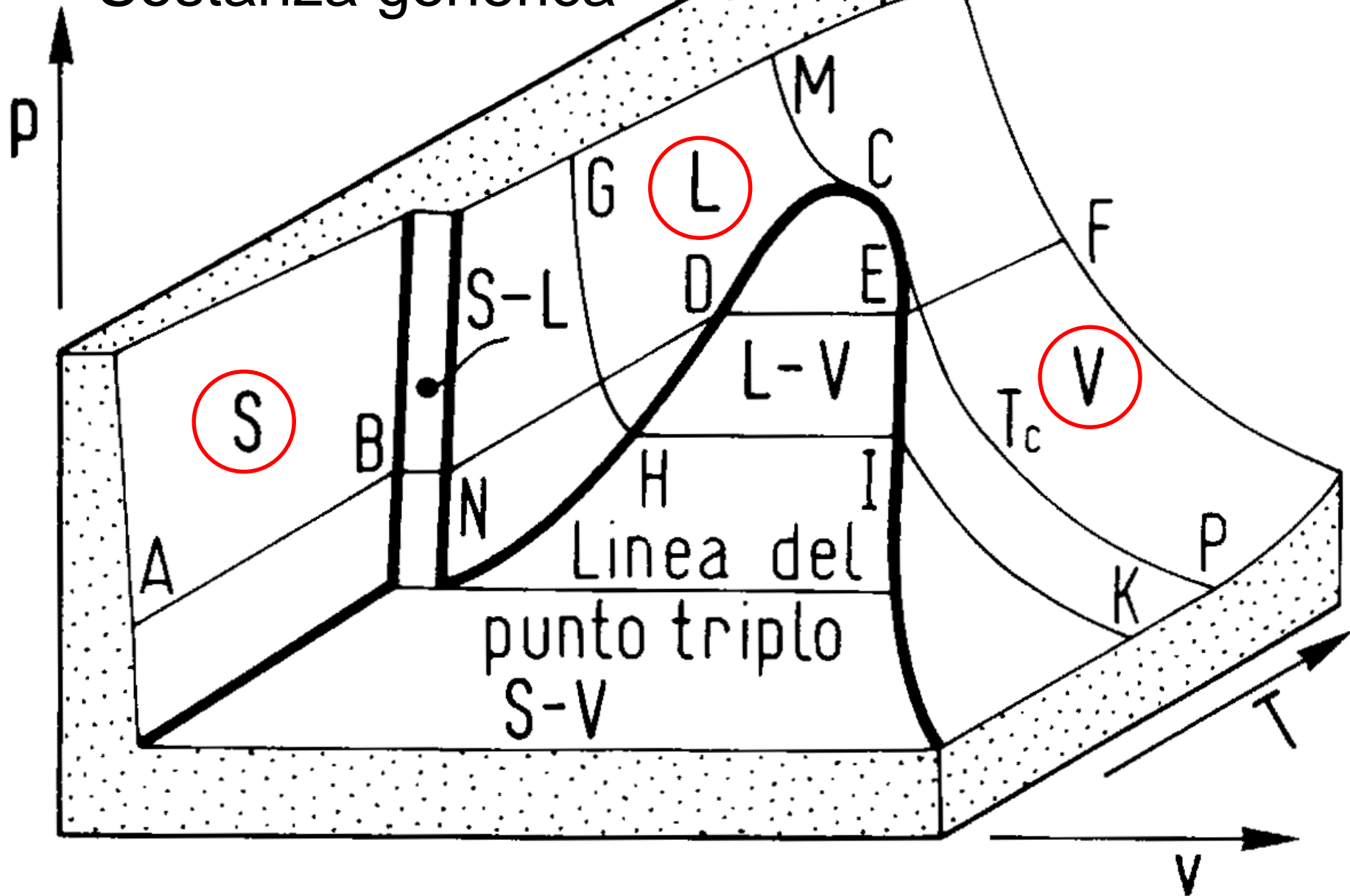
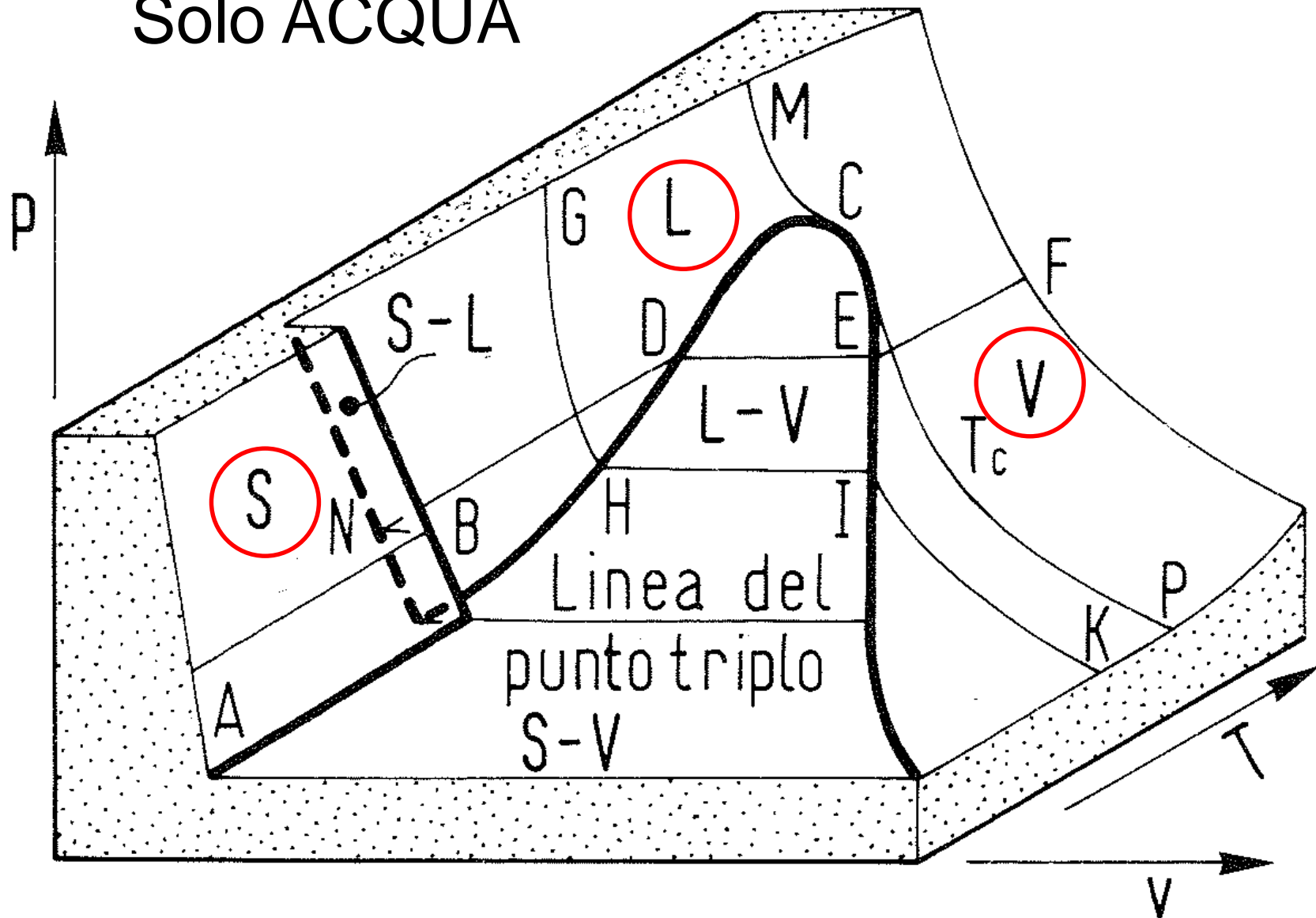


