



INFORME N°9

Curvas de una Bomba



PPROFESORES

Cristobal Galleguillos Ketterer y Tomás Herrera Muñoz
Alumna: Victoria Bascuñan Santander

Contenido

Introducción.	2
1.- Objetivos.....	3
2.- Trabajo de laboratorio.....	3
3.- Informe	4
3.1 Tabla de valores medidos.	4
3.2 Fórmulas.....	6
3.3 Tabla de valores calculados.....	8
3.4 Gráficos.....	10
3.4.1 De isorendimiento y potencia vs caudal.	10
3.4.2 Curva Ψ vs Φ	11
Conclusión.	12

Introducción.

En este presente trabajo, se vera el comportamiento de una bomba centrifuga, bajo las condiciones como la velocidad rotacional, caudal y otros. Para poder comparar especificaciones con el fabricante y encontrar las curvas características y puntos óptimos de trabajo para la bomba.

1.- Objetivos.

Analizar el comportamiento de una bomba centrífuga mediante sus curvas características.

2.- Trabajo de laboratorio.

Revisar y poner en marcha la instalación, con las válvulas de aspiración y descarga totalmente abiertas. Regular la velocidad a la indicada por el profesor.

Luego de inspeccionar los instrumentos y su operación y esperar un tiempo prudente para que se estabilice su funcionamiento, tome las siguientes medidas:

- n velocidad de ensayo, [rpm].
- n_x velocidad de la bomba, en [rpm].
- $p_{ax}\%$ presión de aspiración, en [%].
- $p_{dx}\%$ presión de descarga, en [%].
- Δh_x caudal de la bomba, presión diferencial en el venturímetro en [mmHg].
- F_x fuerza medidas en la balanza, en [kp].
- t_a temperatura de agua en el estanque, en [°C].
- P_{atm} presión atmosférica, en [mmHg].

Manteniendo la velocidad constante, repetir las mediciones tantas veces como fuera necesario para recorrer completamente la curva característica de la bomba y tener los valores apropiados para trazar las curvas que se indican. Para obtener las distintas condiciones de operación, se modifica la curva característica del sistema estrangulando la descarga de la bomba.

Se repite lo anterior para otras dos velocidades de ensayo.

Mida los valores siguientes:

cp_{ax} altura piezométrica del manómetro de aspiración respecto del eje de la bomba, en [mm]. cp_{dx} altura piezométrica del manómetro de descarga respecto del eje de la bomba, en [mm].

3.- Informe

3.1 Tabla de valores medidos.

Tabla 1. Valores medidos.

VALORES MEDIDOS										
3070 [rpm]										
	n	cpax	cpdx	nx	pax	pdx	Δh_x	Fx	T	P _{atm}
	[rpm]	[m]	[m]	[rpm]	[%]	[%]	[mmHg]	[kp]	[°C]	[mmHg]
1	3070	115	165	3075	89,5	6,5	146	1,54	16	758,7
2	3070	115	165	3076	92	13,6	133	1,68	16	758,7
3	3070	115	165	3076	94,8	19,4	118	1,79	16	758,7
4	3070	115	165	3076	97	24,5	104	1,85	16	758,7
5	3070	115	165	3077	99,4	29,1	91	1,89	16	758,7
6	3070	115	165	3078	101,7	34,4	76	1,91	16	758,7
7	3070	115	165	3078	105,2	41,3	59	1,92	16	758,7
8	3070	115	165	3078	107,6	46,2	45	1,89	16	758,7
9	3070	115	165	3078	110	49,2	32	1,83	16	758,7
10	3070	115	165	3077	112,5	54,4	17	1,69	16	758,7
11	3070	115	165	3078	114,3	56,9	9	1,55	16	758,7
12	3070	115	165	3078	120,5	62,1	0	1,13	16	758,7
13										

Tabla 2. Valores medidos continuación.

