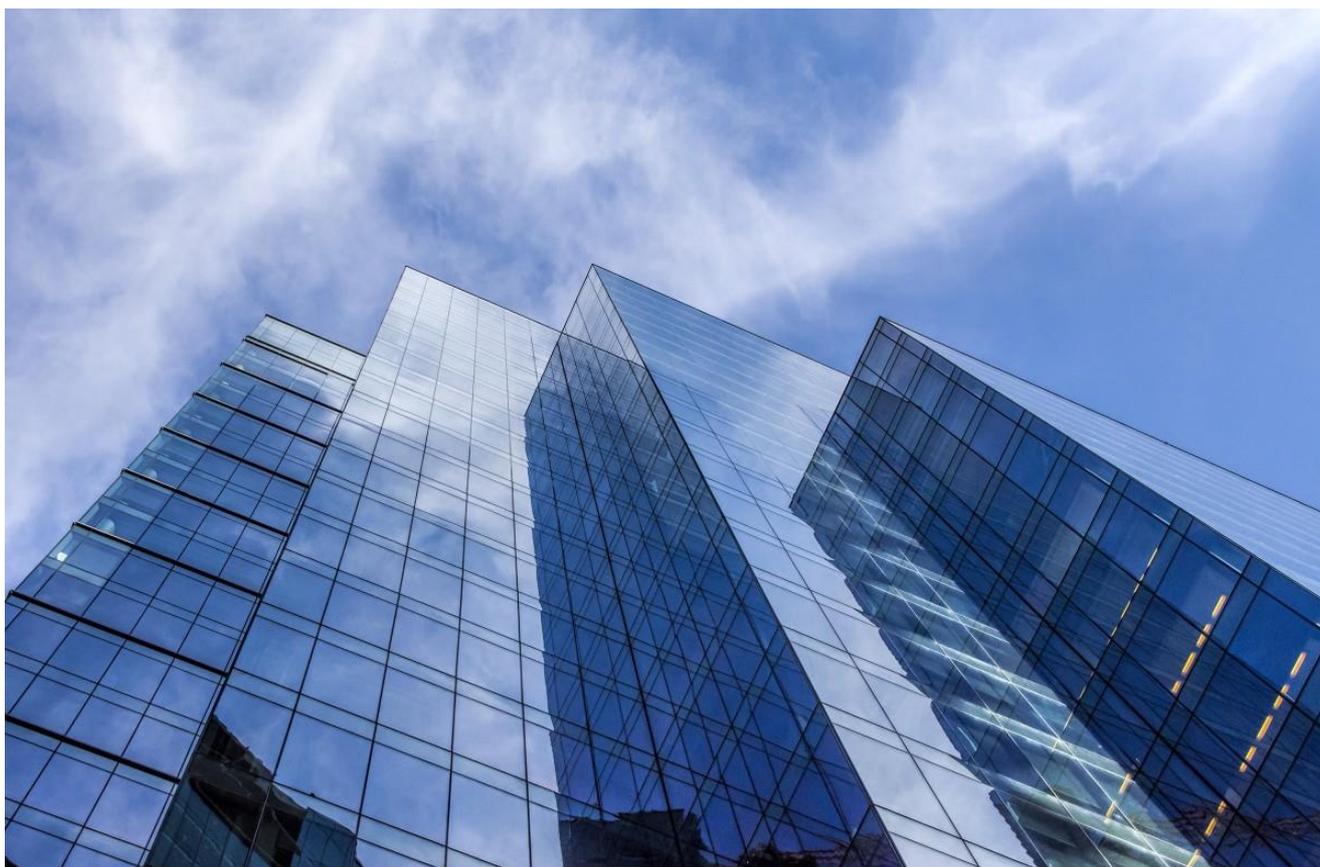


ANALISI INSTALLAZIONE
PELLICOLE A RIFRAZIONE SOLARE

“CASE-HISTORY”

1. PREMESSEOGGETTO

Il presente documento costituisce relazione di calcolo energetico ed economico ottenibile dall'installazione di pellicole riflettenti sulla superficie esterna di parte delle finestrate di un edificio destinato ad uffici.



