

## PARETI VENTILATE VENTILATED FACADES\_HINTERLÜFTETE FASSADEN\_FAÇADES VENTILÉES

### ANALISI TERMICA

Il modello per l'analisi termica della parete ventilata è stato elaborato utilizzando il software PAN2 che ha permesso il confronto tra due strutture murarie particolarmente diffuse in Italia, le cui caratteristiche termiche e energetiche sono state analizzate prima senza e successivamente con la parete ventilata, per verificare, anche ai fini del recente Decreto Legislativo 192/2005 e successive modificazioni, i vantaggi che quest'ultima permette di ottenere.

- 1\_Reticolo ad elementi finiti
- 2\_Direzione del flusso termico
- 3\_Distribuzione delle temperature
- 4\_Intensità del flusso termico

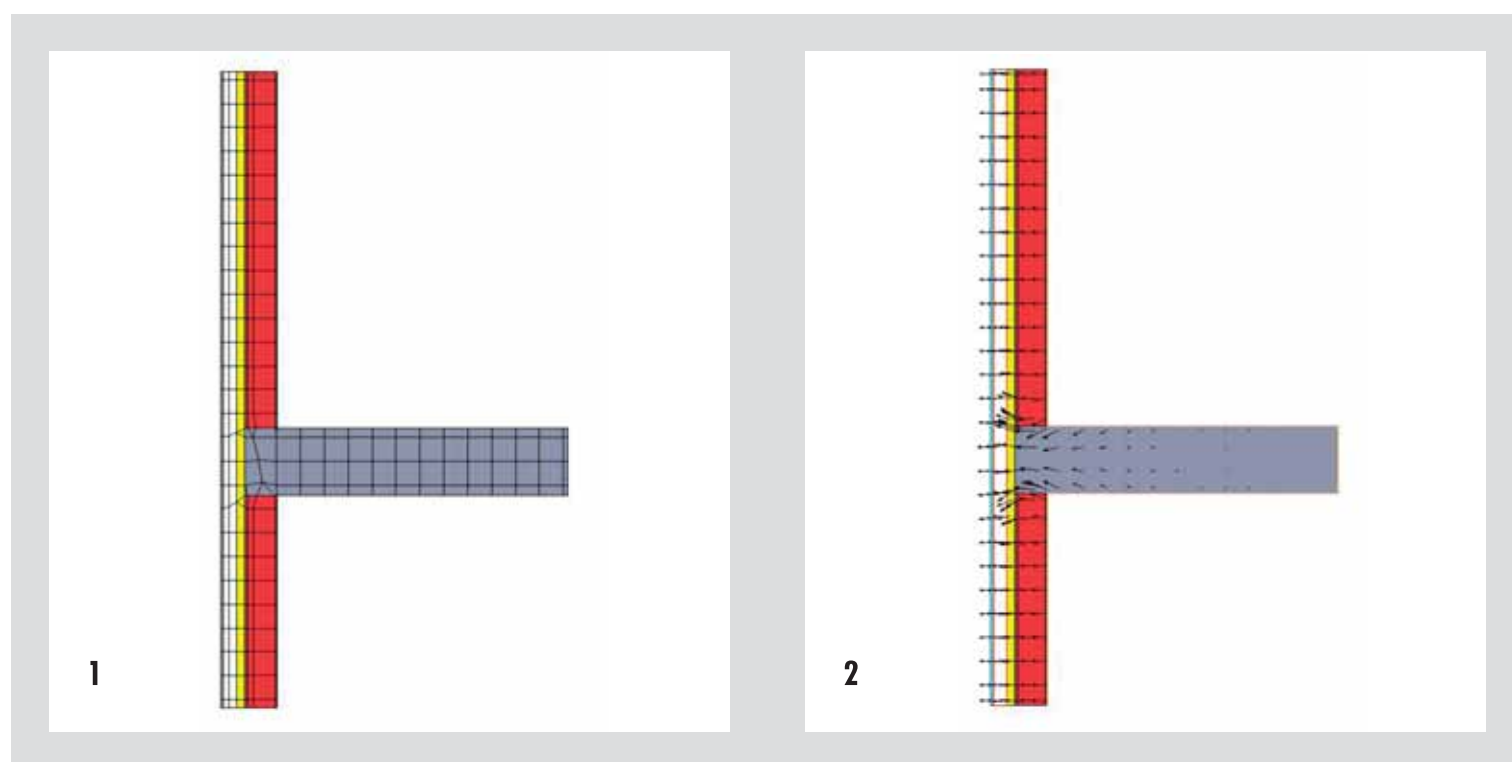
Oltre ai vantaggi indiscussi in termini di dissipamento energetico attraverso i muri, le facciate ventilate permettono l'eliminazione di uno dei grandi problemi delle strutture a travi e pilastri: il ponte termico. Questo fenomeno si verifica in corrispondenza di solai e di qualsiasi interruzione nella struttura, così come si può vedere nelle simulazioni qui presentate: il flusso termico si intensifica proprio in corrispondenza del solaio. La posa dell'isolante all'esterno della parete da rivestire permette di eliminare questo problema.