VALORES MEDIDOS										
2900 [rpm]										
	n	cpax	cpdx	nx	pax	pdx	Δh_x	Fx	T	P _{atm}
	[rpm]	[m]	[m]	[rpm]	[%]	[%]	[mmHg]	[kp]	[°C]	[mmHg]
1	2900	115	165	2903	91,5	6,2	134	1,37	16	758,7
2	2900	115	165	2903	93,9	12,7	121	1,47	16,5	758,7
3	2900	115	165	2903	96,3	16,4	109	1,55	16,5	758,7
4	2900	115	165	2903	98,7	21,4	95	1,62	17	758,7
5	2900	115	165	2903	100,5	26,1	82	1,65	17	758,7
6	2900	115	165	2902	103,4	30,5	70	1,68	17	758,7

7	2900	115	165	2904	105,6	35,5	56	1,69	17	758,7
8	2900	115	165	2902	108,1	40,2	43	1,68	17	758,7
9	2900	115	165	2903	110	44,3	30	1,6	17	758,7
10	2900	115	165	2903	112,3	48,1	17	1,49	17	758,7
11	2900	115	165	2904	114,6	51,2	8	1,37	17	758,7
12	2900	115	165	2904	119,5	56,1	0	0,94	17	758,7

Tabla 3. Valores medidos continuación.

VALORES MEDIDOS										
	2700 [rpm]									
	n	cpax	cpdx	nx	pax	pdx	Δh_x	Fx	T	P _{atm}
	[rpm]	[mm]	[mm]	[rpm]	[%]	[%]	[mmHg]	[kp]	[°C]	[mmHg]
1	2700	115	165	2702	94,3	5,8	118	1,16	17	758,7
2	2700	115	165	2703	96,8	10,5	106	1,24	17	758,7
3	2700	115	165	2703	98,5	14,5	95	1,3	17	758,7
4	2700	115	165	2703	100	18,1	84	1,34	17	758,7
5	2700	115	165	2702	102,4	22,6	72	1,38	17	758,7
6	2700	115	165	2703	104,8	26,9	60	1,4	17	758,7
7	2700	115	165	2703	107,1	32,1	47	1,4	17	758,7
8	2700	115	165	2702	109,1	36,1	35	1,38	17	758,7
9	2700	115	165	2702	111,3	39,9	23	1,3	17	758,7
10	2700	115	165	2703	113,6	43,5	11	1,18	17	758,7
11	2700	115	165	2703	114,9	45,3	5	1,05	17	758,7
0	2700	115	165	2703	119,6	49,1	0	0,78	17	758,7

3.2 Fórmulas

Caudal:

De gráfico del venturímetro adjunto se determina el caudal para cada línea de mediciones:

Q_x

Caudal corregido:

$$Q = Q_x \left(\frac{n}{n_x} \right) \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Presión de aspiración:

$$p_{ax} = 0,1 p_{ax} \% - 10 - \frac{c p_{ax}}{1000} \left[m_{ca} \right]$$

$c p_{ax} = 115 \text{ [mm]}$

Presión de descarga:

$$p_{dx} = 0,4 p_{dx} \% + \frac{c p_{dx}}{1000} \left[m_{ca} \right]$$

$c p_{dx} = 165 \text{ [mm]}$

Altura:

$$H_x = -p_{ax} + p_{dx} \left[m_{ca} \right]$$

Altura corregida:

$$H = H_x \left(\frac{n}{n_x} \right)^2 \left[m_{ca} \right]$$

Potencia en el eje de la bomba:

$$N_{ex} = 0,0007355 F_x n_x \left[kW \right]$$

Potencia en el eje de la bomba corregida:

$$N_e = N_{ex} \left(\frac{n}{n_x} \right)^3 \left[kW \right]$$

Potencia hidráulica:

$$N_h = \gamma \frac{QH}{3600} \left[kW \right]$$

γ peso específico del agua
en $[N/m^3]$

Rendimiento global:

$$\eta_{gl} = \frac{Nh}{Ne} 100 \quad [\%]$$

Velocidad tangencial del rodete en la descarga:

$$U_2 = \frac{\pi}{60} n D_2 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Velocidad meridional de descarga:

$$cm_2 = \frac{Q}{3600 \pi D_2 B_2} \left[\frac{m}{s} \right]$$

D_2 diámetro exterior del rodete
 B_2 ancho exterior del rodete

Phi:

$$\phi = \frac{cm_2}{U_2} \quad [-]$$

Psi:

$$\psi = \frac{2gH}{U_2^2} \quad [-]$$

3.3 Tabla de valores calculados.

Tabla 4.Valores Calculados.