Le pellicole per finestre sono in grado di ridurre gli apporti solari e contribuire a creare un ambiente equilibrato in edilizia. Durante il periodo estivo le pellicole per vetri possono aiutare il carico di lavoro dei sistemi di raffreddamento e di risparmiare sui costi energetici oltre che ridurre la temperatura media all'interno dei locali.

Le pellicole sono progettate infatti per ridurre gli apporti solari aumentando la riflessione (in particolare la radiazione UV) e l'assorbimento di energia termica dal vetro della finestra. Le pellicole per vetri studiate nel presente documento possono essere applicate alla faccia esterna del vetro per ridurre significativamente gli apporti di calore e conseguentemente determinare il risparmio energetico (saving).

2. ANALISI DELLE PERFORMANCES

Le analisi sono state eseguite in via preliminare utilizzando il software termodinamico "Edilclima EC700" versione 8.17.31, che ha permesso di creare un modello energetico dell'edificio e della struttura vetrata tramite gli schemi e disegni forniti.

Nei seguenti paragrafi si propone una valutazione dei consumi dello stato attuale e dello stato con installazione delle pellicole. Il confronto delle due situazioni permette di determinare il risparmio energetico ottenibile con l'intervento di efficientamento proposto ed una sua valorizzazione economica.

Si evidenzia che l'analisi ha riguardato esclusivamente l'applicazione delle pellicole ai piani 0-1-2-3-7-10-11 dell'Edificio A (limitatamente alla facciata lato sud e parzialmente lato est) e i piani 0-1-2-3-4 dell'Edificio B (limitatamente alla facciata lato sud).

Per la valutazione del saving energetico è stata considerata l'installazione delle pellicole "Lumar RHE 20" aventi le caratteristiche indicate nella scheda tecnica di seguito riportata:

RHE20 SI ER HPR Helios G+

Dati tecnici conformi alla norma EN 410 EN 673

Singolo 4 mm

Doppio 4 / 16 / 4

Emissività corretta della superficie in vetro non rivestita

0.837

Trasmissione Energia Solare, t_e	10%	9%
Riflessione Energia Solare, P_e	62%	62%
Assorbimento Energia Solare, a_e	28%	29%
Trasmissione della Luce Visibile, t_v	14%	13%
Riflessione della Luce Visibile (Esterna), P_{ve}	65%	65%
Riflessione della Luce Visibile (Interna), P_{vi}	61%	59%
Raggi Ultravioletti Trasmessi, t_{uv}	<0.1%	
Raggi Ultravioletti Respinti	> 99.9%	
Valore g	0.17	0.13
Coefficiente di Ombreggiatura	0.19	
Totale Energia Totale Respinta	83%	87%
Riduzione dell'Abbaglio	85%	86%
Valore U, su Vetri singoli ($W/m^2.K$)	5.7	
Valore U, su Vetri doppi, intercapedine aria ($W/m^2.K$)		2.7
Emissività, E_n	0.87	
Spessore senza protettivo	60 μ	
Indice di resa cromatica generale, R_a	84	82
Colore della Pellicola	Argento Forte	
Posizione dell'installazione	Esterna	
Garanzia	10 years vertical / 5 years sloping (slopes 20 degrees or more from horizontal)**	
Note: E' richiesta la siliconatura dei margini. Usare Film on per l'installazione.		

* Consultare le linee guida "Film to Glass Thermal Stress Compatibility Guidelines" prima dell'installazione delle pellicole. ** Contattare Solutia Performance Films per ulteriori dettagli. Tutti i valori contenuti nelle schede tecniche sono determinati dal costruttore e da laboratori indipendenti.

Figura 1 - Datitecniche delle pellicole

Il parametro importante per l'analisi condotta è il valore g_{gl} che indica la quantità di energia solare che passa attraverso la pellicola.

3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Così come descritto nel § 2 si riportano i dati riassuntivi delle analisi svolte per il complesso (edifici A e B) allo stato attuale, senza installazione di pellicole per vetri.

