

**POLITECNICO DI TORINO**

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE**

SEZ A - ANNO 2004

Settore **INDUSTRIALE** - Classe 33/S Ingegneria Energetica

TEMA N. 2

(Prova pratica)

Il generatore di vapore a recupero (GVR) di un impianto a ciclo combinato, deve essere dimensionato per produrre vapore a due differenti pressioni, secondo la seguente tabella:

**VAPORE PER USI TECNOLOGICI**

	Pressione (bar)	Temperatura (°C)
<b>AP</b>	68	590
<b>BP</b>	6	210

Il rapporto tra la portata di vapore richiesta ad alta pressione e quella richiesta a bassa pressione è 5:1.

In condizioni nominali, la portata dei fumi disponibile allo scarico della turbina a gas è 540 t/h alla temperatura di 500 °C, con la seguente composizione in volume: 73.3% N<sub>2</sub>, 12.7% O<sub>2</sub>, 3.4% CO<sub>2</sub>, 10.6% H<sub>2</sub>O.

Solo il 40% del vapore prodotto è recuperato sotto forma di condense alla temperatura di 50°C. Le condense sono miscelate alla pressione ambiente con acqua di reintegro.

In base ai dati forniti, si chiede di:

1. Determinare le proprietà dei fumi in relazione alla composizione assegnata (ipotizzare le proprietà indipendenti dalla temperatura);
2. Determinare le portate di vapore prodotte dal GVR, assegnando la temperatura di uscita dei fumi (riportare la verifica inerente alla temperatura di saturazione);
3. Definire la tipologia dell'economizzatore, del vaporizzatore e del surriscaldatore, di alta e bassa pressione (considerare per i vaporizzatori una portata di circolazione pari a 5 volte la portata di vapore che deve essere surriscaldato), precisando per ogni scambiatore:
  - la potenza termica scambiata;
  - l'efficienza ed il numero di unità di trasporto richieste;

- Stimare l'area di scambio, determinando il coefficiente globale di scambio termico in base a valori medi del coefficiente di convezione assegnati in ragione dello stato di aggregazione dei fluidi e dei fattori di sporcamento (precisare le ipotesi adottate);
- 4. Calcolare la potenza elettrica assorbita dalle pompe per l'innalzamento di pressione del fluido in fase liquida (trascurare in prima approssimazione le perdite di carico);
- 5. Tracciare lo schema di massima del GVR, indicando gli scambiatori e tutti gli eventuali componenti esterni al GVR ritenuti necessari (indicare i capisaldi termodinamici);
- 6. Tracciare sul diagramma antropico di Gibbs le trasformazioni del vapore ed indicare su tabelle gli stati termodinamici in corrispondenza a tutti i capisaldi calcolati lato fumi e acqua/vapore;
- 7. Descrivere in una sintetica relazione le scelte operate precisando chiaramente tutte le ipotesi di calcolo, il valore delle grandezze calcolate in sede di progetto e le caratteristiche dei diversi componenti d'impianto.

**ALLEGATI:**

- Diagramma e tabelle delle proprietà dell'acqua.

