

POLITECNICO DI TORINO

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

I SESSIONE – ANNO 2001

Ramo MECCANICA

TEMA N. 3

Si consideri lo stabilimento di cui in Figura 1 è riportata una pianta schematica; lo stabilimento è alto 6 m e i carichi estivo ed invernale, inclusi gli effetti di tutti gli apporti gratuiti e delle attività svolte, sono rispettivamente pari a 80 W/m^2 e 20 W/m^3 . Il numero di ricambi richiesto è pari 1.5 vol/h. Le condizioni di progetto sono riportate in Tabella 1.

Nell'ipotesi di realizzare un impianto a tutta aria si chiede di:

1. calcolare le portate di aria da trattare nei due casi estivi e invernali.
2. tracciare sul diagramma dell'aria umida (allegato in 2 copie) le trasformazioni termodinamiche che l'aria subisce nelle condizioni estive e in quelle invernali; evidenziando in particolare gli stati E (ambiente esterno), A (ambiente interno), I (introduzione in ambiente), M (ingresso Unità di Trattamento Aria U.T.A.), C (uscita da batteria di preriscaldamento), D (uscita da saturatore) e G (uscita dalla batteria di raffreddamento).
3. Dimensionare i canali per la distribuzione dell'aria nello stabilimento a partire dalla U.T.A. e disegnare uno schema in cui siano evidenziate le dimensioni. Si formulino opportune ipotesi sulla posizione dei punti di immissione dell'aria in ambiente.
4. Calcolare le potenze delle batterie nella U.T.A., e definire inoltre la potenza del ventilatore e la portata di acqua richiesta nel saturatore.
5. Con opportune ipotesi sui rendimenti dei generatori di potenza termica e frigorifera, calcolare la potenza elettrica e la portata di combustibile in centrale.
6. Disegnare uno schema funzionale dell'impianto.