L'analisi include tutti i mesi dell'anno e comprende quindi sia la stagione invernale che quella estiva. Il calcolo delle necessità di riscaldamento e raffreddamento è stato fatto considerando l'efficienza del sottosistema di generazione, della distribuzione e delle emissioni su dati di stima parametrica per tipologia di utilizzo (non avendo contezza delle caratteristiche energetiche dell'edificio sono stati dati dei valori di ragionevolezza). Pertanto il complesso è stato considerato come un unico locale della superficie utile di circa 39.000 m². La climatizzazione di tale locale è stata prevista con n. 4 caldaie tradizionali (n. 2 marca "OFFICINE SEVESO" e n. 2 "BUDERUS/LOGANO SE 725/1070") e n. 5 gruppi frigo "MC QUAY", considerando inoltre il consumo dovuto all'utilizzo di ausiliari elettrici per il corretto funzionamento dell'impianto.

Le figure che seguono riportano le prestazioni della superficie vetrata così come calcolata per lo stato attuale, senza pellicole per vetri.

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE								
Sommario perdite e apporti								
Edificio :								
Categoria DPR 412/93	E.2		-	Superficie esterna	23224,59		m ²	
Superficie utile	39005,52		m ²	Volume lordo	130668,60		m ³	
Volume netto	105339,3		m ³	Rapporto S/V	0,18		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	115357	12996	94966	223318	75609	95486	171095	95876
Novembre	373097	31859	275519	680475	83091	168504	251595	452849
Dicembre	518654	33231	375808	927692	76771	174121	250892	691330
Gennaio	495421	31455	364420	891296	105299	174121	279419	632439
Febbraio	347182	31653	265380	644215	124283	157270	281554	397110
Marzo	252688	42705	214096	509490	189999	174121	364119	231024
Aprile	80601	17742	79705	178048	108602	84252	192854	55642
Totali	2183000	201642	1669893	4054535	763654	1027873	1791528	2556270
Legenda simboli								
Q _{H,tr}	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attraverso le strutture opache (Q _{sol,k,w})							
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							

Figura 2 – Energia necessaria nel periodo invernale ANALISI

Dettagli generatore: Caldaia tradizionale

Mese	gg	$Q_{H,gn,out}$ [kWh]	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$\eta_{H,gen,ut}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]	Combustibile [Nm ³]
gennaio	31	583690	632944	92,2	86,3	86,0	63676
febbraio	28	359780	391858	91,8	86,0	85,6	39422
marzo	31	213163	234892	90,7	85,0	84,6	23631
aprile	15	55868	62772	89,0	83,3	83,0	6315
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	77980	86828	89,8	84,1	83,7	8735
novembre	30	414968	451389	91,9	86,1	85,7	45411
dicembre	31	645069	698791	92,3	86,4	86,1	70301

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,out}$	Energia termica fornita dal generatore per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica in ingresso al generatore per riscaldamento
$\eta_{H,gen,ut}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia utile
$\eta_{H,gen,p,nren}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{H,gen,p,tot}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria totale
Combustibile	Consumo mensile di combustibile

Figura 3 – Fabbisogno energetico della caldaia nel periodo invernale

Fabbisogno di energia primaria impianto idronico e aeraulico

Mese	gg	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$Q_{H,aux}$ [kWh]	$Q_{H,p,nren}$ [kWh]	$Q_{H,p,tot}$ [kWh]
gennaio	31	632944	5887	676071	678838
febbraio	28	391858	3645	418558	420271
marzo	31	234892	2185	250897	251923
aprile	15	62772	584	67049	67323
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	86828	808	92744	93124
novembre	30	451389	4198	482145	484119
dicembre	31	698791	6499	746405	749459
TOTALI	183	2559473	23806	2733868	2745057

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica totale in ingresso al sottosistema di generazione per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,aux}$	Fabbisogno elettrico totale per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,p,nren}$	Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,p,tot}$	Fabbisogno di energia primaria totale per impianto idronico e aeraulico

Figura 4 – Fabbisogno energetico dell'impianto di riscaldamento nel periodo invernale

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE ESTIVA

Sommaro perdite e apporti

Edificio :