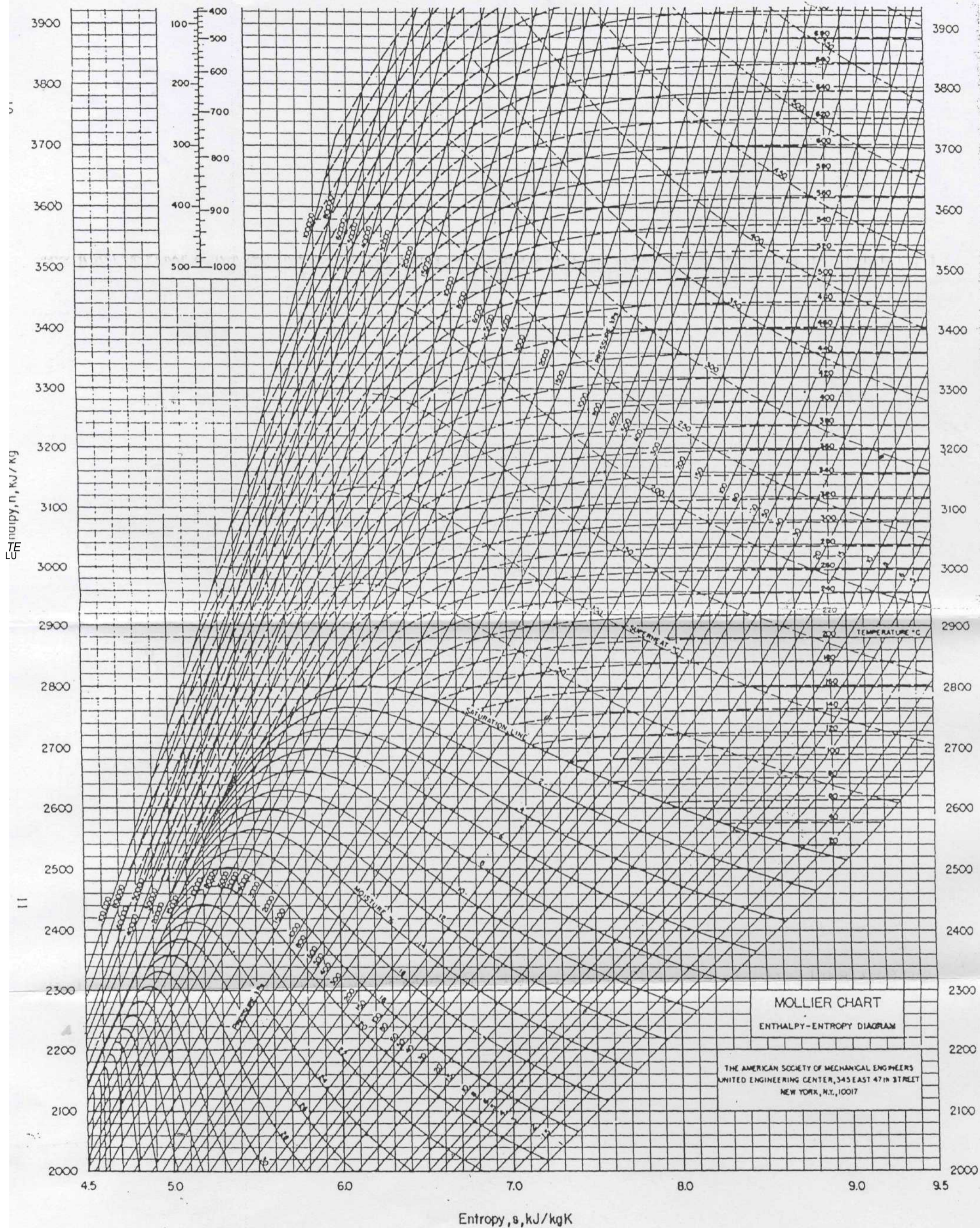


FIG. A-4M (cont.)

Tabella delle tem-

perature<sup>+</sup>.

<i>t</i>	<i>P</i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>V<sub>t</sub></i>	<i>V<sub>0</sub></i>	<i>h<sub>t</sub></i>	<i>s<sub>t</sub></i>	<i>S<sub>t</sub></i>
CO	(bar)	(m <sup>3</sup> /kg)	(m <sup>3</sup> /kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg K)	(kJ/kg K)
0.00	<b>0,006108</b>	<b>0.0010002</b>	206,3	-0,04	2501.6	-0,0002	9.1577
0,01	0,006112	0.0010002	<b>206,2</b>	0,00	2501,6	0,0000	9.1575
<b>1</b>	0,006566	0,0010001	192,6	4,17	2503,4	0,0152	9.1311
<b>2</b>	0,007055	0,0010001	179,9	8,39	2505,2	0,0306	9.1047
<b>3</b>	0,007575	0,0010001	168,2	<b>U,60</b>	2507,1	0,0459	<b>9.0785</b>
<b>4</b>	0,008129	0,0010000	157,3	16,80	2508,9	0,0611	9,0526
<b>5</b>	<b>0,008718</b>	<b>0,0010000</b>	147,2	21,01	2510,7	0,0762	9.0269
<b>6</b>	<b>0,009345</b>	<b>0,0010000</b>	137,8	25,21	2512,6	<b>0,0913</b>	<b>9.0015</b>
<b>7</b>	<b>0,010012</b>	<b>0,0010001</b>	129,1	29,41	2514,4	0,1063	8,9762
<b>8</b>	<b>0,010720</b>	<b>0,0010001</b>	121,0	33,60	2516,2	0,1213	8,9513
<b>9</b>	0,011472	0,0010002	113,4	37,80	<b>2518,1</b>	0,1361	8,9265
10	0,012270	0,0010003	106,4	41,99	<b>2519,9</b>	0,1510	8,9020
11	0,013116	0,0010003	99,91	46,19	<b>2521,7</b>	0,1658	8,8776
12	0,014014	0,0010004	93,84	50,38	<b>2523,6</b>	0,1805	8,8536
13	0,014965	0,0010006	88,18	<b>54,57</b>	<b>2525,4</b>	0,1952	8,8297
14	0,015973	<b>0,0010007</b>	82,90	58,75	2527,2	<b>0,2098</b>	<b>8.8060</b>
15	0,017039	<b>0.0010008</b>	77,98	62,94	2529.1	0,2243	8,7826
16	0,018168	<b>0,0010010</b>	73,38	67,13	2530,9	0,2388	817593
17	0,019362	<b>0.0010012</b>	69,09	71,31	2532,7	<b>0,2533</b>	8,7363-
