

ESAMI DI STATO - I SESSIONE 1998

Ingegneria CHIMICA - TEMA n. 2

Uno scarico industriale alla temperatura media di 20 °C e con una portata di 5000 mc/d, è caratterizzato dalla presenza di sostanze organiche e da fosforo, per cui viene trattato con un impianto biologico del tipo a fanghi attivi, FA, con eliminazione della sostanza organica e del fosforo. Per l'eliminazione del fosforo avviene con un processo tipo *side stream*, sottoponendo una parte dei fanghi di ricircolo a stress anaerobico in uno stripper opportuno mantenuto in queste condizioni, denominato ANA. Lo schema di flusso dell'impianto è riportato nella figura che segue.

Determinare:

- il volume del reattore FA e di quello anaerobico ANA utilizzato per stressare la biomassa;
- il fabbisogno di ossigeno al reattore FA; si dimensiona l'impianto costituito da aeratori sommersi (dischi in materiale ceramico poroso posizionati nel montaggio a 20 cm dal fondo del reattore) e dalla soffiante ad aspi rotanti di servizio (valutare il numero di aeratori e scegliere la soffiante dal catalogo dato);
- il volume del reattore perfettamente miscelato PF utilizzato per precipitare gli ortofosfati mediante il dosaggio di una sospensione di latte di calce; si dimensiona l'agitatore ad elica e si valuta la portata della pompa dosatrice.

E' inoltre richiesta la quantizzazione dello schema di flusso (limitatamente a quelle correnti indicate con lettera maiuscola in cerchietto), determinando le portate di liquame, di BOD, di fango e di fosforo espresso come P (sia del fosforo in soluzione sia di quello entro gli *Acinetobacter*), nonché le concentrazioni di BOD, di biomassa e di P solubile. E' vivamente raccomandata la presentazione dei risultati della quantizzazione in forma sintetica e sinottica di tipo tabellare.

Inoltre si assuma che: il reattore FA sia del tipo perfettamente miscelato; i fanghi abbiano una densità pari a quella dell'acqua; tutto il fosforo presente come ortofosfato negli *Acinetobacter* sia completamente portato in soluzione nel reattore ANA di strippaggio e quindi non ne rimanga più nei suddetti batteri; la precipitazione del fosforo con latte di calce sia completa e quantitativa; nello scarico da trattare sia presente azoto ammoniacale in forma bilanciata, cioè in quantità corrispondente a quella richiesta dai fenomeni di biosintesi dei microorganismi, per cui non costituisce un problema di inquinamento.