Categoria DPR 412/93	E.2	-	Superficie esterna	23224,59	m ²
Superficie utile	39005,52	m ²	Volume lordo	130668,59	m ³
Volume netto	105339,35	m ³	Rapporto S/V	0,18	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]
Gennaio	690944	31455	501077	1223476	105299	174121	279419	4
Febbraio	523784	31653	388812	944249	124283	157270	281554	28
Marzo	448211	42705	350754	841670	189999	174121	364119	446
Aprile	330479	37357	277723	645559	217204	168504	385708	3618
Maggio	136078	38742	150323	325143	239218	174121	413339	127250
Giugno	9612	47665	70533	127809	268664	168504	437168	324710
Luglio	-47121	48581	34164	35625	283368	174121	457488	426143
Agosto	-25591	45695	38720	58824	253209	174121	427330	375572
Settembre	130401	47772	136657	314830	221458	168504	389962	112947
Ottobre	350376	28921	271037	650334	137876	174121	311997	749
Novembre	562312	31859	407768	1001940	83091	168504	251595	8
Dicembre	714176	33231	512465	1259872	76771	174121	250892	1
Totali	3823661	465637	3140032	7429331	2200440	2050130	4250570	1371477

Legenda simboli

Q _{c,tr}	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attraverso 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

Figura 5 – Energia necessaria nel periodo estivo

Fabbisogno di energia primaria

Mese	gg	Q _{C,gn,in} [kWh]	Q _{C,aux} [kWh]	Q _{C,p,nren} [kWh]	Q _{C,p,tot} [kWh]	Combustibile [kWh]
gennaio	31	46	46	90	112	0
febbraio	28	305	305	595	738	0
marzo	31	4900	4900	9555	11858	0
aprile	30	38332	38332	74748	92764	0
maggio	31	266888	266888	520431	645869	0
giugno	30	373356	373356	728044	903522	0
luglio	31	470509	470509	917492	1138631	0
agosto	31	454661	454661	886589	1100279	0
settembre	30	250677	250677	488820	606638	0
ottobre	31	8126	8126	15845	19664	0
novembre	30	81	81	158	196	0
dicembre	31	16	16	30	38	0
TOTALI	365	1867896	1867896	3642398	4520310	0

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per raffrescamento
Q _{C,gn,in}	Energia termica in ingresso al sottosistema di generazione per raffrescamento
Q _{C,aux}	Fabbisogno elettrico totale per raffrescamento
Q _{C,p,nren}	Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per raffrescamento
Q _{C,p,tot}	Fabbisogno di energia primaria totale per raffrescamento

Figura 6 – Fabbisogno dell'impianto di raffrescamento nel periodo estivo

Riassumendo quanto sopra riportato risultano i seguenti consumi:

CONSUMI PER RISCALDAMENTO	GAS [Nm ³]	ELETTRICI [kWh]
ATTUALI	276.453	21.684

CONSUMI PER RAFFRESCAMENTO	ELETTRICI [kWh]
ATTUALI	1.867.896

4. ANALISI CON PELLICOLE

Nel seguente paragrafo si riportano i dati riassuntivi delle analisi svolte per l'edificio con l'installazione di pellicole per vetri aventi le caratteristiche indicate al precedente § 2. L'analisi include tutti i mesi dell'anno e comprende quindi sia la stagione invernale che quella estiva. Il calcolo delle necessità di riscaldamento e raffreddamento è stato fatto considerando l'efficienza del sottosistema di generazione, della distribuzione e delle emissioni su dati di stima parametrica per tipologia di utilizzo.

Le figure che seguono descrivono le prestazioni della struttura vetrata e dell'edificio con l'installazione di pellicole per vetri a rifrazione solare.

Edificio :								
Categoria DPR 412/93	E.2	-	Superficie esterna	23224,59	m ²			
Superficie utile	39005,52	m ²	Volume lordo	130668,59	m ³			
Volume netto	105339,35	m ³	Rapporto S/V	0,18	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	115040	12965	94966	222970	47415	95486	142901	109477
Novembre	372447	31783	275519	679749	49469	168504	217973	478386
Dicembre	517808	33151	375808	926767	44432	174121	218552	718273
Gennaio	494595	31380	364420	890394	60855	174121	234976	668470
Febbraio	346475	31577	265380	643432	75898	157270	233168	431781
Marzo	251961	42603	214096	508660	122926	174121	297047	265872
Aprile	80356	17699	79705	177760	74103	84252	158355	67070
Totali	2178681	201158	1669893	4049731	475097	1027873	1502971	2739330
Legenda simboli								
Q _{H,tr}	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attraverso 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							