Cambiamenti di fase: superficie p-v-T

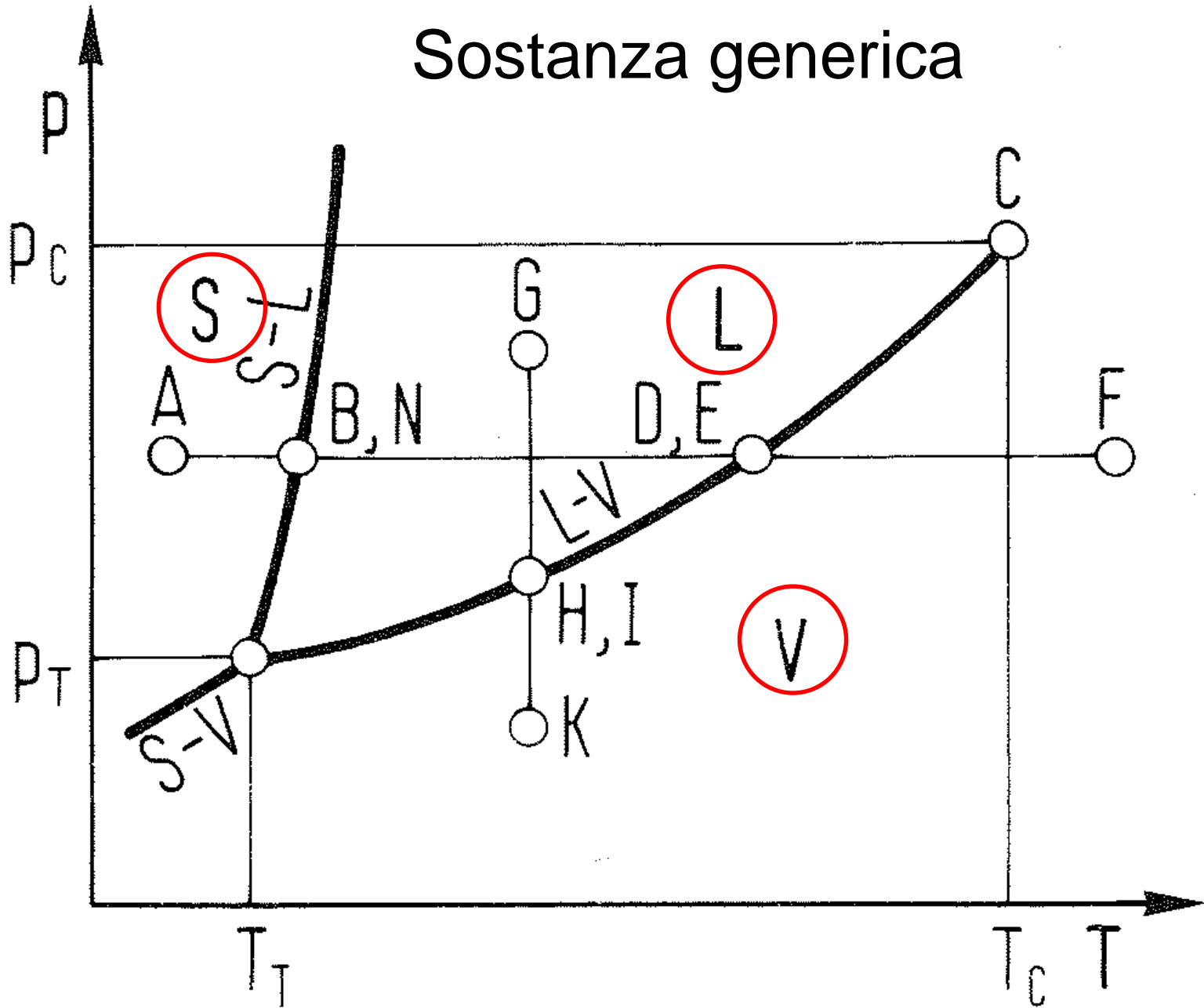
Sostanza generica



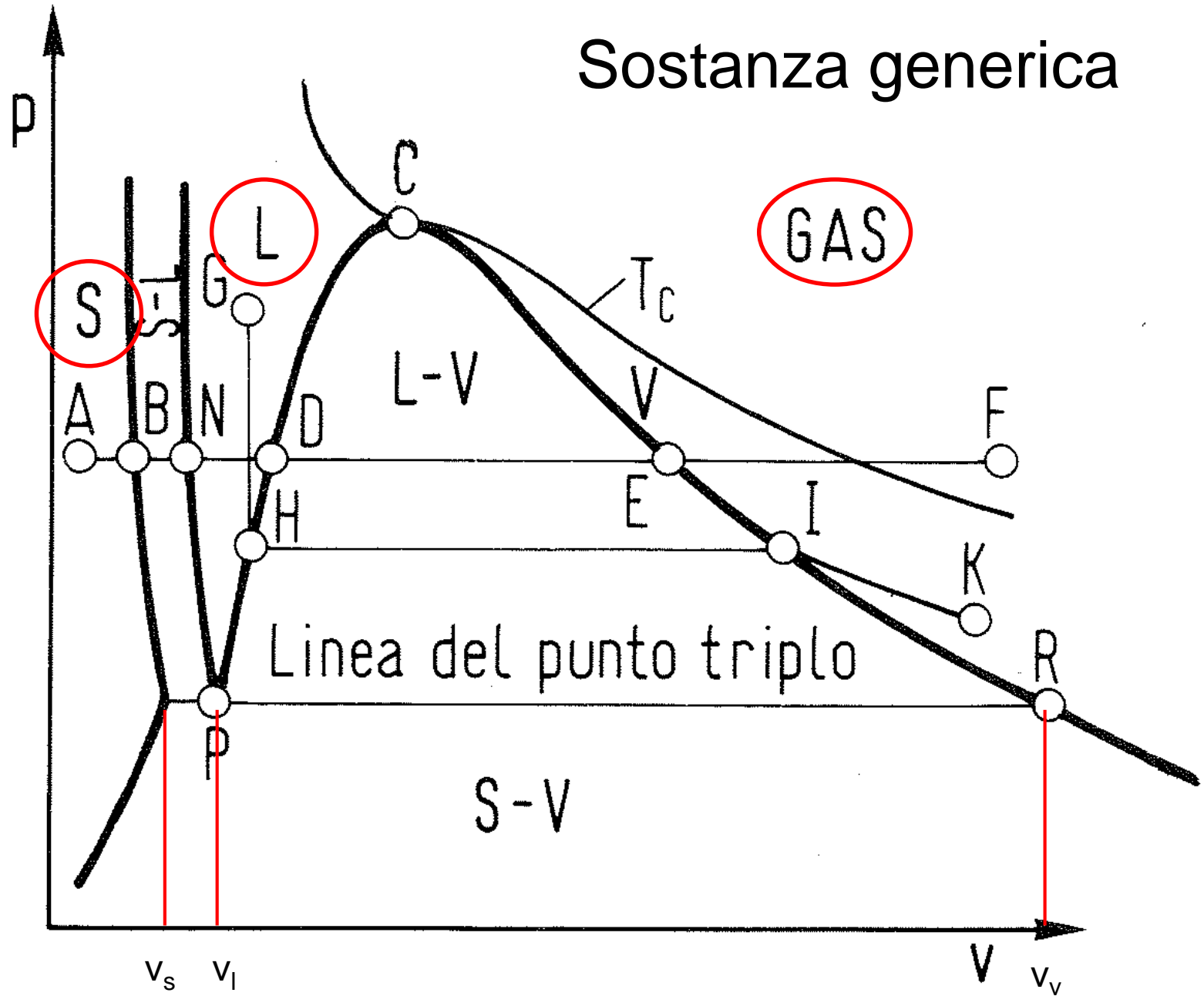
Solo ACQUA



Sostanza generica



Sostanza generica

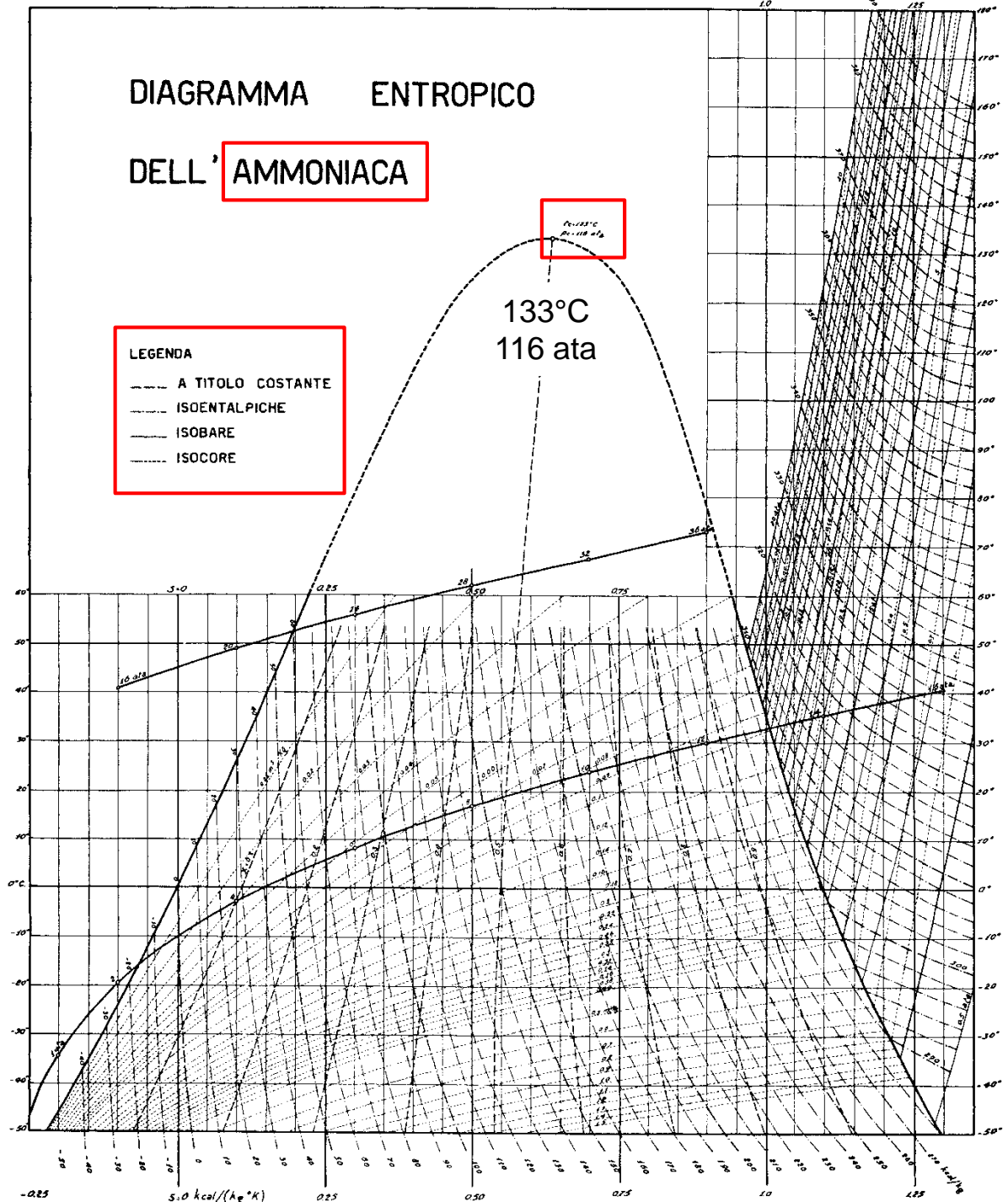