1

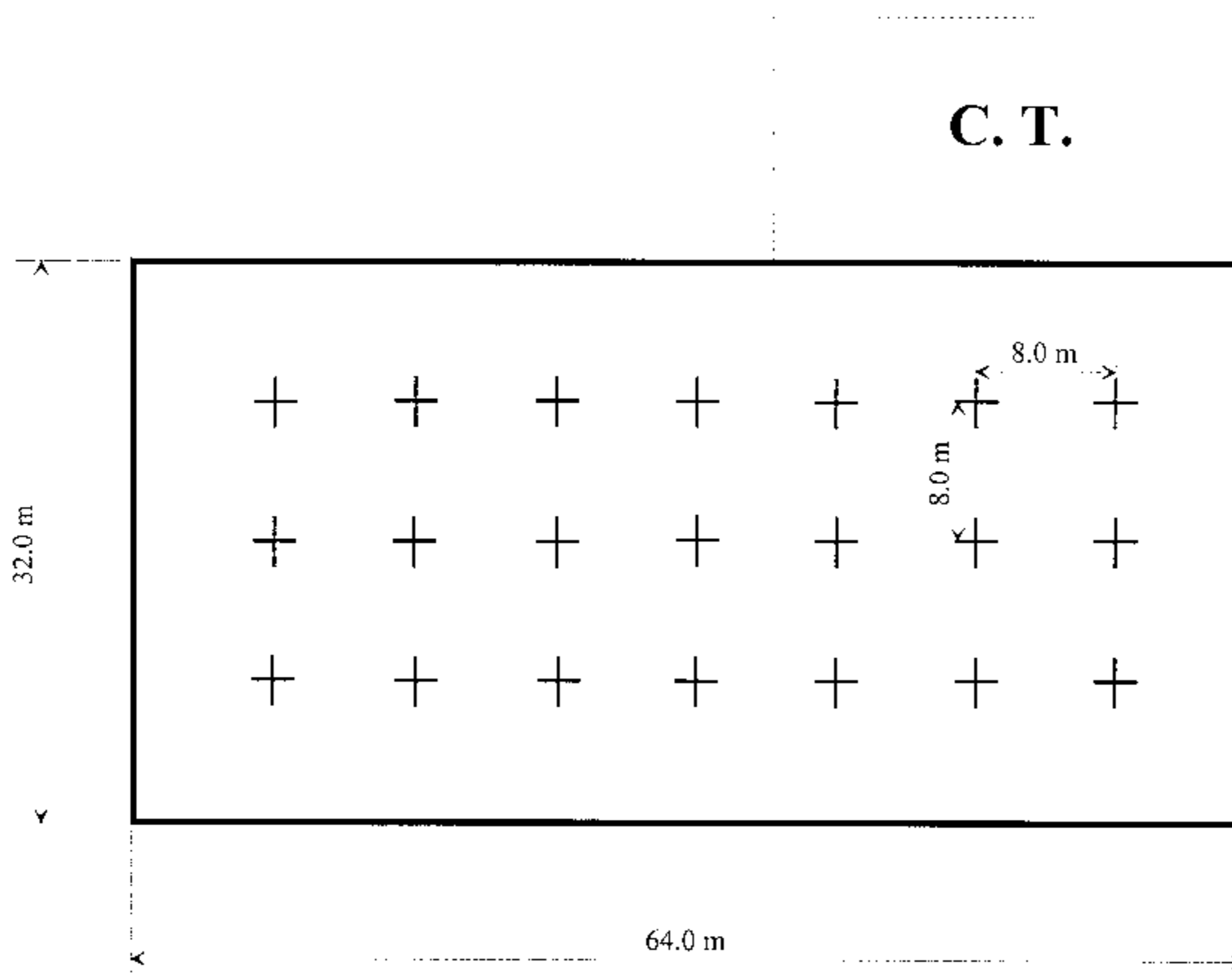


Tabella 1 – Condizioni di progetto

Condizioni di progetto esterne

Inverno	$T_{E,i} = -8^{\circ}\text{C}$	$UR_{E,i} = 90\%$
Estate	$T_{E,e} = 34^{\circ}\text{C}$	$UR_{E,e} = 50\%$

Condizioni di progetto interne

Inverno	$T_{A,i} = 18^{\circ}\text{C}$	$UR_{A,i} = 50\%$
Estate	$T_{A,e} = 28^{\circ}\text{C}$	$UR_{A,e} = 50\%$

Temperatura di immissione:

Inverno	$T_{l,i} = 33^{\circ}\text{C}$
Estate	$T_{l,e} = 18^{\circ}\text{C}$

Tabella 2 – Passaggio attraverso componenti (valori approssimati)

Bocchette	2 – 4	mmH ₂ O
Filtri	8 – 15	mmH ₂ O
Batterie riscaldamento	2 – 8	mmH ₂ O
Batterie raffreddamento	8 – 15	mmH ₂ O

