

S.r.l.  
via Stoppani 28  
25126 Brescia

**Oggetto: Valutazioni relative all'analisi energetica dell'edificio ospitante il Liceo delle Scienze Umane "Fabrizio De André".**

Il progetto in fase di sviluppo da parte della Provincia di Brescia vuole garantire la possibilità di ricevere l'incentivazione legata al Conto Termico degli edifici. L'attività oggetto di gara di appalto deve garantire:

1. un miglioramento del parametro dell'efficienza energetica dell'edificio oggetto di intervento di almeno due classi in un periodo massimo di tre anni dalla data di inizio dei lavori di riqualificazione energetica;
2. il rispetto dei requisiti tecnici minimi e i costi unitari massimi di cui al decreto sul Conto Termico;
3. la bonifica o messa in sicurezza delle parti di immobile o sue pertinenze per quanto concerne i tamponamenti e l'usura delle chiusure opache.

A tal fine risulta necessario provvedere alla produzione di un primo APE (Attestato di Prestazione Energetica) relativo alla situazione odierna del liceo e di un secondo APE relativo alla situazione del liceo a seguito dei due interventi per il miglioramento energetico che risultano essere più urgenti e che riguardano entrambi il vecchio edificio:

1. sostituzione dei serramenti in metallo senza taglio termico e vetro singolo semplice con serramenti in metallo con taglio termico (distanziatore in PVC);
2. restauro dei coprifermo deteriorati e posa di un cappotto termico all'estradosso dei tamponamenti prefabbricati in c.a.

Si riporta di seguito una breve sintesi dei dati già raccolti:

**Chiusure trasparenti:**

Edificio	Piano	Superficie trasparente	Esposizione	S (m <sup>2</sup> )
vecchio		sub totale		518,60
nuovo		sub totale		791,47
		totale		1 310,07

Gli infissi trasparenti (finestre e/o portefinestre) del vecchio edificio sono 88 così divise (misure in metri):

6,85×0,60	6,85×1,20	6,85×1,80	3,50×1,95	7,90×0,50	4,45×0,60	1,12×2,15	0,70×0,70	3,65×2,35
26	37	4	1	4	2	8	5	1

**Strutture opache:**

Edificio	Piano	Superficie opaca	Esposizione	S <sub>netta</sub> (m <sup>2</sup> )
vecchio		sub totale verticali		2 462,59
		sub totale orizzontali		2 681,22
nuovo		sub totale verticali	NO	2 137,58
		sub totale orizzontali	H	4 066,61
		totale		11 348,00

Nel vecchio edificio 26, 67 m<sup>2</sup> di superfici opache sono porte.

**Ambienti riscaldati:**

Edificio	S <sub>utile</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>lorda</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>netto</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>lordo</sub> (m <sup>3</sup> )	H <sub>netta media</sub> (m)	H <sub>lorda media</sub> (m)	Area totale interna
vecchio	3 356,94	3 748,44	12 039,88	13 548,09	3,59	3,61	9 618,65
nuovo	4 079,00	4 280,96	13 083,09	15 893,96	3,21	3,71	10 015,43
<b>totale</b>	<b>7 435,94</b>	<b>8 029,40</b>	<b>25 122,97</b>	<b>29 442,05</b>	<b>3,38</b>	<b>3,67</b>	<b>19 634,08</b>

**Sottosistema di emissione:**

Edificio	Piano	Radiatore	Materiale	H (m)	L (m)	P (m)	C (W/m <sup>3</sup> )	P (W)	P (kW)	n° elementi	P <sub>elemento</sub> (W)	P (W)	P (kW)
vecchio				media				2 032,37	2,03	media		1 605,65	1,61
nuovo				media				1 966,94	1,97	media		1 546,20	1,55
										media		1 575,93	1,58

Edificio	Piano	Termoconvettore	Marca	Modello	P (W)	P (kW)
vecchio		media				
nuovo		media				