T

DIAGRAMMA ENTROPICO DELL' AMMONIACA

- LEGENDA
- A TITOLO COSTANTE
 - ISOENTALPICHE
 - ISOBARE
 - ISOCORE

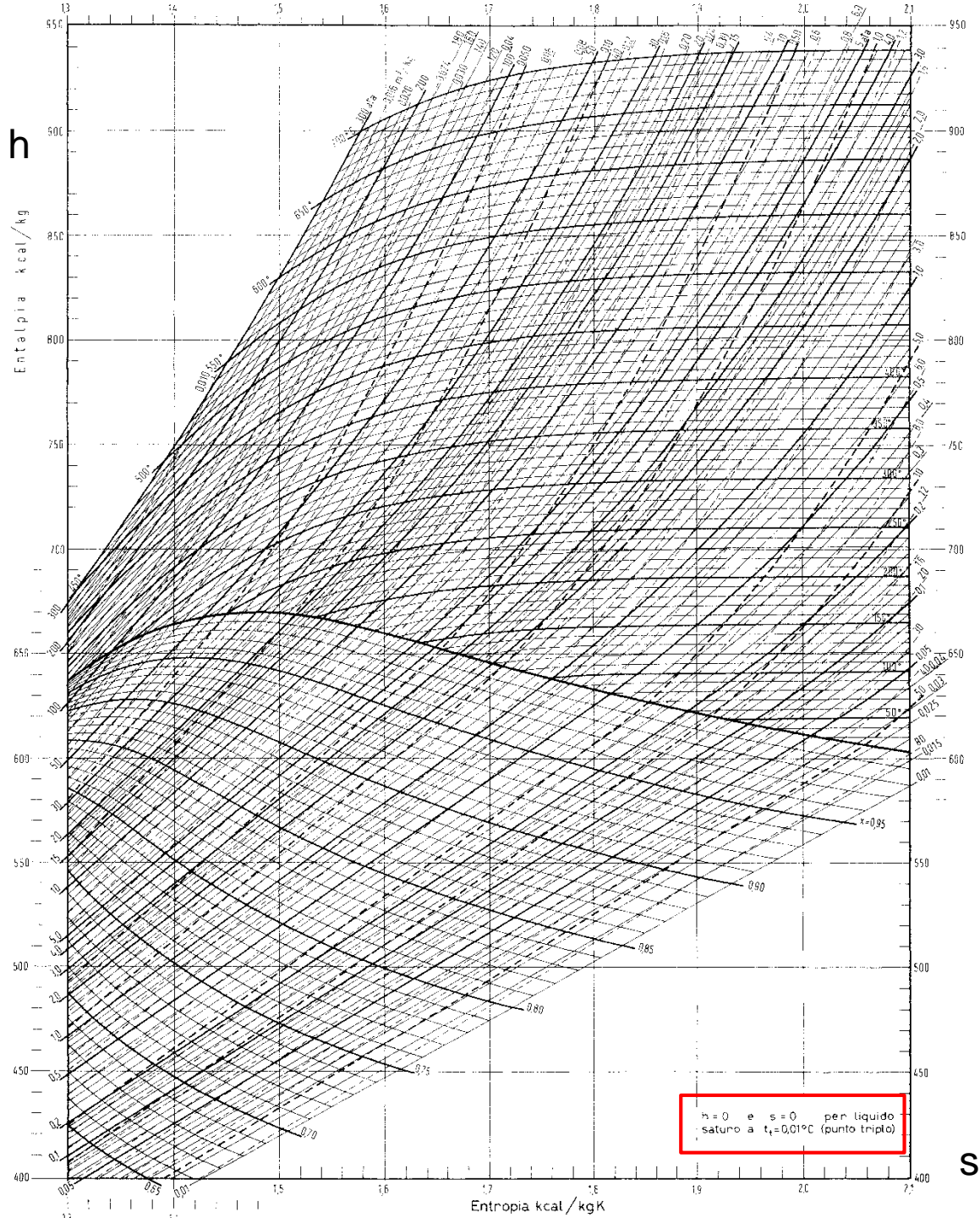
$T_c = 133^{\circ}\text{C}$
 $P_c = 116 \text{ ata}$