VALORES CACULADOS												
3070 [RPM]												
Q	pax	pdx	Hx	H	Nex	Ne	Nh	η_{gl}	U ₂	cm ₂	ϕ	ψ
[m ³ /h]	m _{ca}	m _{ca}	m _{ca}	m _{ca}	kW	kW	kW	%	m/s	m/s	[-]	[-]
113,22	-1,17	2,77	3,93	3,92	3,48	3,47	1,23	35,54	21,69	3,03	0,14	0,16
107,79	-0,91	5,61	6,52	6,49	3,80	3,78	1,94	51,46	21,69	2,88	0,13	0,27
100,60	-0,64	7,93	8,56	8,53	4,05	4,03	2,38	59,18	21,69	2,69	0,12	0,36
91,62	-0,41	9,97	10,38	10,34	4,19	4,16	2,63	63,24	21,69	2,45	0,11	0,43
86,20	-0,17	11,81	11,98	11,93	4,28	4,25	2,86	67,22	21,69	2,31	0,11	0,50
77,20	0,06	13,93	13,87	13,80	4,32	4,29	2,96	68,97	21,69	2,06	0,10	0,57
71,81	0,41	16,69	16,28	16,20	4,35	4,31	3,23	74,91	21,69	1,92	0,09	0,67
61,04	0,65	18,65	18,00	17,91	4,28	4,25	3,04	71,52	21,69	1,63	0,08	0,75
46,68	0,89	19,85	18,96	18,86	4,14	4,11	2,45	59,49	21,69	1,25	0,06	0,79
35,92	1,14	21,93	20,79	20,70	3,82	3,80	2,06	54,36	21,69	0,96	0,04	0,86
25,13	1,32	22,93	21,61	21,50	3,51	3,48	1,50	43,11	21,69	0,67	0,03	0,90
0,00	1,94	25,01	23,07	22,95	2,56	2,54	0,00	0,00	21,69	0,00	0,00	0,96

Tabla 5 Valores Calculados continuación.

VALORES CACULADOS												
2900 [RPM]												
Q	pax	pdx	Hx	H	Nex	Ne	Nh	η_{gl}	U ₂	cm ₂	ϕ	ψ
[m ³ /h]	m _{ca}	m _{ca}	m _{ca}	m _{ca}	Kw	kW	kW	%	m/s	m/s	[-]	[-]
107,89	-0,97	2,65	3,61	3,60	2,93	2,92	1,08	37,02	20,49	2,89	0,14	0,17
101,06	-0,72	5,25	5,97	5,96	3,14	3,13	1,67	53,45	20,49	2,70	0,13	0,28
92,42	-0,48	6,73	7,21	7,20	3,31	3,30	1,85	55,99	20,49	2,47	0,12	0,34
89,91	-0,24	8,73	8,97	8,95	3,46	3,45	2,24	64,83	20,49	2,40	0,12	0,42
79,12	-0,06	10,61	10,67	10,65	3,52	3,51	2,34	66,63	20,49	2,12	0,10	0,50
75,55	0,23	12,37	12,14	12,12	3,59	3,58	2,54	71,10	20,49	2,02	0,10	0,57
68,31	0,45	14,37	13,92	13,88	3,61	3,59	2,63	73,27	20,49	1,83	0,09	0,65
57,56	0,70	16,25	15,55	15,53	3,59	3,58	2,48	69,38	20,49	1,54	0,08	0,73
46,75	0,89	17,89	17,00	16,96	3,42	3,41	2,20	64,69	20,49	1,25	0,06	0,79
35,96	1,12	19,41	18,29	18,25	3,18	3,17	1,82	57,49	20,49	0,96	0,05	0,85
21,57	1,35	20,65	19,30	19,25	2,93	2,91	1,15	39,57	20,49	0,58	0,03	0,90
0,00	1,84	22,61	20,77	20,71	2,01	2,00	0,00	0,00	20,49	0,00	0,00	0,97

Tabla 6. Valores Calculados continuación.