DIAGRAMMA N° 2 Campo Temperature + 50 °C - 20 °C

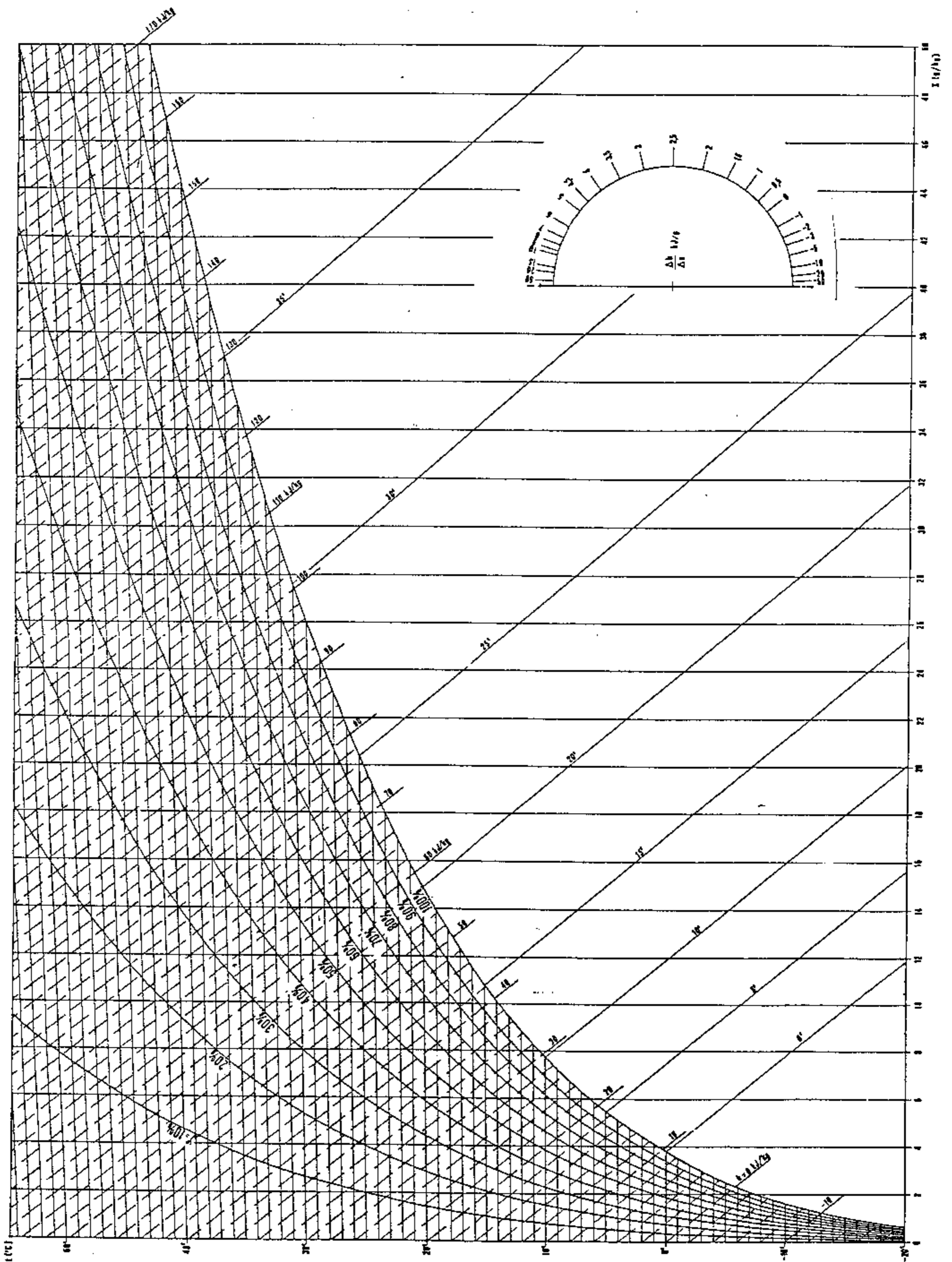
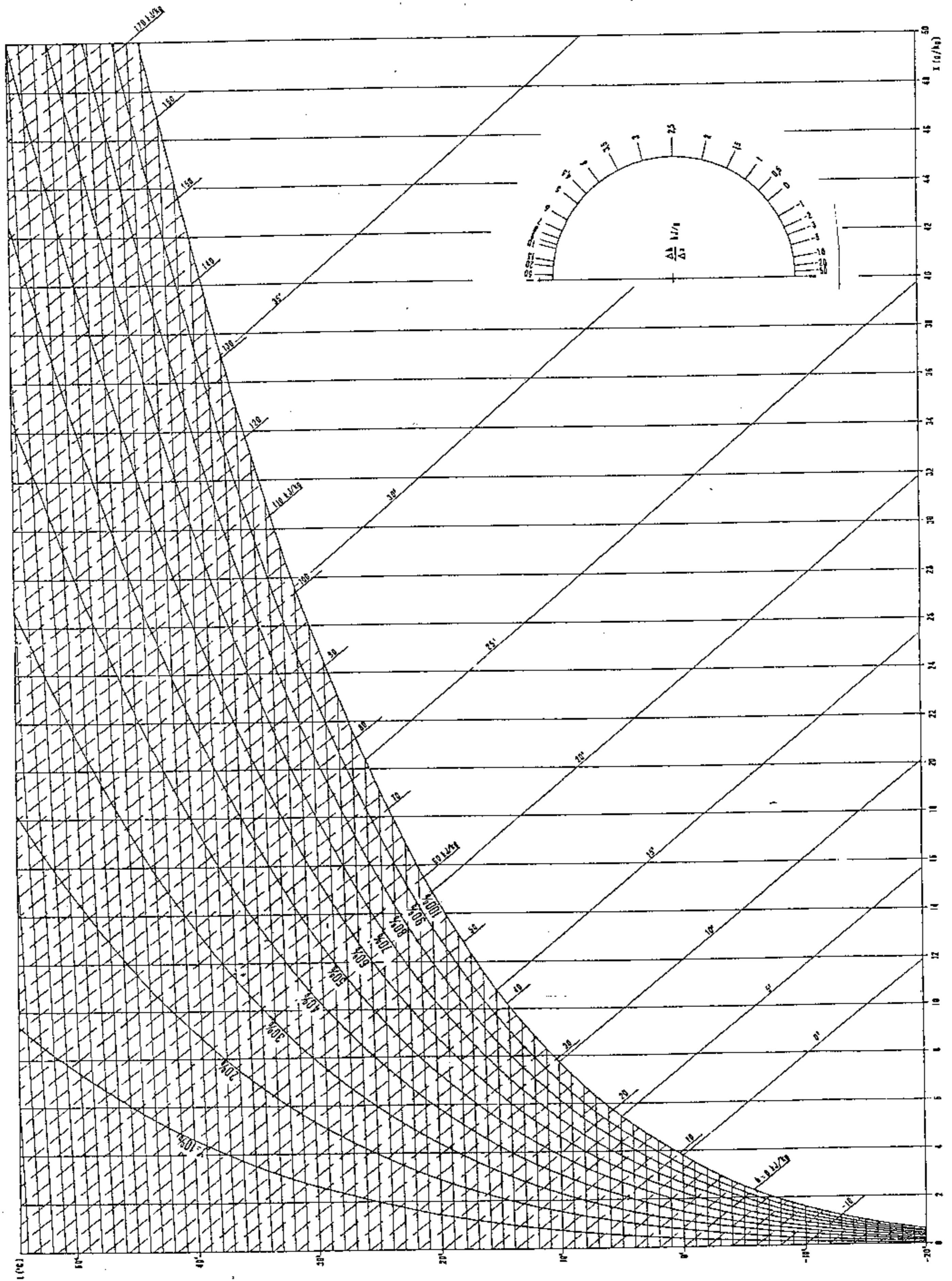