ata
°C
kcal/kg
kcal/kgK

S

Acqua
Mollier

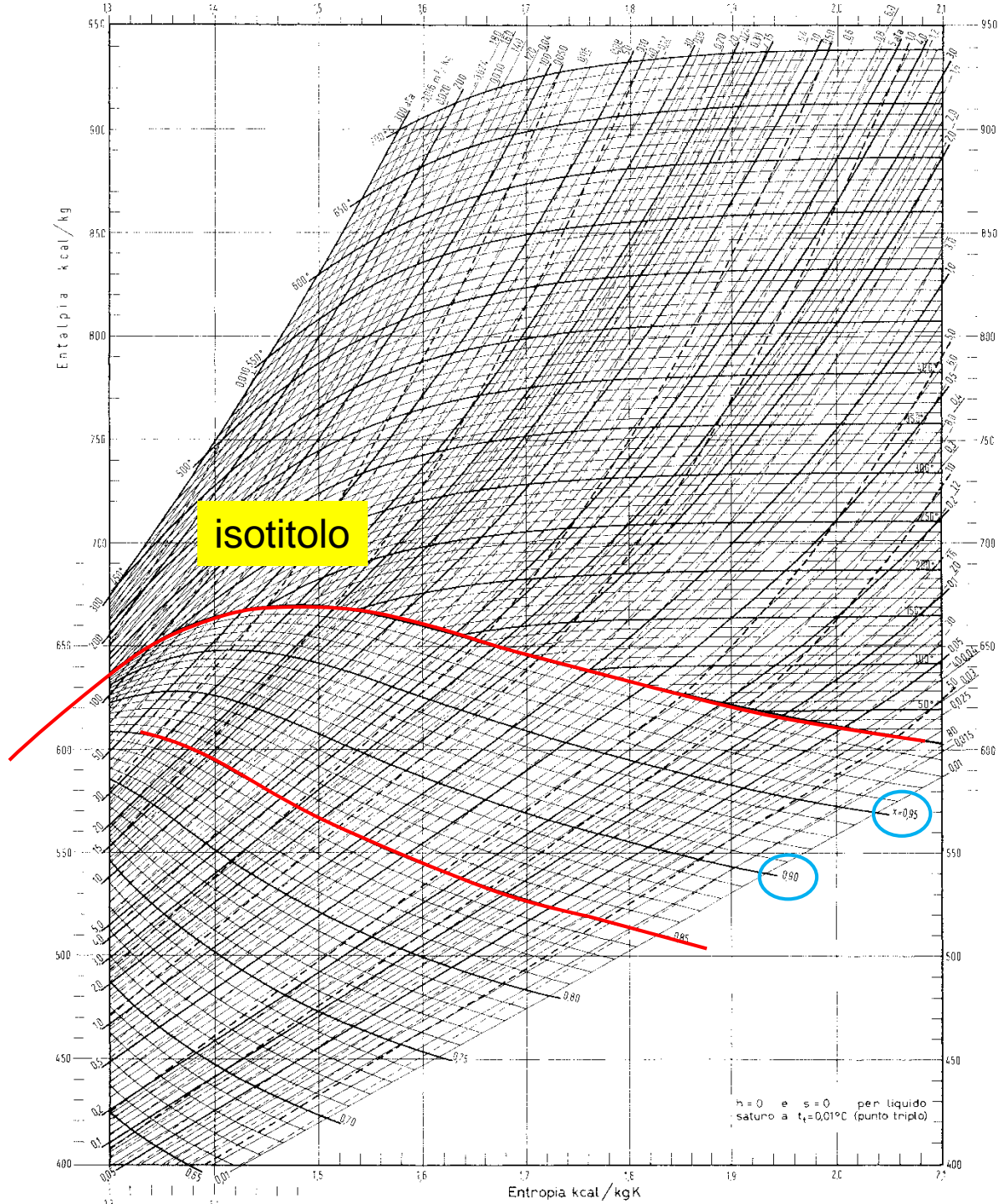


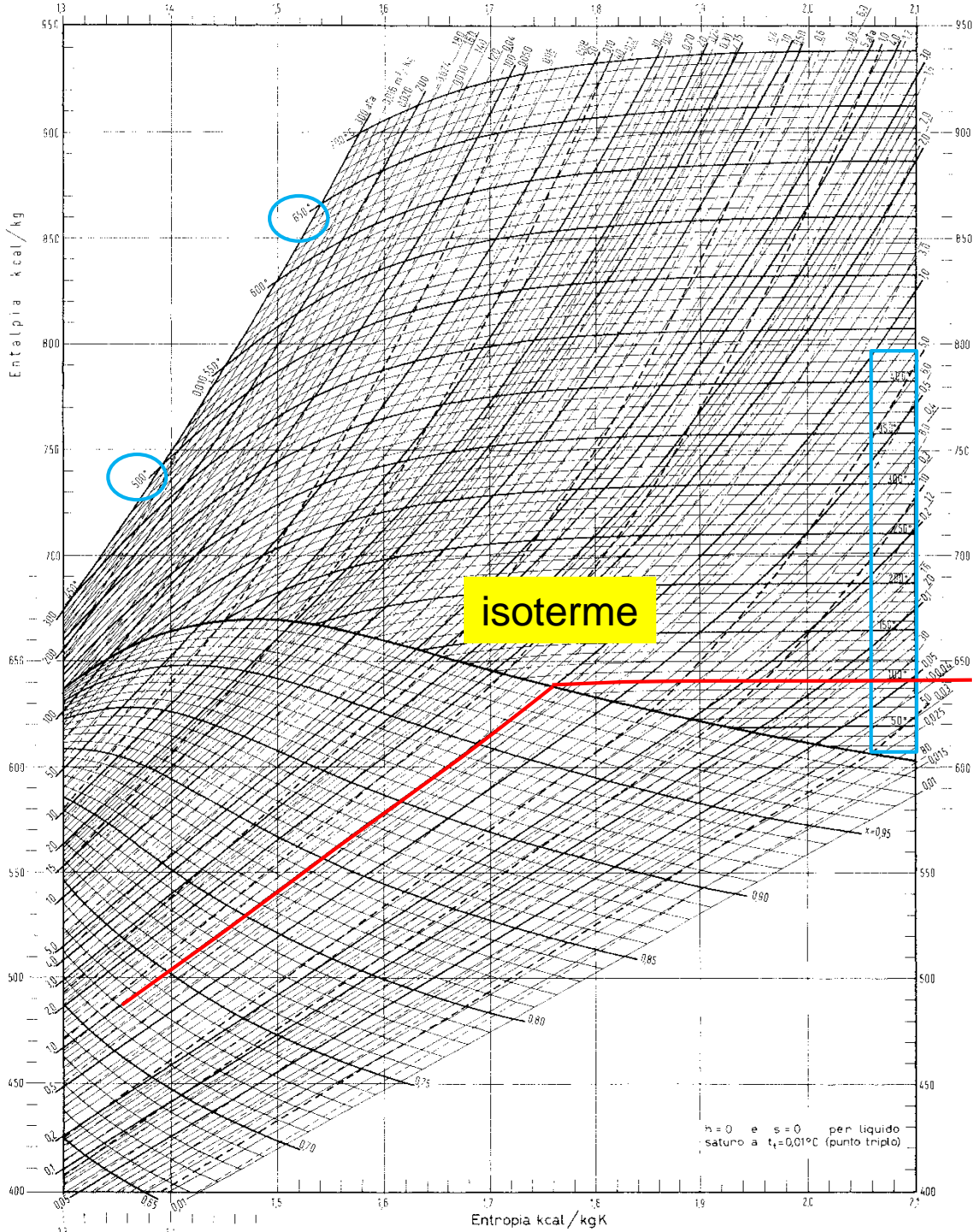
ata
 $^\circ\text{C}$
kcal/kg
kcal/kgK
 m^3/kg

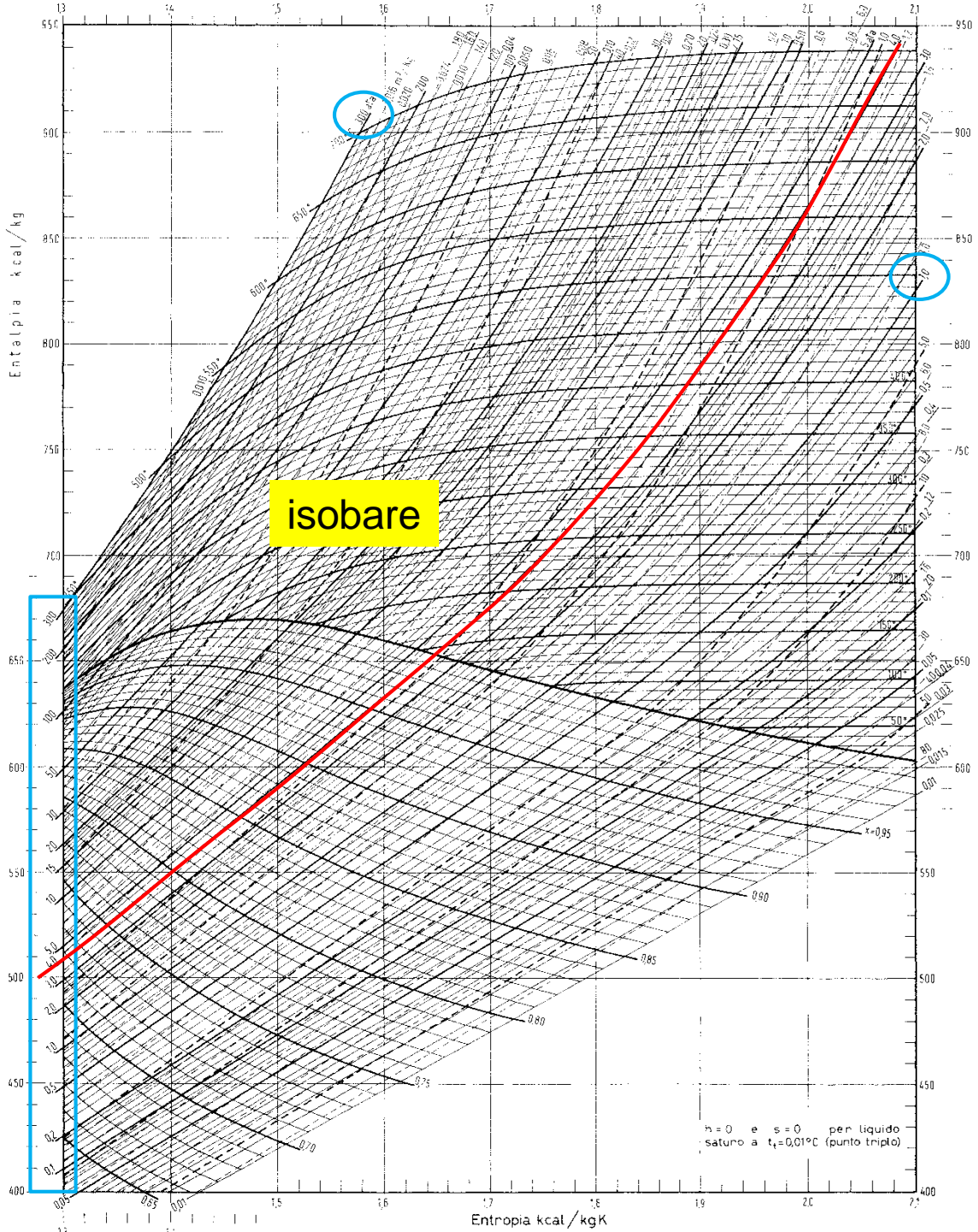
$p_c = 220,6 \text{ bar}$
 $T_c = 374^\circ\text{C}$

