

RELAZIONE DI CALCOLO N. 323769

Luogo e data di emissione: Bellaria-Igea Marina - Italia, 16/04/2015

Committente: ROLLPLAST S.r.l. - Contrada Sant'Antuono - Zona Industriale - 84035 POLLA (SA) - Italia

Data della richiesta del calcolo: 18/03/2015

Numero e data della commessa: 65957, 19/03/2015

Data del ricevimento del disegno: dal 18/03/2015 al 14/04/2015

Data dell'esecuzione del calcolo: 15/04/2015

Oggetto del calcolo: calcolo della resistenza termica di chiusure oscuranti secondo le norme UNI EN ISO 10077-1:2007 e UNI EN ISO 10077-2:2012

Luogo del calcolo: Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 2 - Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italia

Provenienza del disegno: fornito dal Committente

Denominazione delle chiusure oscuranti*.

Le chiusure oscuranti oggetto del calcolo sono denominate "DUERO 40", "DUERO 55 ALTA DENSITÀ" e "DUERO 55".

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

Comp. AV
Revis. CB

La presente relazione di calcolo è composta da n. 14 fogli.

Foglio
n. 1 di 14

Descrizione delle chiusure oscuranti*.

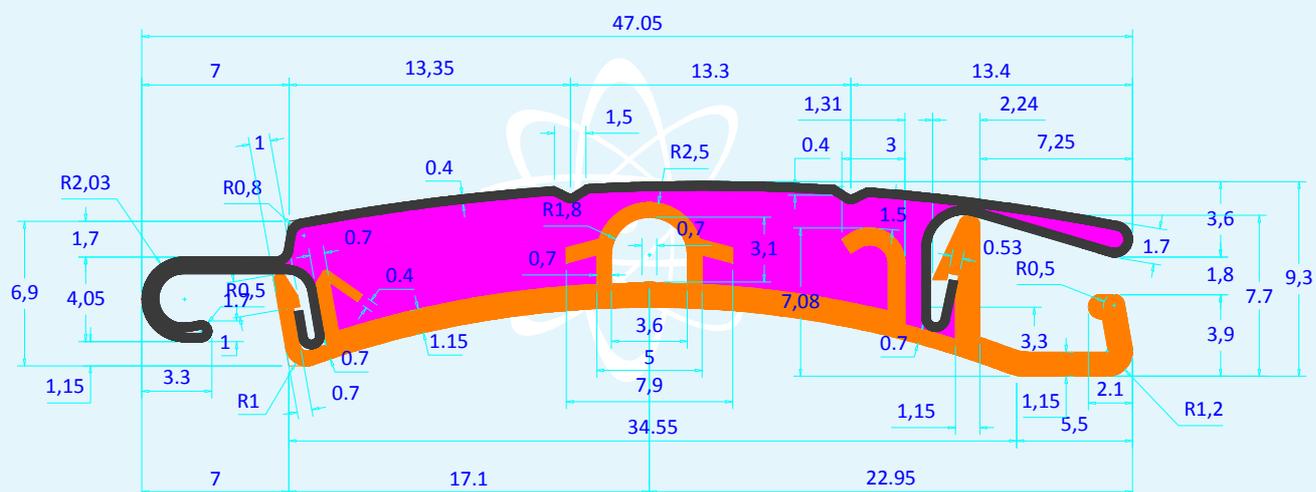
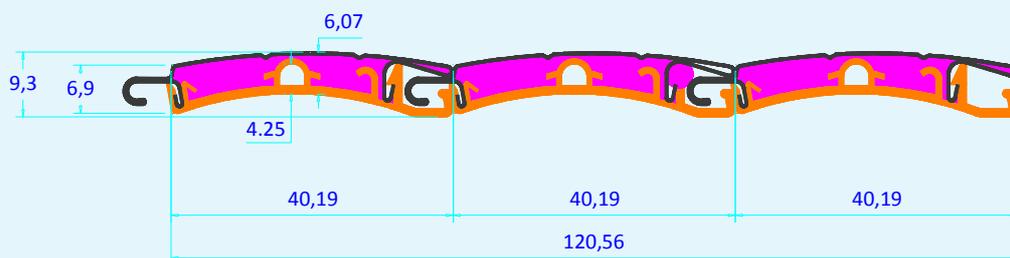
Le chiusure oscuranti oggetto del calcolo sono costituite da avvolgibili formati da profilati in PVC rigido e alluminio. La parte in alluminio è esposta verso l'ambiente esterno e l'intercapedine centrale tra i due materiali costituenti la struttura dell'avvolgibile è riempita con poliuretano espanso di varia massa volumica come sotto specificato.