### RETICOLO AD ELEMENTI FINITI

Finite element Mesh\_Netz mit finiten Elementen\_Quadrillage avec éléments finis

### DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO

Thermal flux vectors\_Richtung des Wärmestroms\_Direction du flux thermique



## THERMAL ANALYSIS

The thermal analysis model for ventilated walls was created using PAN2 software, which made it possible to compare two different types of walls which are particularly common in Italy. The thermal and energy characteristics of these walls were analysed before and after the application of the ventilated wall, in order to determine – also with a view to the provisions of Italian Legislative Decree number 192/2005 and subsequent modifications – the advantages that may derive from applying such a system.

- 1\_Finite element Mesh
- 2\_Thermal flux vectors
- 3\_Temperature distribution
- 4\_Thermal flux magnitude

In addition to the undoubted advantages in terms of the dispersal of energy through the walls, ventilated facades make it possible to eliminate one of the main problems affecting structures with beams and pillars: heat bridges. This phenomenon occurs in floors and anywhere there is a break in the structure, as it can be seen in the simulations presented here: the thermal flux intensifies at the floor. Laying insulation on the outside of the wall to be covered makes it possible to eliminate this problem.

## THERMISCHE ANALYSE

Das Modell zur thermischen Analyse der hinterlüfteten Fassade wurde unter der Verwendung der Software PAN2 entwickelt, die es erlaubt hat, einen Vergleich zwischen zwei in Italien sehr verbreiteten Arten des Mauerwerks anzustellen. Die thermischen und energetischen Eigenschaften wurden zunächst mit und dann ohne hinterlüftete Fassade analysiert, um so – auch im Sinne der jüngsten italienischen gesetzesvertretenden Rechtsverordnung 192/2005 in endgültiger Fassung – die Vorzüge zu überprüfen, die hinterlüftete Fassaden bringen.

- 1\_Netz mit finiten Elementen
- 2\_Richtung des Wärmestroms
- 3\_Temperaturverteilung
- 4\_Intensität des Wärmestroms

Neben den unzweifelhaften Vorteil der darin besteht, dass durch das Mauerwerk weniger Energie verloren geht, und so die Energie gespart werden kann, erlauben die hinterlüfteten Fassaden eines der grossen Probleme von aus Trägern und Stützen bestehendem Mauerwerk zu lösen: die Wärmebrücke. Dieses Phänomen tritt an Geschossdecken und allen Unterbrechungen im Mauerwerk auf, wie die hier gezeigten Simulationen zeigen: Der Wärmestrom wird an den Geschossdecken intensiver. Die Verlegung von Dämmstoffen aussen an der zu verkleidenden Wand kann dieses Problem lösen.

## ANALYSE THERMIQUE

Pour la façade ventilée, le modèle de l'analyse thermique a été défini avec le logiciel PAN2, qui a permis de comparer deux types de maçonnerie très fréquents en Italie. Leurs propriétés thermiques et énergétiques ont tout d'abord été analysées sans la façade ventilée, puis avec la façade ventilée, afin de vérifier les avantages de ce genre de parement, notamment dans le cadre du récent Décret Législatif italien n°192/2005 et modifications suivantes.

- 1\_Quadrillage avec éléments finis
- 2\_Direction du flux thermique
- 3\_Distribution des températures
- 4\_Intensité du flux thermique