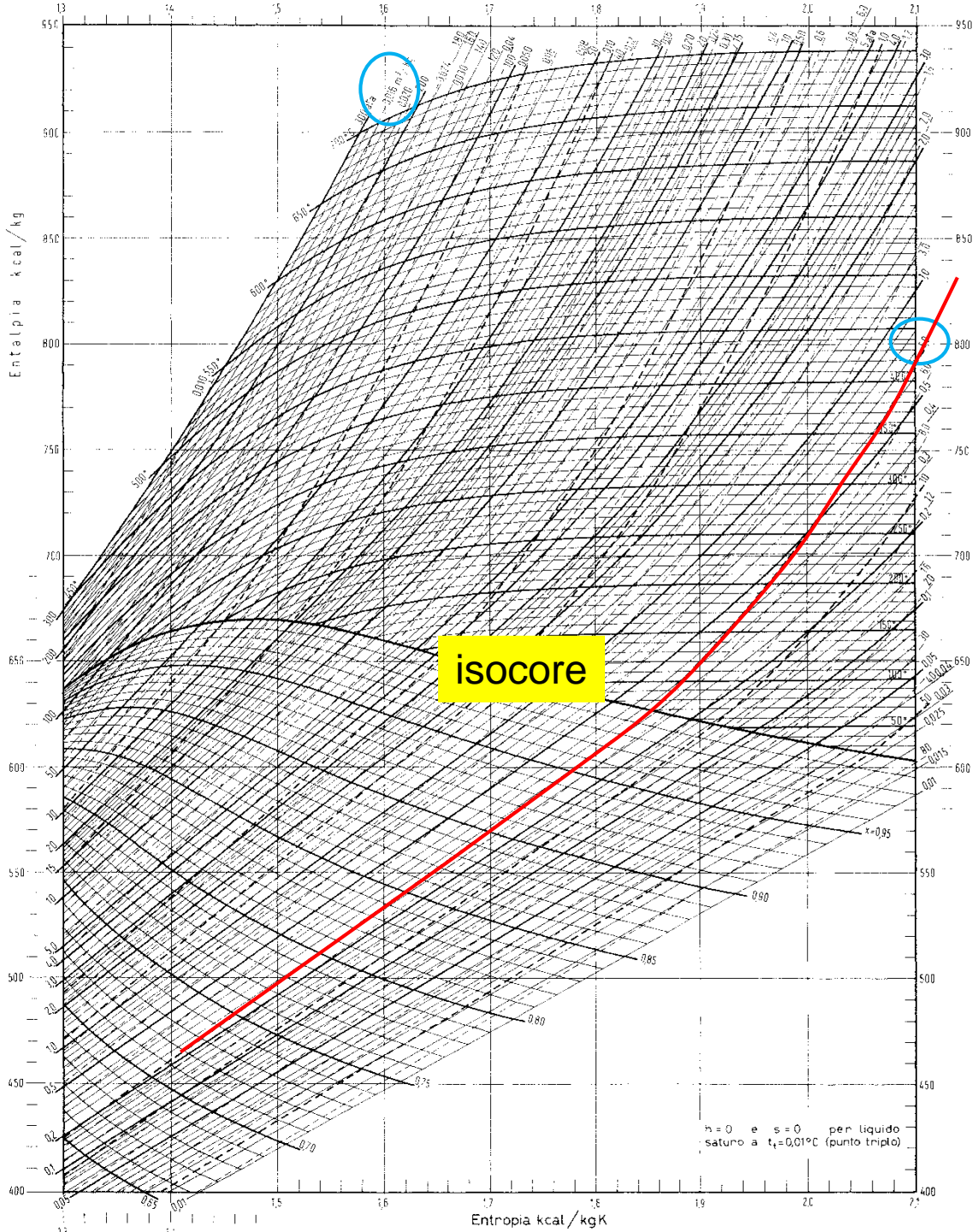
$h = 0$ e $s = 0$ per liquido saturo a $t_t = 0,01^\circ\text{C}$ (punto triplo)