DATI

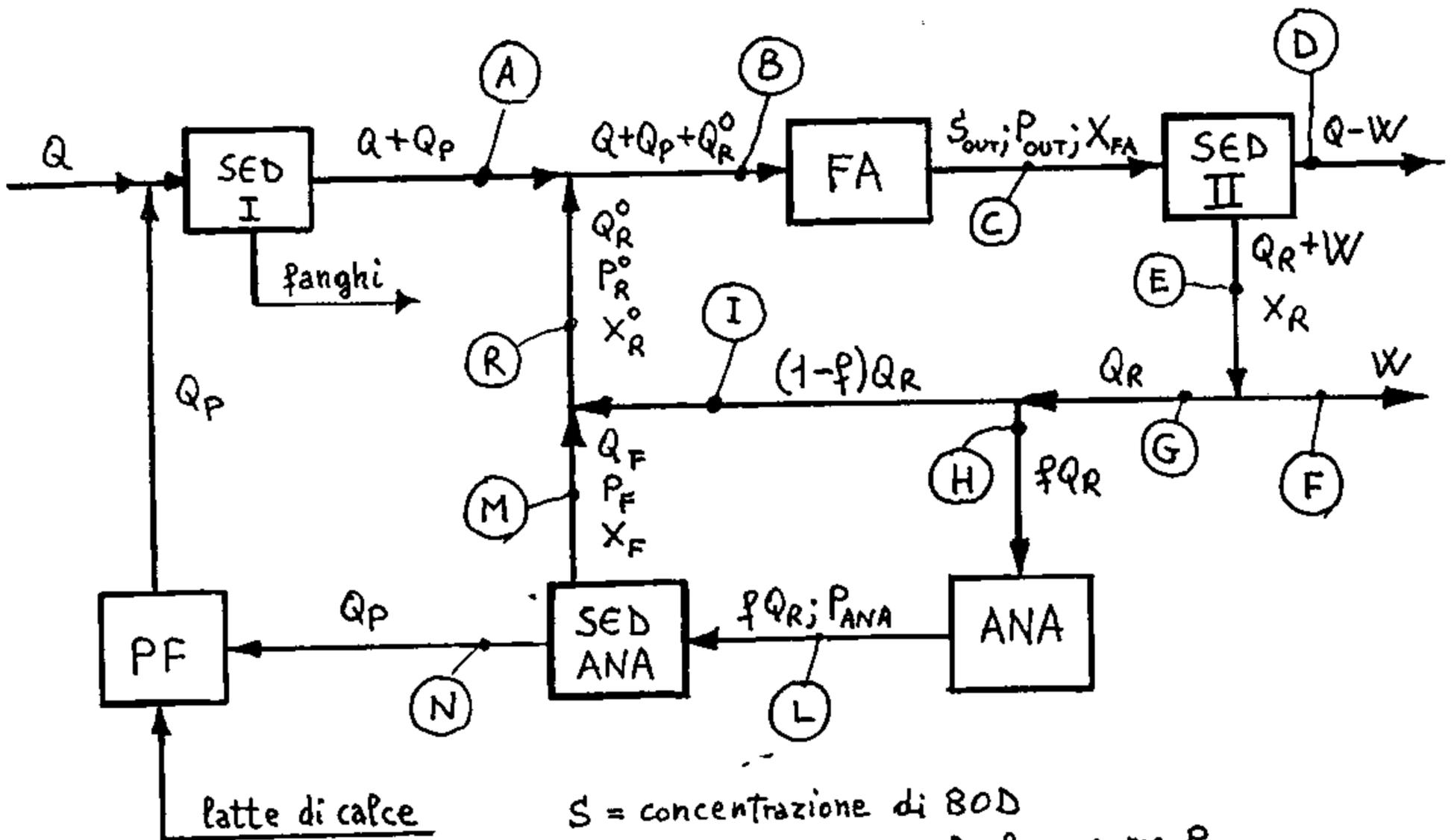
- concentrazione di BOD e di P solubile influenti nel flusso alimentato all'impianto (assumere che non vengano variati dalla sedimentazione primaria): 420 e 40 mg/l
- concentrazione di BOD e di P solubile in uscita dal reattore FA: 20 e 7 mg/l
- fattore di carico del fango del reattore a fanghi attivi: 0.12 kgBOD/kgVSS/d
- concentrazione di fango nel reattore a fanghi attivi: 4 kgSS/mc
- frazione della parte organica nel fango. $VSS / SS = 0.8$
- produzione specifica di fango di supero: 0.68 kgVSS/kgBOD
- consumo di ossigeno dovuto alla respirazione da substrato: 0.6 kgO₂/kgBOD
- consumo di ossigeno dovuto alla autoossidazione: 0.05 kgO₂/kgVSS/d
- contenuto di ossigeno in 1 Nmc di aria a 20°C: 280 g
- consumo di fosforo per biosintesi: 0.025 kgP/kgVSS di supero
- solubilità dell'ossigeno dell'aria in acqua a 20°C: 9.17 mg/l
- concentrazione di ossigeno disciolto nel liquame del reattore FA: 2 mg/l
- rapporto fra il coefficiente di scambio dell'ossigeno nel liquame ed in acqua pulita: 0.8
- frazione degli *Acinetobacter* nel fango: 0.06 kgAB/kgVSS
- capacità degli *Acinetobacter* ad accumulare fosforo come ortofosfato: 0.12 kgP/kgAB

- rapporto di ricircolo del fango dal sedimentatore secondario al reattore FA: 1
- rapporto fra la concentrazione dei fanghi in uscita dal sedimentatore a servizio dello stripper ANA e quella dei fanghi nel flusso di ricircolo al reattore FA: 2.2
- profondità minima del liquame nel reattore FA ed in quello ANA: 5 m
- tempo di permanenza idraulico nel reattore ANA: 6.5 ore
- tempo di permanenza idraulico nel reattore di dosaggio del latte di calce: 15 minuti
- consumo di calce nella precipitazione del fosforo: $280\text{gCa(OH)}_2/\text{mc}$ liquame alimentato.

ALLEGATI:

- caratteristiche di ossigenazione degli aeratori sommersi
- tabelle delle soffianti ad assi rotanti
- tabelle degli agitatori ad elica marina.