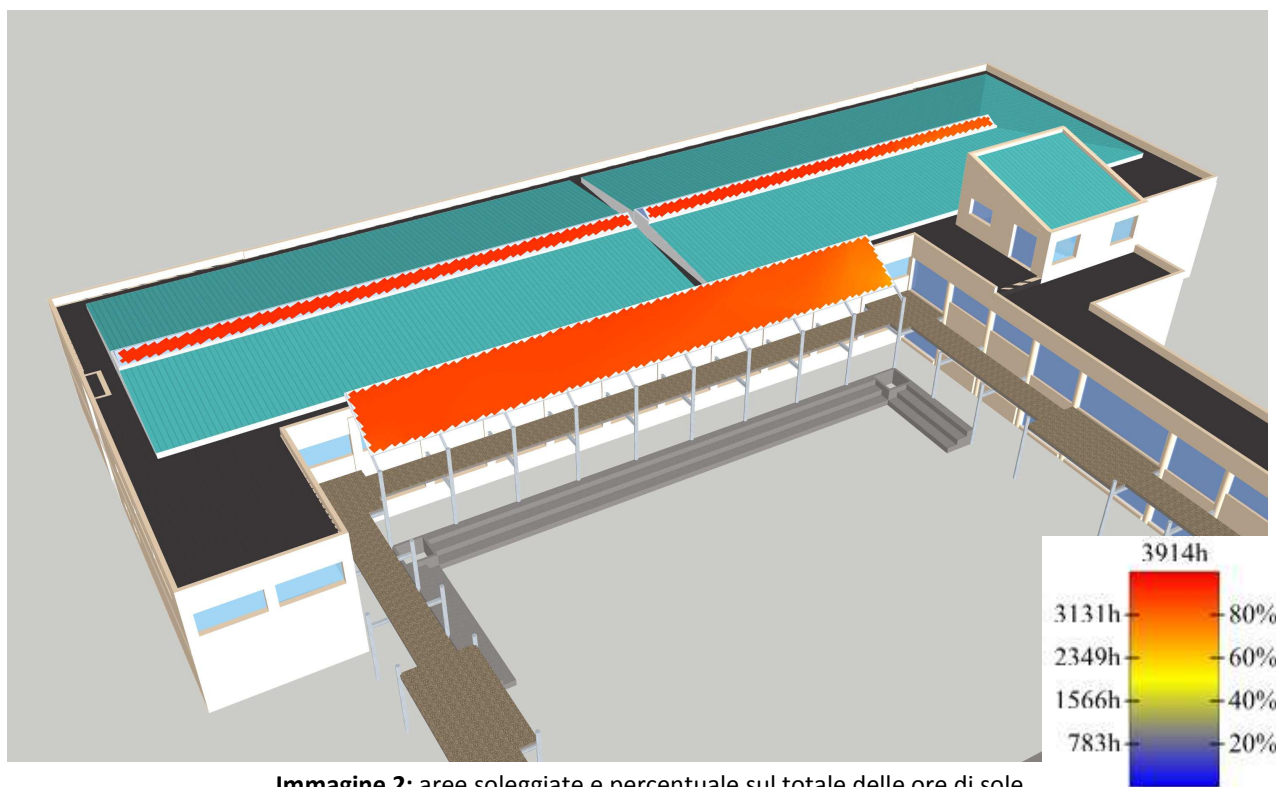
**Accumuli:**

Edificio	Piano	Termoconvettore	Marca	Modello	Capacità (l)	P (W)	P (kW)
vecchio	terra	1	Storm	30 R/2	30	1 500	1,50
	primo	2	Merloni	100 V/5	100	1 200	1,20
		3	Merloni	Perlina 30 SP EM	30	1 500	1,50
	secondo	4	Merloni	Perlina 30 SP EM			
		5	Merloni	Perlina 30 SP EM	100	1 200	1,20
	media				65	1 350	1,35
nuovo	terra	1	Ariston	SG 50 VR/2	49	1 200	1,20
		2	Ariston	SG - ST 15 R/2	15	1 200	1,20
		3	Ariston	SG 50 VR/2	49	1 200	1,20
		4	Ariston	SG 50 VR/3	49	1 200	1,20
	media				41	1 200	1,20