18	0,02062	0,0010013	65,09	75,50	2534,5	<b>0,2677</b>	<b>8.7135</b>
19	<b>0,02196</b>	<b>0,0010015</b>	61,34	79,68	2536,4	0,2820	8,6908
20	<b>0,02337</b>	<b>0.0010017</b>	57,84	83,86	2538,2	0,2963	8,6684
21	<b>0,02485</b>	<b>0,0010019</b>	54,56	88,04	2540,0	0,3105	8,6462
22	<b>0,02642</b>	<b>0,0010022</b>	51,49	92,23	2541,8	0,3247	8,6241
23	<b>0,02808</b>	<b>0,0010024</b>	48,62	<b>96,41</b>	2543,6	0,3389	8,6023
24	0,02982	0,0010026	45,93	100,59	2545,5	0,3530	8,5806
25	<b>0,03166</b>	0,0010029	43,40	104,77	2547,3	0,3670	8,5592
26	0,03360	0,0010032	41,03	108,95	2549,1	0,3810	8,5379
27	0,03564	<b>0,0010034</b>	38,81	113,13	2550,9	0,3949	8,5168
28	0,03778	0,0010037	36,73	117,31	2552,7	0,4088	8,4959
29	0,04004	0,0010040	34,77	121,48	2554,5	0,4227	8,4751
30	0,04241	0,0010043	32,93	125,66	2556,4	0,4365	<b>8,4546</b>
31	0,04491	0,0010046	31,20	129,84	2558,2	0,4503	8,4342
32	<b>0,04753</b>	<b>0,0010049</b>	29,57	134,02	2560,0	0,4640	8,4140
33	<b>0,05029</b>	<b>0,0010053</b>	28,04	138,20	2561,8	0,4777	8,3939
34	0,05318	<b>0,0010056</b>	26,60	142,38	2563,6	0,4913	8,3740
35	0,05622	<b>0,0010060</b>	25,24	146,56	2565,4	0,5049	8,3543
36	0,05940	<b>0,0010063</b>	23,97	150,74	2567,2	0,5184	8,3348
37	0,06274	<b>0,0010067</b>	22,76	154,91	<b>2569,0</b>	<b>0,5319</b>	8,3154
38	0,06624	<b>0,0010070</b>	21,63	159,09	<b>2570,8</b>	0,5453	8,2962
39	0,06991	0,0010074	20,56	163,27	2572,6	0,5588	8,2772
40	0,07375	0,0010078	<b>19,55</b>	167,45	<b>2574,4</b>	<b>0,5721</b>	8,2583
<b>41</b>	0,07777	0,0010082	18,59	171,63	2576,2	<b>0,5854</b>	8,2395
42	<b>0,08198</b>	0,0010086	17,69	175,81	2577,9	<b>0,5987</b>	8,2209
43	<b>0,08639</b>	0,0010090	16,84	179,99	2579,7	0,6120	8,2025
44	<b>0,09100</b>	0,0010094	16,04	184,17	2581,5	0,6252	8,1842

