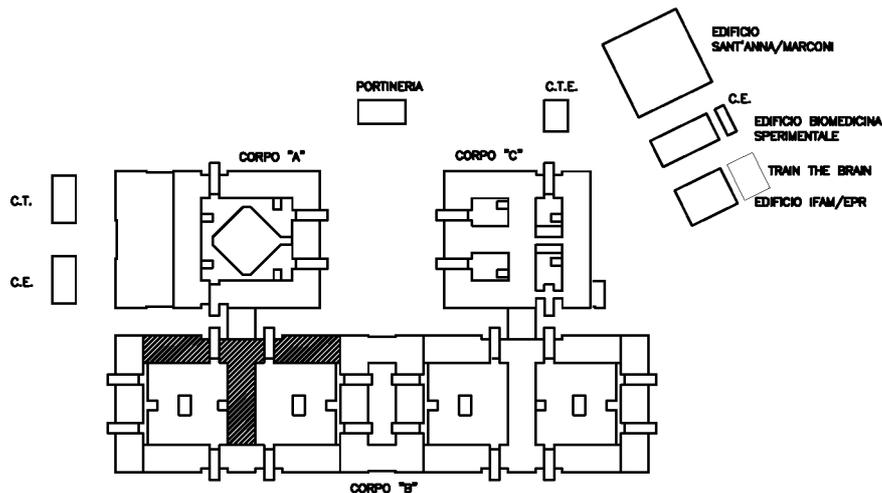




Consiglio Nazionale delle Ricerche

Area della Ricerca di Pisa



Sopraelevazione Edificio "B" dell' Area della Ricerca del C.N.R. di Pisa

PROGETTO PRELIMINARE

(Artt.17-23 DPR 207/2010)

COORDINATORE E PROGETTISTA: Dott. Ing. Ottavio ZIRILLI

DIREZIONE DEI LAVORI:	DIRETTORE TECNICO:	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE:
-----------------------	--------------------	---	--

REV.	AGGIORNAMENTI	DATA	
1			
2			
3			
4			

OGGETTO:
Relazione Energetica
(ex-Legge 91)

NOME FILE	D - G - 06	.DWG
TAVOLA	D-G	NUMERO 06
SCALA		DATA 02/2016

RELAZIONE TECNICA COME DISPOSTO DALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Applicazione del Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192 con aggiornamenti al:
Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311
Decreto Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009 n. 59
Decreto Legislativo 03 Marzo 2011, n. 28

Modello tipo come previsto dall'allegato E del D.lgs 192- G.U. n. 222 del 23/09/05
come modificato dal D.lgs 311 del 29/12/2006- G.U. n. 26 del 01/02/2007

**OPERE RELATIVE AD EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O ALL' AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI QUANDO L'INTERVENTO
SUPERA DEL 20 % IL VOLUME ATTUALE**

Comune	PISA
Indirizzo	Via Giuseppe Moruzzi, 1
Committente	CNR Pisa
Progettista	Dott. Ing. Ottavio Zirilli

1 - INFORMAZIONI GENERALI

Comune di	PISA	
Provincia	PISA	
Progetto per la realizzazione di	Ampliamento di fabbricato esistente	
Sito in	Pisa, via Moruzzi 1	
Permesso a costruire n°		Del:
Classificazione dell'edificio	Unità immobiliare	Classificazione
	CNR	E.2 - Edifici per uffici ed assimilabili
Numero delle unità abitative	1	
Committente	CNR Pisa	
Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio		
Direttore(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio		

- L'edificio (o complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'art. 5 comma 15 del d.p.r. 26/08/93, n. 412 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'allegato I, comma 14 del decreto legislativo

2 - FATTORI TIPOLOGICI DI EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI)

Si fa riferimento per questo punto al progetto architettonico presentato per la concessione

3 - PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno	1694 [GG]
Temperatura minima di progetto	0 [°C]

4 - DATI TECNICO E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Unità immobiliari centralizzate	T. Int.	U. Int.	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[°C]	[%]	[m ³]	[m ²]	[m ⁻¹]	[m ²]
Centrale: CT	20,00	65,00	4.800,68	3.932,08	0,82	1.172,99
Unità immobiliare: CNR			4.800,68	3.932,08	0,82	1.172,99

5 - DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1.1. Impianti termici

i. Descrizione impianto

➤ **Tipologia**

Unità di trattamento aria alimentata da rete di teleriscaldamento collegata alla centrale termica esistente dell'intero complesso

➤ **Sistemi di generazione**

Generatore modulante a gas

➤ **Sistemi di termoregolazione**

Sonda climatica su sistema centralizzato, collettori per il nuovo ampliamento e gestione indipendente per ogni ambiente

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non previsto

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Tubazioni di teleriscaldamento, isolate a norma di legge

Sistemi di ventilazione forzata: tipologia

Estrazione bagni ciechi

Sistemi di accumulo termico: tipologia

Serbatoi di accumulo per il sistema centralizzato

Sistemi di produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Boiler elettrici a pompa di calore

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 350 kW [in gradi francesi]

A norma di legge

Specifiche dei generatori di energia (rendimenti come da Art.4 del DPR 59/09)

Specifiche del generatore: Pompa di calore acs - Analitico	
Tipo	Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico
Fluido termovettore	acqua

Specifiche del generatore: Teleriscaldamento	
Tipo	Teleriscaldamento
Fluido termovettore	Acqua

ii. Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione prevista (*) Continua con attenuazione notturna () Intermittente

Sistema di telegestione dell'impianto termico

Controllo per ogni ambiente

Sistema di regolazione climatica in centrale termica

Termostato di caldaia, sonda esterna climatica e controllo temperatura serbatoi di accumulo

Regolatori climatici delle singole zone o unità immobiliari

Numero di apparecchi

Nessuno, il controllo sarà del tipo ambiente per ambiente

Descrizione sintetica delle funzioni

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi

Numero di apparecchi

1 per ciascun ambiente climatizzato

Descrizione sintetica dei dispositivi

iii. Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari

Numero di apparecchi

0

Descrizione sintetica del dispositivo

iv. Terminali di erogazione dell'energia termica

Bocchette aria calda

v. Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione

Canna fumaria per la centrale termica dell'intero complesso edilizio

vi. Sistemi di trattamento dell'acqua

A norma di legge

vii. Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione

A norma di legge

viii. Specifiche della/e pompa/e di circolazione

Pompe ad inverter

ix. Impianti solari termici

copertura di almeno il 50% del fabbisogno di acqua
calda sanitaria

x. Schemi funzionali degli impianti termici

Si veda il progetto impiantistico allegato alla richiesta di concessione

5.1.2. Impianti fotovoltaici

Minimo di legge

6 – PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

- Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti opachi dell'involucro edilizio
- Confronto con i valori limite di cui all' allegato c al d.lgs. n. 311/06

Vedi allegati alla presente relazione

- Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio
Confronto con i valori limite di cui all' allegato c al d.lgs. n. 311/06