Figura 7 – Energia necessaria nel periodo invernale

Dettagli generatore: Caldaia tradizionale

Mese	gg	$Q_{H,gn,out}$ [kWh]	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$\eta_{H,gen,ut}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]	Combustibile [Nm ³]
gennaio	31	645645	699748	92,3	86,5	86,2	70397
febbraio	28	410512	446496	91,9	86,2	85,9	44919
marzo	31	249448	273961	91,1	85,4	85,1	27561
aprile	15	62964	70433	89,4	83,8	83,5	7086
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	93609	103657	90,3	84,7	84,4	10428
novembre	30	458779	498642	92,0	86,3	85,9	50165
dicembre	31	698216	756186	92,3	86,6	86,3	76075

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,out}$	Energia termica fornita dal generatore per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica in ingresso al generatore per riscaldamento
$\eta_{H,gen,ut}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia utile
$\eta_{H,gen,p,nren}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{H,gen,p,tot}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria totale
Combustibile	Consumo mensile di combustibile

Figura 8 – Fabbisogno energetico della caldaia nel periodo invernale

Fabbisogno di energia primaria impianto idronico e aeraulico

Mese	gg	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$Q_{H,aux}$ [kWh]	$Q_{H,p,nren}$ [kWh]	$Q_{H,p,tot}$ [kWh]
gennaio	31	699748	5917	746273	749053
febbraio	28	446496	3775	476182	477957
marzo	31	273961	2316	292176	293265
aprile	15	70433	596	75116	75396
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	103657	876	110549	110961
novembre	30	498642	4216	531795	533777
dicembre	31	756186	6394	806464	809469
TOTALI	183	2849123	24091	3038556	3049878

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica totale in ingresso al sottosistema di generazione per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,aux}$	Fabbisogno elettrico totale per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,p,nren}$	Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per impianto idronico e aeraulico
$Q_{H,p,tot}$	Fabbisogno di energia primaria totale per impianto idronico e aeraulico

Figura 9 – Fabbisogno energetico dell'impianto di riscaldamento nel periodo invernale

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE ESTIVA

Sommaro perdite e apporti

Edificio :

Categoria DPR 412/93	E.2 -	Superficie esterna	23224,59 m ²
Superficie utile	39005,52 m ²	Volume lordo	130668,60 m ³
Volume netto	105339,3 m ³	Rapporto S/V	0,18 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]
Gennaio	689789	31380	501077	1222245	60855	174121	234976	1
Febbraio	522779	31577	388812	943169	75898	157270	233168	6
Marzo	447155	42603	350754	840511	122926	174121	297047	93
Aprile	329704	37267	277723	644693	148206	168504	316710	876
Maggio	135643	38649	150323	324615	169186	174121	343307	57616
Giugno	9379	47550	70533	127462	193576	168504	362080	249902
Luglio	-47281	48464	34164	35348	202511	174121	376632	345522
Agosto	-25796	45586	38720	58509	176140	174121	350260	298767
Settembre	129882	47657	136657	314197	146140	168504	314643	38121
Ottobre	349562	28852	271037	649451	86463	174121	260584	192
Novembre	561344	31783	407768	1000895	49469	168504	217973	2
Dicembre	713002	33151	512465	1258618	44432	174121	218552	0
Totali	3815161	464519	3140032	7419713	1475801	2050130	3525931	991099

Legenda simboli

Q _{C,tr}	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attraverso le strutture opache (Q _{sol,x,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

Figura 10 – Energia necessaria nel periodo estivo

Fabbisogno di energia primaria

Mese	gg	Q _{C,gn,in} [kWh]	Q _{C,aux} [kWh]	Q _{C,p,nren} [kWh]	Q _{C,p,tot} [kWh]	Combustibile [kWh]
gennaio	31	9	9	18	23	0
febbraio	28	56	56	109	136	0
marzo	31	861	861	1680	2084	0
aprile	30	8167	8167	15926	19765	0
maggio	31	225460	225460	439648	545614	0
giugno	30	334159	334159	651609	808664	0
luglio	31	413027	413027	805403	999526	0
agosto	31	394418	394418	769116	954493	0
settembre	30	201899	201899	393703	488596	0
ottobre	31	1772	1772	3456	4288	0
novembre	30	21	21	41	51	0
dicembre	31	4	4	8	10	0
TOTALI	365	1579855	1579855	3080718	3823250	0