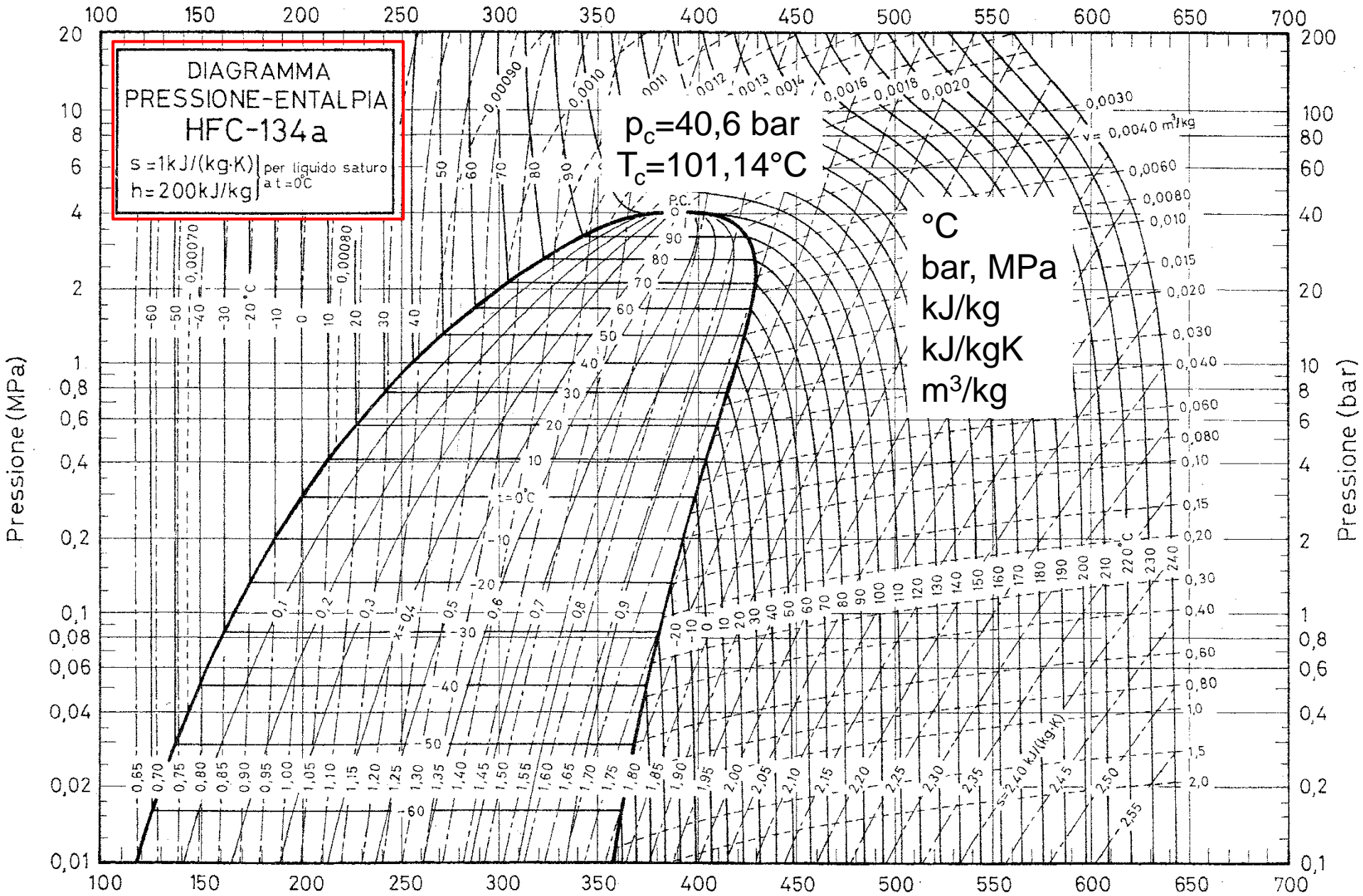
S

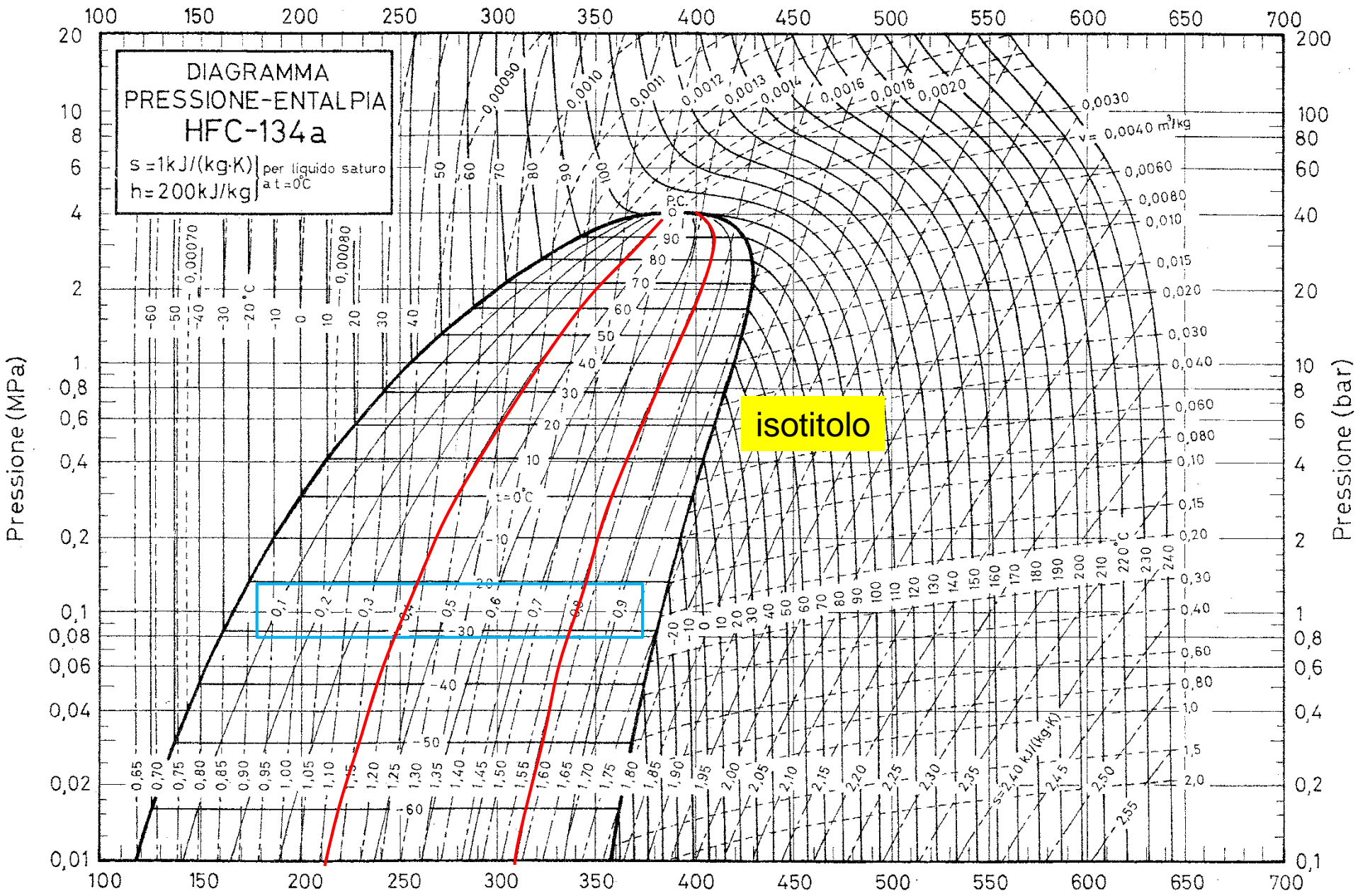


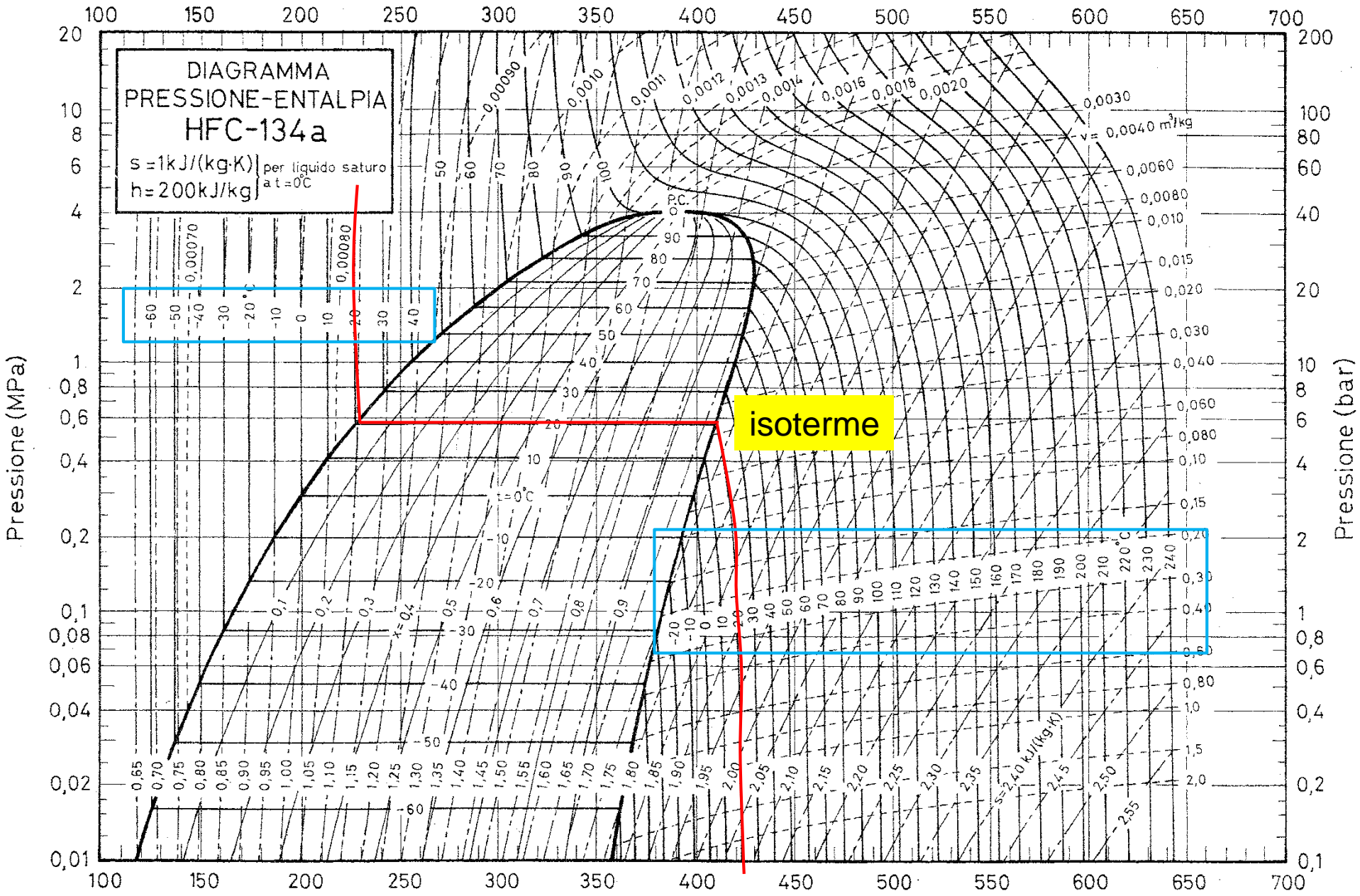


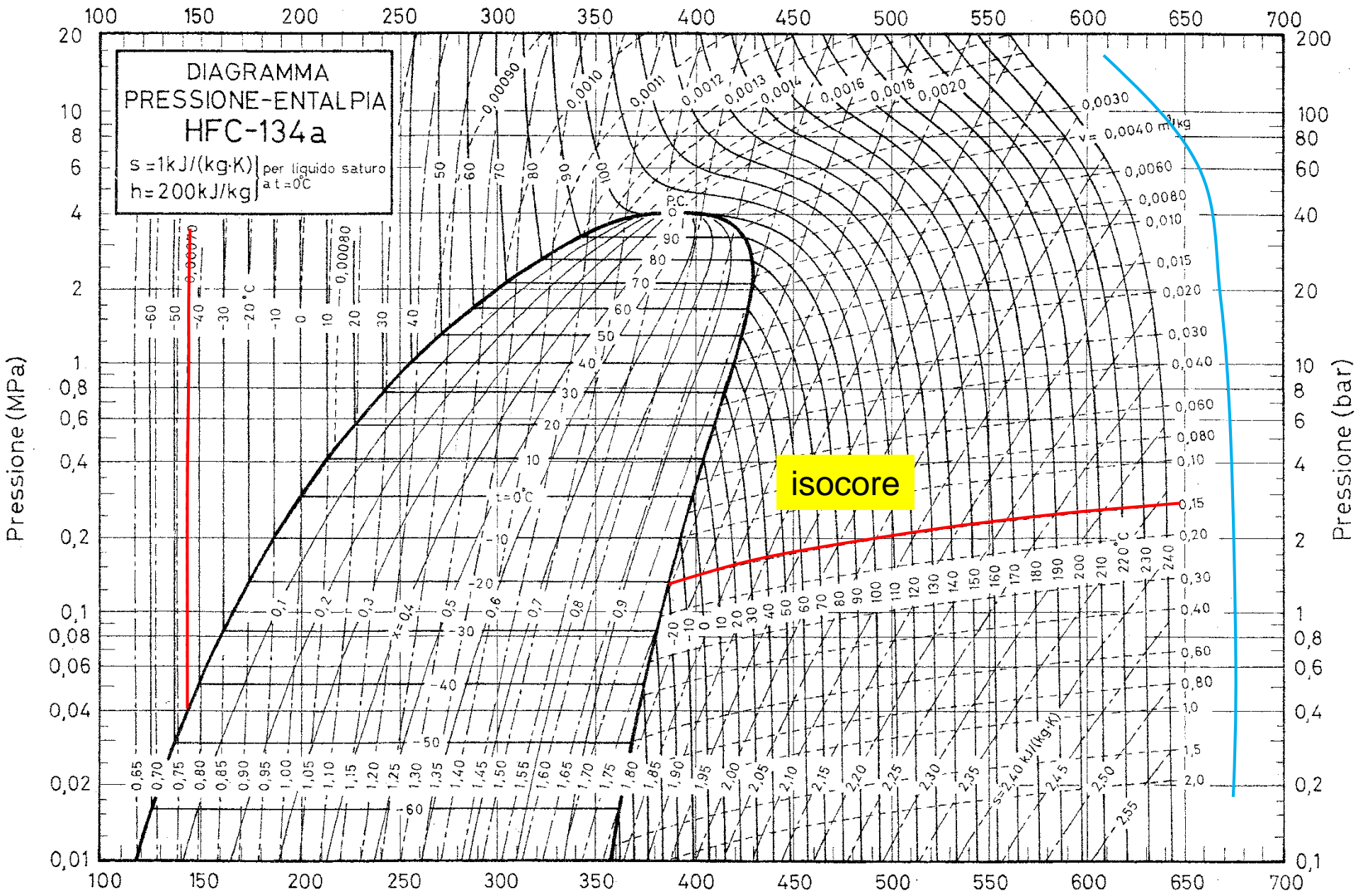


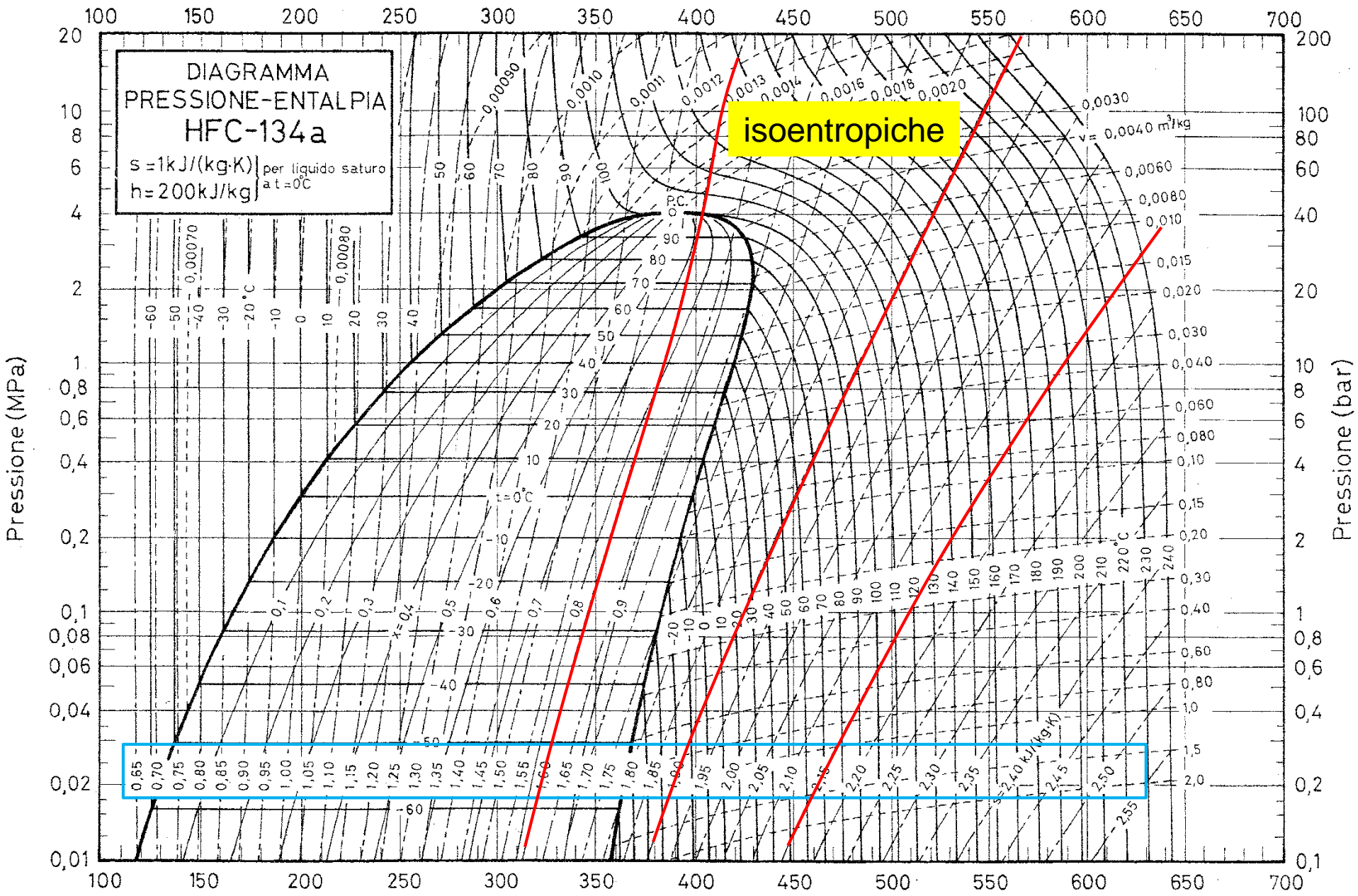












Temp. T °C	Press. sat. p_{sat} kPa	Volume specifico m ³ /kg		Energia interna kJ/kg			Entalpia kJ/kg			Entropia kJ/(kg · K)		
		Liquido sat. v_l	Vapore sat. v_v	Liquido sat. u_l	Evap. u_{lv}	Vapore sat. u_v	Liquido sat. h_l	Evap. h_{lv}	Vapore sat. h_v	Liquido sat. s_l	Evap. s_{lv}	Vapore sat. s_v
0.01	0.6113	0.001000	206.14	0.0	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	0.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	7.5261	8.1648
50	12.349	0.001012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	0.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.55	0.001040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159

PROPRIETA' DEL VAPOR D'ACQUA SATURO

(da: Schmidt, *Properties of Water and Steam in SI-Units*, Springer-Verlag, Berlin (1969))

temperatura	temperatura assoluta	pressione assoluta	Volume specifico		densità vapore	Entalpia		calore di vaporizzazione	Entropia	
			liquido	vapore		liquido	vapore		liquido	vapore
t	T	p	v'	v''	ρ''	h'	h''	r	s'	s''
°C	K	bar	m ³ /kg	m ³ /kg	kg/m ³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg K	kJ/kg K