(segue tab. 4.1)

<i>t</i>	<i>P</i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>V<sub>t</sub></i>	<i>A<sub>t</sub></i>	<i>h<sub>t</sub></i>	<i>s<sub>t</sub></i>	<i>S<sub>t</sub></i>
CQ	(bar)	(m <sup>3</sup> /kg)	(m <sup>3</sup> /kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg K)	(kJ/kg K)
45	0,09582	<b>0.0010099</b>	15,28	188,35	2583,3	0,6383	8.1661
46	0,10086	0,0010103	14,56	<b>192,53</b>	<b>2585,1</b>	<b>0,6514</b>	<b>8.1481</b>
<b>47</b>	0,10612	0,0010107	13,88	196,71	2586,9	<b>0,6645</b>	<b>8.1302</b>
48	0,11162	0,0010112	13,23	200,89	2588,6	<b>0,6776</b>	8.1125
49	0,11736	0,0010117	12,62	205,07	2590,4	0,6906	8.0950
50	0,12335	0,0010121	12,05	209,26	2592,2	0,7035	8.0776
51	0,12961	0,0010126	11,50	213,44	<b>2593,9</b>	0,7164	<b>8,0603</b>
52	0,13613	0,0010131	10,98	217,62	<b>2595,7</b>	0,7293	<b>8,0432</b>
53	0,14293	0,0010136	10,49	221,80	<b>2597,5</b>	0,7422	<b>8.0262</b>
54	0,15002	0,0010140	10,02	225,98	2599,2	0,7550	8.0093
55	<b>0,15741</b>	<b>0,0010145</b>	9,579	230,17	2601,0	0,7677	7,9926
56	<b>0,16511</b>	0,0010150	9,159	234,35	2602,7	0,7804	7,9759
57	<b>0,17313</b>	<b>0,0010156</b>	8,760	238,53	2604,5	0,7931	7,9595
58	0,18147	<b>0,0010161</b>	8,381	242,72	<b>2606,2</b>	<b>0,8058</b>	<b>7,9431</b>
59	0,19016	0,0010166	8,021	246,91	<b>2608,0</b>	<b>0,8184</b>	<b>7,9269</b>
60	<b>0,19920</b>	0,0010171	7,679	251,09	<b>2609,7</b>	<b>0,8310</b>	<b>7,9108</b>
61	0,2086	0,0010177	7,353	255,28	2611,4	<b>0,8435</b>	<b>7,8948</b>
<b>62</b>	0,2184	0,0010182	7,044	259,46	2613,2	<b>0,8560</b>	<b>7,8790</b>
63	<b>0,2286</b>	0,0010188	6,749	263,65	2614,9	<b>0,8685</b>	<b>7,8633</b>
64	<b>0,2391</b>	0,0010193	6,469	267,84	2616,6	<b>0,8809</b>	<b>7,8477</b>
65	<b>0,2501</b>	<b>0,0010199</b>	6,202	272,02	2618,4	<b>0,8933</b>	<b>7,8322</b>
66	0,2615	0,0010205	5,948	276,21	2620,1	0,9057	<b>7,8168</b>
<b>67</b>	0,2733	0,0010211	5,706	280,40	2621,8	<b>0,9180</b>	<b>7,8015</b>
68	0,2856	0,0010217	5,476	284,59	<b>2623,5</b>	<b>0,9303</b>	<b>7,7864</b>
69	<b>0,2984</b>	<b>0,0010223</b>	5,256	288,78	<b>2625,2</b>	<b>0,9426</b>	7,7714
70	0,3116	0,0010228	5,046	292,97	<b>2626,9</b>	<b>0,9548</b>	7,7565
71	0,3253	0,0010235	4,846	297,16	<b>2628,6</b>	<b>0,9670</b>	7,7417
72	0,3396	0,0010241	4,656	<b>301,35</b>	2630,3	0,9792	7,7270
73	0,3543	<b>0,0010247</b>	4,474	305,55	<b>2632,0</b>	<b>0,9913</b>	7,7124
74	0,3696	<b>0,0010253</b>	4,300	309,74	2633,7	1,0034	7,6979
75	0,3855	<b>0,0010259</b>	<b>4,134</b>	313,94	2635,4	1,0154	7,6835
76	0,4019	0,0010266	3,976	318,13	2637,1	1,0275	7,6693
<b>77</b>	0,4189	0,0010272	3,824	322,33	<b>2638,7</b>	1,0395	7,6551
78	0,4365	0,0010279	3,680	326,52	<b>2640,4</b>	1,0514	<b>7,6410</b>
79	0,4547	<b>0,0010285</b>	3,541	330,72	<b>2642,1</b>	1,0634	<b>7,6271</b>
80	0,4736	0,0010292	3,409	334,92	<b>2643,8</b>	1,0753	7,6132
81	0,4931	<b>0,0010299</b>	3,283	339,11	<b>2645,4</b>	<b>1,0871</b>	7,5995
82	0,5133	0,0010305	3,162	343,31	<b>2647,1</b>	<b>1,0990</b>	7,5858
83	0,5342	0,0010312	3,046	347,51	<b>2648,7</b>	1,1108	7,5722
84	0,5557	0,0010319	2,935	351,71	<b>2650,4</b>	1,1225	7,5588
<b>85</b>	0,5780	0,0010326	2,829	355,92	2652,0	1,1343	7,5454
86	0,6011	0,0010333	2,727	360,12	<b>2653,6</b>	<b>1,1460</b>	7,5321
87	0,6249	0,0010340	2,630	364,32	2655,3	<b>1,1577</b>	7,5189
88	0,6495	<b>0,0010347</b>	2,536	368,53	2656,9	1,1693	7,5058
89	0,6749	0,0010354	2,447	372,73	2658,5	1,1809	<b>7,4928</b>

Tab. 4.II - Proprietà termodinamiche del vapore e dell'acqua. Stato di saturazione. Tabella delle pressioni.

