	*11,8*	*12,8*	*13,0*	*12,9*	*14,6*	*13,6*	*12,7*	*10,7*	*4,8*	*5,9*
Sud	MJ/m²	*8,8*	*15,1*	*12,4*	*11,5*	*10,5*	*10,1*	*11,4*	*11,5*	*12,4*	*12,2*	*6,0*	*7,7*
Sud-Ovest	MJ/m²	*6,9*	*12,4*	*11,8*	*12,8*	*13,0*	*12,9*	*14,6*	*13,6*	*12,7*	*10,7*	*4,8*	*5,9*
Ovest	MJ/m²	*3,9*	*7,9*	*9,4*	*12,1*	*14,0*	*14,9*	*16,4*	*13,7*	*11,0*	*7,6*	*3,1*	*3,2*
Nord-Ovest	MJ/m²	*1,8*	*3,5*	*5,7*	*8,6*	*11,3*	*12,7*	*13,6*	*10,4*	*7,2*	*4,1*	*1,7*	*1,4*
Orizz. Diffusa	MJ/m²	*2,3*	*3,0*	*5,0*	*6,3*	*8,1*	*8,8*	*8,8*	*7,6*	*5,8*	*3,9*	*2,2*	*1,8*
Orizz. Diretta	MJ/m²	*2,5*	*6,7*	*7,8*	*11,2*	*13,2*	*14,3*	*16,4*	*12,7*	*9,6*	*6,1*	*1,8*	*2,0*

Edificio : Teatro Alfieri

Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	*-0,2*	*4,1*	*9,8*	*12,5*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*11,2*	*7,3*	*1,8*
N° giorni	-	*31*	*28*	*31*	*15*	*-*	*-*	*-*	*-*	*-*	*17*	*30*	*31*

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	***Vicini presenti***					
Stagione di calcolo	***Convenzionale***	dal	***15 ottobre***		al	***15 aprile***
Durata della stagione		***183***	giorni			

Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	***7630,62***	m^2
Superficie esterna lorda	***5980,04***	m^2
Volume netto	***21599,26***	m^3
Volume lordo	***27343,38***	m^3
Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE
Sommario perdite e apporti

Edificio : Teatro Alfieri

Categoria DPR 412/93	***E.4 (1)***	-	Superficie esterna	***5980,04***	m^2
Superficie utile	***7630,62***	m^2	Volume lordo	***27343,38***	m^3
Volume netto	***21599,26***	m^3	Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,r}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh]$_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	*19541*	*1949*	*21535*	*43025*	*6563*	*24906*	*31469*	*17394*
Novembre	*54958*	*2855*	*54584*	*112396*	*5215*	*43952*	*49167*	*66966*
Dicembre	*82115*	*3457*	*80830*	*166402*	*5948*	*45417*	*51365*	*116970*
Gennaio	*90919*	*3539*	*89712*	*184169*	*7109*	*45417*	*52526*	*133315*
Febbraio	*61397*	*4373*	*63781*	*129552*	*11696*	*41022*	*52718*	*80316*
Marzo	*41285*	*5169*	*45300*	*91754*	*13852*	*45417*	*59270*	*41516*
Aprile	*13428*	*2456*	*16096*	*31980*	*7986*	*21976*	*29962*	*9917*
Totali	***363642***	***23798***	***371839***	***759278***	***58369***	***268109***	***326478***	***466393***

Legenda simboli

$Q_{H,tr}$	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attravesto le strutture opache ($Q_{sol,k,H}$)
$Q_{H,r}$	Energia dispersa per extraflusso
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{H,ht}$	Totale energia dispersa = $Q_{H,tr}$ + $Q_{H,ve}$
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari attraverso gli elementi finestrati
Q_{int}	Apporti interni
Q_{gn}	Totale apporti gratuiti = Q_{sol} + Q_{int}
$Q_{H,nd}$	Energia utile

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE ESTIVA
secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

Dati climatici della località:

Località	***Asti***	
Provincia	***Asti***	
Altitudine s.l.m.	***123***	m
Gradi giorno	***2617***	
Zona climatica	***E***	
Temperatura esterna di progetto	***-8,0***	°C