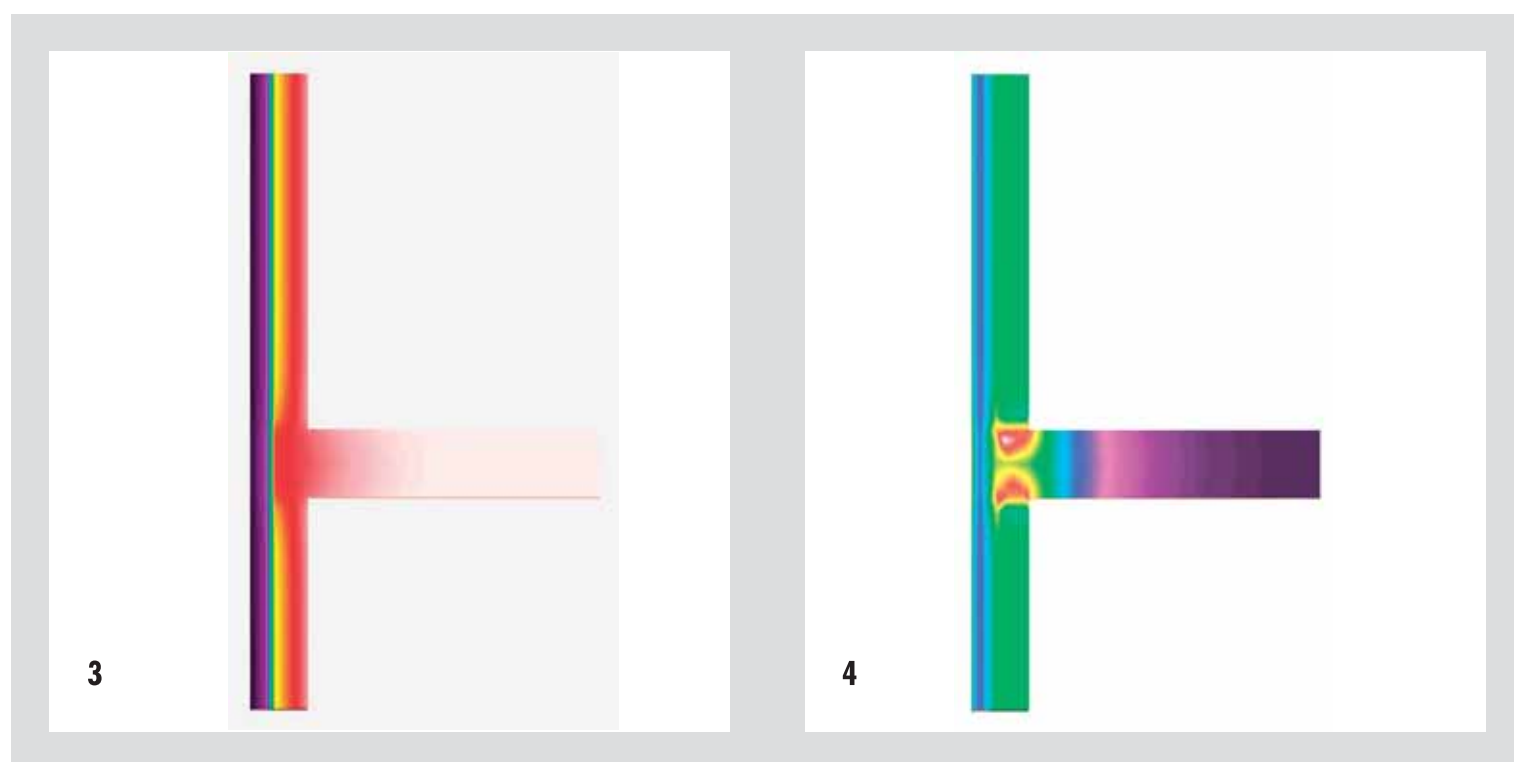
Non seulement les façades ventilées comportent des avantages indiscutables en termes de dissipation énergétique, mais elles suppriment aussi l'un des grands problèmes des structures à base de poutres et piliers : le pont thermique. Ce phénomène se produit au niveau des greniers et de toutes les interruptions de la structure, comme vous pouvez le constater sur les simulations ci-après : le flux thermique s'amplifie à la hauteur du grenier. L'application de l'isolant sur l'extérieur du mur permet d'éviter ce problème.

## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

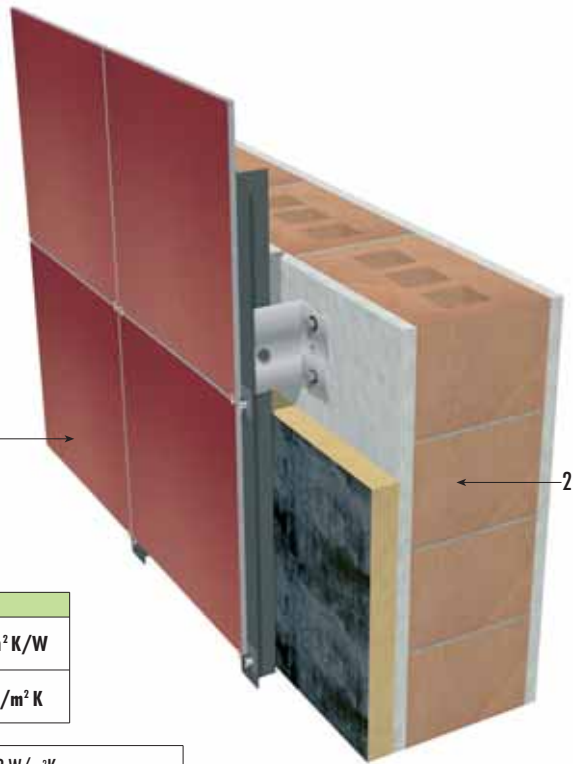
Temperature distribution\_Temperaturverteilung\_Distribution des températures