| Modello | Composizione |
|-----------------------|---|
| DUERO 40 | Profilo per avvolgibile bicomponente PVC-Alluminio, con interposizione di schiuma poliuretana. Il profilo è composto all'esterno da alluminio, con applicazione di vernice poliammidica e, all'interno, da PVC autoestinguente. L'intercapedine centrale tra i due materiali è riempita di schiuma poliuretana con densità 160 kg/m ³ . Le dimensioni del profilo sono come da disegni allegati. |
| DUERO 55 ALTA DENSITÀ | Profilo per avvolgibile in alluminio con interposizione di schiuma poliuretana accoppiato ad incastro con un profilo in PVC autoestinguente. L'intercapedine centrale tra i due materiali crea una camera d'aria alveare. Il profilo in alluminio è riempito di schiuma poliuretana con densità 160 kg/m ³ . Le dimensioni della stecca sono come da disegno allegato. |
| DUERO 55 | Profilo per avvolgibile in alluminio con interposizione di schiuma poliuretana accoppiato ad incastro con un profilo in PVC autoestinguente. L'intercapedine centrale tra i due materiali crea una camera d'aria alveare. Il profilo in alluminio è riempito di schiuma poliuretana con densità 60 kg/m ³ . Le dimensioni della stecca sono come da disegno allegato. |

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

SEZIONI MODULARI DELLE CHIUSURE OSCURANTI ESAMINATE
(FORNITE DAL COMMITTENTE)

DUERO 40



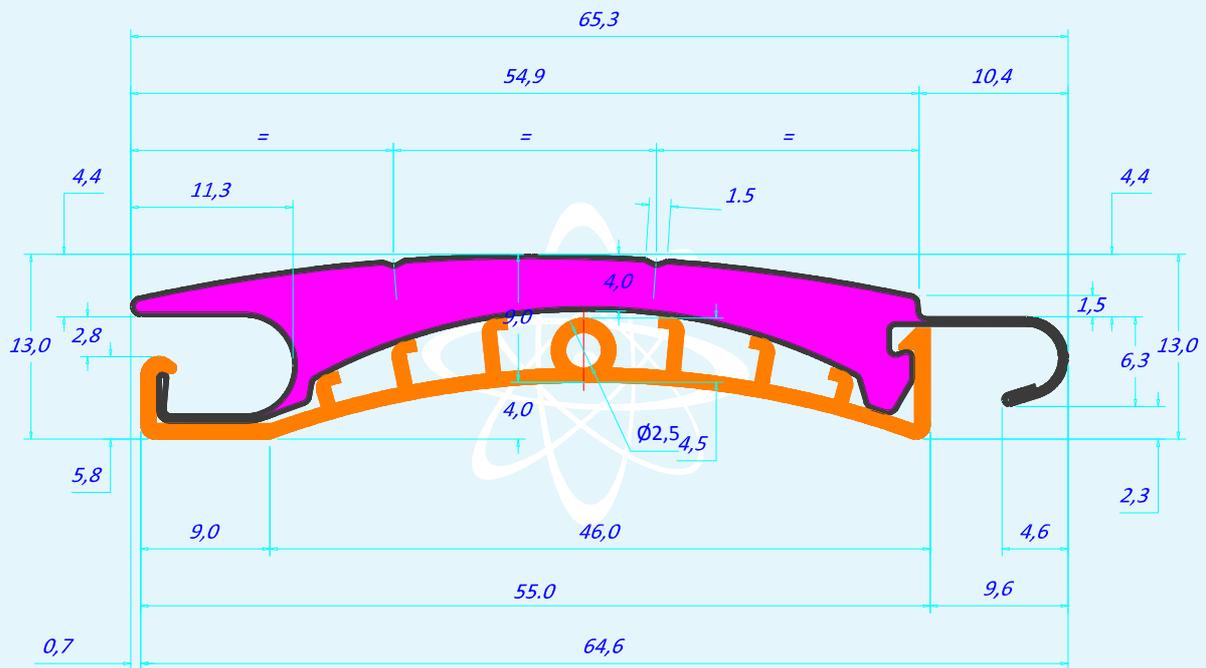
LEGENDA

Materiali

-  Alluminio
-  PVC
-  Schiuma poliuretana 160 kg/m³

SEZIONI MODULARI DELLE CHIUSURE OSCURANTI ESAMINATE
(FORNITE DAL COMMITTENTE)

DUERO 55 ALTA DENSITÀ



LEGENDA
Materiali

-  Alluminio
-  PVC
-  Schiuma poliuretana 160 kg/m³

Riferimenti normativi.