Vedi allegati alla presente relazione

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti

- Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate
- Attenuazione dei ponti termici
- Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti
Confronto con i valori limite di cui all'Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09
Vedi allegati alla presente relazione
- Verifica termo igrometrica
Vedi allegati alla presente relazione

Calcoli relativi alla centrale: CT

Valori di ventilazione		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Unità immobiliare	CNR	
Zona	Uffici	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	2.841,10	[m ³ /h]
Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso	2.841,10	[m ³ /h]
Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso	75	[%]
Zona	Corridoi	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	678,17	[m ³ /h]
Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso	678,17	[m ³ /h]
Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso	75	[%]

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Rendimento di produzione	98,74	[%]
Rendimento di regolazione	98,00	[%]
Rendimento di distribuzione	99,12	[%]
Rendimento di emissione	94,00	[%]

Verifica della quota di energia rinnovabile prodotta come previsto dal D.Lgs. 28 del 03/03/11

Impianti alimentati da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Quantità di energia da fonte energetica rinnovabile	7.824,67	[kWh]
Fabbisogno di energia primaria totale	16.257,98	[kWh]
Percentuale di copertura dei consumi previsti	48,13	[%]
Valore limite ai sensi del co. 1 Allegato 3	50,00	[%]

Impianti alimentati da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Quantità di energia da fonte energetica rinnovabile	8.518,70	[kWh]
Fabbisogno di energia primaria totale	29.042,46	[kWh]
Percentuale di copertura dei consumi previsti	29,33	[%]
Valore limite ai sensi del co. 1 Allegato 3	20,00	[%]

Produzione elettrica di impianti alimentati da fonti rinnovabili		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Potenza elettrica da fonte energetica rinnovabile	2,43	[kW]
Potenza elettrica minima ai sensi del co. 3 Allegato 3	0,00	[kW]

Verifica dei consumi previsti

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Metodo di calcolo utilizzato	UNI EN ISO 13790	
Valore di progetto	5,04	[kWh/m³anno]
Valore limite riportato nell'allegato C del D.lgs 311/06	18,09	[kWh/m³anno]
Fabbisogno di combustibile:		
Teleriscaldamento	1.276,053	[Nm³/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	5.288,60	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	638,50	[kWh/anno]

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Metodo di calcolo utilizzato	UNI EN ISO 13790	
Valore di progetto	9,57	[kWh/m³anno]
Valore limite riportato nell' art. 4 del D.P.R. 59/09	10,00	[kWh/m³anno]

Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Valore di progetto	10,70	[kJ/(m³ GG)]

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Fabbisogno di combustibile:		
Pompa di calore acs - Analitico	0	[Nm ³ /anno]
Pompa di calore acs - Analitico	0	[Nm ³ /anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	3.879,32	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	2.540,54	[kWh/anno]

Indice di prestazione energetica globale

DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Metodo di calcolo utilizzato	UNI EN ISO 13790	
Valore di progetto	8,56	[kWh/m ³ anno]
Valore limite riportato nel co. 8 dell'allegato 3 del D.lgs 28/2011	22,49	[kWh/m ³ anno]

7 -DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- **Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali (si veda progetto architettonico allegato alla concessione).**
- **Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare (si veda progetto architettonico allegato alla concessione).**
- **Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari (si veda progetto architettonico allegato alla concessione)..**
- **Schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogica voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti termici (si veda progetto impianti allegato alla concessione).**
- **Tabella con indicazione delle caratteristiche termiche, igrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio.**
- **Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.**

8 - DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto iscritto numero di iscrizione essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15 commi 1 e 2 del decreto legislativo del 19 Agosto 2005 n. 192 di attuazione della direttiva 2002/91CE, modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311 G.U. Serie Generale n. 26 del 01/02/07 e aggiornato dal Decreto del Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009 n. 59 G.U. Serie Generale n. 132 del 10/06/09.

dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della direttiva 2002/91CE;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data: 14/02/14

Il progettista

Dott. Ing. Ottavio Zirilli

Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.
Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06
3. Trasmissione termica delle degli **elementi divisori** tra unità immobiliari
4. Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio.
Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06
5. Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio

1) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle strutture opache verticali

Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conduktività termica del materiale	l
Conduktivanza unitaria	c
Massa volumica	r
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$d_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$d_u 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{IW}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_p
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_B
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_F
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	(***)

Stru0 - Parete esterna legno			
Spessore totale [cm]:	39,65	Massa superficiale [kg/m ²]:	95,43
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:	0,13	Tot. [(m ² · K)/W]:	7,63
Tot. adottata (***) [W/(m ² · K)]:	0,13	Tot. adottata [(m ² · K)/W]:	7,63

La struttura è impiegata in una zona di categoria diversa da E5, E6, E7 o E8 e la zona climatica è compresa tra A e E.

L'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è 300,93 [W/m²] maggiore di 290 W/m².

La massa superficiale della struttura è: 95,43 [kg/m²] – Valore minimo di legge 230 [kg/m²]

La trasmittanza termica periodica $|Y_{ee,12}|$ della struttura è: 0,0042 [W/(m² · K)] – Valore massimo ammesso 0.12 [W/(m² · K)]

Di conseguenza la struttura è verificata.

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{-12}$	$d_u 10^{-12}$	R
		[cm]	[W/m ² C]	[W/m ² C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² C/W]
10.1	Pannello di gesso naturale	1,25	0,250		700,00	24,13	26,54	0,05
10.1	Pannello di gesso naturale	1,20	0,250		700,00	24,13	26,54	0,05
144.1	Lana minerale	5,50	0,039		16,00	193,00	212,30	1,41
293.1	Freno vapore PE	0,10	0,350		950,00	0,00	0,00	0,00
212.1	Montanti in legno	10,00	0,130		500,00	4,83	5,31	0,77
147.1	Fibra di legno 160	10,00	0,037		160,00	38,60	42,46	2,70
147.2	Fibra di legno 180	10,00	0,042		180,00	38,60	42,46	2,38
252.1	Lastra tipo masonite	1,60	0,130		600,00	3,86	4,25	0,12

Trasmittanza termica parete opaca

Trasmittanza della struttura calcolata	0,131	[W/(m ² · K)]
--	--------------	--------------------------

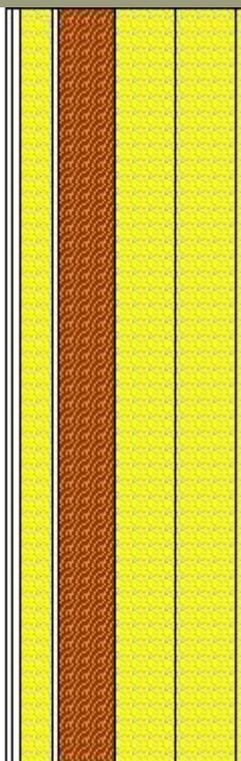
NOTA: PER LA VALUTAZIONE DELLA PARETE VENTILATA E' STATO CONSIDERATO IL METODO DI CALCOLO DELLA NORMA UNI SECONDO IL QUALE NON VENGONO CONSIDERATI GLI STRATI DALLA CAMERA DI VENTILAZIONE VERSO L'ESTERNO E SOSTITUITO IL COEFFICIENTE LIMINARE ESTERNO CON QUELLO INTERNO. TALE METODO SFAVORISCE IL CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ESTIVE, PER CUI SI RIPORTA IL SEGUENTE VALORE CALCOLATO A PARTE:

– SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA IN ESTATE: 18,5 ORE

Immagine stratigrafia

I

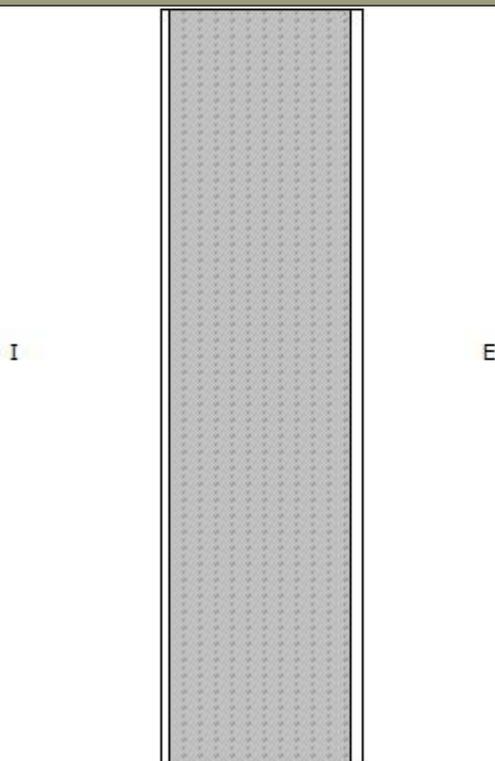
E



Stru3 - Parete esistente			
Spessore totale [cm]:	33,50	Massa superficiale [kg/m ²]:	660,00
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:	2,00	Tot. [(m ² · K)/W]:	0,50
Tot. adottata (***) [W/(m ² · K)]:	2,00	Tot. adottata [(m ² · K)/W]:	0,50

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{12}$	$d_u 10^{12}$	R
		[cm]	[W/m ² C]	[W/m ² C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
1200	Calcestruzzo ordinario	30,00	1,280		2.200,00	2,76	3,03	0,23
10.1	Pannello di gesso naturale	2,00	0,250		700,00	24,13	26,54	0,08

Immagine stratigrafia



- legno porta interna 5cm

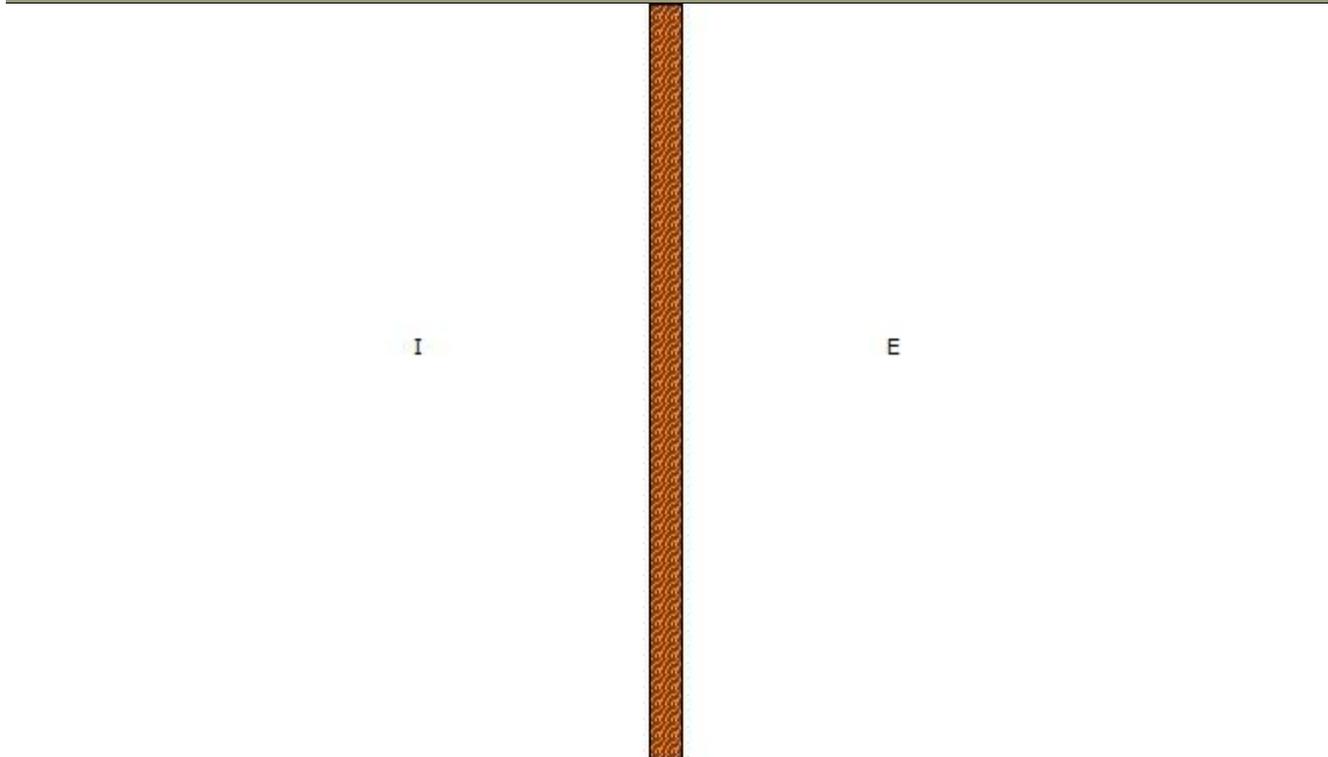
Spessore totale [cm]:	5,00	Massa superficiale [kg/m ²]	42,50
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² ·K)]:	2,52	Tot. [(m ² ·K)/W]:	0,40
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	2,52	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	0,40

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{12}$	$d_u 10^{12}$	R
		[cm]	[W/m ² C]	[W/m ² C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² C/W]
211	Quercia-flusso perpendicolare	5,00	0,220		850,00	3,22	3,54	0,23

Trasmittanza termica parete opaca

Trasmittanza della struttura calcolata	2,517	[W/(m ² ·K)]
--	-------	-------------------------

Immagine stratigrafia



2) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale strutture opache orizzontali dell’involucro edilizio Confronto con i valori limite di cui all’ allegato C al d.lgs. n. 311/06

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conduktività termica del materiale	l
Conduktivanza unitaria	c
Massa volumica	r
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0–50%	$d_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50–95%	$d_u 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{IW}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_p
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_B
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_F
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	(***)

Stru1 - Copertura legno			
Spessore totale [cm]:	32,64	Massa superficiale [kg/m ²]	73,20
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:	0,16	Tot. [(m ² · K)/W]:	6,14
Tot. adottata (***) [W/(m ² · K)]:	0,16	Tot. adottata [(m ² · K)/W]:	6,14

La struttura è impiegata in una zona di categoria diversa da E5, E6, E7 o E8 e la zona climatica è compresa tra A e E

L'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è 300,93 [W/m²] maggiore di 290 W/m².