0,00	273,15	0,006108	0,0010002	206,3	0,004847	-0,04	2501,6	2501,6	-0,0002	9,1577
0,01	273,16	0,006112	0,0010002	206,2	0,004851	0,00	2501,6	2501,6	0,0000	9,1575
1	274,15	0,006566	0,0010001	192,6	0,005192	4,17	2503,4	2499,2	0,0152	9,1311
2	275,15	0,007055	0,0010001	179,9	0,005558	8,39	2505,2	2496,8	0,0306	9,1047
3	276,15	0,007575	0,0010001	168,2	0,005946	12,60	2507,1	2494,5	0,0459	9,0785
4	277,15	0,008129	0,0010000	157,3	0,006358	16,80	2508,9	2492,1	0,0611	9,0526
5	278,15	0,008718	0,0010000	147,2	0,006795	21,01	2510,7	2489,7	0,0762	9,0269
6	279,15	0,009345	0,0010000	137,8	0,007258	25,21	2512,6	2487,4	0,0913	9,0015
7	280,15	0,010012	0,0010001	129,1	0,007748	29,41	2514,4	2485,0	0,1063	8,9762
8	281,15	0,010720	0,0010001	121,0	0,008267	33,60	2516,2	2482,6	0,1213	8,9513
9	282,15	0,011472	0,0010002	113,4	0,008816	37,80	2518,1	2480,3	0,1361	8,9265
10	283,15	0,012270	0,0010003	106,4	0,009396	41,99	2519,9	2477,9	0,1510	8,9020
11	284,15	0,013116	0,0010003	99,91	0,01001	46,19	2521,7	2475,5	0,1658	8,8776

Esercizio 5

Un dispositivo cilindro-pistone contiene una massa $m=4$ kg di vapore d'acqua saturo umido, alla temperatura $t_1=30^\circ\text{C}$ e a titolo $x_1=0.3053$. Utilizzando le tabelle del vapor d'acqua, valutare, nell'ipotesi di trasformazione adiabatica reversibile, il lavoro che è necessario fare sul pistone per ottenere acqua allo stato 2 liquido saturo.

