

Collana:
L'ISOLAMENTO TERMICO E
ACUSTICO

VOL.4
Muffa, condensa
e ponti termici

Guida completa
all'analisi igrotermica degli edifici

Rossella Esposti
Giorgio Galbusera
Alessandro Panzeri
Claudia Salani

Edito da TEP srl
Via Savona 1/B, 20144 – Milano

Tutti i diritti sono riservati.
Nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo (comprese
fotocopie e microfilm) senza il permesso dell'editore.

Prima edizione: Ottobre 2009
Prima ristampa: Marzo 2010
Seconda ristampa: Dicembre 2010
Seconda edizione: Gennaio 2014
Prima ristampa: Aprile 2014
Terza edizione: Gennaio 2016

Stampa:
Ingraph srl via Bologna 104/106
20038 Seregno, Milano

Copertina: Susanna Mammi
Coordinamento scientifico ed editoriale: Giorgio Galbusera

INDICE:

INTRODUZIONE

PARTE 1:

“Igrotomia in regime stazionario”

Rossella Esposti e Giorgio Galbusera

1. INTRODUZIONE.....	6
2. MIGRAZIONE DEL VAPORE NELLE STRUTTURE.....	6
2.1 Aria umida.....	7
2.2 Il diagramma psicrometrico.....	9
3. GRANDEZZE E UNITÀ DI MISURA.....	11
3.1 Umidità assoluta x	11
3.2 Pressione di vapore P_{vap}	11
3.3 Pressione di saturazione P_{sat}	11
3.4 Umidità relativa UR	11
3.5 Temperatura di rugiada.....	12
3.6 Permeabilità al vapore δ	13
3.7 Fattore di resistenza al vapore μ	13
3.8 Spessore equivalente d'aria S_d	14
4. INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO.....	15
4.1 Cosa prescrive la legge.....	15
4.2 Rischio di condensazione superficiale.....	16
4.3 Rischio di formazione di muffa.....	21
4.4 Rischio di condensa interstiziale.....	25
4.5 Verifica del tempo di asciugatura.....	33
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	35

PARTE 2:

“Igrotomia in regime dinamico”

Giorgio Galbusera e Claudia Salani

1. INTRODUZIONE.....	37
2. DAL REGIME STAZIONARIO AL REGIME DINAMICO.....	37
2.1 I limiti del modello di Glaser (UNI EN ISO 13788).....	37
2.2 Igroscopia in regime dinamico (UNI EN 15026).....	38
2.3 Quando passare all'analisi dinamica?.....	39
3. MODELLO FISICO E CARATTERISTICHE IGROSCOPICHE.....	40
3.1 Introduzione.....	40
3.2 Meccanismi di migrazione del vapore.....	41
3.3 Modello di calcolo.....	44
3.4 Caratteristiche dei materiali.....	46
3.5 La funzione dell'equilibrio igroscopico w	47
3.6 Coefficiente di trasporto liquido D_w	48
3.7 Influenza dell'umidità sulla conduttività termica λ	50
3.8 Influenza dell'umidità sul fattore μ	51
4. CONDIZIONI AL CONTORNO.....	53

4.1	Dati climatici esterni.....	53
4.2	Dati climatici interni.....	54
5.	ESEMPIO D'ANALISI IN REGIME DINAMICO.....	57
5.1	Valutazioni in regime stazionario.....	58
5.2	Valutazioni in regime dinamico.....	60
5.3	Confronto dei risultati e conclusioni.....	64
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	65

PARTE 3: “Ponti termici”

Rossella Esposti, Giorgio Galbusera e Alessandro Panzeri

1.	L'ANALISI DEI PONTI TERMICI.....	67
1.1	L'importanza dei ponti termici.....	67
1.2	Definizione e calcolo dei ponti termici.....	69
2.	LA VALUTAZIONE ENERGETICA DEL COEFFICIENTE ψ	71
2.1	Il significato di ψ secondo UNI EN ISO 14683.....	71
2.2	I contenuti della norma UNI EN ISO 10211.....	74
2.3	La valutazione del coefficiente lineico.....	78
3.	STRUMENTI DI CALCOLO.....	79
3.1	Metodi di calcolo e incertezza prevista.....	79
3.2	Il software IRIS.....	82
3.3	Il software THERM.....	93
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	97

PARTE 4: “Diagnosi igrotermica e contenziosi”

Alessandro Panzeri

1.	COME IMPOSTARE LA DIAGNOSI IGROTERMICA.....	99
1.1	Premessa.....	99
1.2	Interpretare il quesito del giudice.....	100
1.3	Raccolta dati.....	102
1.4	Indagini.....	104
1.5	Soggetti coinvolti.....	105
1.6	Errori e cause.....	107
1.7	Soluzioni.....	108
2.	ESEMPI DI DIAGNOSI.....	109
	Esempio 1: cattiva gestione dell'utenza.....	109
	Esempio 2: errori di progetto.....	120
	Esempio 3: errori di realizzazione.....	126
3.	VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE LINEICO IN OPERA.....	133
3.1	Coefficienti lineici senza correzione.....	134
3.2	Coefficienti lineici con ponte termico corretto.....	137
3.3	Conclusioni.....	138
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	139

PARTE 5: **“Appendici”**

Alessandro Panzeri

APPENDICE A	141
Igrotermia per elementi controterra.....	141
A.1 Introduzione.....	141
A.2 Igrotermia contro terra.....	141

Rossella Esposti

APPENDICE B	144
Schemi di correzione dei ponti termici	144
B.1 Introduzione.....	144
B.2 Ponti termici strutturali (travi, pilastri ecc.)	144
B.3 Pilastri d’angolo.....	145
B.4 Ponti termici parete/serramento	146
B.5 Cassonetti per avvolgibili	146
B.6 Ponti termici su aggetti e balconi	147
B.7 Piano pilotis	147
B.8 Fondazioni e ambienti non riscaldati	148
B.9 Attacco della copertura piana	149
B.10 Attacco della copertura a falda	149

Valentina Raisa

APPENDICE C	150
Qualità dell’aria interna.....	150
C.1 Introduzione.....	150
C.2 Inquinamento dell’aria interna.....	150
C.3 I sintomi associati ad una non adeguata qualità dell’aria	152
C.4 Le malattie collegate all’edificio	153
C.5 Il problema della ventilazione	154
C.6 Riferimenti bibliografici	166

Note sugli autori:

Gli autori fanno parte dello staff tecnico ANIT.

È possibile mettersi in contatto con ANIT via telefono al numero 02-89415126 oppure via email all’indirizzo info@anit.it.

Si segnala che per i soci ANIT è attivo tutti i giorni dalle 10.00 alle 13.00 un servizio telefonico di chiarimenti tecnici.

Per maggiori informazioni sul servizio e su come diventare soci ANIT: visitare il sito www.anit.it