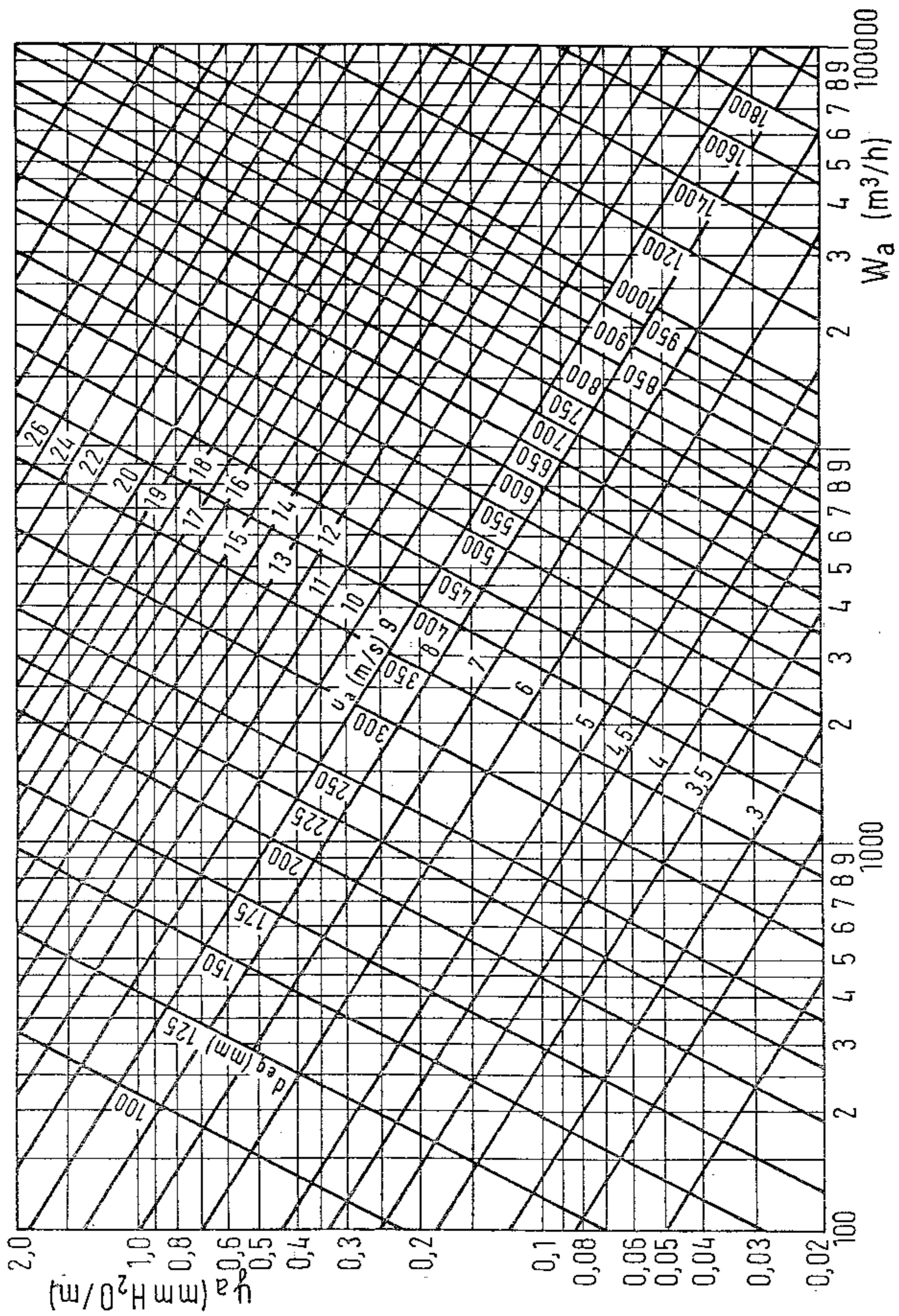


