

RELAZIONE DI CALCOLO N. 315292
CALCULATION REPORT No. 315292

Luogo e data di emissione: Bellaria-Igea Marina - Italia, 28/04/2014

Place and date of issue:

Committente: SCHNELL HOME S.r.l. - Via Borghetto, 2 - Zona Industriale San Liberio - 61030

Customer: MONTEMAGGIORE AL METAURO (PU) - Italia

Data della richiesta del calcolo: 14/11/2013

Date calculation requested:

Numero e data della commessa: 61415, 19/11/2013

Order number and date:

Data del ricevimento del disegno: dal/from 27/11/2013 al/to 29/11/2013

Date drawing received:

Data dell'esecuzione del calcolo: dal/from 25/03/2014 al/to 28/03/2014

Date calculation performed:

Oggetto del calcolo: calcolo della trasmittanza termica di pannello prefabbricato mediante il metodo agli elementi finiti secondo le norme UNI EN ISO 6946:2008 e UNI EN ISO 10211:2008

Purpose of calculation:

calculation of thermal transmittance of a prefabricated panel using the finite-element method in accordance with standards UNI EN ISO 6946:2008 and UNI EN ISO 10211:2008

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

Calculation venue:

Provenienza del disegno: fornito dal Committente

Drawing origin: supplied by Customer

Identificazione del disegno in accettazione: 2013/2620/A-B

Identification of drawing received:

Denominazione del pannello*.

Panel name.*

Il pannello oggetto del calcolo è denominato "PANNELLO CONCREWALL SINGOLO larghezza 1200 mm PCS16".

The calculation regards a panel called "Concrewall Single Panel Width 1200 mm PCS16".

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.
according to information supplied by the Customer.

Comp. AV
Revis. FT

La presente relazione di calcolo è composta da n. 10 fogli ed è emesso in formato bilingue (italiano e inglese);
in caso di dubbio, è valida la versione in lingua italiana.
*This calculation report is made up of 10 sheets and it is issued in a bilingual format (italian and english);
in case of doubt, please refer to the italian version.*

Foglio / Sheet
1 / 10

Descrizione del pannello*.

Description of panel.*

Il disegno fornito dal Committente rappresenta un pannello isolato composto da una lastra di polistirene espanso (massa volumica 15 kg/m³ e spessore medio 160 mm) armata con una serie di connettori in acciaio (diametro 3 mm, passo 150 mm), passanti attraverso lo strato isolante, e da una doppia rete elettrosaldata (diametro 3 mm, passo costante di 75 mm lungo la sezione verticale e di 40 mm oppure 80 mm lungo la sezione orizzontale del pannello). Esternamente al pannello in polistirene espanso, su entrambe le facce, viene applicato uno strato di intonaco di tipo tradizionale, spessore medio 35 mm, per raggiungere uno spessore totale del pannello di 230 mm.

La conduttività termica del polistirene espanso e dell'intonaco in condizioni di riferimento a secco, come da documentazione fornita dal Committente, risulta:

- conduttività termica del polistirene espanso: $\lambda_D = 0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$;
- conduttività termica dell'intonaco a base cementizia: $\lambda = 0,809 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Dimensioni nominali del pannello oggetto del calcolo:

- larghezza: 1200 mm;
- altezza: variabile;
- spessore totale: 230 mm.

Dimensioni nominali del modulo rappresentativo del pannello oggetto del calcolo:

- larghezza: 600 mm;
- altezza: 150 mm;
- spessore totale: 230 mm.

The Customer-supplied drawing shows an insulated panel comprising a sheet of polystyrene foam (density 15 kg/m³ and average thickness 160 mm) reinforced by a set of steel connectors (diameter 3 mm, spacing 150 mm), passing through the insulation layer, and a double arc-welded mesh (diameter 3 mm, having continuous spacing of 75 mm along the panel's vertical section and of 40 mm or 80 mm along the horizontal section). A layer of conventional plaster, average thickness 35 mm, is applied to both external faces of the polystyrene foam panel, thus producing a total thickness of 230 mm.