(Risposta: $L_{12}=-1215$ kJ)

$$T_1=30^\circ\text{C}=303.15\text{ K}$$

$$x_1=0.3053=30.53\%$$

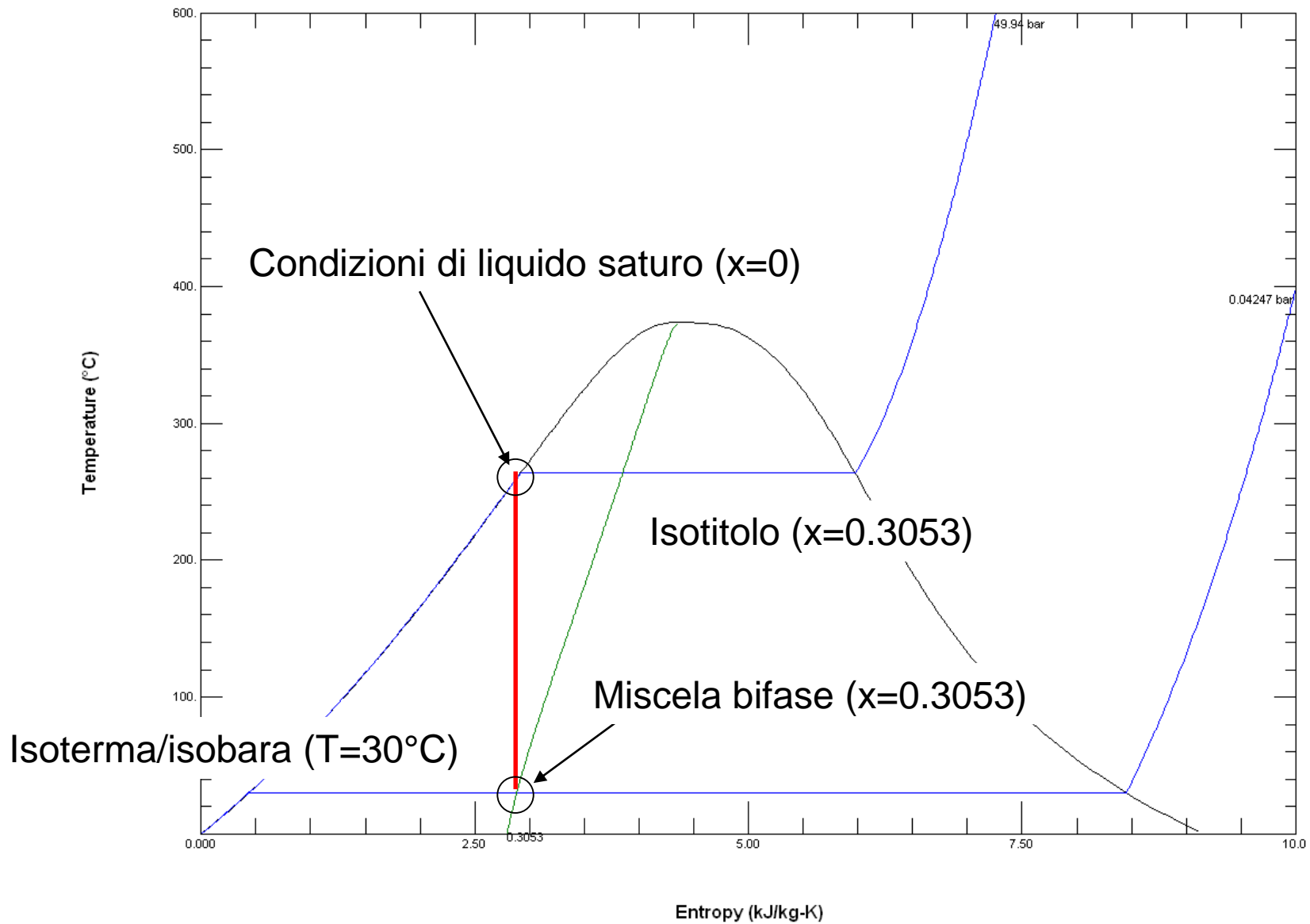
$$m=4\text{ kg di acqua}$$

Trasformazione adiabatica reversibile = compressione isoentropica

2: liquido saturo, $x_2=0$

$$S_1=S_2$$

$$L_{12}=?$$



t	T	p	v'	v''	ρ''	h'	h''	r	s'	s''
12	285,15	0,014014	0,0010004	93,84	0,01066	50,38	2523,6	2473,2	0,1805	8,8536
13	286,15	0,014965	0,0010006	88,18	0,01134	54,57	2525,4	2470,8	0,1952	8,8297
14	287,15	0,015973	0,0010007	82,90	0,01206	58,75	2527,2	2468,5	0,2098	8,8060
15	288,15	0,017039	0,0010008	77,98	0,01282	62,94	2529,1	2466,1	0,2243	8,7826
16	289,15	0,018168	0,0010010	73,38	0,01363	67,13	2530,9	2463,8	0,2388	8,7593
17	290,15	0,019362	0,0010012	69,09	0,01447	71,31	2532,7	2461,4	0,2533	8,7363
18	291,15	0,02062	0,0010013	65,09	0,01536	75,50	2534,5	2459,0	0,2677	8,7135
19	292,15	0,02196	0,0010015	61,34	0,01630	79,68	2536,4	2456,7	0,2820	8,6908
20	293,15	0,02337	0,0010017	57,84	0,01729	83,86	2538,2	2454,3	0,2963	8,6684
21	294,15	0,02485	0,0010019	54,56	0,01833	88,04	2540,0	2452,0	0,3105	8,6462
22	295,15	0,02642	0,0010022	51,49	0,01942	92,23	2541,8	2449,6	0,3247	8,6241
23	296,15	0,02808	0,0010024	48,62	0,02057	96,41	2543,6	2447,2	0,3389	8,6023
24	297,15	0,02982	0,0010026	45,93	0,02177	100,59	2545,5	2444,9	0,3530	8,5806
25	298,15	0,03166	0,0010029	43,40	0,02304	104,77	2547,3	2442,5	0,3670	8,5592
26	299,15	0,03360	0,0010032	41,03	0,02437	108,95	2549,1	2440,2	0,3810	8,5379
27	300,15	0,03564	0,0010034	38,81	0,02576	113,13	2550,9	2437,8	0,3949	8,5168
28	301,15		0,02723	3	0,02723	1		2435,4	0	
29	302,15	P sat	0,02876	7	0,02876	1	Entalpia	2433,1	0	Entropia
30	303,15		0,0010043	32,93	0,03037	125,66	2556,4	2430,7	0,4365	8,4546
31	304,15		0,0010046	31,20	0,03205	129,84	2558,2	2428,3	0,4503	8,4342



t	T	p	v'	v''	ρ''	h'	h''	r	s'	s''
185	458,15	11,233	0,0011344	0,1739	5,752	785,26	2780,4	1995,2	2,1876	6,5424
190	463,15	12,551	0,0011415	0,1563	6,397	807,52	2784,3	1976,7	2,2356	6,5036
195	468,15	13,987	0,0011489	0,1408	7,100	829,88	2787,8	1957,9	2,2833	6,4654
200	473,15	15,549	0,0011565	0,1272	7,864	852,37	2790,9	1938,6	2,3307	6,4278
210	483,15	19,077	0,0011726	0,1042	9,593	897,74	2796,2	1898,5	2,4247	6,3539
220	493,15	23,198	0,0011900	0,08604	11,62	943,67	2799,9	1856,2	2,5178	6,2817
230	503,15	27,976	0,0012087	0,07145	14,00	990,26	2802,0	1811,7	2,6102	6,2107
240	513,15	33,478	0,0012291	0,05965	16,76	1037,6	2802,2	1764,6	2,7020	6,1406
250	523,15	39,776	0,0012513	0,05004	19,99	1085,8	2800,4	1714,6	2,7935	6,0708
260	533,15	46,943	0,0012756	0,04213	23,73	1134,9	2796,4	1661,5	2,8848	6,0010
270	543,15	55,058	0,0013025	0,03559	28,10	1185,2	2789,9	1604,6	2,9763	5,9304