Il calcolo è stato eseguito secondo le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN ISO 10077-1:2007 del 08/03/2007 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1 - Generalità”;
- UNI EN ISO 10077-2:2012 del 12/04/2012 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai”;
- UNI EN 13659:2009 del 05/02/2009 “Chiusure oscuranti - Requisiti prestazionali compresa la sicurezza”, paragrafo 16 “Resistenza termica”.

Modalità e condizioni di calcolo.

Il calcolo del flusso termico “ ϕ ” attraverso le sezioni analizzate delle chiusure oscuranti è stato svolto utilizzando un programma numerico agli elementi finiti conforme alla norma UNI EN ISO 10077-2, con una discretizzazione di lato massimo 0,15 mm con n. 13909 e 27746 nodi.

Le intercapedini d’aria presenti nel profilo sono state valutate assegnando ad esse una conduttività termica equivalente calcolata secondo la formula contenuta nella norma UNI EN ISO 10077-2, assumendo l’emissività dei materiali pari a 0,9.

Per il calcolo della resistenza termica “ R_{sh} ” delle chiusure oscuranti è stata applicata la seguente formula:

$$R_{SH} = \frac{1}{\phi / (\Delta T \cdot l)} - R_{si} - R_{se}$$

dove: ϕ = flusso termico attraverso la sezione esaminata, espresso in W/m;

ΔT = differenza di temperatura tra l’ambiente interno e quello esterno, espressa in °C;

l = lunghezza della sezione esaminata, espressa in m;

R_{si} = resistenza termica superficiale interna, pari a 0,13 m²·K/W;

R_{se} = resistenza termica superficiale esterna, pari a 0,04 m²·K/W.

Successivamente è stata determinata la resistenza termica addizionale “ ΔR ” introdotta dalle chiusure oscuranti analizzate rispetto a quella del generico serramento. Tale resistenza addizionale, definita al paragrafo 5.3 della norma UNI EN ISO 10077-1, è dovuta allo strato d’aria compreso fra le chiusure oscuranti ed il relativo serramento, nonché alle chiusure oscuranti stesse, e può essere tenuta in conto nel calcolo della trasmit-

tanza termica “ U_{WS} ” del serramento con chiusure oscuranti chiuse, nota la trasmittanza termica “ U_W ” del serramento stesso, tramite la formula:

$$U_{WS} = \frac{1}{1/U_W + \Delta R}$$

Il valore di “ ΔR ” può essere determinato, nota la permeabilità all’aria delle chiusure oscuranti, tramite le relative formule riportate all’appendice G della norma UNI EN ISO 10077-1. Nel caso in esame sono state fatte entrambe le ipotesi di chiusure oscuranti con permeabilità all’aria media o di chiusure oscuranti “a tenuta d’aria”*, per cui le formule da applicare sono le seguenti:

- per chiusure oscuranti con permeabilità all’aria media $\Delta R = 0,55 \cdot R_{SH} + 0,11$;
- per chiusure oscuranti “a tenuta d’aria” $\Delta R = 0,95 \cdot R_{SH} + 0,17$;

dove: R_{sh} = resistenza termica della chiusure oscuranti, espressa in $m^2 \cdot K/W$.



Dati di calcolo.

Dati per la determinazione della resistenza termica delle chiusure oscuranti.

La resistenza termica delle chiusure oscuranti è stata valutata nelle seguenti condizioni:

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Temperature | Temperatura esterna | 0 °C |
| | Temperatura interna | 20 °C |
| Resistenze termiche superficiali | Resistenza termica superficiale esterna “ R_{se} ” | 0,04 $m^2 \cdot K/W$ |
| | Resistenza termica superficiale interna per superfici con fattore di vista normale “ R_{si} ” | 0,13 $m^2 \cdot K/W$ |
| Caratteristiche termiche del telaio | Conduttività termica dell’alluminio | 160 $W/(m \cdot K)$ |
| | Conduttività termica del PVC rigido | 0,17 $W/(m \cdot K)$ |
| | Conduttività termica del poliuretano espanso (densità 160 Kg/m^3)** | 0,051 $W/(m \cdot K)$ |
| | Conduttività termica del poliuretano espanso (densità 60 Kg/m^3)** | 0,031 $W/(m \cdot K)$ |
| Dimensioni della sezione esaminata | Lunghezza “I” “DUERO 40” | 40,19 mm |
| | Lunghezza “I” “DUERO 55 ALTA DENSITÀ” | 55 mm |
| | Lunghezza “I” “DUERO 55” | 55 mm |

(**) dato fornito dal Committente mediante documentazione del produttore.