TEMA n. 2 - SCHEMA di FLUSSO



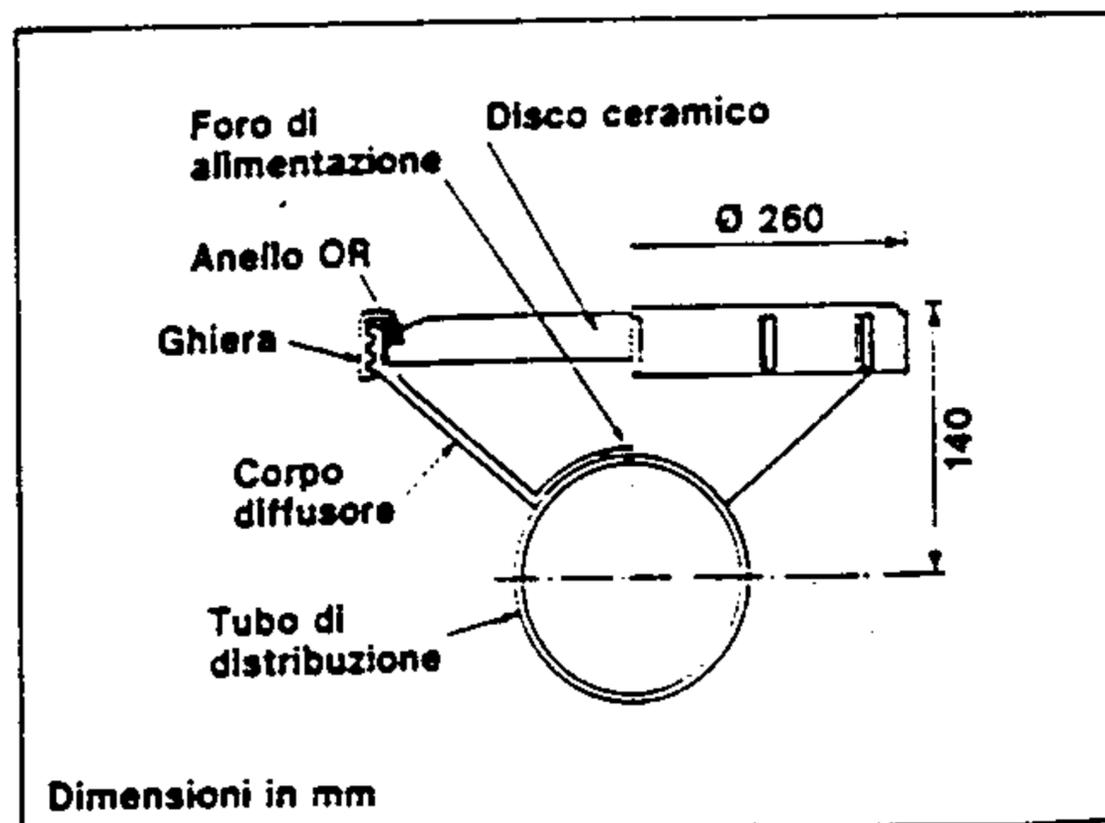
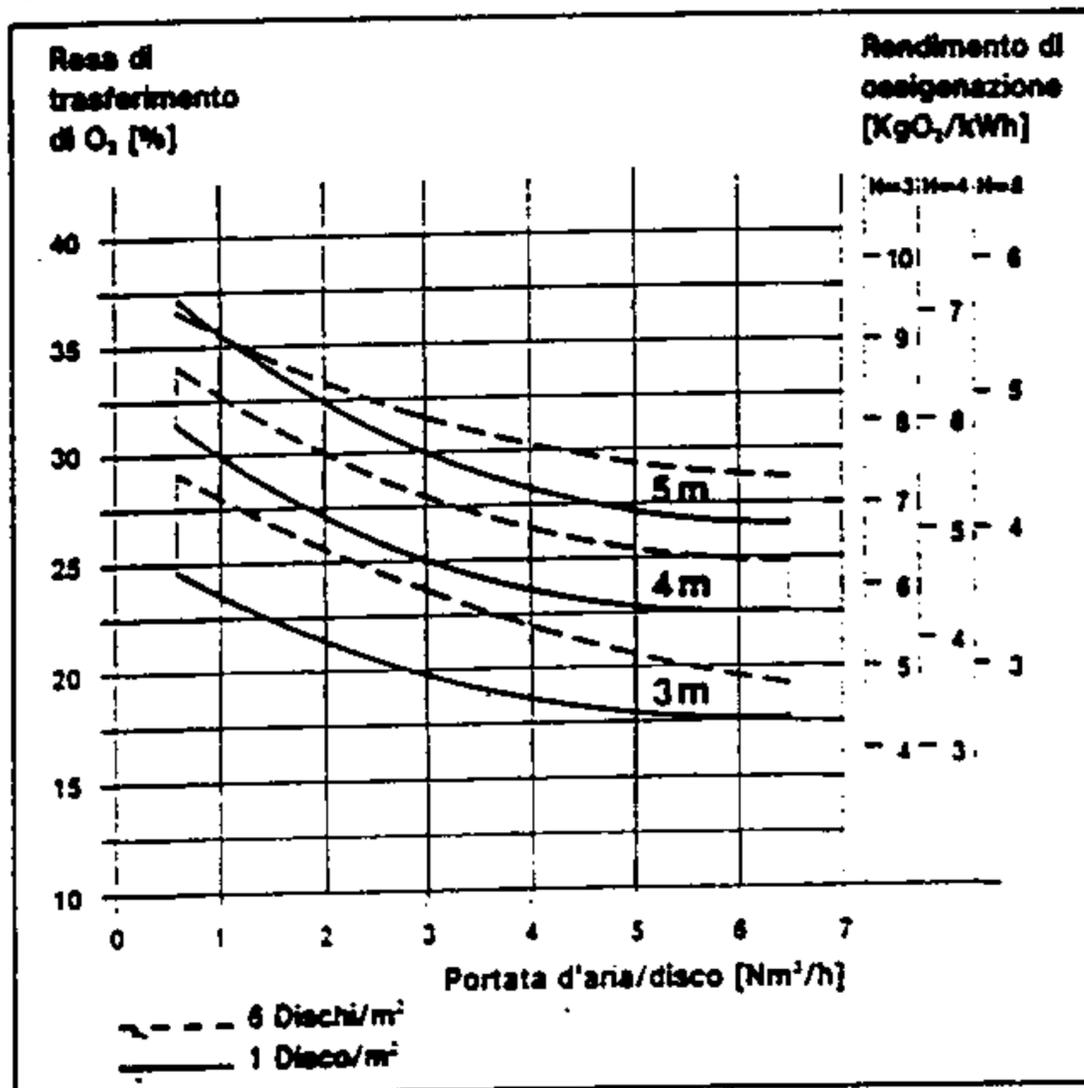
S = concentrazione di BOD
 P = " " " fosforo come P
 X = " " " della biomassa