## INTENSITA' DEL FLUSSO TERMICO

Thermal flux magnitude\_Intensität des Wärmestroms\_Intensité du flux thermique



# PARETI VENTILATE VENTILATED FACADES\_HINTERLÜFTETE FASSADEN\_FAÇADES VENTILÉES



## ANALISI TERMICA\_THERMAL ANALYSIS\_THERMISCHE ANALYSE\_ANALYSE THERMIQUE

Elementi strutturali\_Structural Elements\_Bauteile\_Éléments de la structure

### 1\_Parete ventilata\_Ventilated façade\_Hinterlüftete fassade\_Façade ventilée

Lastre in ceramica tecnica\_Technical ceramic slab\_Platten aus technischer Keramik\_Dalles en céramique technique

Camera di ventilazione\_Chamber of ventilation\_Hinterlüftungsraum\_Chambre de ventilation

Isolante in PSE\_PSE Insulator\_Dämmmaterial aus PSE\_Isolateur en PSE

### 2\_Muratura in laterizio\_Brick wall\_Ziegelmauerwerk\_Maçonnerie de briques

Intonaco\_Plaster\_Putz\_Enduit

Laterizio doppiuni sp. 25 cm\_25 cm thick honeycomb brick\_Hochlochziegel Stärke 25 cm\_brique "doppio uni" de 25 cm d'épaisseur

Intonaco\_plaster\_Putz\_enduit

PRESTAZIONI PARETE VENTILATA_VENTILATED FAÇADE PERFORMANCES_LEISTUNGEN DER HINTERLÜFTETEN FASSADE_PERFORMANCES DE FAÇADE VENTILÉE			
<b>Spessore</b> Thickness_Stärke_Épaisseur	<b>0,40 m</b>	<b>Resistenza</b> Resistance_Belastbarkeit_Résistance	<b>3,125 m<sup>2</sup> K/W</b>
<b>Massa superficiale</b> Surface mass_Oberflächengewicht_Masse surfacique	<b>361,05 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Trasmittanza</b> Transmittance_Wärmedurchgangskoeffizient_Coefficient de transmission	<b>0,320 W/m<sup>2</sup> K</b>

Secondo la Normativa vigente DLGS 192 la Trasmittanza massima accettabile è pari a 0,34 W/m<sup>2</sup>K  
According to the DLGS 192 normative in force the maximum acceptable transmittance is equal to 0,34 W/m<sup>2</sup>K  
Gemäß der geltenden Norm Rechtsverordnung 192 beträgt die zulässige maximaler Wärmedurchgang 0,34 W/m<sup>2</sup>K  
Selon la normative en vigueur DLGS 192 le coefficient de transmission maximum acceptable est égal à 0,34 W/m<sup>2</sup>K

**PARETE VENTILATA = 0,32 W/m<sup>2</sup>K**  
 Ventilated façade\_Hinterlüftete fassade\_Façade ventilée  
**MURATURA IN LATERIZIO = 1,4826 W/m<sup>2</sup>K**  
 Brick wall\_Ziegelmauerwerk\_Maçonnerie de briques