VALORES CACULADOS												
2700 [RPM]												
Q	pax	pdx	Hx	H	Nex	Ne	Nh	η_{gl}	U ₂	cm ₂	ϕ	ψ
[m ³ /h]	m _{ca}	m _{ca}	m _{ca}	m _{ca}	Kw	kW	kW	%	m/s	m/s	[-]	[-]
100,73	-0,69	2,49	3,17	3,17	2,31	2,30	0,89	38,50	19,08	2,69	0,14	0,17
92,42	-0,44	4,37	4,80	4,79	2,47	2,46	1,23	50,04	19,08	2,47	0,13	0,26
89,90	-0,26	5,97	6,23	6,22	2,58	2,58	1,55	60,26	19,08	2,40	0,13	0,33
79,47	-0,12	7,41	7,52	7,50	2,66	2,66	1,66	62,38	19,08	2,13	0,11	0,40
75,54	0,13	9,21	9,08	9,07	2,74	2,74	1,90	69,53	19,08	2,02	0,11	0,49
71,92	0,37	10,93	10,56	10,54	2,78	2,77	2,10	75,88	19,08	1,92	0,10	0,57
58,26	0,60	13,01	12,41	12,38	2,78	2,77	2,00	72,23	19,08	1,56	0,08	0,67
53,96	0,80	14,61	13,81	13,79	2,74	2,74	2,07	75,53	19,08	1,44	0,08	0,74
43,17	1,02	16,13	15,11	15,09	2,58	2,58	1,81	70,18	19,08	1,15	0,06	0,81
25,17	1,25	17,57	16,32	16,28	2,35	2,34	1,14	48,70	19,08	0,67	0,04	0,88
17,98	1,38	18,29	16,91	16,87	2,09	2,08	0,84	40,50	19,08	0,48	0,03	0,91
0,00	1,85	19,81	17,96	17,92	1,55	1,55	0,00	0,00	19,08	0,00	0,00	0,97

3.4 Gráficos.

Trace los siguientes gráficos en una hoja completa.