La trasmittanza termica periodica $|Y_{ee,12}|$ della struttura è: 0,0546 [W/(m² · K)] - Valore massimo ammesso 0.2 [W/(m² · K)]

Di conseguenza la struttura è verificata.

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{12}$	$d_u 10^{12}$	R
		[cm]	[W/m ² ·C]	[W/m ² ·C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² ·C/W]
208	Abete-flusso perpendicolare	2,20	0,120		450,00	3,22	3,54	0,18
208	Abete-flusso perpendicolare	2,20	0,120		450,00	3,22	3,54	0,18
Aluvapor Tender	Membrana BITUVER ALUVAPOR TENDER	0,16		6.250.000,00	1.250,00	0,00	0,00	0,00
147.1	Fibra di legno 160	7,00	0,037		160,00	38,60	42,46	1,89
147.2	Fibra di legno 180	15,00	0,042		180,00	38,60	42,46	3,57
Synto Light	Telo ISOVER SYNTO LIGHT	0,08		13.333.333,33	200,00	5,36	5,90	0,00
1032	Intercapedine aria SOFF. 50mm	5,00	0,350		1,00	193,00	212,30	0,14
2702	rivestimento	1,00	0,260		1.300,00	0,02	0,02	0,04

Trasmittanza termica parete opaca

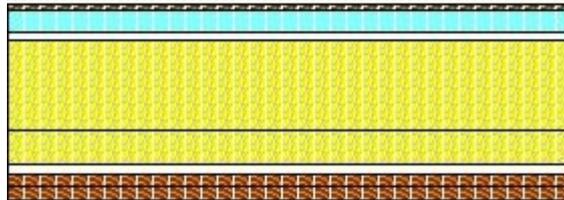
Trasmittanza della struttura calcolata	0,16	[W/(m ² · K)]
--	------	--------------------------

NOTA: PER LA VALUTAZIONE DELLA PARETE VENTILATA E' STATO CONSIDERATO IL METODO DI CALCOLO DELLA NORMA UNI SECONDO IL QUALE NON VENGONO CONSIDERATI GLI STRATI DALLA CAMERA DI VENTILAZIONE VERSO L'ESTERNO E SOSTITUITO IL COEFFICIENTE LIMINARE ESTERNO CON QUELLO INTERNO. TALE METODO SFAVORISCE IL CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ESTIVE, PER CUI SI RIPORTA IL SEGUENTE VALORE CALCOLATO A PARTE:

- SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA IN ESTATE: 14,6 ORE

Immagine stratigrafia

E



I

3) Trasmittanza termica degli elementi divisori tra unità immobiliari

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conduktività termica del materiale	l
Conduttanza unitaria	c
Massa volumica	r
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$d_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$d_u 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	(***)

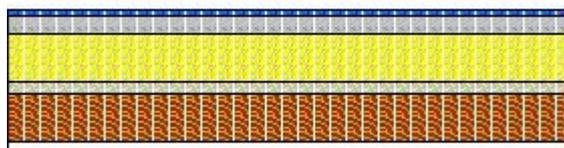
Stru2 - Solaio legno			
Spessore totale [cm]:	23,00	Massa superficiale [kg/m ²]:	160,28
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:	0,10
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:	0,33	Tot. [(m ² · K)/W]:	3,00
Tot. adottata (***) [W/(m ² · K)]:	0,33	Tot. adottata [(m ² · K)/W]:	3,00

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{-12}$	$d_u 10^{-12}$	R
		[cm]	[W/m ² C]	[W/m ² C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,01
208	Abete-flusso perpendicolare	8,00	0,120		450,00	3,22	3,54	0,67
207	Sabbia secca (um. inf. 1%)	2,00	0,600		1.700,00	12,87	14,15	0,03
144.1	Lana minerale	8,00	0,039		16,00	193,00	212,30	2,05
1200	Calcestruzzo ordinario	3,00	1,280		2.200,00	2,76	3,03	0,02
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01

Trasmittanza termica del divisorio		
La struttura divisoria è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza termica U	0,334	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U limite, di cui all' Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09	0,800	[W/(m ² · K)]
Confronto con i valori limite - La struttura è verificata	Si	