DIAGRAMMA N° 2 Campo Temperature + 50 °C - 20 °C





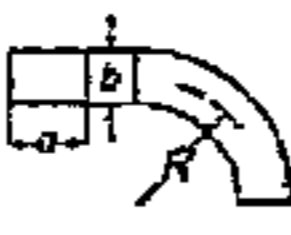
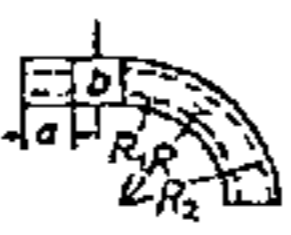


$$d_{eq} = 1,3 \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,25}}$$

Tab. I - Diametri equivalenti di condotti a sezione rettangolare a parità di perdita di pressione per attrito e di portata d'aria

Lunghezza lato b (mm)	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Lunghezza lato a (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)	d (mm)
250	210	244	273						
300	228	266	299	328					
350	245	286	322	354	362				
400	260	304	343	371	408	437			
450	274	321	363	399	433	463	491		
500	287	337	381	426	455	488	518	546	
550	299	351	397	439	476	511	543	573	601
600	310	365	413	457	496	533	566	598	628
650	321	378	428	474	515	553	588	622	658
700	331	390	443	490	533	573	610	644	688
750	340	402	456	505	550	591	630	666	700
800	350	413	469	520	566	610	649	686	721
850	359	424	482	534	582	626	667	706	743
900	367	434	494	548	583	643	685	725	763
950	375	444	505	560	611	658	702	744	783
1000	383	454	517	573	625	674	719	761	802
1050	391	463	527	586	639	689	735	778	820
1100	398	472	538	597	652	703	755	795	838
1150	406	481	548	609	665	717	765	811	855
1200	413	490	558	620	677	730	780	827	871
1250		498	568	631	689	743	794	842	887
1300		506	577	641	701	756	808	857	904
1350		514	586	652	712	769	822	872	919
1400		521	595	662	724	781	835	880	934
1450		531	604	672	734	793	848	900	955
1500		536	612	681	745	804	860	913	963
1550		543	620	690	755	816	872	926	979
1600		550	628	700	765	827	884	940	991
1700			644	717	785	848	908	964	1020
1800			659	734	804	869	936	988	1040
1900			674	751	822	889	949	1010	1070
2000			699	767	837	908	973	1030	1090
2100				782	857	927	993	1050	1110
2200				797	873	945	1010	1070	1130
2300				812	890	962	1030	1090	1160
2400				826	905	979	1050	1110	1180
2500					920	996	1070	1130	1200
2600					935	1010	1080	1150	1220
2700					950	1030	1100	1170	1240
2800					960	1040	1120	1190	1260
2900						1060	1130	1200	1280
3000						1070	1150	1220	1290
3100						1080	1160	1240	1310
3200						1100	1180	1250	1330
3300							1190	1270	1340
3400							1210	1290	1360
3500							1200	1300	1380
3600							1240	1320	1390

Tab. II - Fattore β e lunghezza addizionale equivalente l_e per il calcolo delle perdite di pressione nelle curve

Tipo di curva	Figura	Modalità	$\beta(^{\circ})$	l_e/d	l_e/b
a n° sessagesimali		tondo o rettangolare, con o senza alette	$\frac{n^{\circ}}{90^{\circ}} \times$ perdita della curva a 90° corrispondente		
a sezione circolare a 90°		gomito $R/d =$ 0,5 0,75 1,0 1,5 2,0	1,30(**) 0,90 0,45 0,33 0,24 0,19	65 23 17 12 10	
a sezione rettangolare a 90°		a/b R/b 0,25 { gomito 0,5 0,75 1,0 1,5 0,5 { gomito 0,5 0,75 1,0 1,5 1,0 { gomito 0,5 0,75 1,0 1,5 4,0 { gomito 0,5 0,75 1,0 1,5	1,25(**) 1,25 0,60 0,37 0,19 1,47 1,10 0,50 0,28 0,13 1,50 1,00 0,41 0,22 0,09 1,38 0,96 0,37 0,19 0,07		25 25 12 7 4 49 40 16 9 4 75 50 21 11 4,5 410 65 43 17 6
a sezione quadra a 90° con alette defletttrici		R/b R_1/b R_2/b gomito 0,5 0,5 0,4 0,7 0,6 1,0 1,0 1,5 gomito 0,3 0,5 0,5 0,2 0,4 0,75 0,4 0,7 1,0 0,7 1,0 1,5 1,3 1,6	0,70 0,13 0,12 0,45 0,12 0,10 0,15		28 19 12 7,2 22 16

(*) Valori basati su un coefficiente di attrito $\lambda \approx 0,02$.

(**) Valori calcolati in base a valori di l_e/d e l_e/b con $\lambda = 0,02$.