## PARETE VENTILATA\_VENTILATED FAÇADE\_HINTERLÜFTETE FASSADE\_FAÇADE VENTILÉE

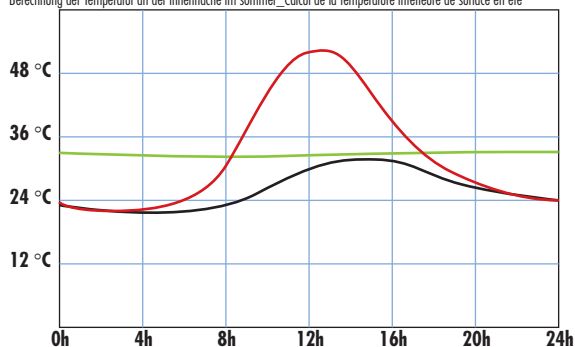
Luogo Place_Ort_Lieu	Castellarano (RE)	Zona Area_Gebiet_Région	E	Gradi giorno Day degree_Gradtag_Degrés jour	23,83 °C
<b>Trasmittanza massima</b> Maximum transmittance maximaler Wärmedurchgang_Coefficient de transmission maximum	0,34 W/m <sup>2</sup> K	<b>Trasmittanza della struttura</b> Transmittance of structure Wärmedurchgang der Struktur_Coefficient de transmission de la structure	0,32 W/m <sup>2</sup> K	<b>Struttura regolamentare secondo DLGS 192</b> Structure compliant with legislative Decree 192 Vorschriftsmässige Struktur nach gesetztesverordnung 192_Structure réglementaire selon le d.lgs italien n°192	
<b>Mese critico</b> Critical month_kritischer Monat_Mois critique	Gennaio_January Januar_Janvier	<b>Resistenza minima accettabile</b> Minimum acceptable resistance akzeptable Mindestbelastbarkeit_Résistance minimale acceptable	2,2087 m <sup>2</sup> K/W	<b>Struttura regolamentare</b> Structure compliant with regulations_Vorschriftsmässige Struktur Structure réglementaire	
<b>Fattore di temperatura</b> Temperature factor Temperaturfaktor_Facteur de température	0,8868	<b>Resistenza totale dell'elemento</b> Total resistance of element Gesamtelastbarkeit des Elements_Résistance totale de l'élément	3,125 m <sup>2</sup> K/W		

## MURATURA SENZA PARETE VENTILATA\_WALL WITHOUT VENTILATED FAÇADE\_MAUERWERK OHNE HINTERLÜFTETE FASSADE\_MUR SANS FAÇADE VENTILÉE

<b>Trasmittanza massima</b> Maximum transmittance maximaler Wärmedurchgang_Coefficient de transmission maximum	0,34 W/m <sup>2</sup> K	<b>Trasmittanza della struttura</b> Transmittance of structure Wärmedurchgang der Struktur_Coefficient de transmission de la structure	1,4826 W/m <sup>2</sup> K	<b>Struttura non regolamentare secondo DLGS 192</b> Structure not compliant with legislative decree 192 Gemäss gesetztesverordnung 192 nicht vorschriftsmässige Struktur_Structure non réglementaire selon le d.lgs italien n°192	
<b>Mese critico</b> Critical month_kritischer Monat_Mois critique	Gennaio_January Januar_Janvier	<b>Resistenza minima accettabile</b> Minimum acceptable resistance akzeptable Mindestbelastbarkeit_Résistance minimale acceptable	2,2087 m <sup>2</sup> K/W	<b>Struttura non regolamentare</b> Structure not compliant with regulations_Nicht vorschriftsmässige Struktur Structure non réglementaire	
<b>Fattore di temperatura</b> Temperature factor Temperaturfaktor_Facteur de température	0,8868	<b>Resistenza totale dell'elemento</b> Total resistance of element Gesamtelastbarkeit des Elements_Résistance totale de l'élément	0,6745 m <sup>2</sup> K/W		

TIPOLOGIA MATERIALE Type of Material_Art des Materials_Type de matériau	Spessore (m) Thickness_Stärke_Épaisseur	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> ) Surface Mass_Oberflächengewicht Masse surfacique	Resistenza (m <sup>2</sup> K/W) Resistance_Belastbarkeit Résistance	Spessore equivalente d'aria (m) Equivalent air thickness_Aquivalente Luftstärke Épaisseur équivalente lame d'air
<b>Superficie esterna</b> External surface_Aussenfläche_Surface extérieure			<b>0,0400</b>	
<b>Lastre in ceramica tecnica</b> Technical ceramic slab_Platten aus technischer Keramik_Dalles en céramique technique	<b>0,010</b>	<b>23,00</b>	<b>0,010</b>	<b>2,000</b>
<b>Camera debolmente ventilata spessore 50 mm</b> Poorly ventilated chamber, thickness 50 mm_Schwach hinterlüftete Kammer mit 50 mm Stärke Espace peu ventilé, épaisseur 50 mm	<b>0,050</b>	<b>0,05</b>	<b>0,0900</b>	<b>0,050</b>
<b>PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819</b> PSE in slabs cut from blocks complying with UNI 7819_PSE-Platten, aus Blöcken gemäss UNI 7819_Plaques de PSE obtenues à partir de blocs conformément à la norme UNI 7819	<b>0,080</b>	<b>2,00</b>	<b>2,35</b>	<b>2,400</b>
<b>Intonaco di calce e gesso</b> Limestone and plaster_Kalk- und Gipsputz_Enduit chaux/plâtre	<b>0,010</b>	<b>12,00</b>	<b>0,0172</b>	<b>0,100</b>
<b>Laterizi doppiuni spessore 25 cm</b> 25 cm thick honeycomb bricks_Hochlochziegel Stärke 25 cm briques "doppio uni" de 25 cm d'épaisseur	<b>0,250</b>	<b>297,00</b>	<b>0,4700</b>	<b>3,7500</b>
<b>Intonaco di calce e gesso</b> Limestone and plaster_Kalk- und Gipsputz_Enduit chaux/plâtre	<b>0,015</b>	<b>21,00</b>	<b>0,0259</b>	<b>0,150</b>
<b>Superficie interna</b> Internal surface_Innenfläche_Surface intérieure			<b>0,1300</b>	

CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA ESTIVA\_Calculation of summer inside surface temperature  
Berechnung der Temperatur an der Innenfläche im sommer\_Calcul de la température intérieure de surface en été



**Temperatura aria esterna**  
External air temperature  
Temperatur Aussenluft  
Température de l'air extérieur

**Temperatura superficiale esterna**  
External surface temperature  
Temperatur Aussenfläche  
Température extérieure de surface

**Temperatura superficiale interna**  
Internal surface temperature  
Temperatur Innenfläche  
Température intérieure de surface

FATTORE DI TEMPERATURA\_Temperature factor  
Temperaturfaktor\_Facteur de température

Mese Month Monat Mois	Pressione di saturazione interna (PA) Internal saturation pressure (PA) Interner Sättigungsdruck (PA) Pression de saturation intérieure (PA)	Temperatura minima superficiale °C Minimum surface temperature in °C Mindesttemperatur an der Oberfläche °C Température minimale de surface °C	Fattore di temperatura Temperature factor Temperaturfaktor Facteur de température
OTTOBRE_October Oktober_Octobre	2045	17,86	0,6807
NOVEMBRE_November November_Novembre	2045	17,86	0,8329
DICEMBRE_December Dezember_Décembre	2045	17,86	0,8756
GENNAIO_January Januar_Janvier	2045	17,86	0,8868
FEBBRAIO_February Februar_Février	2045	17,86	0,8727
MARZO_March März_Mars	2045	17,86	0,8187
APRILE_April April_Avril	2045	17,86	0,7069

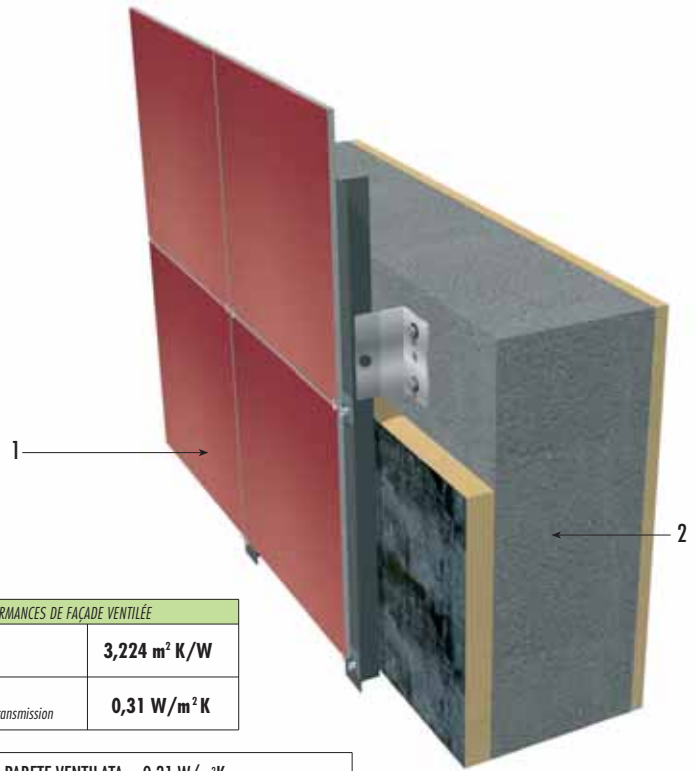
ANALISI TERMICA\_THERMAL ANALYSIS\_THERMISCHE ANALYSE\_ANALYSE THERMIQUE

Elementi strutturali\_Structural Elements\_Bauteile\_Éléments de la structure

1\_Parete ventilata\_Ventilated façade\_Hinterlüftete fassade\_Façade ventilée  
 Lastre in ceramica tecnica\_Technical ceramic slab\_Platten aus technischer Keramik\_Dalles en céramique technique  
 Camera di ventilazione\_Chamber of ventilation\_Hinterlüftungsraum\_Chambre de ventilation  
 Isolante in PSE\_PSE Insulator\_Dämmmaterial aus PSE\_Isolateur en PSE