Le lettere cerchiato identificano le varie correnti di liquame

Dati tecnici	
Capacità di ossigenazione in acqua pulita	3-6,5 kg O ₂ /kWh
Capacità di ossigenazione in acqua pulita per l'aerazione dal fondo	22 g O ₂ /Nm ³ circa, per m di immersione
Portata d'aria per diffusore	1-6 Nm ³ /h
Densità di diffusori	1-6,5 per m ²
Diametro esterno	260 mm
Peso	1.3 kg

I diffusori sono incollati sui tubi di distribuzione in PVC di 107 mm. La resistenza dell'incollaggio è garantita.

Sanitaire 9" ceramico, immersione 3-4-5 m



CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO COME COMPRESSORI (come aspiratori dati a richiesta). Portata di aria in m³/h misurata all'aspirazione, con pressione atmosferica di 1 bar ass. e temperatura di aspirazione di 20°C, con peso specifico di 1.2 Kg/m³, per una sovrappressione in mbar pari a: (potenza assorbita in kW).

PERFORMANCES AS COMPRESSORS (as vacuum pumps they will be given on request). Air volume in m³/h measured at inlet, with atmospheric pressure of 1 bar abs and an inlet temperature of 20°C, with a specific gravity of 1.2 Kg/m³, for an overpressure in mbar equal to (power absorbed in kW).