As per Customer-supplied documentation, the thermal conductivity of the polystyrene foam and plaster under standard dry conditions is:

- *thermal conductivity of polystyrene foam: $\lambda_D = 0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$;*
- *thermal conductivity of cement-mortar plaster: $\lambda = 0,809 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.*

Nominal dimensions of the panel covered by the calculation:

- *width: 1200 mm;*
- *height: variable;*
- *total thickness: 230 mm.*

Nominal dimensions of the representative module of the panel covered by the calculation:

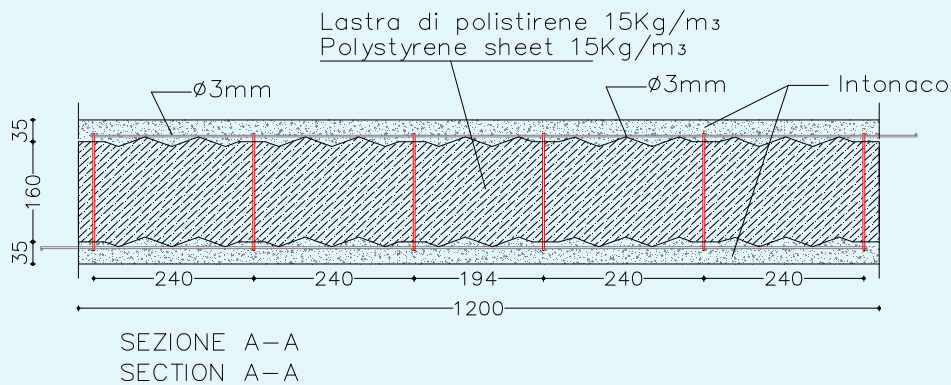
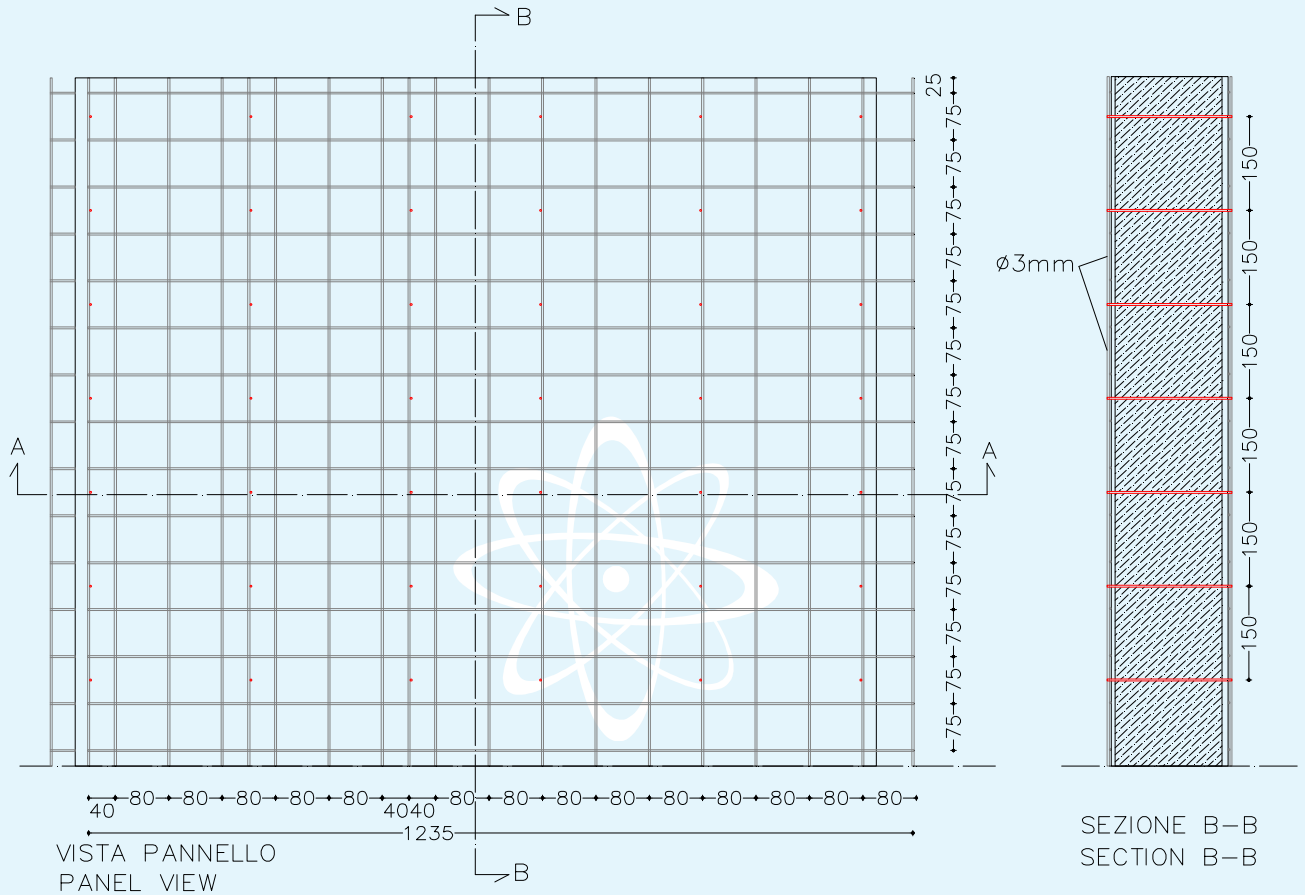
- *width: 600 mm;*
- *height: 150 mm;*
- *total thickness 230 mm.*