Immagine stratigrafia

E



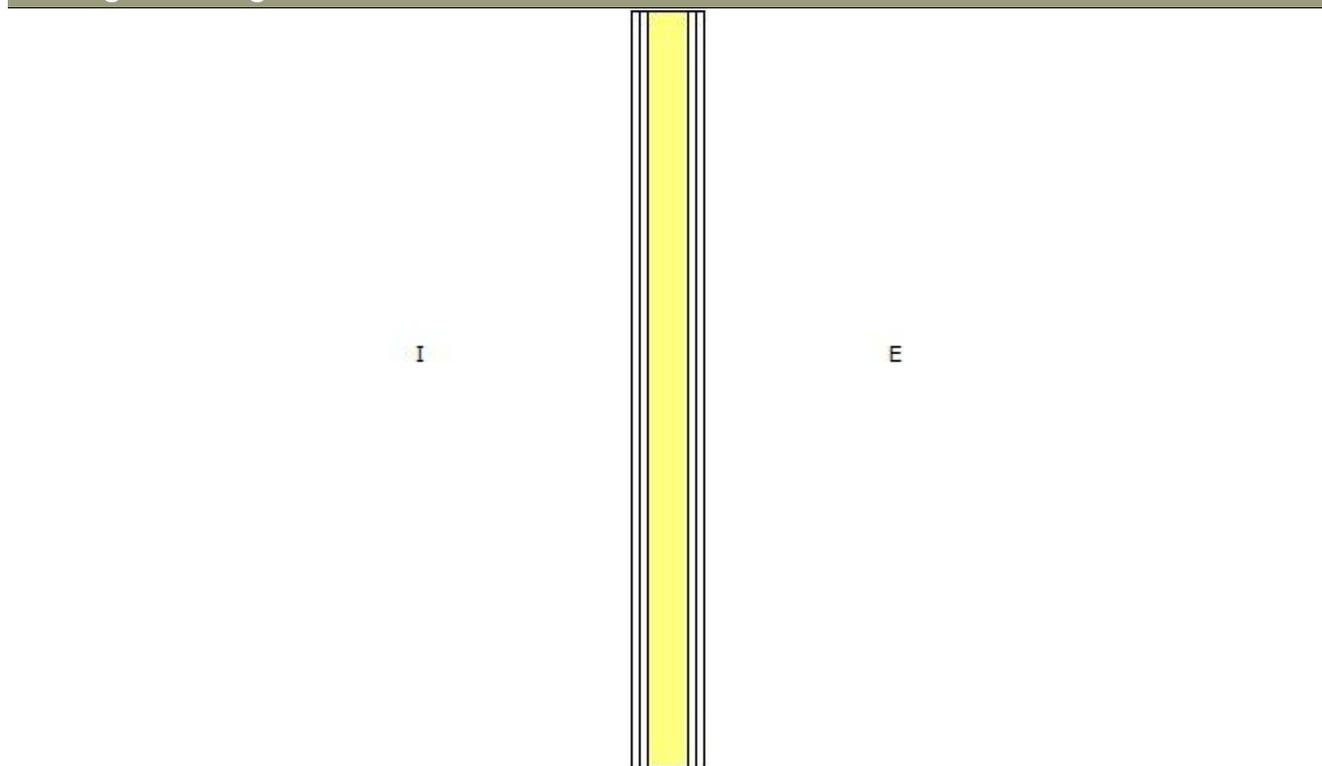
I

Stru6 - Parete divisoria			
Spessore totale [cm]:	12,00	Massa superficiale [kg/m ²]:	1,12
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:	0,48	Tot. [(m ² · K)/W]:	2,09
Tot. adottata (***) [W/(m ² · K)]:	0,48	Tot. adottata [(m ² · K)/W]:	2,09

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{12}$	$d_u 10^{12}$	R
		[cm]	[W/m ² C]	[W/m ² C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² C/W]
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Sonus	Pannello ISOVER SONUS	7,00	0,043		16,00	175,45	193,00	1,63
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05

Trasmittanza termica del divisorio		
La struttura divisoria è del tipo	Verticale	
Trasmittanza termica U	0,478	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U limite, di cui all' Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09	0,800	[W/(m ² · K)]
Confronto con i valori limite - La struttura è verificata	Si	

Immagine stratigrafia

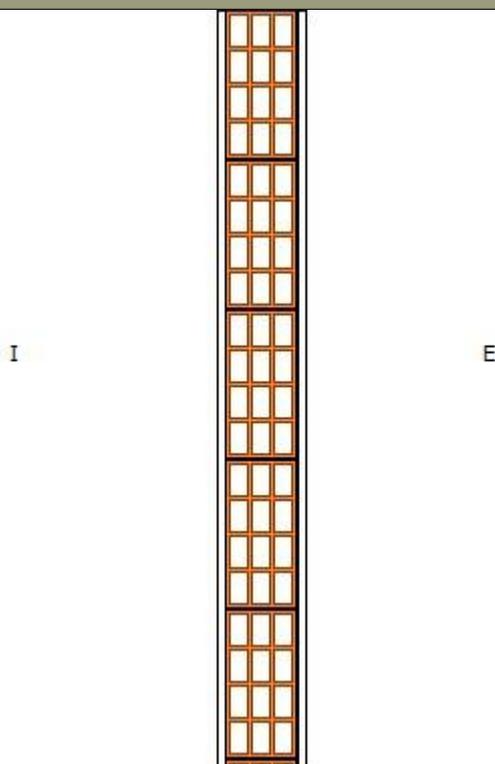


Stru7 - divisorio15			
Spessore totale [cm]:	15,00	Massa superficiale [kg/m ²]	86,04
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:	1,66	Tot. [(m ² · K)/W]:	0,60
Tot. adottata (***) [W/(m ² · K)]:	1,66	Tot. adottata [(m ² · K)/W]:	0,60

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	l	C	r	$d_a 10^{12}$	$d_u 10^{12}$	R
		[cm]	[W/m ² C]	[W/m ² C]	[kg/m ³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m ² C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
2929	Mattone forato 1.1.21 120	12,00		3,22	717,00	21,44	23,59	0,31
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Trasmittanza termica del divisorio		
La struttura divisoria è del tipo	Verticale	
Trasmittanza termica U	1,656	[W/(m ² · K)]
Valore limite della trasmittanza U limite, di cui all' Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09	0,800	[W/(m ² · K)]
Confronto con i valori limite - La struttura è verificata	No	

Immagine stratigrafia



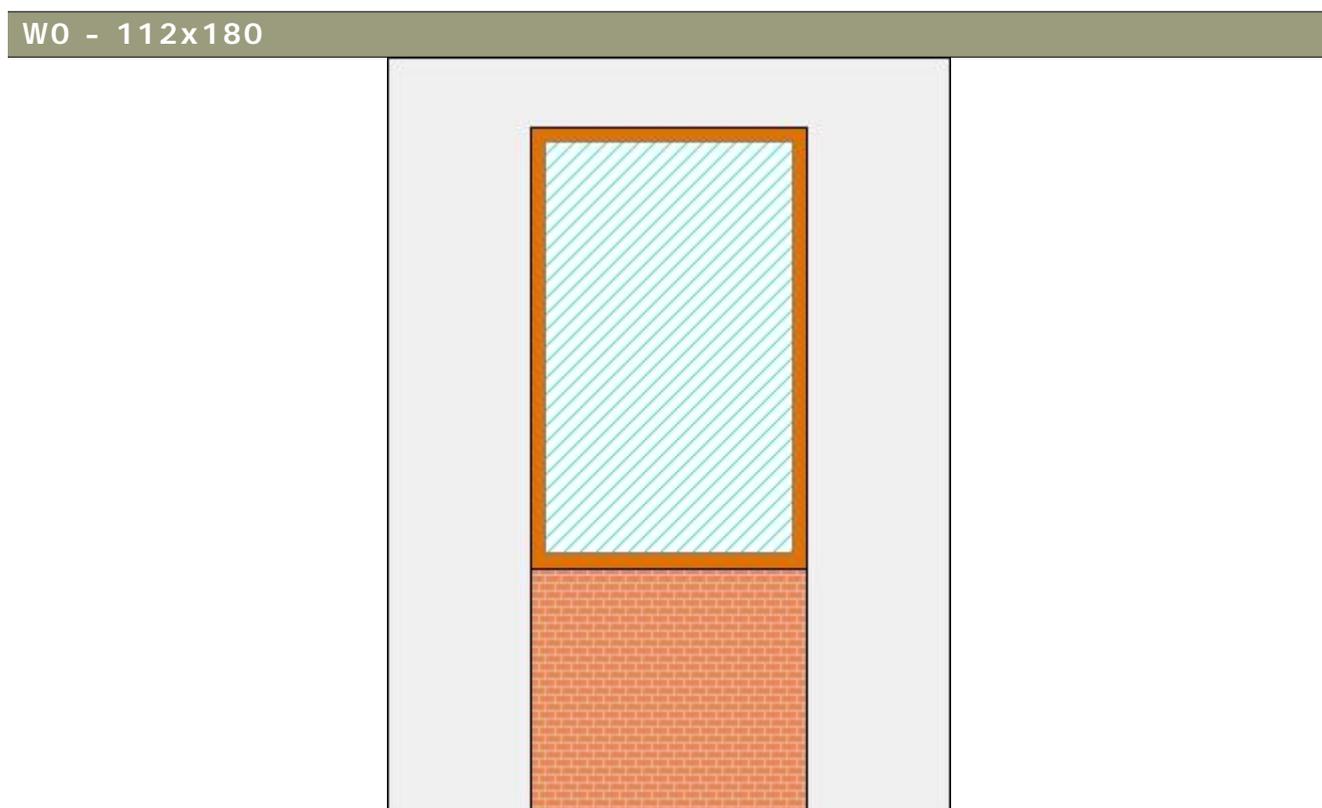
4) Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Area del vetro	Ag
Area del telaio	Af
Lunghezza della superficie vetrata	Lg
Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	Ug
Trasmittanza termica del telaio	Uf
Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	U_l
Trasmittanza termica totale del serramento	U_w
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)