Allowance ± 5%

Tolleranza ± 5%

Modello Type	Bocche Outlets Ø mm	giri al minuto Rpm	100		200		300		400		500		600		700		800		900		1000	
			m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW	m ³ /h	kW										
RB 100	200	960	1055	4.2	985	7.5	945	11.1	900	14.4	865	17.5	835	21.2	805	25						
		1450	1690	6.7	1620	11.7	1580	16.6	1540	22	1500	26.5	1470	32	1440	37	1410	42				
		1800	2130	8.5	2060	14.5	2020	21	1980	27.5	1925	33.3	1895	39	1865	46	1840	52				
		2200	2640	10.3	2570	17.7	2530	25.5	2490	33.1	2455	40.5	2425	48	2395	56	2360	63				
RB 101	200	960	1450	5.6	1360	10.5	1290	15	1230	19.5	1170	24										
		1450	2290	9	2100	16	2130	22.5	2070	29.2	2010	36										
		1800	2900	11.1	2800	19.5	2700	27.7	2650	36.1	2570	44.5										
		* 2200	3580	13.7	3490	23.6	3420	34	3360	44.2	3300	54										
RB 110	200	730	1250	4.5	1125	9	1070	12.5	1010	16.2	970	20.6	930	24.5	900	28	870	33				
		960	1670	6.3	1545	11.7	1490	16.6	1450	22	1410	27.5	1370	32	1340	37	1310	42	1275	47		
		1450	2600	10	2475	17.7	2420	26	2380	33.3	2340	41.5	2300	48.5	2270	56	2240	64	2215	72	2190	80
		1800	3250	12.5	3125	22.1	3070	32	3010	41.7	2970	51.5	2930	60.5	2900	70	2870	80	2835	89	2810	99
RB 120	250	730	1580	6	1480	10.7	1420	15.5	1360	20.7	1300	26	1250	32.5	1200	37	1160	42				
		960	2150	8.2	2050	15	1990	20.6	1930	27.3	1870	33	1820	41.5	1770	47	1730	53				
		1450	3350	12.6	3250	22.1	3190	32	3130	42	3070	50	3020	59	2970	69	2930	78				
		1800	4210	16.3	4110	28	4050	39	3990	51	3930	62	3880	73	3830	84	3790	96				
RB 121	250	730	2200	8.7	2100	16	2000	23	1900	30	1850	36										
		960	2975	11.5	2875	20.5	2800	30	2720	39	2650	48										
		1450	4650	17	4550	31	4450	45	4375	58	4350	72										
		* 1800	5850	21	5750	38	5650	55	5575	72	5500	89										
RB 130	250	730	2300	9.6	2200	15.5	2100	23	2000	30.3	1950	39	1900	45	1820	54	1770	61	1725	68		
		960	3170	12	3050	21	2950	31	2880	40	2820	49	2760	58	2700	68	2650	77	2600	87	2550	96
		1450	4940	18	4820	32	4720	46	4650	60	4590	74	4530	88	4470	102	4420	116	4370	129	4320	144
		1800	6000	24	5850	46	5700	66.5	5600	89	5500	109	5400	131	5350	153	5300	173				
RB 140	300	730	3375	13.3	3225	22	3100	36	3000	46	2900	57.5	2800	69	2700	80	2650	91				
		960	4525	16.2	4375	30	4250	45	4150	59	4075	73	4000	87	3900	102	3800	117				
		1450	7000	24	6850	46	6700	66.5	6600	89	6500	109	6400	131	6350	153	6300	173				
		1800	8300	33	8100	50	7900	75	7700	109	7500	153	7300	217	7100	285	6900	373				
RB 150	300	730	4300	15.5	4100	30.3	4000	44.5	3900	58	3800	70										
		960	5700	22	5550	41	5420	57.5	5320	74	5220	89										
		1450	8870	37	8700	59	8570	85	8470	108	8370	132										
		1800	10800	50	10600	75	10400	109	10200	153	10000	217										
RB 160	300	730	5300	20	5050	38	4850	52	4700	70	4600	86	4480	100	4350	116	4250	132	4150	149		
		960	7100	30	6850	50	6700	70	6500	92	6400	114	6300	132	6150	153	6080	175	5980	197	5900	218
		1200	9000	38	8730	63	8550	88	8400	117	8300	142	8180	168	8080	195	7980	220	7870	248	7800	272
		1800	11100	50	10800	75	10600	109	10400	153	10200	217	10000	285	9800	373	9600	491	9400	659	9200	896
RB 170	350	730	7150	30	6900	50	6700	71	6550	92	6400	114	6270	132	6140	155	6000	178				
		960	9600	38	9370	67	9180	94	9000	121	8850	150	8720	176	8600	204	8490	234				
		1200	12190	45	11920	81	11740	118	11570	153	11410	188	11290	222	11150	258	11050	293				
		1800	15100	60	14800	100	14600	153	14400	217	14200	285	14000	373	13800	491	13600	659	13400	896	13200	1214
RB 200	400	500	6600	30	6320	49	6090	69	5910	89	5760	109	5610	129	5480	148	5350	168				
		730	9920	41	9650	71	9400	99	9220	130	9080	159	8940	188	8815	217	8700	246				
		1000	13850	57	13590	98	13321	138	13230	177	13000	218	12853	258	12732	297	12630	337				
		1800	17800	75	17500	132	17200	197	16900	285	16600	391	16400	521	16200	691	16000	921	15800	1251	15600	1711
RB 220	500	500	10081	40	9655	69	9362	98	9125	126	8935	155	8786	186								
		730	15115	59	14732	98	14395	142	14186	188	13974	230	13851	274								
		1000	21015	80	20650	136	20345	197	20085	258	19895	315	19735	378								
		1800	27000	106	26500	181	26000	264	25500	344	25000	452	24500	600	24000	816	23500	1104	23000	1488	22500	1992

Le potenze indicate nella tabella sono da intendersi assorbite dall'asse del soffiatore, al netto delle eventuali perdite passive dovute alla trasmissione e di quelle dovute alle tenute meccaniche (nella esecuzione TM) o ai pre-mi-stoppa (nella esecuzione PR); per motivi di sicurezza la potenza del motore deve essere superiore a quella assorbita (aumentata delle perdite di trasmissione) nella misura seguente informativa: fino a 4 kW + 30% - da 5 a 30 kW + 20% - da 35 a 75 kW + 15% - oltre 75 kW + 10%.
Per portate inferiori consultare il catalogo dei soffiatori RBL.
VERSO DI DIREZIONE DEL FLUSSO:
Soffiatori con bocche orizzontali: indifferente
Soffiatori con bocche verticali: verso il basso (per direzione del flusso verso l'alto occorre precisarlo all'atto dell'ordinazione)
* Solo per soffiatori con bocche verticali.