Irradiazione solare giornaliera media mensile:

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,5	3,8	5,4	8,1	9,7	10,0	6,9	4,5	2,9	1,5	1,3
Nord-Est	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Est	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Sud-Est	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Sud	MJ/m²	8,8	15,1	12,4	11,5	10,5	10,1	11,4	11,5	12,4	12,2	6,0	7,7
Sud-Ovest	MJ/m²	6,9	12,4	11,8	12,8	13,0	12,9	14,6	13,6	12,7	10,7	4,8	5,9
Ovest	MJ/m²	3,9	7,9	9,4	12,1	14,0	14,9	16,4	13,7	11,0	7,6	3,1	3,2
Nord-Ovest	MJ/m²	1,8	3,5	5,7	8,6	11,3	12,7	13,6	10,4	7,2	4,1	1,7	1,4
Orizz. Diffusa	MJ/m²	2,3	3,0	5,0	6,3	8,1	8,8	8,8	7,6	5,8	3,9	2,2	1,8
Orizz. Diretta	MJ/m²	2,5	6,7	7,8	11,2	13,2	14,3	16,4	12,7	9,6	6,1	1,8	2,0

Edificio : Teatro Alfieri

Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	-	5,3	9,8	13,3	18,7	23,0	23,9	22,1	19,4	12,5	8,5	-
N° giorni	-	-	15	31	30	31	30	31	31	30	31	15	-

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	***Vicini presenti***				
Stagione di calcolo	***Reale***	dal	***14 febbraio***	al	***15 novembre***
Durata della stagione	***275***	giorni			

Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	***7630,62***	m^2
Superficie esterna lorda	***5980,04***	m^2
Volume netto	***21599,26***	m^3
Volume lordo	***27343,38***	m^3
Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE ESTIVA
Sommario perdite e apporti

Edificio : Teatro Alfieri

Categoria DPR 412/93	***E.4 (1)***	-	Superficie esterna	***5980,04***	m^2
Superficie utile	***7630,62***	m^2	Volume lordo	***27343,38***	m^3
Volume netto	***21599,26***	m^3	Rapporto S/V	***0,22***	m^{-1}

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{C,tr}$ [kWh]	$Q_{C,r}$ [kWh]	$Q_{C,ve}$ [kWh]	$Q_{C,ht}$ [kWh]$_t$	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{C,nd}$ [kWh]
Febbraio	*43713*	*2554*	*44438*	*90704*	*6266*	*21976*	*28242*	*1*
Marzo	*69366*	*5169*	*71947*	*146482*	*13852*	*45417*	*59270*	*11*
Aprile	*50451*	*5209*	*54584*	*110244*	*15973*	*43952*	*59925*	*116*
Maggio	*26001*	*5004*	*32421*	*63426*	*19005*	*45417*	*64423*	*6922*
Giugno	*5220*	*4834*	*12894*	*22948*	*19611*	*43952*	*63563*	*40617*
Luglio	*400*	*5762*	*9327*	*15488*	*22003*	*45417*	*67420*	*51932*
Agosto	*10180*	*4630*	*17321*	*32131*	*18485*	*45417*	*63903*	*31806*
Settembre	*23078*	*4394*	*28366*	*55838*	*14972*	*43952*	*58925*	*7434*
Ottobre	*57434*	*4072*	*59956*	*121462*	*11968*	*45417*	*57385*	*36*
Novembre	*38407*	*1637*	*37662*	*77707*	*2607*	*21976*	*24584*	*1*
Totali	***324249***	***43265***	***368916***	***736430***	***144742***	***402897***	***547639***	***138874***

Legenda simboli

$Q_{C,tr}$	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attravesto le strutture opache ($Q_{sol,k,C}$)
$Q_{C,r}$	Energia dispersa per extraflusso
$Q_{C,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{C,ht}$	Totale energia dispersa = $Q_{C,tr}$ + $Q_{C,ve}$
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari attraverso gli elementi finestrati
Q_{int}	Apporti interni
Q_{gn}	Totale apporti gratuiti = Q_{sol} + Q_{int}
$Q_{C,nd}$	Energia utile