WO - 112x180							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m ² · K)]:		8,14		Superficiale interna(*) [(m ² · K)/W]:		0,12	
Superficiale esterna [W/(m ² · K)]:		23,26		Superficiale esterna(*) [(m ² · K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:		1,16		Tot. [(m ² · K)/W]:		0,86	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,68	0,34	5,36	1,10	1,50	0,03	1,16

Trasmittanza termica del componente trasparente	
Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m ² · K)]	1,3
Trasmittanza centrale del vetro [W/(m ² · K)]	1,1



5) Calcolo della temperatura superficiale e della condensa interstiziale di strutture edilizie secondo la norma uni en iso 13788

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	M_a	[kg/m ²]
Resistenza termica specifica	R	[(m ² · K)/W]
Temperatura	T	[°C]
Fattore di resistenza igroscopica	μ	
Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	f_{Rsi}	
Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	$f_{Rsi,min}$	
Spessore dello strato corrente	S	[cm]

Copertura legno			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Abete-flusso perpendicolare	60	0,183	2,2
Abete-flusso perpendicolare	60	0,183	2,2
Membrana BITUVER ALUVAPOR TEND	670000	0	0,2
Fibra di legno 160	5	1,892	7
Fibra di legno 180	5	3,571	15
Telo ISOVER SYNTO LIGHT	36	0	0,1
Intercapedine aria SOFF. 50mm	1	0,143	5
rivestimento	10000	0,038	1
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9600		6,301	32,6

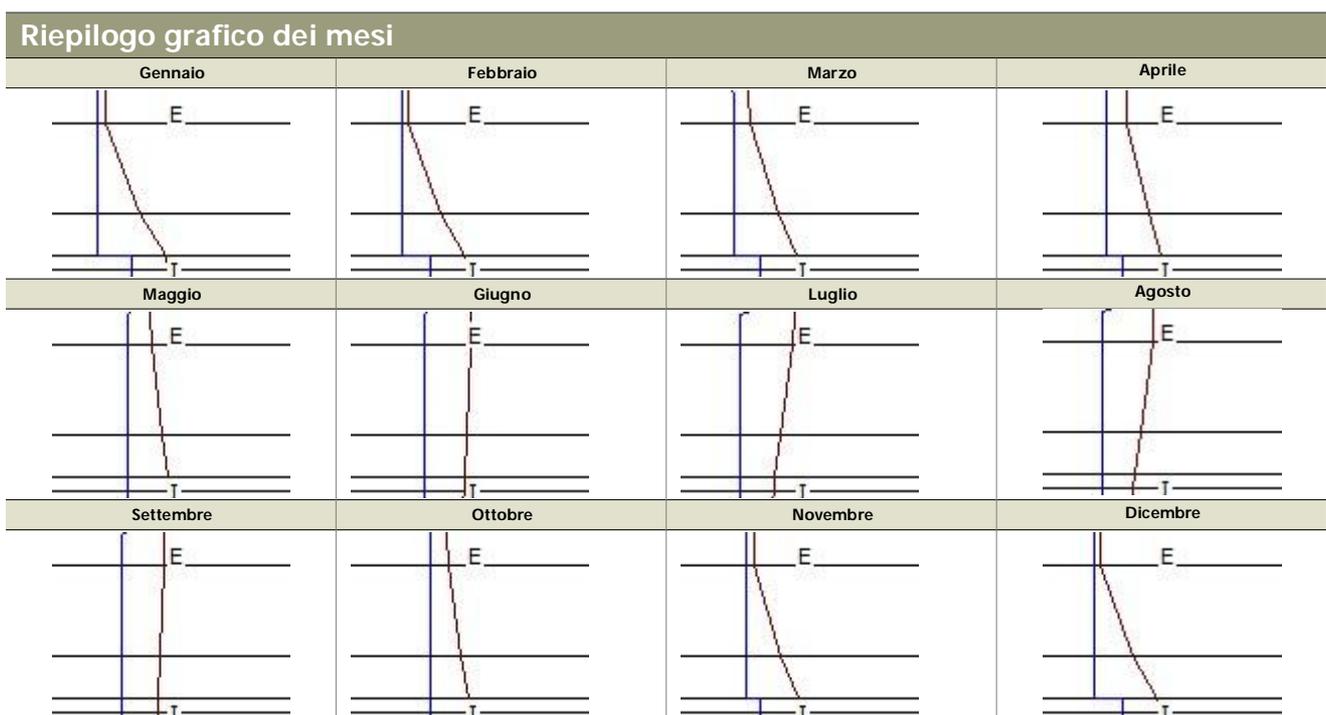
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	6,7	81	20	65	0,79	1,51	16,6	0,7440	0	0
Febbraio	7,7	88	20	65	0,92	1,51	16,6	0,7230	0	0
Marzo	10,6	74	20	65	0,94	1,51	16,6	0,6380	0	0
Aprile	13,6	75	20	65	1,16	1,51	16,6	0,4680	0	0
Maggio	17,2	81	20	65	1,59	1,51	16,6	0,0000	0	0
Giugno	21,1	67	20	65	1,66	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	23,5	71	20	65	2,03	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	23,5	72	20	65	2,08	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	20,9	72	20	65	1,76	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	16,3	83	20	65	1,53	1,51	16,6	0,0796	0	0
Novembre	11,7	87	20	65	1,19	1,51	16,6	0,5900	0	0
Dicembre	7,8	88	20	65	0,92	1,51	16,6	0,7210	0	0

Verifiche normative

La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



Parete esterna legno			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Pannello di gesso naturale	8	0,05	1,2
Pannello di gesso naturale	8	0,048	1,2
Lana minerale	1	1,41	5,5
Freno vapore PE	50000	0,003	0,1
Montanti in legno	40	0,769	10
Fibra di legno 160	5	2,703	10
Fibra di legno 180	5	2,381	10
Lastra tipo masonite	50	0,123	1,6
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9680		7,777	39,7