2\_Muratura in calcestruzzo\_Concrete wall\_Betonmauerwerk\_Maçonnerie de béton  
 Intonaco\_Plaster\_Putz\_Enduit  
 Calcestruzzo sp. 25 cm\_25 cm concrete\_Beton Stärke 25 cm\_Béton de 25 cm d'épaisseur

PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819\_PSE in slabs cut from blocks complying with UNI 7819  
 PSE-Platten, aus Blöcken gemäss\_UNI 7819\_Plaques de PSE obtenues à partir de blocs conformément à la norme UNI 7819



PRESTAZIONI PARETE VENTILATA_VENTILATED FAÇADE PERFORMANCES_LEISTUNGEN DER HINTERLÜFTETEN FASSADE_PERFORMANCES DE FAÇADE VENTILÉE			
Spessore Thickness_Stärke_Épaisseur	0,42 m	Resistenza Resistance_Belastbarkeit_Résistance	3,224 m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale Surface mass_Oberflächengewicht_Masse surfacique	592,42 kg/m <sup>2</sup>	Trasmittanza Transmittance_Wärmedurchgangskoeffizient_Coefficient de transmission	0,31 W/m <sup>2</sup> K

Secondo la Normativa vigente DLGS 192 la Trasmittanza massima accettabile è pari a 0,34 W/m<sup>2</sup>K  
 According to the DLGS 192 normative in force the maximum acceptable transmittance is equal to 0,34 W/m<sup>2</sup>K  
 Gemäß der geltenden Norm Rechtsverordnung 192 beträgt die zulässige maximaler Wärmedurchgang 0,34 W/m<sup>2</sup>K  
 Selon la normative en vigueur DLGS 192 le coefficient de transmission maximum acceptable est égal à 0,34 W/m<sup>2</sup>K

PARETE VENTILATA = 0,31 W/m<sup>2</sup>K  
 Ventilated façade\_Hinterlüftete fassade\_Façade ventilée  
 MURATURA IN CALCESTRUZZO = 2,7804 W/m<sup>2</sup>K  
 Concrete wall\_Betonmauerwerk\_Maçonnerie de béton

PARETE VENTILATA\_VENTILATED FAÇADE\_HINTERLÜFTETE FASSADE\_FAÇADE VENTILÉE

Luogo Place_Ort_Lieu	Castellarano (RE)	Zona Area_Gebiet_Région	E	Gradi giorno Day degree_Gradtag_Degrés jour	23,83 °C
Trasmittanza massima Maximum transmittance maximaler Wärmedurchgang_Coefficient de transmission maximum	0,34 W/m <sup>2</sup> K	Trasmittanza della struttura Transmittance of structure Wärmedurchgang der Struktur_Coefficient de transmission de la structure	0,31 W/m <sup>2</sup> K	Struttura regolamentare secondo DLGS 192_Structure compliant with legislative Decree 192 Vorschriftsmässige Struktur nach gesetzverordnung 192_Structure réglementaire selon le d.lgs italien n°192	

Mese critico Critical month_kritischer Monat_Mois critique	Gennaio_January	Resistenza minima accettabile Minimum acceptable resistance akzeptable Mindestbelastbarkeit_Résistance minimale acceptable	2,2087 m <sup>2</sup> K/W	Struttura regolamentare Structure compliant with regulations_Vorschriftsmässige Struktur Structure réglementaire
Fattore di temperatura Temperature factor Temperaturfaktor_Facteur de température	0,8868	Resistenza totale dell'elemento Total resistance of element Gesamtbelastbarkeit des Elements_Résistance totale de l'élément	3,224 m <sup>2</sup> K/W	

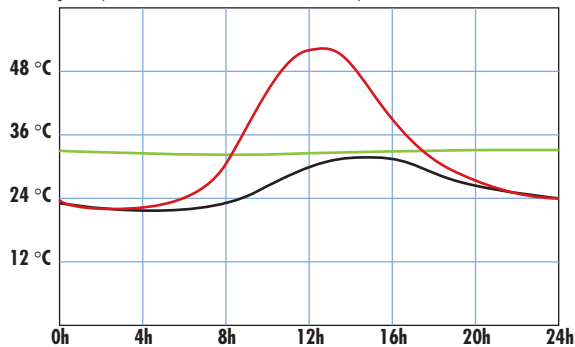
MURATURA SENZA PARETE VENTILATA\_WALL WITHOUT VENTILATED FAÇADE\_MAUERWERK OHNE HINTERLÜFTETE FASSADE\_MUR SANS FAÇADE VENTILÉE