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.
according to information supplied by the Customer.

DISEGNO DEL PANNELLO (VISTA E SEZIONI) PANEL DRAWING (VIEW AND SECTIONS)

Scheda Pannello Concrewall Singolo Larg.1200mm
Concrewall Single Panel Width 1200mm

PCS16



Riferimenti normativi.

Normative references.

Il calcolo è stato eseguito prendendo in considerazione le seguenti norme:

- UNI EN ISO 6946:2008 del 17/07/2008 “Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo”;
- UNI EN ISO 10211:2008 del 10/07/2008 “Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati”;
- UNI EN ISO 10456:2008 del 22/05/2008 “Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto”.

The calculation was based on the provisions of the following standards:

- UNI EN ISO 6946:2008 dated 17/07/2008 “Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method”;
- UNI EN ISO 10211:2008 dated 10/07/2008 “Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations”;
- UNI EN ISO 10456:2008 dated 22/05/2008 “Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values”.

Modalità e condizioni di calcolo.

Calculation method and conditions.

Il calcolo è stato svolto utilizzando un programma numerico agli elementi finiti, tridimensionale, conforme alla norma UNI EN ISO 10211, con una discretizzazione di 493 148 punti.

Per il calcolo della trasmittanza termica “U_p” dell’intero pannello è stata utilizzata la seguente formula:

$$U_p = \frac{A_{tot} \cdot U_{is} + \chi_f \cdot N_f^o}{A_{tot}} = U_{is} + \Delta U_f$$

dove: A_{tot} = superficie totale del modulo rappresentativo del pannello, espressa in m²;

U_{is} = valore di trasmittanza termica della parte di pannellatura omogenea isolata, espressa in W/(m²·K);

χ_f = trasmittanza termica puntuale di un connettore, espressa in W/K;

N_f^o = numero di connettori presenti sul modulo rappresentativo del pannello.

Il valore di trasmittanza termica della parte di pannellatura omogenea isolata “U_{is}” è stata valutata dal flusso, ottenuto dall’elaborazione tridimensionale della sezione del modulo rappresentativo del pannello completo di maglie metalliche, ma senza i connettori, tramite la formula:

$$U_{is} = \frac{\phi_{ui}}{\Delta T \cdot A_{tot}}$$

dove: φ_{ui} = flusso passante attraverso l’area del modulo rappresentativo omogeneo del pannello, espresso in W;

ΔT = variazione termica fra i due ambienti (interno ed esterno) separati dal pannello, espressa in K.

La trasmittanza termica puntuale di un connettore “ χ_f ” è stata valutata dalla variazione di flusso termico, ottenuto dalle elaborazioni tridimensionali del modulo rappresentativo con e senza i connettori, tramite la formula:

$$\chi_f = \frac{(\phi_{ci} - \phi_{ui})}{\Delta T \cdot N^{\circ}_f}$$

dove: ϕ_{ci} = flusso passante attraverso l’area del modulo rappresentativo omogeneo del pannello completo di connettori, espresso in W.