3.4.1 De isorendimiento y potencia vs caudal.

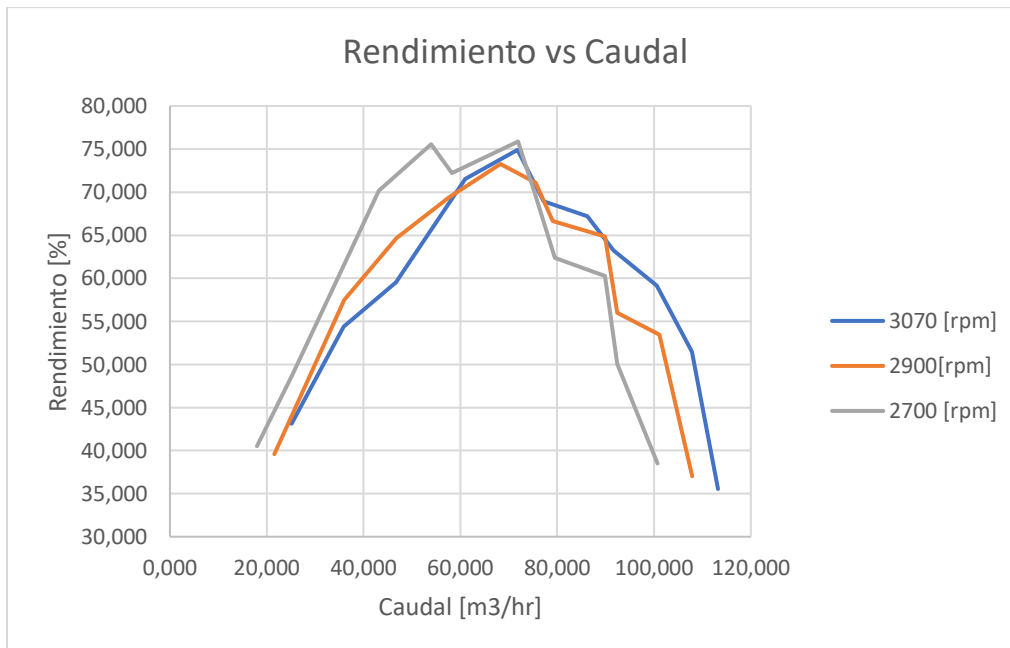


Gráfico1. Rendimiento vs Caudal. *Elaboración propia.*

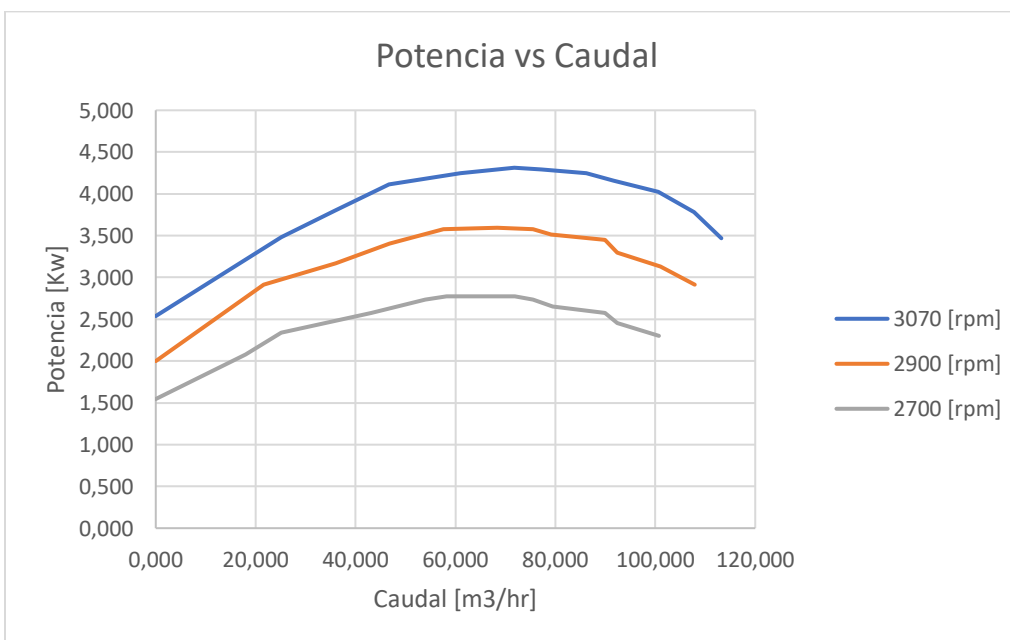


Gráfico2. Potencia vs Caudal. *Elaboración propia.*

3.4.1.1 ¿Cuáles son las condiciones óptimas de operación de esta bomba?

El punto óptimo de la bomba se encuentra cuando la velocidad rotacional son de 2700 rpm ya que sobrepasa a las demás alcanzando en rendimiento con un valor de 76% para un caudal de $72 \text{ m}^3/\text{hr}$

3.4.1.2 ¿las curvas tienen la forma esperada?

Las curvas tienen una la tendencia a la que nos muestra el fabricante, con sus pequeñas discrepancias, ya que se están haciendo con valores empíricos.

3.4.1.3 ¿Cuál es la potencia máxima consumida?