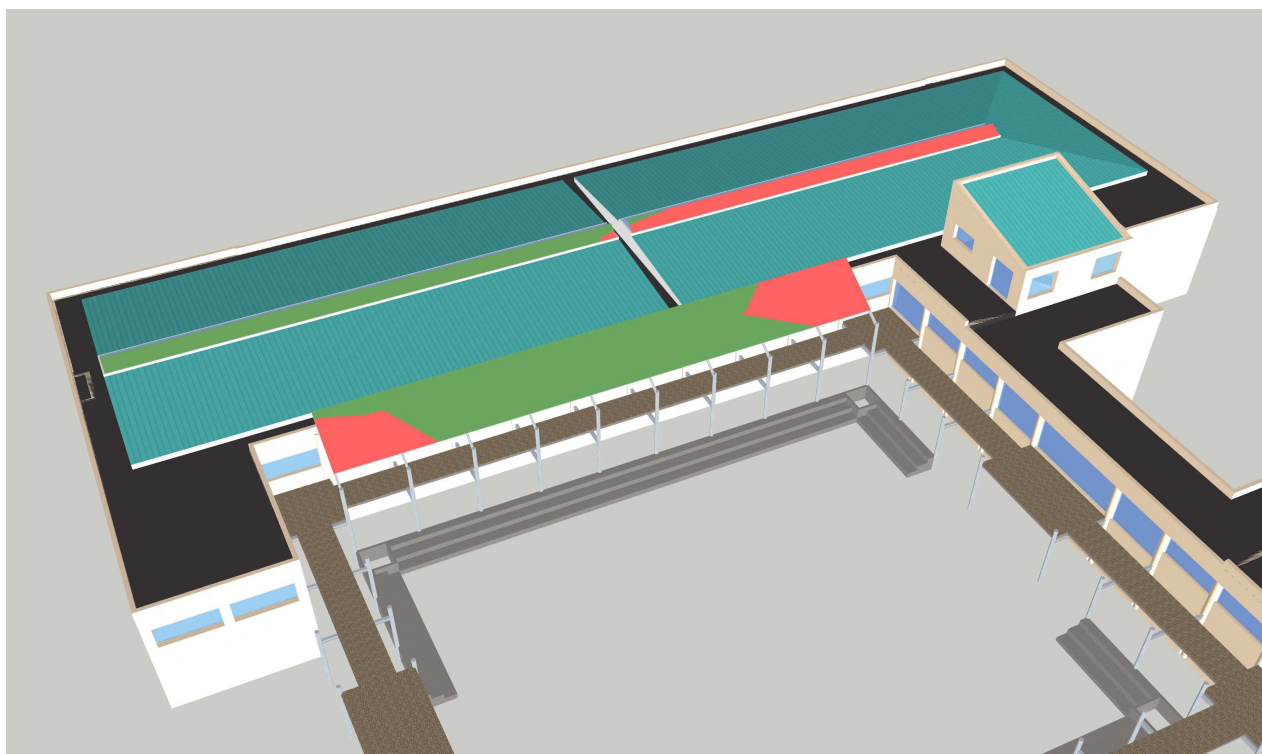
Secondo quanto previsto nel Conto Termico (DM 28 dicembre 2012) le strutture interessate dell'intervento, dovranno rispettare i seguenti valori limite di trasmittanza validi per la zona climatica E:

- strutture opache orizzontali (coperture):  $\leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$
- strutture opache orizzontali (pavimenti):  $\leq 0,25 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$
- strutture opache verticali (pareti):  $\leq 0,23 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$
- chiusure trasparenti (se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche):  $\leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$

L'edificio sarà poi dotato di un impianto fotovoltaico sul nuovo edificio sulla struttura esistente appositamente realizzata. Le aree individuate ricevono la radiazione solare per più dell'80% di quella annuale totale, ad esclusione solo delle zone più vicine al corpo del secondo piano nelle quali la percentuale si abbassa al 60% come si può vedere dall'immagine 2 alla pagina seguente.