(*) è possibile considerare le chiusure oscuranti “a tenuta d’aria” quando, nel caso degli avvolgibili, vengano fornite delle guarnizioni a nastro sia all’interno dei binari guida che sul fondo della lamella finale e l’entrata del cassonetto sia dotata di guarnizioni “a labbro” o “a spazzola” disposte sui due lati dell’avvolgibile, oppure l’avvolgibile sia tenuto in modo permanente contro il lato del cassonetto da un dispositivo (molla), interponendo un materiale isolante. (rif. UNI EN ISO 10077-1 - appendice H).

Risultati del calcolo.

Impiegando i dati sopra riportati è stata ricavata la resistenza termica “ R_{sh} ” delle chiusure oscuranti:

| Modello | Resistenza termica delle chiusure oscuranti R_{sh} [m ² ·K/W] |
|-----------------------|---|
| DUERO 40 | 0,0324 |
| DUERO 55 ALTA DENSITÀ | 0,0393 |
| DUERO 55 | 0,0398 |

La resistenza termica aggiuntiva introdotta dalla chiusure oscuranti, “ ΔR ”, risulta:

| Modello | Resistenza termica aggiuntiva ΔR | |
|-----------------------|--|--|
| | per chiusure oscuranti con permeabilità all'aria media [m ² ·K/W] | per chiusure oscuranti “a tenuta d'aria” [m ² ·K/W] |
| DUERO 40 | 0,128 | 0,201 |
| DUERO 55 ALTA DENSITÀ | 0,132 | 0,207 |
| DUERO 55 | 0,132 | 0,208 |