RIEPILOGO FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA E VETTORI ENERGETICI POST INTERVENTO

Riscaldamento | Acqua calda sanitaria | Raffrescamento | Solare termico | Solare fotovoltaico | **Totali**

Intero edificio

Intero edificio

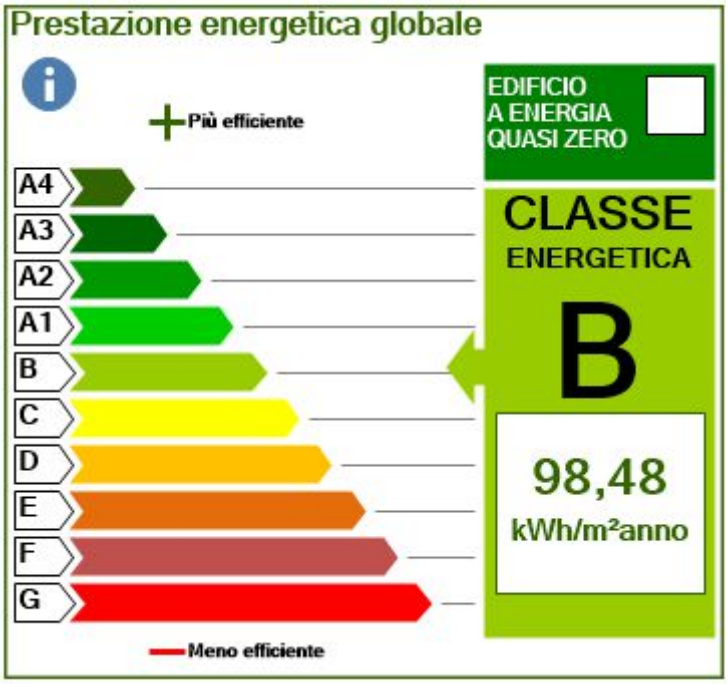
Fabbisogni di energia primaria e indici di prestazione — Energia primaria / Indici di prestazione energetica

Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]
Riscaldamento	487483	564	488047
Acqua calda sanitaria	3219	776	3994
Raffrescamento	120266	28987	149253
Ventilazione	25810	6221	32031
Illuminazione	109753	26453	136207
Trasporto	4900	1181	6082
Globale	751431	64183	815614

Vettori energetici ed emissioni di CO2

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [kg/anno]	Servizi
Metano	46483	Nm³/anno	97028	Riscaldamento
Energia elettrica	136559	kWhel/anno	62817	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Raffrescamento, Ventilazione, Illuminazione, Trasporto

SIMULAZIONE CLASSE ENERGETICA APE POST INTERVENTO



SITUAZIONE ANTE E POST INTERVENTO
CONFRONTO FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI DI CO2

Tra le misure indicate nel PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) c'è quella di "*non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali"* (DNSH) attraverso la mitigazione del cambiamento climatico.

Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi previsti in progetto.
Nello specifico il DNSH chiede *"un risparmio nel fabbisogno di energia primaria globale tra il 20 ed il 40% rispetto al rendimento dell'edificio prima della ristrutturazione o della riqualificazione,…gli interventi inoltre dovranno dimostrare una consistente riduzione di emissioni CO_2".*

La tabella sottostante dimostra il raggiungimento degli obiettivi sopra elencati con riferimento alle simulazioni energetiche ante e post intervento.

SIMULAZIONE ENERGETICA

Situazione	Fabbisogno energia primaria globale Qp,tot [kWh]	Fabbisogno energia primaria non rinnovabile Qp,nren [kWh]	Emissioni CO2 totali [kg/anno]	Risparmio energia primaria globale rispetto alla situazione ante intervento	Risparmio energia primaria non rinnovabile rispetto alla situazione ante intervento	Riduzione delle emissioni di CO2 rispetto alla situazione ante intervento
Ante intervento	1 046 544	951 526	204 456	22,07%	21,03%	21,82%
Post intervento	815 614	751 431	159 845			