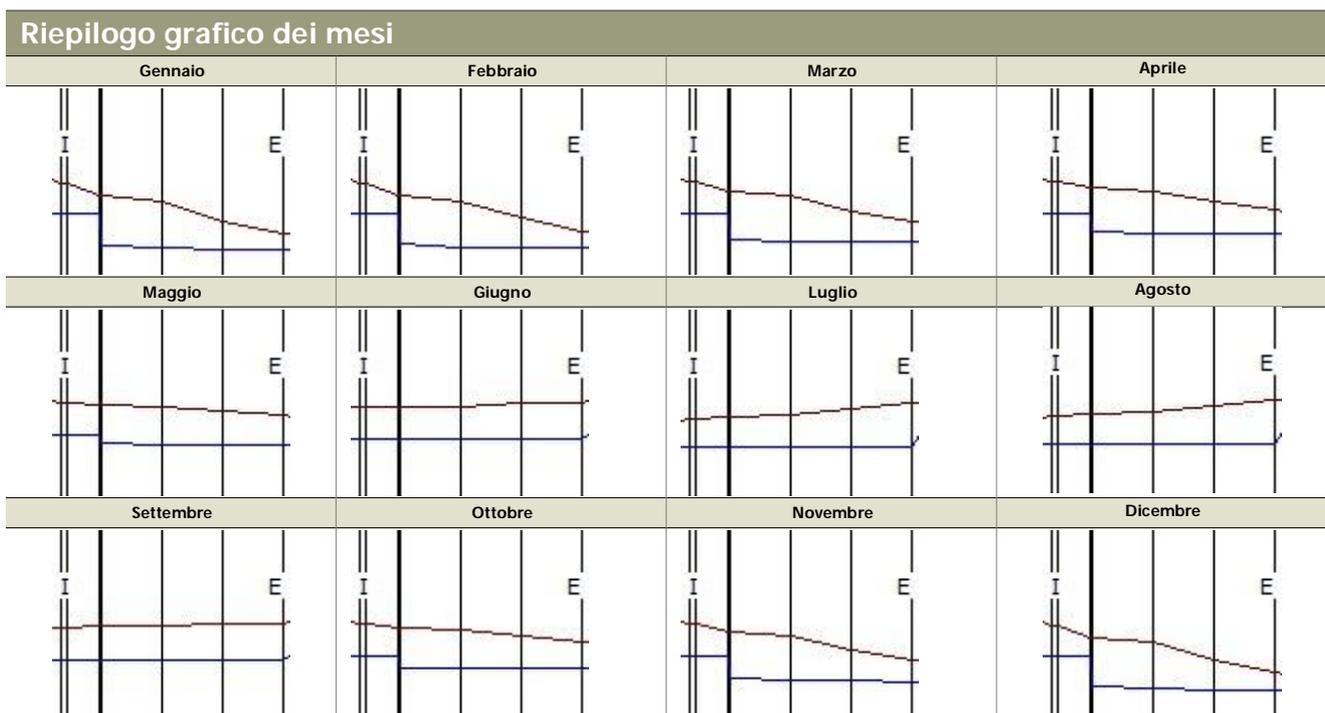
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	6,7	81	20	65	0,79	1,51	16,6	0,7440	0	0
Febbraio	7,7	88	20	65	0,92	1,51	16,6	0,7230	0	0
Marzo	10,6	74	20	65	0,94	1,51	16,6	0,6380	0	0
Aprile	13,6	75	20	65	1,16	1,51	16,6	0,4680	0	0
Maggio	17,2	81	20	65	1,59	1,51	16,6	0,0000	0	0
Giugno	21,1	67	20	65	1,66	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	23,5	71	20	65	2,03	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	23,5	72	20	65	2,08	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	20,9	72	20	65	1,76	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	16,3	83	20	65	1,53	1,51	16,6	0,0796	0	0
Novembre	11,7	87	20	65	1,19	1,51	16,6	0,5900	0	0
Dicembre	7,8	88	20	65	0,92	1,51	16,6	0,7210	0	0

Verifiche normative

La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



Parete esterna legno			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Pannello di gesso naturale	8	0,05	1,2
Pannello di gesso naturale	8	0,048	1,2
Lana minerale	1	1,41	5,5
Freno vapore PE	50000	0,003	0,1
Montanti in legno	40	0,769	10
Fibra di legno 160	5	2,703	10
Fibra di legno 180	5	2,381	10
Lastra tipo masonite	50	0,123	1,6
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9680		7,777	39,7

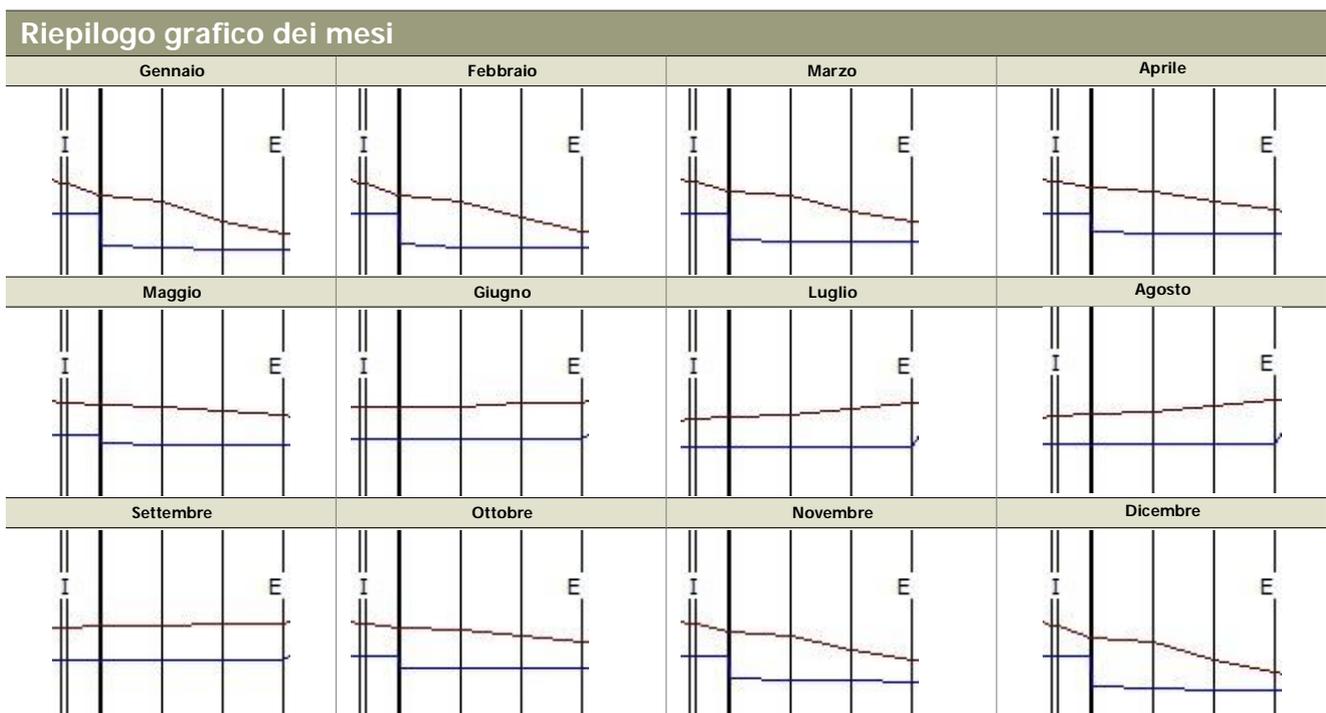
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	7,2	65	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7350	0	0
Febbraio	8,1	65	20	65	0,68	1,51	16,6	0,7130	0	0
Marzo	10,9	65	20	65	0,82	1,51	16,6	0,6240	0	0
Aprile	13,8	65	20	65	1,01	1,51	16,6	0,4480	0	0
Maggio	17,3	65	20	65	1,27	1,51	16,6	0,0000	0	0
Giugno	21,1	65	20	65	1,62	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	23,4	65	20	65	1,87	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	23,4	65	20	65	1,87	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	20,9	65	20	65	1,6	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	16,4	65	20	65	1,2	1,51	16,6	0,0457	0	0
Novembre	12	65	20	65	0,89	1,51	16,6	0,5750	0	0
Dicembre	8,2	65	20	65	0,68	1,51	16,6	0,7110	0	0