La trasmittanza termica puntuale così ottenuta è una trasmittanza puntuale media dei connettori.

The calculation was performed using a three-dimensional finite-element numerical programme complying with standard UNI EN ISO 10211 and with a discretisation of 493 148 points.

In order to calculate the thermal transmittance “ U_p ” of the whole panel, the following expression is applied:

$$U_p = \frac{A_{tot} \cdot U_{is} + \chi_f \cdot N^{\circ}_f}{A_{tot}} = U_{is} + \Delta U_f$$

where: A_{tot} = overall area of the panel’s representative module, in m^2 ;

U_{is} = thermal transmittance value of the panel’s homogeneous, insulated part, in $W/(m^2 \cdot K)$;

χ_f = point thermal transmittance of a connector, in W/K ;

N°_f = number of connectors on the panel’s representative module.

Flow rate was used to calculate the thermal transmittance value of the panel’s homogeneous, insulated part “ U_{is} ”, this being obtained from three-dimensional calculation of the cross section of the representative module of the panel complete with metal mesh, but without connectors, using the formula:

$$U_{is} = \frac{\phi_{ui}}{\Delta T \cdot A_{tot}}$$

where: ϕ_{ui} = flow passing through the panel’s homogenous representative module, in W;

ΔT = temperature difference between the two environments (internal and external) separated by the panel, in K.

The point thermal transmittance of a connector “ χ_f ” was calculated from the difference in the heat flow obtained from three-dimensional calculation of the representative module, with and without connectors, using the formula:

$$\chi_f = \frac{(\phi_{ci} - \phi_{ui})}{\Delta T \cdot N^{\circ}_f}$$

where: ϕ_{ci} = flow passing through the panel’s homogenous representative module complete with connectors, in W.

The resultant point thermal transmittance is a mean point transmittance for the connectors.

Dati di calcolo.Calculation data**Dati per la determinazione della trasmittanza termica del pannello.**

Data for determining panel thermal transmittance.

La trasmittanza termica del pannello oggetto del calcolo è stata valutata nelle seguenti condizioni:

Thermal transmittance of the panel covered by the calculation was calculated under the following conditions:

Temperature <i>Temperatures</i>	Temperatura esterna <i>External temperature</i>	0 °C
	Temperatura interna <i>Internal temperature</i>	20 °C
Resistenze termiche superficiali <i>Surface thermal resistance</i>	Resistenza termica superficiale esterna, "R _{se} " <i>External surface thermal resistance, "R_{se}"</i>	0,04 m ² ·K/W
	Resistenza termica superficiale interna, "R _{si} " <i>Internal surface thermal resistance, "R_{si}"</i>	0,13 m ² ·K/W
Caratteristiche termiche dei materiali costituenti il pannello <i>Thermal characteristics of the panel constituent materials</i>	Conduttività termica dell'acciaio <i>Steel thermal conductivity</i>	50 W/(m·K)
	Conduttività termica dell'intonaco a secco (come da documentazione fornita dal Committente) <i>Dry plaster thermal conductivity (as per Customer-supplied documentation)</i>	0,809 W/(m·K)
	Coefficiente di correzione dell'umidità "f _ψ " (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Mortar") <i>Moisture conversion coefficient "f_ψ" (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Mortar")</i>	4
	Contenuto di umidità in volume "Ψ" dell'intonaco (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Mortar", nelle condizioni T = 23 °C, UR = 50 %) <i>Moisture content of plaster volume by volume "Ψ" (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Mortar", at T = 23 °C, RH = 50 %)</i>	0,04 m ³ /m ³
	Fattore di correzione "F _m " della conduttività termica dell'intonaco (UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3) <i>Conversion factor "F_m" for plaster thermal conductivity (UNI EN ISO 10456, clause 7.3)</i>	1,173
	Conduttività termica dell'intonaco con contenuto di umidità in equilibrio con aria a 23 °C e 50 % UR (UNI EN ISO 10456, paragrafo 7.3) <i>Plaster thermal conductivity with moisture content in equilibrium with air at 23 °C and 50 % RH (UNI EN ISO 10456, clause 7.3)</i>	0,949 W/(m·K)
	Conduttività termica del polistirene espanso (come da documentazione fornita dal Committente) <i>Polystyrene foam thermal conductivity (as per Customer-supplied documentation)</i>	0,039 W/(m·K)

Dimensioni del modulo rappresentativo del pannello impiegate per il calcolo della trasmittanza termica “ U_p ”.