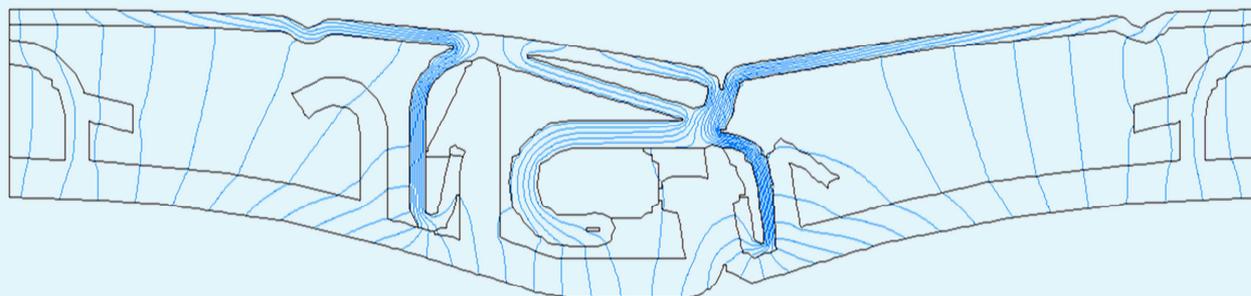
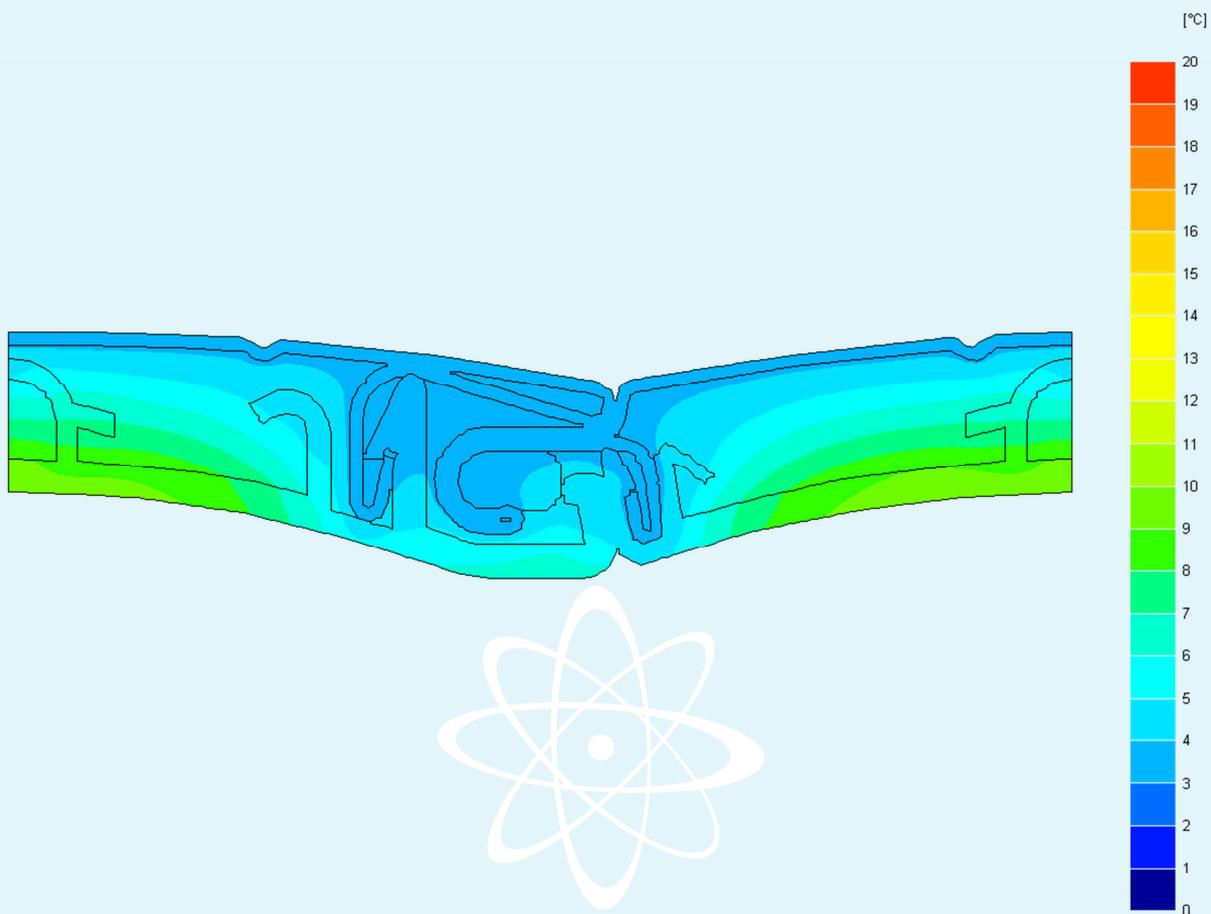
Nota: la resistenza termica aggiuntiva “ ΔR ” può essere impiegata per determinare la trasmittanza termica “ U_{ws} ” del serramento con avvolgibile chiuso, utilizzando la formula riportata in precedenza. Di seguito si riportano alcuni esempi.

| Trasmittanza termica del serramento senza oscurante "U _w " [W/(m ² ·K)] | TRASMITTANZA TERMICA "U _{ws} " DEL SERRAMENTO CON OSCURANTE CHIUSO "DUERO 40" | |
|--|--|--|
| | nel caso di chiusure oscuranti con permeabilità all'aria media [W/(m ² ·K)] | nel caso di chiusure oscuranti "a tenuta d'aria" [W/(m ² ·K)] |
| 1,0 | 0,89 | 0,83 |
| 1,1 | 0,96 | 0,90 |
| 1,2 | 1,0 | 0,97 |
| 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| 1,4 | 1,2 | 1,1 |
| 1,5 | 1,3 | 1,2 |
| 1,6 | 1,3 | 1,2 |
| 1,7 | 1,4 | 1,3 |
| 1,8 | 1,5 | 1,3 |
| 1,9 | 1,5 | 1,4 |
| 2,0 | 1,6 | 1,4 |
| 2,1 | 1,7 | 1,5 |
| 2,2 | 1,7 | 1,5 |
| 2,3 | 1,8 | 1,6 |
| 2,4 | 1,8 | 1,6 |
| 2,5 | 1,9 | 1,7 |
| 2,6 | 2,0 | 1,7 |
| 2,7 | 2,0 | 1,8 |
| 2,8 | 2,1 | 1,8 |
| 2,9 | 2,1 | 1,8 |
| 3,0 | 2,2 | 1,9 |