t	P	v <sub>g</sub>	v <sub>f</sub>	A <sub>g</sub>	A <sub>f</sub>	s <sub>g</sub>	s <sub>f</sub>
(°C)	(bar)	(m³/kg)	(m³/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg K)	(kJ/kg K)
90	0.7011	0,0010361	2.361	376,94	2660,1	,1925	7.4799
91	0.7281	0.0010369	2,279	381.15	2661,7	,2041	7.4670
92	0,7561	0.0010376	2,200	385,36	2663,4	,2156	7.4543
93	0.7849	0.0010384	2.125	389,56	2665,0	,2271	7.4416
94	0.8146	0.0010391	2.052	393,78	2666,6	,2386	7,4291
95	0.8453	0.0010399	,982	397,99	2668.1	,2501	7,4166
96	0.8769	0.0010406	,915	402,20	2669,7	,2615	7,4042
97	0.9094	0.0010414	,851	406,42	2671.3	,2729	7,3919
98	0.9430	0.0010421	,789	410,63	2672.9	,2842	7,3796
99	0.9776	0.0010429	,730	414,85	2674.4	,2956	7.3675
100	1.0133	0.0010437	,673	419.06	2676,0	1,3069	7.3554
110	1.4327	0.0010519	1,210	461,32	2691,3	1.4185	7,2388
120	1.9854	0.0010606	0.8915	503.72	2706.0	1,5276	7.1293
130	2.7013	0.0010700	0.6681	546.31	2719,9	1.6344	7.0261
140	3.614	0.0010801	0.5085	581.10	2733,1	1.7390	6.9284
150	4.760	0.0010908	0.3924	632.15	2745,4	1.8416	6,8358
160	6,181	0.0011022	0.3068	675.47	2756.7	1,9425	6,7475
170	7,920	0.0011145	0.2426	719.12	2767.1	2,0416	6,6630
-M80	10,027	0.0011275	0.1938	763,12	2776,3	2.1393	6.5819
190	12.551	0.0011415	0.1563	807.52	2784.3	2.2356	6.5036
200	15.549	0.0011565	0.1272	852.37	2790.9	2.3307	6.4278
210	19.077	0.0011726	0,1042	897.74	2796.2	2,4247	6.3539
220	23.198	0.0011900	0.08604	943.67	2799.9	2,5178	6.2817
230	27.976	0.0012087	0.07145	990.26	2802.0	2.6102	6.2107
240	33.478	0.0012291	0.05965	1037.6	2802.2	2.7020	6.1406
250	39.776	0.0012513	0.05004	1085,8	2800.4	2,7935	6.0708
260	46.943	0.0012786	0,04213	1134,9	2796.4	2,8848	6.0010
270	55.058	0.0013025	0.03559	1185.2	2789.9	2.9763	5.9304
280	64,202	0.0013324	0.03013	1236.8	2780.4	3,0683	5.8586
290	74.461	0,0013659	0.02554	1290.0	2767,6	3.1611	5,7848
300	85.927	0.0014041	0.02165	1345.0	2751.0	3.2552	5.7081
310	98.700	0.0014480	0,01833	1402.4	2730.0	3.3512	5.6278
320	112.89	0.0014995	0.01548	1462.6	2703,7	3.4500	5.5423
330	128.63	0,0013615	0.01299	1526.5	2670.2	3.5528	5.4490
340	146.05	0.0016387	0,01078	1595,5	2626,2	3.6616	5.3427
350	165.35	0.0017411	0.008799	1671.9	2567.7	3.7800	5.2177
360	186.75	0.0018989	0.006940	1764.2	2488.4	3.9210	5.0600
370	210.54	0.0022136	0.004973	1890.2	2342.8	4.1108	4,8144
*) 374.15	221.20	0.00317	0.00317	2107.4		4.4429	

punto critico.

P	/	v <sub>g</sub>	v <sub>f</sub>	h <sub>g</sub>	A <sub>g</sub>	s <sub>g</sub>	s <sub>f</sub>
(bar)	CQ	(m³/kg)	(m³/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg K)	(kJ/kg K)
0,006112	0,01	0,0010002	206,2	0,00	2501.6	0.0000	9.1575
0.010	6.9828	0,0010001	129.20	29.34	2514.4	0,1060	8.9767
0,015	13.036	0.0010006	87.98	54.71	2525.5	0.1957	8.8288
0.020	17,513	0.0010012	67.01	73.46	2533.6	0.2607	8.7246
0,025	21.096	0,0010020	54,26	88.45	2540.2	0.3119	8.6440
0,030	24.100	0.0010027	45.67	101,00	2545.6	0.3544	8.5785
0.035	26,694	0.0010033	39.48	111.85	2550.4	0.3907	8.5232
0.040	28.983	0.0010040	34.80	121.41	2554.5	0.4225	8.4755
0.045	31.035	0.0010046	31.14	129.99	2558.2	0.4507	8.4335
0.050	32.891	0.0010052	28,19	137,77	2561.6	0.4763	8.3960
0.055	34.605	0,0010058	25.77	144.91	2564.7	0.4995	8.3621
- 0.060	36,183	0,0010064	23.74	151.50	2567.5	0.5209	8.3312
0,065	37,651	0.0010069	22.02	157.64	2570.2	0.5407	8.3029
0,070	39,025	0.0010074	20.53	163.38	2572.6	0.5591	8.2767
0,075	40.316	0.0010079	19.24	168.77	2574.9	0.5763	8.2523
0.080	41.534	0.0010084	18,10	173.86	2577.1	0.5925	8.2296
0.085	42.689	0.0010089	17,10	178.69	2579.2	0.6079	8.2082
0.090	43.787	0.0010094	16.20	183.28	2581.1	0.6224	8.1881
0.095	44.833	0.0010098	15,40	187.65	2583.0	0.6361	8.1691
0,10	45.833	0.0010102	14.67	191.83	2584.8	0.6493	8.1511
0.11	47.710	0,0010111	13.42	199.68	2588.1	0,6738	8.1277
0.12	49,446	0.0010119	12.36	206,94	2591.2	0.6963	8.0872
0,13	51,062	0.0010126	11.47	213.70	2594.0	0.7172	8.0592
0.14	52,574	0.0010133	10,69	220.02	2596.7	0.7367	8.0334
0.15	53.997	0,0010140	10,02	225.97	2599.2	0.7549	8.0093
0.16	55.341	0.0010147	9.433	231.59	2601.6	0.7721	7.9869
0.17	56.615	0,0010154	8.911	236.93	2603.8	0.7883	7.9658
0.18	57,826	0.0010160	8.445	241,99	2605.9	0.8036	7.9460
0.19	58,982	0,0010166	8.027	246.83	2607.9	0.8182	7.9272
0.20	60.086	0.0010172	7.650	251.45	2609.9	0.8321	7.9094
0.21	61.145	0.0010178	7.307	255.88	2611.7	0.8453	7.8925
0.22	62.162	0.0010183	6.995	260.14	2613.5	0.8581	7.8764
0.23	63.139	0.0010189	6.709	264.23	2615.2	0.8702	7.8611
0.24	64.082	0.0010194	6.447	268,18	2616.8	0.8820	7.8464
0.25	64.992	0.0010199	6.204	271.99	2618.3	0.8932	7.8323
0.26	65.871	0.0010204	5.980	275.67	2619.9	0,9041	7.8188
0.27	66.722	0.0010209	5.772	279.24	2621.3	0.9146	7.8058
0.28	67.547	0.0010214	5,579	282.69	2622.7	0.9248	7.7933
0.29	68.347	0.0010219	5.398	286,05	2624.1	0.9346	7.7812
0.30	69,124	0.0010223	5.229	289.30	2625.4	0.9441	7.7695
0.32	70.615	0.0010232	4.922	295.55	2628.0	0.9623	7.7474
0.34	72.029	0.0010241	4.650	301.48	2630.4	0.9795	7.7266
0.36	73.374	0.0010249	4.408	307.12	2632.6	0.9958	7.7070
0.38	74.658	0,0010257	4,190	312.50	2634.8	1,0113	7.6884