Trasmittanza massima Max. Wärmedurchgang_Coefficient de transmission maximum	0,34 W/m <sup>2</sup> K	Trasmittanza della struttura Transmittance of structure Wärmedurchgang der Struktur_Coefficient de transmission de la structure	2,7804 W/m <sup>2</sup> K	Struttura non regolamentare secondo DLGS 192_Structure not compliant with legislative decree 192 Gemäss gesetzverordnung 192 nicht vorschriftsmässige Struktur_Structure non réglementaire selon le d.lgs italien n°192
---	-------------------------	---	---------------------------	--

Mese critico Critical month_kritischer Monat_Mois critique	Gennaio_January	Resistenza minima accettabile Minimum acceptable resistance akzeptable Mindestbelastbarkeit_Résistance minimale acceptable	2,2087 m <sup>2</sup> K/W	Struttura non regolamentare Structure not compliant with regulations_Nicht vorschriftsmässige Struktur Structure non réglementaire
Fattore di temperatura Temperature factor Temperaturfaktor_Facteur de température	0,8868	Resistenza totale dell'elemento Total resistance of element Gesamtbelastbarkeit des Elements_Résistance totale de l'élément	0,3597 m <sup>2</sup> K/W	

TIPOLOGIA MATERIALE Type of Material_Art des Materials_Type de matériau	Spessore (m) Thickness_Stärke_Épaisseur	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> ) Surface Mass_Oberflächengewicht Masse surfacique	Resistenza (m <sup>2</sup> K/W) Resistance_Belastbarkeit Résistance	Spessore equivalente d'aria (m) Equivalent air thickness_Aquivalente Luftstärke Épaisseur équivalente lame d'air
Superficie esterna External surface_Aussenfläche_Surface extérieure			0,0400	
Lastre in ceramica tecnica Technical ceramic slab_Platten aus technischer Keramik_Dalles en céramique technique	0,010	23,00	0,0100	2,000
Camera debolmente ventilata spessore 50 mm Poorly ventilated chamber, thickness 50 mm_Schwach hinterlüftete Kammer mit 50 mm Stärke Espace peu ventilé, épaisseur 50 mm	0,050	0,05	0,0900	0,050
PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819 PSE in slabs cut from blocks complying with UNI 7819_PSE-Platten, aus Blöcken gemäss UNI 7819_Plaques de PSE obtenues à partir de blocs conformément à la norme UNI 7819	0,080	2,40	2,3529	2,4
Intonaco di calce e gesso Limestone and plaster_Kalk- und Gipsputz_Enduit chaux/plâtre	0,10	18,00	0,0113	0,200
CLS con aggregato naturale per pareti esterne non protette Concrete with natural aggregate for non-protected external walls_BETON mit natürlichen Zuschlagstoffen für nicht geschützte Aussenwände_Béton avec granulats naturel pour murs extérieurs non protégés	0,250	550,00	0,1491	25,000
PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819 PSE in slabs cut from blocks complying with UNI 7819_PSE-Platten, aus Blöcken gemäss UNI 7819_Plaques de PSE obtenues à partir de blocs conformément à la norme UNI 7819	0,015	0,38	0,4412	0,450
Superficie interna Internal surface_Innenfläche_Surface intérieure			0,1300	

CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA ESTIVA\_Calculation of summer inside surface temperature  
 Berechnung der Temperatur an der innenfläche im sommer\_Calcul de la température intérieure de surface en été



Temperatura aria esterna  
External air temperature  
Temperatur Aussenluft  
Température de l'air extérieur

Temperatura superficiale esterna  
External surface temperature  
Temperatur Aussenfläche  
Température extérieure de surface

Temperatura superficiale interna  
Internal surface temperature  
Temperatur Innenfläche  
Température intérieure de surface

FATTORE DI TEMPERATURA\_Temperature factor  
Temperaturfaktor\_Facteur de température

Mese Month Monat Mois	Pressione di saturazione interna (PA) Internal saturation pressure (PA) Interner Sättigungsdruck (PA) Pression de saturation intérieure (PA)	Temperatura minima superficiale °C Minimum surface temperature in °C Mindesttemperatur an der Oberfläche °C Température minimale de surface °C	Fattore di temperatura Temperature factor Temperaturfaktor Facteur de température
OTTOBRE_October Oktober_Octobre	2045	17,86	0,6807
NOVEMBRE_November November_Novembre	2045	17,86	0,8329
DICEMBRE_December Dezember_Décembre	2045	17,86	0,8756
GENNAIO_January Januar_Janvier	2045	17,86	0,8868
FEBBRAIO_February Februar_Février	2045	17,86	0,8727
MARZO_March März_Mars	2045	17,86	0,8187
APRILE_April April_Avril	2045	17,86	0,7069