Verifiche normative

La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

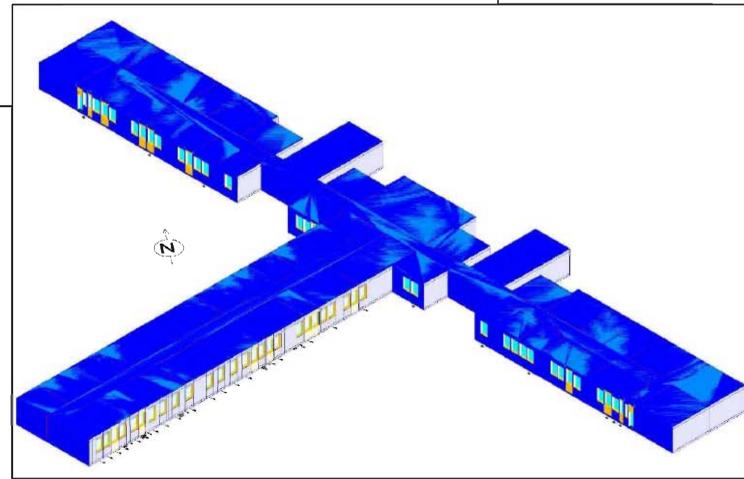
La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa superficiale





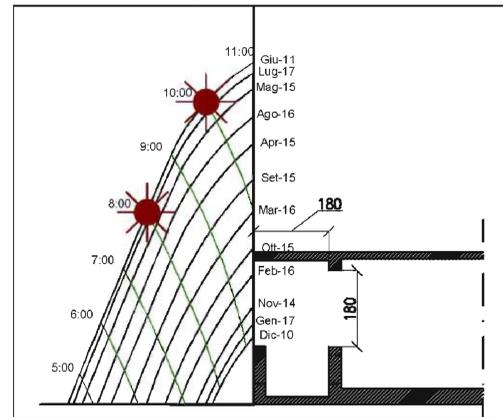
OUTPUT
MODELLAZIONE
TERMICA:
ASSONOMETRIE



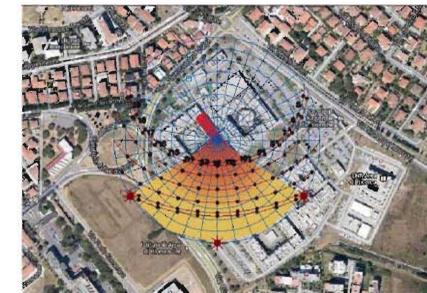
DIAGRAMMI SOLARI CILINDRICI
Prospetto scala 1:100

CARTA DEL SOLE: DIAGRAMMI POLARI

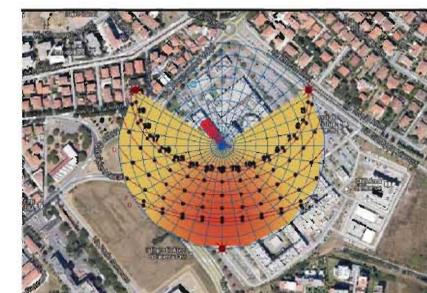
- A 21 Giugno
- B 21 Lug - Mag
- C 21 Ago - Apr
- D 21 Set - Mar
- E 21 Ott - Feb
- F 21 Nov - Gen
- G 21 Dicembre



Prospetto
nord-est



CASO INVERNALE



CASO ESTIVO

INPUT PACCHETTI EDILIZI

	Trasmittanza [W/mqK]	Time shift [h]
Parete esterna	0,13	18,5
Solaio interpiano	0,20	
Copertura	0,16	14,6
Divisori	0,48	
Infissi	1,2	

INPUT CARICHI INTERNI

	Illuminazione [W/mq]	Apparecchiature [W/mq]
Uffici (circa 8mq per persona)	5 (fisso) 5 (variabile)	20 (fisso) 20 (variabile)
Altri ambienti	5 (fisso) 5 (variabile)	5 (fisso) 5 (variabile)

INPUT VENTILAZIONE: UNI 10339
11 litri/secondo per persona

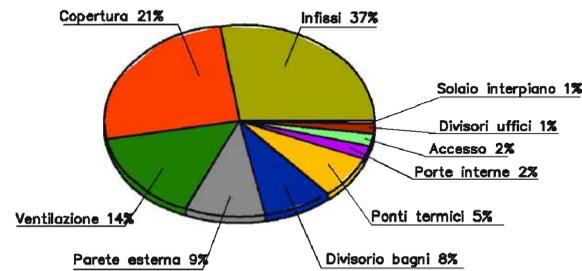
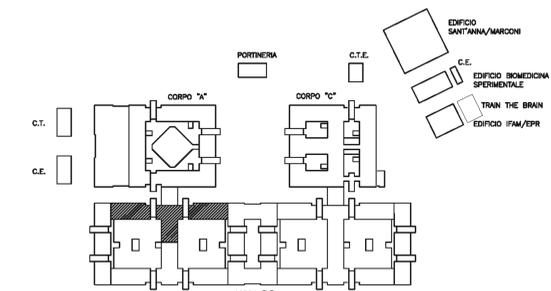


GRAFICO INCIDENZA DISPERSIONI
Temperatura esterna INVERNALE: -5°C
Temperatura esterna ESTIVA: +38°C



Sopraelevazione Edificio "B"
dell' Area della Ricerca del C.N.R. di Pisa

PROGETTO PRELIMINARE
(Artt.17-23 DPR 207/2010)

COORDINATORE E PROGETTISTA: Dott. Ing. Ottavio ZIRILLI

DIREZIONE DEI LAVORI:	DIRETTORE TECNICO:	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE:
-----------------------	--------------------	--	---

REV.	AGGIORNAMENTI	DATA
1		
2		
3		
4		

OGGETTO:
Relazione Energetica
(ex-Legge 91)

NOME FILE	D - G - 06	DWG
TAVOLA	D-G	NUMERO 06
SCALA		DATA 02/2016