The power ratings shown on the chart are understood as being those absorbed at the blower axis, without the possible energy losses due to the V-belt or gear drive, the mechanical seals (TM execution) and/or the gland packing (PR execution); in order to establish the motor power rating it is necessary to increase these figures, added with the possible external energy loss, as follows: up to 4 kW = approx. 30% - from 5 to 30 kW = approx. 20% from 35 to 75 kW = approx. 15% over 75 kW = 10%.
FLOW DIRECTION:
Blowers in horizontal execution (side-side nozzles): flow can be in either direction.
Blowers in vertical execution (top-bottom nozzles): top suction and bottom discharge (should flow direction from bottom to top be required it shall be specified in purchase order)
* For blowers in vertical execution only.

PRESTAZIONI DEI SOFFIATORI RB 30 90

PERFORMANCES RB 30 90 BLOWERS

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO COME COMPRESSORI (come aspiratori dati a richiesta). Portata di aria in m³/h misurata all'aspirazione, con pressione atmosferica di 1 bar ass. e temperatura di aspirazione di 20°C, con peso specifico di 1.2 Kg/m³, per una sovrappressione in mbar pari a: (potenza assorbita in kW).

PERFORMANCES AS COMPRESSORS (as vacuum pumps they will be given on request). Air volume in m³/h measured at inlet, with atmospheric pressure of 1 bar abs and an inlet temperature of 20°C, with a specific gravity of 1.2 Kg/m³, for an overpressure in mbar equal to (power absorbed in kW).

Tolleranza ± 5% Allowance ± 5%

Modello Type	Bocche Outlets Ø mm	giri al minuto Rpm	100		200		300		400		500		600		700		800		900		1000	
			m ³ /h	kW																		
RB 30	80	1450	135	0.67	120	1.2	105	1.7	95	2.3	86	2.8	80	3.4								
		2200	228	0.96	210	1.8	198	2.5	188	3.3	177	4.1	170	4.8	165	5.6						
		2850	310	1.35	290	2.2	280	3.2	267	4.2	257	5.2	250	6.4	245	7.1	235	8.1	230	9.2		
		3800	428	1.7	408	3	398	4.3	388	5.6	375	6.9	367	9	362	9.5	355	11	350	12	345	13.3
RB 40	80	1450	190	0.9	172	1.5	156	2.2	142	2.8	130	3.5	120	4.1								
		2200	308	1.4	293	2.4	277	3.3	264	4.3	250	5.3	240	6.3	230	7.3						
		2850	410	1.8	395	3	380	4.3	365	5.6	352	6.9	340	8.1	330	9.5	325	11				
		3800	560	2.4	540	4	528	5.8	515	7.4	500	9.2	492	11	482	12.5	475	14.1				
RB 41	100	1450	260	1.2	235	2.1	215	2.9	200	3.7	190	4.6	180	5.5								
		2200	420	1.8	395	3	375	4.4	360	5.7	350	7	340	8.3								
		2850	560	2.2	535	3.9	515	5.6	500	7.4	490	9	480	10.7								
		3800	760	3	735	5.3	715	7.4	700	9.6	690	12	680	14.5								
RB 50	100	1450	310	1.5	290	2.4	275	3.1	260	4	250	4.9	230	5.8	220	6.7	210	7.5				
		2200	490	2.2	470	3.4	450	4.7	440	6.1	425	7.4	415	9	409	10.2	400	11.6	380	13.3	370	14.3
		2850	645	2.7	625	4.5	610	6.1	600	8	580	9.8	570	12	560	13.5	550	15	530	17	520	18.6
		3200	730	3	710	5	690	7	675	9	660	11	650	13	635	15	630	17	620	19.2	610	21
RB 60	100	1450	410	1.7	390	3	370	4.3	350	5.5	335	6.8	320	8.1	305	9.3						
		2200	660	2.8	640	4.6	620	6.5	600	8.5	585	10.5	570	12.5	555	14.3	545	16.2				
		2850	870	3.6	850	6	830	8.6	810	11	795	13.7	780	16.2	765	19	755	21.5				
		3200	980	4	960	7	940	9.7	920	12.5	905	15.5	890	18.2	875	21	865	24				
RB 61	125	1450	490	1.9	465	3.4	440	4.9	420	6.4	400	7.9	380	9.5								
		2200	780	3	735	5.3	710	7.6	690	10	670	12.2	650	14.5								
		2850	1030	4	1005	7	980	10	960	13	940	16	920	19.2								
		3200	1170	4.5	1145	7.8	1120	11.2	1100	15	1080	18	1060	21.5								
RB 70	125	960	380	1.9	340	2.9	315	4.2	295	5.6	275	6.8	260	8.2								
		1450	620	2.7	575	4.7	550	6.5	530	8.5	510	10.5	495	12.5	480	14.5	465	16.3				
		2000	880	3.7	840	6.5	810	9.2	790	12	770	14.5	755	17	740	19.5	730	22.1	720	25	710	28
		2500	1120	4.8	1075	8.1	1050	11.3	1030	15	1010	18	995	22	980	25	965	28.6	955	32	945	35
		* 2850	1285	5.8	1250	9.5	1230	13	1205	17	1185	21	1165	25	1150	28.5	1135	32	1125	36.5	1110	39.5
RB 80	150	960	580	2.3	540	4.2	500	5.9	480	7.8	460	9.6	450	12.2								
		1450	930	3.7	890	6.5	855	9.3	830	12.3	810	15	790	18	770	21	750	23.6				
		2000	1320	5.6	1280	9.2	1245	13.3	1225	17.1	1205	21	1185	25.2	1165	29	1140	32.5				
		2500	1680	7	1650	12.2	1605	16.8	1585	22	1565	27	1545	32	1525	36.5	1500	41.5				
		* 2850	1910	8	1865	14	1830	19.5	1805	25	1781	30.5	1755	36	1735	41.5	1715	47				
RB 81	150	960	770	3	720	5.3	675	7.5	640	10	600	12.3										
		1450	1190	4.8	1140	8.5	1090	12	1050	15.5	1020	19.2										
		2000	1690	7	1640	12	1590	17.3	1550	22	1520	26.5										
		2500	2140	8.9	2090	15.1	2040	21.5	2000	28	1970	34										
		* 2850	2450	10.2	2400	17.5	2360	25.5	2315	31	2285	39										
RB 90	150	960	800	3.2	740	5.7	700	8.3	665	11	630	13.5	600	16	575	18.6	550	21.5				
		1450	1280	5	1220	9	1180	12.5	1145	16.6	1110	21	1080	24.5	1055	28	1030	32	1010	36.1	990	40
		1800	1630	6.1	1570	11	1530	15.6	1495	21	1460	25.5	1430	30.2	1405	35	1380	40	1360	44.5	1340	49.5
		2200	2020	7.4	1960	13.3	1920	19.2	1885	25	1850	31	1820	37	1795	42.8	1770	48.7	1750	54.5	1740	60.5