(\*) punto triplo.

$p$ (bar)	$t$ (°C)	$v_1$ (m³/kg)	$v_2$ (m³/kg)	$h_1$ (kJ/kg)	$h_2$ (kJ/kg)	$s_1$ (kJ/kg K)	$s_2$ (kJ/kg K)
0,40	75,886	0,0010265	3,993	317,65	2616,9	1,0261	7,6709
0,45	78,743	0,0010284	3,576	329,64	2641,7	1,0603	7,6307
0,50	81,345	0,0010301	3,240	340,56	2646,0	1,0912	7,5947
0,55	83,737	0,0010317	2,964	350,61	2649,9	1,1194	7,5623
0,60	85,954	0,0010333	2,732	359,93	2653,6	1,1454	7,5327
0,65	88,021	0,0010347	2,535	368,62	2656,9	1,1696	7,5055
0,70	89,939	0,0010361	2,365	376,77	2660,1	1,1921	7,4804
0,75	91,785	0,0010375	2,217	384,45	2663,0	1,2130	7,4570
0,80	93,512	0,0010387	2,087	391,72	2665,8	1,2310	7,4352
0,85	95,132	0,0010400	1,972	398,63	2668,4	1,2518	7,4147
0,90	96,713	0,0010417	1,869	405,21	2670,9	1,2696	7,3954
0,95	98,204	0,0010432	1,777	411,49	2673,2	1,2865	7,3771
1,0	99,632	0,0010434	1,694	417,51	2675,4	1,3027	7,3598
1,2	104,81	0,0010476	1,428	439,36	2683,4	1,3609	7,2984
1,4	109,32	0,0010513	1,236	458,42	2690,3	1,4109	7,2465
1,6	113,32	0,0010547	1,091	475,38	2696,2	1,4550	7,2017
1,8	116,93	0,0010579	0,9772	490,70	2701,5	1,4944	7,1622
2,0	120,23	0,0010608	0,8854	504,70	2706,3	1,5301	7,1268
2,2	123,27	0,0010636	0,8098	517,62	2710,6	1,5627	7,0949
2,4	126,09	0,0010663	0,7465	529,64	2714,5	1,5929	7,0657
2,6	128,73	0,0010688	0,6925	540,87	2718,2	1,6209	7,0389
2,8	131,20	0,0010712	0,6460	551,44	2721,5	1,6471	7,0140
3,0	133,54	0,0010735	0,6056	561,43	2724,7	1,6716	6,9909
3,5	138,87	0,0010789	0,5240	584,27	2731,6	1,7233	6,9392
4,0	143,62	0,0010839	0,4622	604,67	2737,6	1,7764	6,8943
4,5	147,92	0,0010885	0,4138	623,16	2742,9	1,8204	6,8547
5,0	151,84	0,0010928	0,3747	640,12	2747,5	1,8604	6,8192
6,0	158,84	0,0011009	0,3155	670,42	2755,5	1,9308	6,7575
7,0	164,96	0,0011082	0,2727	697,06	2762,0	1,9918	6,7052
8,0	170,41	0,0011150	0,2403	720,94	2767,5	2,0457	6,6596
9,0	175,36	0,0011213	0,2148	742,64	2772,1	2,0941	6,6192
10,0	179,88	0,0011274	0,1943	762,61	2776,2	2,1382	6,5828
12,0	187,96	0,0011386	0,1632	798,43	2782,7	2,2161	6,5194
14,0	195,04	0,0011489	0,1407	830,08	2787,8	2,2837	6,4651
16,0	201,37	0,0011586	0,1237	858,56	2791,7	2,3436	6,4175
18,0	207,11	0,0011678	0,1103	884,58	2794,8	2,3976	6,3751
20,0	212,37	0,0011766	0,09934	908,59	2797,2	2,4469	6,3367
25,0	222,94	0,0011972	0,07991	961,96	2800,9	2,5543	6,2536
30	233,84	0,0012163	0,06663	1008,4	2802,3	2,6455	6,1837
35	242,54	0,0012345	0,05703	1049,8	2802,0	2,7253	6,1228
40	250,33	0,0012521	0,04975	1087,4	2800,3	2,7965	6,0685
45	257,41	0,0012691	0,04404	1122,1	2797,7	2,8612	6,0191
50	263,91	0,0012858	0,03943	1154,5	2794,2	2,9206	5,9735
55	269,93	0,0013023	0,03563	1184,9	2789,9	2,9757	5,9309
60	275,55	0,0013187	0,03244	1213,7	2785,0	3,0273	5,8908