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per raffrescamento
Q _{C,gn,in}	Energia termica in ingresso al sottosistema di generazione per raffrescamento
Q _{C,aux}	Fabbisogno elettrico totale per raffrescamento
Q _{C,p,nren}	Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per raffrescamento
Q _{C,p,tot}	Fabbisogno di energia primaria totale per raffrescamento

Figura 11 – Fabbisogno dell'impianto di raffrescamento nel periodo estivo

Riassumendo quanto sopra riportato risultano i seguenti consumi:

CONSUMI PER RISCALDAMENTO	GAS [Nm ³]	ELETTRICI [kWh]
CON PELLICOLE	286.632	24.091

CONSUMI PER RAFFRESCAMENTO	ELETTRICI [kWh]
CON PELLICOLE	1.579.855

5. BILANCIO ENERGETICO

A seguito delle valutazioni sopra esposte si è ricavato il seguente bilancio energetico annuo. L'installazione delle pellicole riduce gli apporti solari, causando un aumento del consumo di energia durante la stagione invernale (riscaldamento) e una riduzione dell'energia di raffrescamento durante l'estate. Si riportano di seguito delle tabelle riassuntive che evidenziano per le stagioni di riscaldamento e raffrescamento gli aumenti ed i risparmi dei vettori energetici:

CONSUMI PER RISCALDAMENTO	GAS [Nm ³]	ELETTRICI [kWh]
ATTUALI	257.492	23.806
CON PELLICOLE	286.632	24.091

CONSUMI PER RAFFRESCAMENTO	ELETTRICI [kWh]
ATTUALI	1.867.896
CON PELLICOLE	1.579.855

La tabella che segue rappresenta il bilancio energetico sopra esposto:

RISPARMIO PER	
RISCALDAMENTO	-29.140 Nm ³
	-285 kWh
RAFFRESCAMENTO	288.041 kWh

Lo stesso bilancio, espresso in TEP (tonnellate di petrolio equivalenti):

RISPARMIO PER	TEP
RISCALDAMENTO	-23,89
	-0,05
RAFFRESCAMENTO	53,87
	29,92

6. BILANCIO ECONOMICO

Un'analisi economica è stata effettuata considerando i seguenti prezzi energetici forniti (comprensivi di IVA):

VETTORE	PREZZO
GAS	0,69 €/Nm ³
ENERGIA ELETTRICA	0,21 €/kWh

Nel bilancio energetico è stato messo a confronto il consumo di energia per il riscaldamento e raffreddamento allo stato attuale e con l'installazione di pellicole.

RISPARMIO ANNUO	
RISCALDAMENTO	-17.989,38 €
RAFFRESCAMENTO	54.673,64 €
RISPARMIO	36.738,41 €

I benefici della riduzione dei consumi di energia permettono quindi un risparmio di circa 36.000 € all'anno (comprensivi di IVA) dei costi energetici.

Tenendo in considerazione l'importo di appalto dell'intervento indicato in 77.000 € (I.V.A. esclusa), si ottiene un ritorno dell'investimento già nel corso del 3° anno post-intervento.

7. BENEFICI ECONOMICI A 10 E 20 ANNI

Di seguito si riporta stima dei risparmi economici grazie all'installazione delle pellicole, avendo tenuto conto dell'indicizzazione dei costi dell'energia del 1% annuo, suddivisi tra i veri e propri risparmi di energia elettrica per la climatizzazione estiva ed i maggiori oneri derivanti all'aumento del consumo del gas:

Anno	Intervento	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9	Anno 10
Risparmio En. elettrica	€ 54 673,64	€ 55 220,38	€ 55 772,58	€ 56 330,31	€ 56 893,61	€ 57 462,55	€ 58 037,17	€ 58 617,54	€ 59 203,72	€ 59 795,75	€ 60 393,71
Maggiori costi Gas	-€ 17 935,23	-€ 18 114,59	-€ 18 295,73	-€ 18 478,69	-€ 18 663,48	-€ 18 850,11	-€ 19 038,61	-€ 19 229,00	-€ 19 421,29	-€ 19 615,50	-€ 19 811,66
Risparmi annui	€ 36 738,41	€ 37 105,79	€ 37 476,85	€ 37 851,62	€ 38 230,13	€ 38 612,44	€ 38 998,56	€ 39 388,55	€ 39 782,43	€ 40 180,25	€ 40 582,06
Risparmi cumulati	€ 36 738,41	€ 73 844,20	€ 111 321,05	€ 149 172,66	€ 187 402,80	€ 226 015,23	€ 265 013,79	€ 304 402,34	€ 344 184,77	€ 384 365,02	€ 424 947,08

Da quanto sopra emerge che nei 10 anni di validità della garanzia di applicazione, rilasciata dal costruttore delle pellicole a copertura del 100% delle prestazioni indicate in scheda tecnica, il risparmio sarà di oltre 420.000 €; mentre il risparmio calcolato nei 20 anni di mantenimento delle prestazioni sarà pari ad oltre 850.000 €:

Anno	Anno 11	Anno 12	Anno 13	Anno 14	Anno 15	Anno 16	Anno 17	Anno 18	Anno 19	Anno 20
Risparmio En. elettrica	€ 60 997,65	€ 61 607,63	€ 62 223,70	€ 62 845,94	€ 63 474,40	€ 64 109,14	€ 64 750,23	€ 65 397,74	€ 66 051,71	€ 66 712,23
Maggiori costi Gas	-€ 20 009,77	-€ 20 209,87	-€ 20 411,97	-€ 20 616,09	-€ 20 822,25	-€ 21 030,47	-€ 21 240,78	-€ 21 453,18	-€ 21 667,72	-€ 21 884,39
Risparmi annui	€ 40 987,88	€ 41 397,76	€ 41 811,73	€ 42 229,85	€ 42 652,15	€ 43 078,67	€ 43 509,46	€ 43 944,55	€ 44 384,00	€ 44 827,84
Risparmi cumulati	€ 465 934,96	€ 507 332,72	€ 549 144,45	€ 591 374,30	€ 634 026,45	€ 677 105,12	€ 720 614,58	€ 764 559,13	€ 808 943,13	€ 853 770,97

8. CONCLUSIONI

Riassumendo tutto quanto sopra riportato si evince che posando la pellicola sull'intera superficie vetrata dell'edificio si ottengono i seguenti benefici economici:

- risparmio di circa 36.000 €/anno
- tempo di ritorno stimato dell'investimento: < 3 anni;
- risparmio economico a 10 anni di oltre 420.000 €;
- risparmio economico a 20 anni di oltre 850.000 €.

9. ALTRE PROPOSTE DI EFFICIENTAMENTO

Il beneficio indicato al § 8 non tiene conto dei vantaggi economici derivanti da ulteriori incentivi (Titoli Efficienza Energetica o sgravi fiscali) che potrebbero essere ottenuti a seguito dell'installazione in esame. La scrivente società si rende disponibile per ulteriori analisi dei possibili interventi; in particolare verrà effettuata una analisi dei possibili interventi che potrebbero essere realizzati in step successivi al fine di migliorare l'efficienza complessiva dell'edificio e permettere di ottenere nel complesso oltre ad un miglioramento dell'efficienza anche i titoli di efficienza energetica. In particolare a titolo esemplificativo e non esaustivo, potrà essere previsto:

- Installazione di macchine frigo o pompe di calore (elettriche o a gas) di nuova generazione;
- Micro cogeneratori o impianti Fotovoltaici in assetto sistema efficiente di utenza (SEU);
- Sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con lampade a LED.

L'accoppiamento delle pellicole con sistemi efficienti in una ottica di visione complessiva dell'edificio oltre a ridurre i costi operativi permetterebbe l'ottenimento di incentivi su tutti gli interventi previsti in quanto andrebbero ognuno in quota parte a ridurre i consumi.