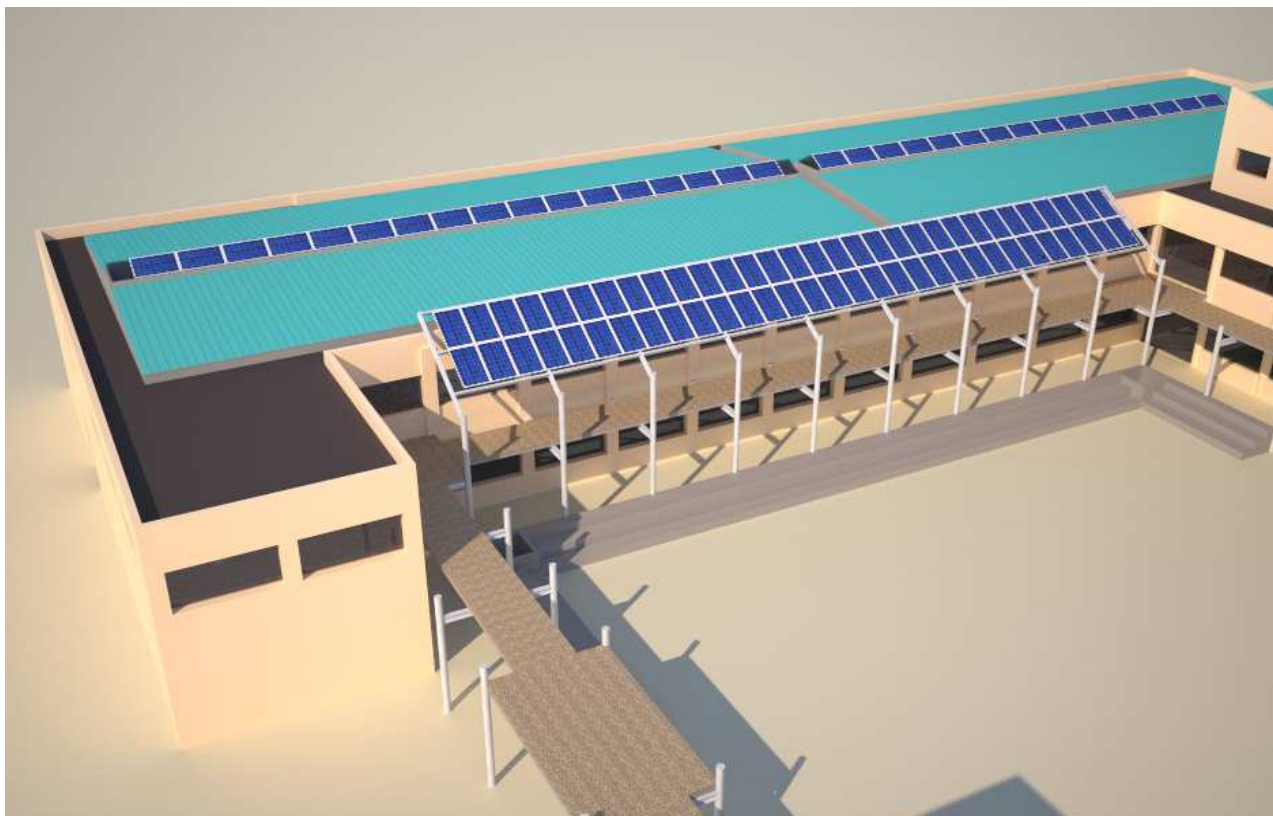


**Immagine 2:** aree soleggiate e percentuale sul totale delle ore di sole



**Immagine 3:** aree in ombra fuori dalle 6 ore centrali del solstizio d'inverno (21 dicembre)

Si ipotizza quindi, nonostante la presenza di alcune ombre (in rosso nell'immagine 3), più importanti nel periodo invernale dove però la produttività dell'impianto rispetto alla media annuale si abbassa notevolmente, di installare i moduli fotovoltaici su tutta l'area disponibile per un totale di circa 62 moduli sulla struttura e 33 (16+17) moduli sui lucernari, come illustrato nella seguente immagine:



**Immagine 4:** ipotesi di installazione dell'impianto fotovoltaico

Nella pagina seguente si riporta una sintesi dei dati relativi all'impianto fotovoltaico.

La produzione totale annua stimata è pari a circa 29'600 kWh/anno.

**Faces global results**

Solar panels	N°P.	P. power (Wp)	P.weight (kg)	Power (kWp)	Energy (kWh)	Yield (kWh/kWp)
Ferrania Solis:AP 60-250	95	252,10	18,00	23,95	29600,00	1235,93

**Results for solar arrays in each face**

Face	Model	N°P.	P. power (Wp)	Power (kWp)	Weight (kg)	Azimuth	Tilt	Relative tilt	Energy (kWh)	Yield (kWh/kWp)	$\Sigma H_m$ (kWh/m <sup>2</sup> /year)	CSL
1	Ferrania Solis:AP 60-250	17	252,10	4,29	306,00	204,62	30,00	0,00	5306,06	1238,08	1640,00	24,30
2	Ferrania Solis:AP 60-250	16	252,10	4,03	288,00	204,62	30,00	0,00	4993,94	1238,08	1640,00	24,30
3	Ferrania Solis:AP 60-250	62	252,10	15,63	1116,00	204,62	32,00	0,00	19300,00	1234,79	1640,00	24,30

**Losses (%)**

Face	T°	Refl.	Other	CSL
1	9,40	2,80	14,10	24,30
2	9,40	2,80	14,10	24,30
3	9,40	2,70	14,10	24,30

**E<sub>d</sub> (kWh/day)**

Face	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	7,11	11,85	15,82	16,69	19,16	20,14	21,69	19,58	16,23	11,38	7,52	6,59
2	6,69	11,15	14,88	15,71	18,04	18,96	20,41	18,42	15,27	10,72	7,08	6,21
3	26,30	43,70	58,10	60,80	69,60	73,00	78,50	71,30	59,40	41,90	27,90	24,50
$\Sigma$	40,10	66,70	88,80	93,20	106,80	112,10	120,60	109,30	90,90	64,00	42,50	37,30

Brescia, 10 settembre 2015