Se efectúa cuando la velocidad rotacional es de 3070 rpm, con un caudal de $72 \text{ m}^3/\text{hr}$ consumiendo una potencia de 4,4 kW

3.4.1.4 ¿Qué tipo de curva son?

Ambas curvas corresponden a una forma ascendente-descendente, mostrando que sus máximos y mínimos no están en los extremos, sino uno próximo al caudal medio.

3.4.2 Curva Ψ vs Φ

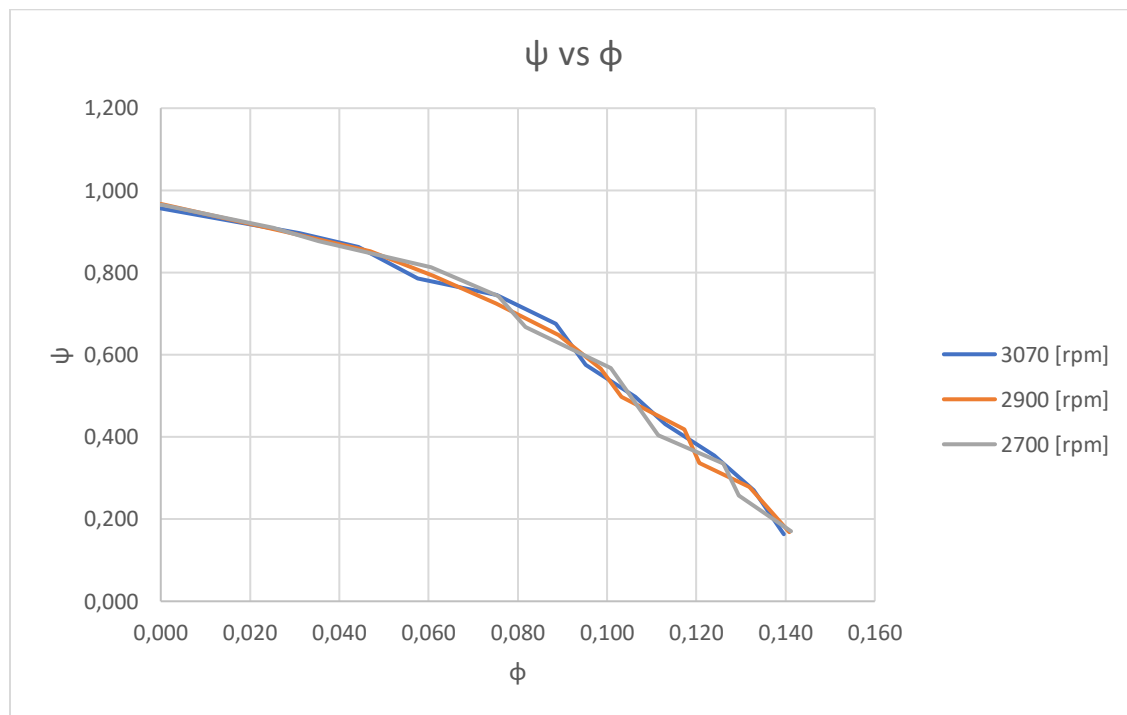


Gráfico3. Ψ vs Φ . Elaboración propia.

3.4.2.1 ¿La nube de puntos que conforman esta curva son muy dispersos?

Por lo que puede visualizar es que prácticamente van superpuestos unos con otros.

3.4.2.2 Al observar todas las curvas anteriores. ¿Qué tipo de bomba centrífuga es? Justifique.

Se puede apreciar que corresponde a una bomba centrífuga M18.

3.4.2.3 Calcule la velocidad específica y determine si las características constructivas y operacionales son concordantes con esa velocidad específica y su respuesta 3.4.3.2

Conclusión.

Para concluir, es importante tener en consideración el saber y tener presente que es lo que nos entregan estas curvas a medida que se cambiando las condiciones que trabaje ella.

Con ello se puede llevar a un mejor manejo la bomba y sacar el mejor provecho utilizando el mejor rendimiento respecto a cualquier punto que se desee utilizar.