Tab. III - Fattore β per il calcolo delle perdite di pressione dovute a cambiamenti della sezione A del condotto

Tipo di cambiamento	Figura	Modalità	Fattore di perdita		Tipo di cambiamento	Figura	Modalità	Fattore di perdita					
			β_1	β_2				β_1	β_2				
allargamento brusco		A_1/A_2	β_1	β_2	restringimento brusco a spigolo vivo		A_1/A_2	β_1	β_2				
		0,1	0,81	81			0,0	0,34					
		0,2	0,64	16			0,2	0,32					
		0,3	0,49	5			0,4	0,25					
		0,4	0,36	2,25			0,6	0,16					
		0,5	0,25	1,00			0,8	0,06					
		0,6	0,16	0,45									
		0,7	0,09	0,18									
		0,8	0,04	0,06									
allargamento graduale		θ	β_1		restringimento graduale		θ	β_2					
		5°	0,17				30°	0,02					
		7°	0,22				45°	0,04					
		10°	0,28				60°	0,07					
		20°	0,45										
sbocco brusco		$A_1/A_2 = 0,0$	1,00		ingresso a flangia		$A = \infty$	β					
								0,34					
							ingresso a condotto		$A = \infty$	β			
										0,85			
									ingresso profilato		$A = \infty$	β	
												0,03	
			ingresso ad orifizio con spigoli vivi		A_0/A_1	β_0							
					0,0	2,50							
					0,2	1,90							
					0,4	1,39							
					0,6	0,96							
			0,8	0,61									
			1,0	0,34									
barra trasversale al condotto		E/D	β		orifizio a spigoli vivi nel condotto		A_0/A_1	β_0					
		0,10	0,7				0,0	2,50					
		0,25	1,4				0,2	1,86					
		0,50	4,0				0,4	1,21					
							0,6	0,64					
tubo trasversale al condotto		E/D	β				0,8	0,20					
		0,10	0,20				1,0	0,0					
		0,25	0,55										
		0,50	2,0										
rinforzo profilato trasversale al condotto		E/D	β										
		0,10	0,07										
		0,25	0,23										
		0,50	0,90										
tirante interno							E	C					
							3,2 mm	0,0104					
							6,4 mm	0,0255					
							8 mm	0,040					

Tab. IV - Velocità dell'aria in condotti di ventilazione di impianti di tipo normale

Componente dell'impianto	Velocità consigliate (m/s)		
	Edifici residenziali	Edifici pubblici, teatri, scuole	Edifici industriali
Prese d'aria esterna(*)	2,5	2,5	2,5
Filtri(*)	1,25	1,5	1,8
Batterie di riscaldamento(*)(**)	2,3	2,5	3
Batterie refrigeranti(*)	2,3	2,5	3
Depuratori d'aria(*)	2,5	2,5	2,5
Bocca di mandata del ventilatore	5÷8	6,6÷10	8÷12,2
Condotti principali(**)	3,6÷4,6	5÷6,6	6÷9
Condotti secondari(**)	3	3÷4,6	4÷5
Montanti secondari(**)	2,5	3÷3,6	4
	Velocità massime (m/s)		
Prese d'aria esterna(*)	4	4,6	6
Filtri(*)	1,5	1,8	1,8
Batterie di riscaldamento(*)(**)	2,5	3	3,6
Batterie refrigeranti(*)	2,3	2,5	3
Depuratori d'aria(*)	2,5	2,5	2,5
Bocca di mandata del ventilatore	8,6	7,5÷11,2	8,6÷14,2
Condotti principali(**)	4 ÷ 6	5,6÷8	6,6÷11,2
Condotti secondari(**)	3,6÷5	4 ÷ 6,6	5 ÷ 9
Montanti secondari(**)	3,3÷4	4 ÷ 6	5 ÷ 8

(*) Velocità riferite all'area frontale lorda; le altre all'area frontale netta.

(**) Solo per impianti a bassa pressione.