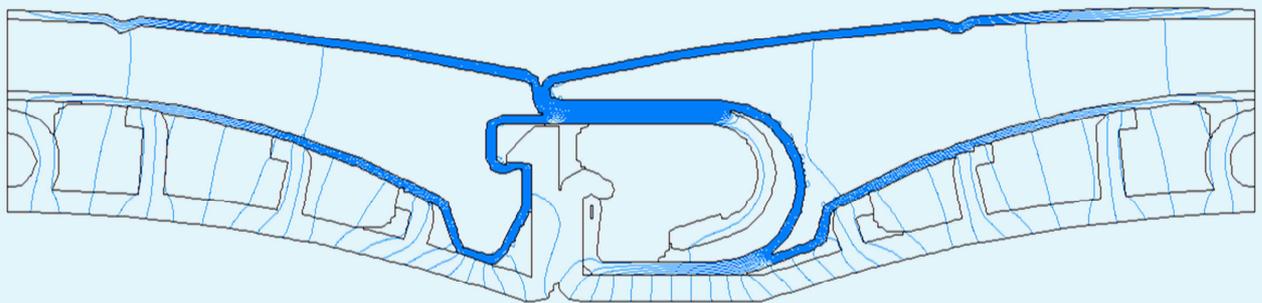
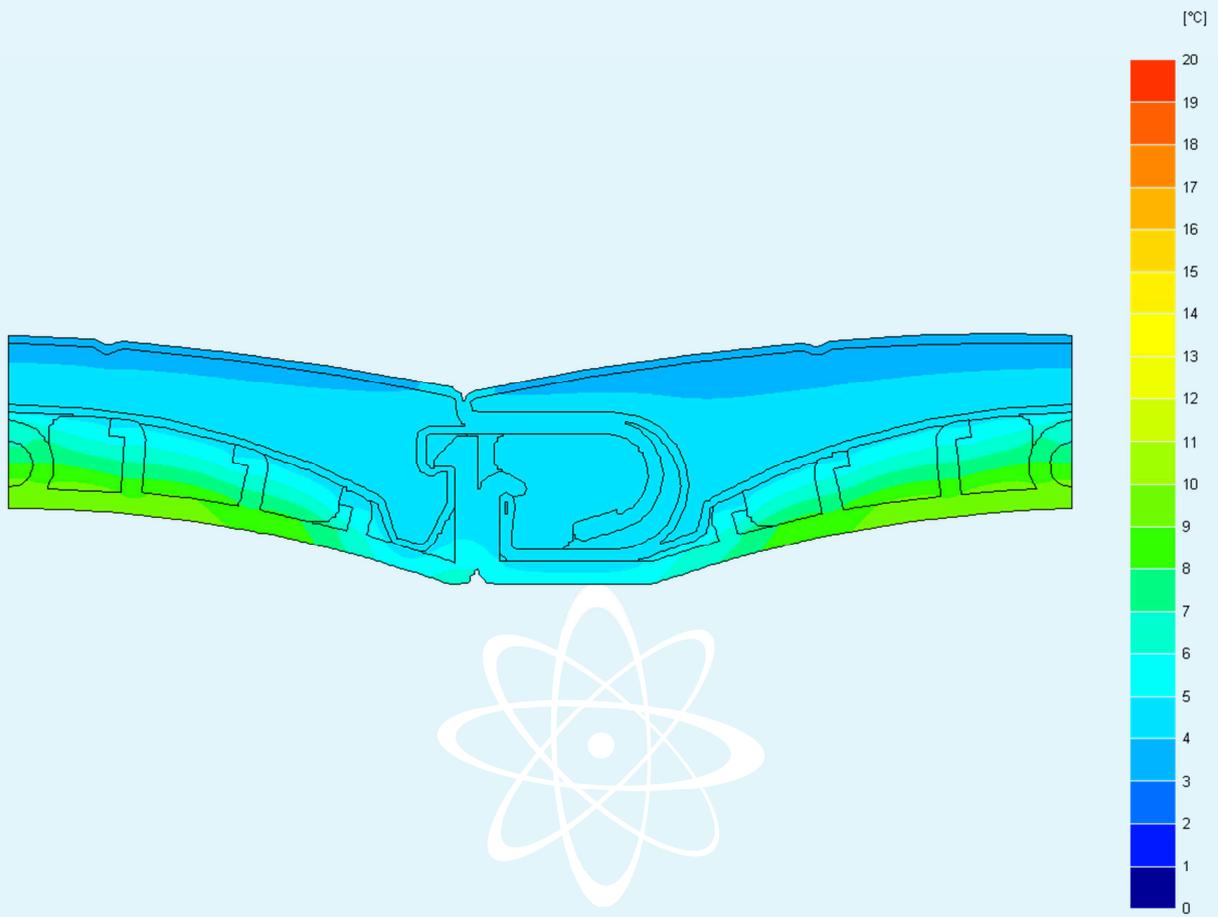
| Trasmittanza termica del serramento senza oscurante "U _w " [W/(m ² ·K)] | TRASMITTANZA TERMICA "U _{ws} " DEL SERRAMENTO CON OSCURANTE CHIUSO "DUERO 55 ALTA DENSITÀ" | |
|--|--|--|
| | nel caso di chiusure oscuranti con permeabilità all'aria media [W/(m ² ·K)] | nel caso di chiusure oscuranti "a tenuta d'aria" [W/(m ² ·K)] |
| 1,0 | 0,88 | 0,83 |
| 1,1 | 0,96 | 0,90 |
| 1,2 | 1,0 | 0,96 |
| 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| 1,4 | 1,2 | 1,1 |
| 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| 1,6 | 1,3 | 1,2 |
| 1,7 | 1,4 | 1,3 |
| 1,8 | 1,5 | 1,3 |
| 1,9 | 1,5 | 1,4 |
| 2,0 | 1,6 | 1,4 |
| 2,1 | 1,6 | 1,5 |
| 2,2 | 1,7 | 1,5 |
| 2,3 | 1,8 | 1,6 |
| 2,4 | 1,8 | 1,6 |
| 2,5 | 1,9 | 1,6 |
| 2,6 | 1,9 | 1,7 |
| 2,7 | 2,0 | 1,7 |
| 2,8 | 2,0 | 1,8 |
| 2,9 | 2,1 | 1,8 |
| 3,0 | 2,2 | 1,8 |