Dimensions of panel's representative module used to calculate thermal transmittance “ U_p ”.

Il valore di trasmittanza termica del pannello viene calcolato sulla base di un modulo rappresentativo estrapolato sulla base delle dimensioni fornite dal Committente.

The panel's thermal transmittance value is calculated on the basis of a representative module extrapolated according to Customer-supplied dimensions.

Larghezza modulo pannello L <i>Panel module width</i> <i>L</i> [mm]	Altezza modulo pannello H <i>Panel module height</i> <i>H</i> [mm]	Area modulo pannello A_{tot} <i>Panel module area</i> <i>A_{tot}</i> [mm ²]
600	150	90000

La correzione della trasmittanza termica dovuta alle connessioni è stata calcolata impiegando le dimensioni ed i dati sotto riportati:

The correction to thermal transmittance to allow for fasteners was calculated using the following dimensions and data:

		Connettore <i>Connector</i>
Numero di elementi nel modulo del pannello “N_f” <i>Number of fasteners in the panel module “N_f”</i>	[n.]	3
Area della sezione della connessione attraversante l'isolamento “A_f” <i>Cross-sectional area of fastener penetrating the insulation “A_f”</i>	[mm ²]	7,07
Spessore medio dell'isolante attraversato dalle connessioni <i>Average thickness of the insulation layer penetrated by the fasteners</i>	[mm]	160
Distanza dell'elemento dalla superficie riscaldata <i>Distance of fastener from heated surface</i>	[mm]	22
Distanza dell'elemento dalla superficie non riscaldata <i>Distance of fastener from unheated surface</i>	[mm]	22

Risultati del calcolo.

Calculation results.

Trasmittanza termica dei componenti del pannello.

Thermal transmittance of panel components.

Il valore di trasmittanza termica della parte omogenea isolata del pannello risulta:

$$U_{is} = 0,237 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

I valori di trasmittanza termica puntuale dei ponti termici dovuti ai connettori passanti attraverso lo strato isolante, calcolati secondo la norma UNI EN ISO 10211, risultano:

The thermal transmittance value of the panel's homogeneous, insulated part is:

$$U_{is} = 0,237 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Point thermal transmittance values for thermal bridges caused by fasteners penetrating the insulation layer, calculated in accordance with standard UNI EN ISO 10211, are as follows

Tipologia di connessione <i>Fastener type</i>	Trasmittanza termica puntuale singola χ_f <i>Single point thermal transmittance</i> χ_f [W/K]	Numero di fissaggi nel modulo del pannello N_f^o <i>Number of fasteners in the panel module</i> N_f^o [n.]	Incremento di trasmittanza termica ΔU_f <i>Correction to thermal transmittance</i> ΔU_f [W/m ² ·K]
Connettori <i>Connectors</i>	0,00180	3	0,0600

Trasmittanza termica del pannello.