Le potenze indicate nella tabella sono da intendersi assorbite dall'asse del soffiatore, al netto delle eventuali perdite passive dovute alla trasmissione e di quelle dovute alle tenute meccaniche (nella esecuzione TM) o ai prelievi (nella esecuzione PR); per motivi di sicurezza la potenza del motore deve essere superiore a quella assorbita (aumentata delle perdite di trasmissione) nella misura seguente informativa: fino a 4 kW + 30% - da 5 a 30 kW + 20% - da 35 a 75 kW + 15% - oltre 75 kW + 10%.
Per portate inferiori consultare il catalogo dei soffiatori RBL.
VERSO DI DIREZIONE DEL FLUSSO:
Soffiatori con bocche orizzontali: indifferente
Soffiatori con bocche verticali: verso il basso (per direzione del flusso verso l'alto occorre precisarlo all'atto dell'ordinazione)
* Solo per soffiatori con bocche verticali.

The power ratings shown on the chart are understood as being those absorbed at the blower axis, without the possible energy losses due to the V-belt or gear drive, the mechanical seals (TM execution) and/or the gland packing (PR execution); in order to establish the motor power rating it is necessary to increase these figures, added with the possible external energy loss, as follows: up to 4 kW = approx. 30% - from 5 to 30 kW = approx. 20% from 35 to 75 kW = approx. 15% over 75 kW = 10%.
FLOW DIRECTION:
Blowers in horizontal execution (side-side nozzles): flow can be in either direction.
Blowers in vertical execution (top-bottom nozzles): top suction and bottom discharge (should flow direction from bottom to top be required it shall be specified in purchase order)
* For blowers in vertical execution only.