$p$ (bar)	$t$ (°C)	$v_1$ (m³/kg)	$v_2$ (m³/kg)	$h_1$ (kJ/kg)	$h_2$ (kJ/kg)	$s_1$ (kJ/kg K)	$s_2$ (kJ/kg K)
65	280,82	0,0013350	0,05972	1241,1	2779,5	3,0759	5,8527
70	285,79	0,0013513	0,02737	1267,4	2773,5	3,1219	5,8162
75	290,50	0,0013677	0,03533	1292,7	2766,9	3,1657	5,7811
80	294,97	0,0013842	0,02353	1317,1	2759,9	3,2076	5,7471
85	299,23	0,0014009	0,02193	1340,7	2752,5	3,2479	5,7141
90	303,31	0,0014179	0,02050	1363,7	2744,6	3,2867	5,6820
95	307,21	0,0014351	0,01921	1386,1	2736,4	3,3242	5,6506
100	310,96	0,0014526	0,01804	1408,0	2727,7	3,3605	5,6198
110	318,05	0,0014887	0,01601	1450,6	2709,3	3,4304	5,5595
120	324,65	0,0015268	0,01428	1491,8	2689,2	3,4972	5,5002
130	330,83	0,0015672	0,01280	1532,0	2667,0	3,5616	5,4408
140	336,64	0,0016106	0,01150	1571,6	2642,4	3,6242	5,3803
150	342,13	0,0016579	0,01034	1611,0	2615,0	3,6859	5,3178
160	347,33	0,0017103	0,009308	1650,5	2584,9	3,7471	5,2531
170	352,26	0,0017696	0,008371	1691,7	2551,6	3,8107	5,1855
180	356,96	0,0018399	0,007498	1734,8	2513,9	3,8765	5,1128
190	361,43	0,0019260	0,006678	1778,7	2470,6	3,9429	5,0332
200	365,70	0,0020370	0,005877	1826,5	2418,4	4,0149	4,9412
210	369,78	0,0022015	0,005023	1886,3	2347,6	4,1048	4,8223
220	373,69	0,0026714	0,003728	2011,1	2195,6	4,2947	4,5799
(*) 221,20	374,15	0,00317		2107,4		4,4429	

(\*) punto critico.

(segue Ub. 4.II)