| Trasmittanza termica del serramento senza oscurante “U _w ” [W/(m ² ·K)] | TRASMITTANZA TERMICA “U _{ws} ” DEL SERRAMENTO CON OSCURANTE CHIUSO “DUERO 55” | |
|--|--|--|
| | nel caso di chiusure oscuranti con permeabilità all’aria media [W/(m ² ·K)] | nel caso di chiusure oscuranti “a tenuta d’aria” [W/(m ² ·K)] |
| 1,0 | 0,88 | 0,83 |
| 1,1 | 0,96 | 0,90 |
| 1,2 | 1,0 | 0,96 |
| 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| 1,4 | 1,2 | 1,1 |
| 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| 1,6 | 1,3 | 1,2 |
| 1,7 | 1,4 | 1,3 |
| 1,8 | 1,5 | 1,3 |
| 1,9 | 1,5 | 1,4 |
| 2,0 | 1,6 | 1,4 |
| 2,1 | 1,6 | 1,5 |
| 2,2 | 1,7 | 1,5 |
| 2,3 | 1,8 | 1,6 |
| 2,4 | 1,8 | 1,6 |
| 2,5 | 1,9 | 1,6 |
| 2,6 | 1,9 | 1,7 |
| 2,7 | 2,0 | 1,7 |
| 2,8 | 2,0 | 1,8 |
| 2,9 | 2,1 | 1,8 |
| 3,0 | 2,1 | 1,8 |