Tipo.	Potenza.			Albero.		Flangia UNI 2276 PN 6			Lanterna.		g
	4 poli	6 poli	8 poli	ϕ	b	DN	h	k	c	d	
Ef 1	0,35	0,25	0,125	25	800	100	210	170	15	190	150
Ef 2	0,5	0,35	0,17	30	800	100	210	170	15	190	160
Ef 3	0,75	0,5	0,25	30	900	125	240	200	20	210	200
Ef 4	1	0,75	0,35	35	1100	125	240	200	20	210	200
Ef 5	1,5	1	0,5	35	1200	150	255	225	20	250	200
Ef 6	2	1,5	0,75	40	1400	150	255	225	20	250	200
Ef 7	3	2	1	40	1600	175	295	255	20	270	250
Ef 8	4	2,5	1,5	45	1800	175	295	255	20	270	250
Ef 9	5,5	3	2	45	2000	200	320	280	25	270	250

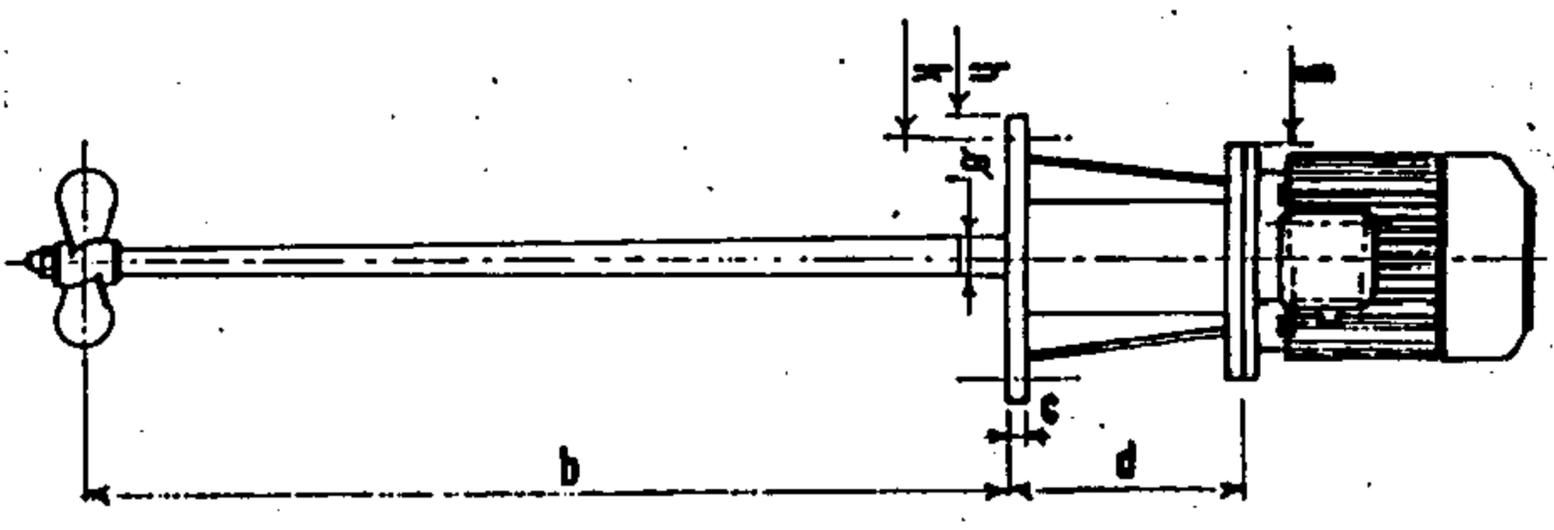


Tabella delle portate agitatoriserie Ef.

Eliche a profilo marino tripale/32°.

Tipo	Motore a 4 poli		φ elica	Q (m ³ /h)	Motore a 6 poli		φ elica	Q (m ³ /h)	Motore a 8 poli		φ elica	Q (m ³ /h)	Obs.
	P (CV)	n.giri/1'			P (CV)	n.giri/1'			P (CV)	n.giri/1'			
Ef 1	0,35	1370	110	90	0,25	900	135	110	0,125	680	135	80	
Ef 2	0,5	1360	125	125	0,35	900	145	135	0,17	680	145	100	
Ef 3	0,75	1380	130	140	0,5	920	155	175	0,25	690	155	130	
Ef 4	1	1380	135	160	0,75	920	165	195	0,35	690	165	150	
Ef 5	1,5	1410	145	205	1	930	175	235	0,5	690	175	180	
Ef 6	2	1415	160	280	1,5	930	190	300	0,75	690	190	225	
Ef 7	3	1425	170	330	2	945	205	390	1	700	205	290	
Ef 8	4	1430	180	400	2,5	940	215	440	1,5	700	225	375	
Ef 9	5,5	1430	190	465	3	945	225	510	2	700	240	460	
Ef 10	7,5	1440	200	505	4	945	235	590	3	700	250	535	
Ef 11	10	1440	210	610	5,5	945	245	700	4	700	275	670	
Ef 12	15	1430	230	750	7,5	950	260	790	5,5	700	290	720	