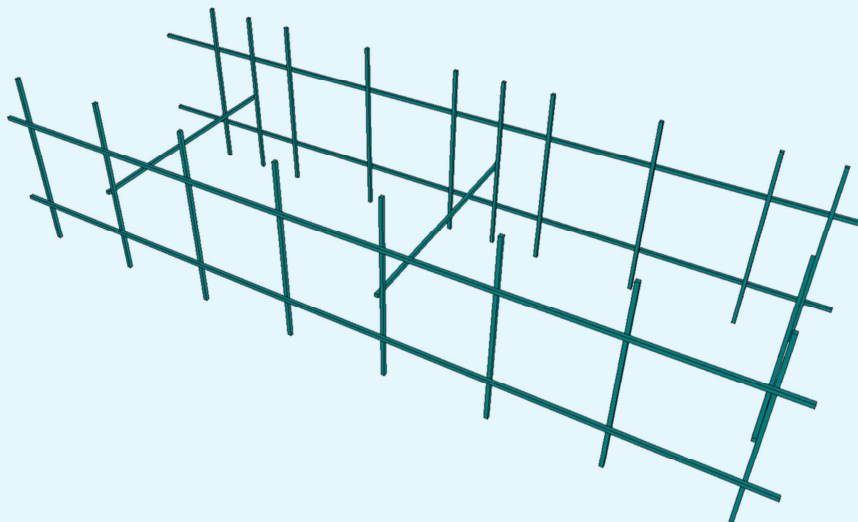
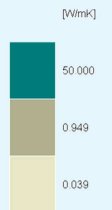
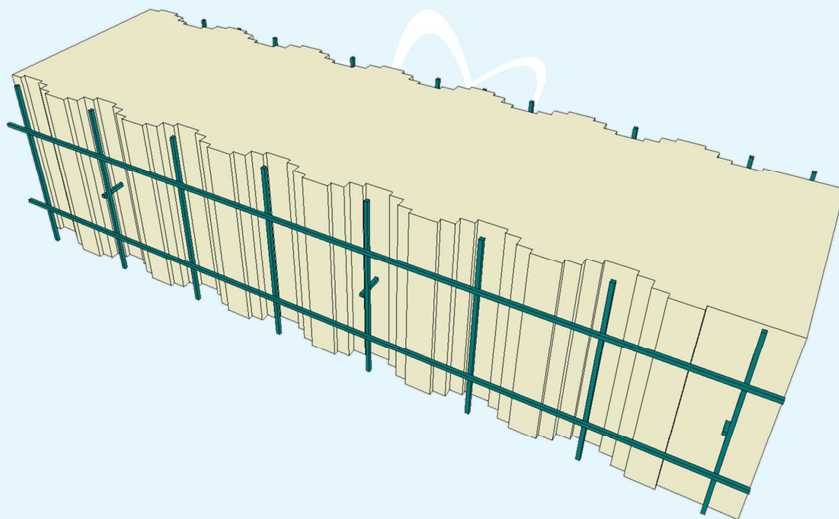
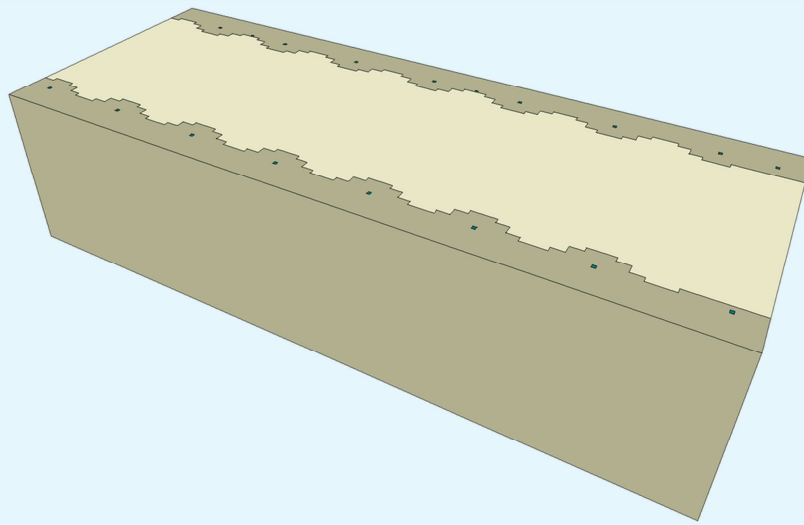
Panel thermal transmittance.

Impiegando i dati sopra riportati è stata ricavata la trasmittanza termica "U_p" del pannello avente le dimensioni riportate al paragrafo precedente:

The above-mentioned figures were used to calculate the thermal transmittance "U_p" for the panel of size specified in the previous section:

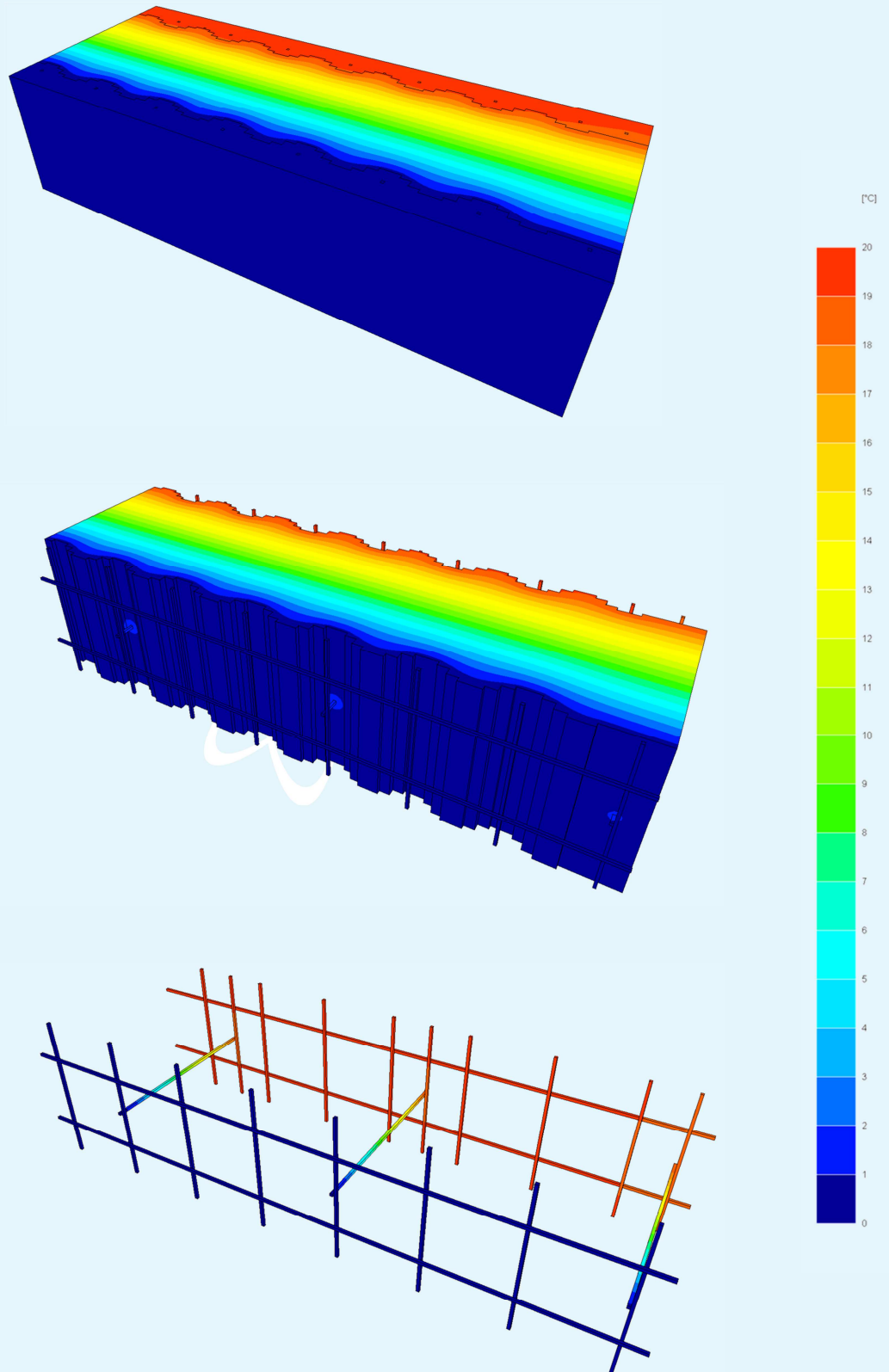
$$U_p = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

SCHEMATIZZAZIONE DEL MODULO DEL PANNELLO ESAMINATO
SCHEMATIC OF THE PANEL MODULE CONSIDERED

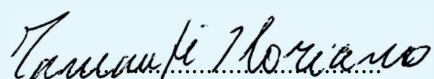


ISOTERME DEL MODULO DEL PANNELLO ESAMINATO

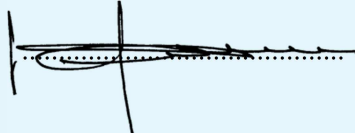
ISOTHERMS FOR THE PANEL MODULE CONSIDERED



Il Responsabile Tecnico
Test Technician
(Dott. Floriano Tamanti)



Il Responsabile del Laboratorio
di Fisica Tecnica
Head of Applied Physics Laboratory
(Dott. Ing. Vincenzo Iommi)



L'Amministratore Delegato
Managing Director
(Dott. Ing. Vincenzo Iommi)