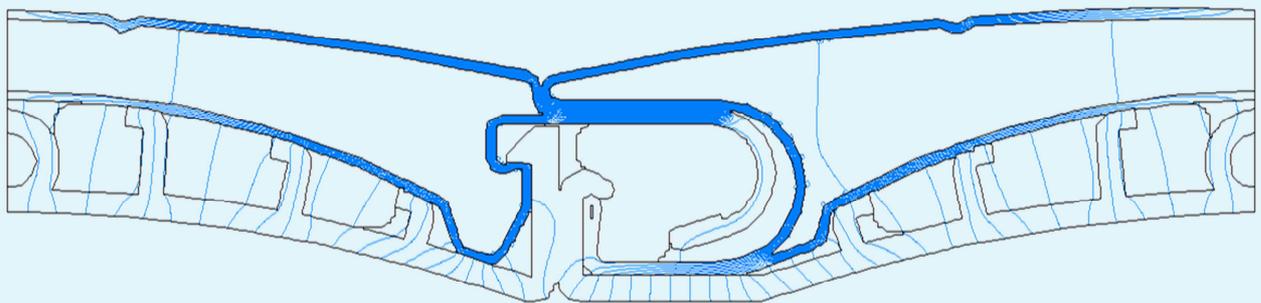
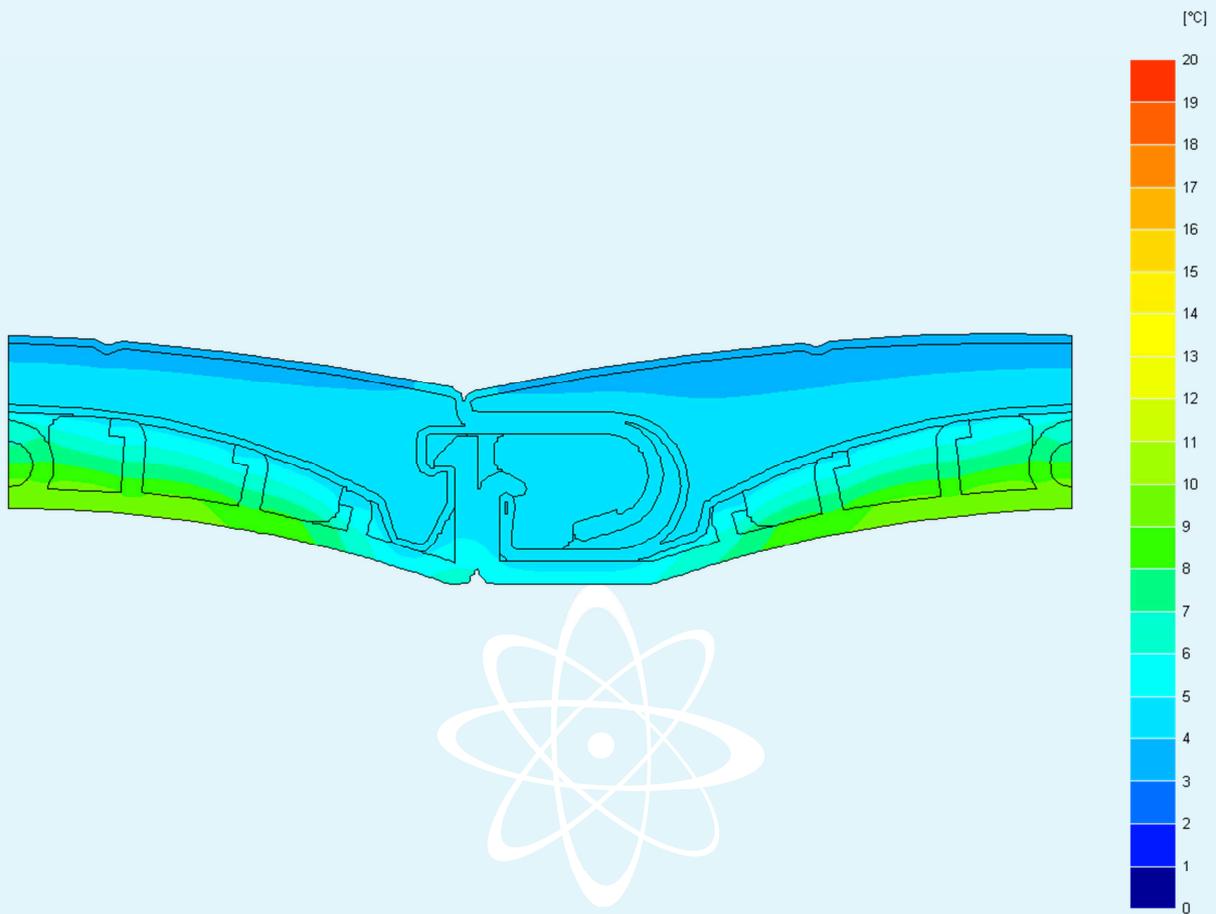
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO PER LA SEZIONE ESAMINATA
DUERO 40**



**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO PER LA SEZIONE ESAMINATA
DUERO 55 ALTA DENSITÀ**



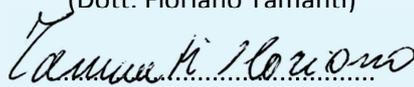
ISOTERME E LINEE DI FLUSSO PER LA SEZIONE ESAMINATA
DUERO 55



Il Responsabile Tecnico
(Ing. Chiara Bastoni)



Il Responsabile del Laboratorio
di Trasmissione del Calore
(Dott. Floriano Tamanti)



L'Amministratore Delegato
(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)