<i>p</i>	<i>f</i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>v<sub>s</sub></i>	<i>V</i>	<i>h.</i>	<i>s<sub>t</sub></i>	<i>s<sub>s</sub></i>
(bar)	CQ	(m <sup>3</sup> /kg)	(m <sup>3</sup> /kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg K)	(kJ/kg K)
0.40	75.886	0.0010265	3.993	317.65	2636.9	1.0261	7.6709
0.45	78.743	0.0010284	3,576	329.64	2641,7	1,0603	7,6307
0.50	81,345	0,0010301	3,240	340.56	2646.0	1,0912	7.5947
0.55	83.737	0.0010317	2,964	350.61	2649,9	1,1194	7,5623
0,60	85,954	0.0010333	2.732	359.93	2653,6	1.1454	7.5327
0,65	88,021	0.0010347	2,535	368.62	2656.9	1,1696	7,5055
0.70	89.959	0.0010361	2.365	376.77	2660,1	1,1921	7.4804
0.75	91.785	0.0010375	2.217	384.45	2663.0	1.2131	7.4570
0.80	93.512	0,0010387	2.087	391.72	2665.8	1.2330	7.4352
0.85	95.152	0,0010400	1.972	398,63	2668.4	1.2518	7.4147
0,90	96.713	0,001041.**	1,869	405.21	2670.9	1,2696	7.3954
0.95	98.204	0.0010423	1.777	411.49	2673.2	1,2865	7.3771
1.0	99.632	0.0010434	1.694	417.51	2675.4	1,3027	7,3598
1.2	104.81	0.0010476	1.428	439.36	2683.4	1,3609	7,2984
1,4	109.32	0.0010511	1.236	458,42	2690,3	1,4109	7.2465
1.6	113.32	0.0010547	1.091	475.38	2696.2	,4550	7,2017
1,8	116,93	0.0010579	0,9772	490,70	2701,5	,4944	7.1622
2.0	120.23	0.0010608	0,8854	504.70	2706,3	,5301	7,1268
2.2	123,27	0.0010636	0.8098	517.62	2710,6	,5627	7.0949
2.4	126.09	0.0010663	0,7465	529.64	2714.5	,5929	7,0657
2.6	12»,73	0.0010688	0,6925	540.87	2718,2	,6209	7,0389
2.8	131.20	0.0010712	0.6460	551.44	2721,5	,6471	7.0140
3.0	133.54	0.0010735	0,6056	561.43	2724,7	,6716	6.9909
3.5	138.87	0.0010789	0.5240	584.27	2731,6	,7273	6.9392
4.0	143.62	0.0010839	0,4622	604,67	2737,6	,7764	6.8943
4.5	147,92	0.0010885	0.4138	623.16	2742,9	,8204	6.8547
5.0	151,84	0,0010928	0.3747	640.12	2747.5	,8604	6.8192
6.0	158.84	0.0011009	0.3155	670.42	2755.5	,9308	6.7575
7.0	164.96	0.0011082	0.2727	697.06	2762.0	,9918	6,7052
8,0	170.41	0.0011150	0.2403	720.94	2767,5	2.0457	6,6596
9.0	175.36	0.0011213	0.2148	742.64	2772.1	2,0941	6,6192
10,0	179,88	0.0011274	0,1943	762.61	2776.2	2,1382	6,5828
12,0	187,96	0.0011386	0,1632	798.43	2782.7	2,2161	6.5194
14.0	195,04	0.0011489	0.1407	830.08	2787.8	2,2837	6.4651
16,0	201,37	0.0011586	0,1237	858.56	2791.7	2,3436	6.4175
18.0	207.11	0.0011678	0,1103	884.58	2794.8	2.3976	6.3751
20.0	212.37	0.0011766	0,09954	908.59	2797.2	2.4469	«.3367
25.0	223.94	0.0011972	0.07991	961.96	2800.9	2.5543	6.2536
30	233.84	0.0012163	0.06663	1008.4	2802.3	2.6455	6,1837
35	242,54	0.0012345	0,05703	1049,8	2802.0	2,7253	6,1228
40	250.33	0.0012521	0.04975	1087,4	2800.3	2.7965	6,0685
45	257,41	0,0012691	0.04404	1122.1	2797,7	2.8612	6.0191
50	263.91	0.0012858	0.03943	1154.5	2794.2	2,9206	5.9735
55	269.93	0.0013023	0.03563	1184.9	2789.9	2.9757	5,9309
60	275.55	0,0013187	0,03244	1213.7	2785.0	3,0273	5.8908

2-270

F. Ste...

(segue tab. 4.II)

<i>p</i>	<i>t</i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>v<sub>s</sub></i>	<i>h<sub>t</sub></i>	<i>h<sub>s</sub></i>	<i>s<sub>t</sub></i>	<i>s<sub>s</sub></i>
(bar)	(°C)	(m <sup>3</sup> /kg)	(m <sup>3</sup> /kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg K)	(kJ/kg K)
65	280,82	0,0013350	0.02972	1241,1	2779.5	3,0759	5.8527
70	285.79	0.0013513	0.02737	1267.4	2773.5	1219	5.8162
75	290.50	0.0013677	0,02533	1292.7	2766.9	1657	5.7311
80	294.97	0,0013842	0,02353	1317.1	2759.9	2076	5.7471
	299.23	0.0014009	0,02193	1340.7	2752.5	2479	5,7141
90	303.31	0.0014179	0,02050	1363.7	2744.6	3.2867	5.6820
95	307.21	0.0014351	0.01921	1386.1	2736.4	3,3242	5.6506
100	310.96	0.0014526	0.01804	1408,0	2727.7	3.3605	5.6198
110	318.05	0,0014887	0,01601	1450.6	2709.3	3.4304	5,5595
120	324.65	0.0015268	0,01428	1491,8	2689.2	3,4972	5.5002
130	330,83	0,0015672	0.01280	1532.0	2667.0	3.5616	5.4408
140	336,64	0,0016106	0.01150	1571.6	2642.4	3.6242	5.3303
150	342,13	0,0016579	0.01034	1611.0	2615.0	3.6859	5.3178
160	347.33	0.0017103	0.007.108	1630.5	25H4.9	3.7471	5.25JI
170	352.26	0.0017696	0.00X77I	1691.7	2551.6	3.8107	5.1355
180	356.96	0.0018399	0.007498	1734.8	2513.9	3.3765	5.1128
190	361.43	0.0019260	0.006678	1773.7	2470.6	3.9429	5.0332
200	365.70	0.0020370	0.005877	1826.5	2413.4	4.0149	4.9412
210	369,78	0,0022015	0.005023	1886,3	2347.6	4,1048	4.8223
220	373.69	0,0026714	0,003728	2011,1	2195,6	4.2947	4,5799

(\*}22i20 374.15 0.00317 2107,4 4.4429

(\*) punto critico.