

# TURBOMÁQUINAS

## LABORATORIO DE CURVAS CARACTERÍSTICAS

### OBJETIVO GENERAL

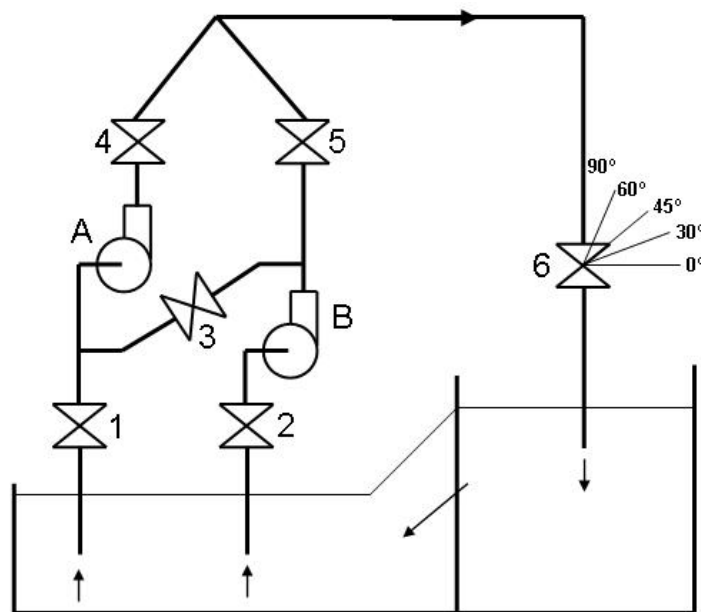
Determinar experimentalmente las curvas características de dos bombas centrífugas homologas.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la curva característica altura-caudal de 2 bombas centrífugas a 5 rpm diferentes.
2. Determinar la curva característica potencia hidráulica- caudal, potencia mecánica – caudal y eficiencia hidráulica- caudal de dos bombas centrífugas homologas a 5 rpm diferentes.
3. Determinar el diagrama de curvas características de dos bombas centrífugas a 5 rpm diferentes.

### FUNDAMENTO TEORICO

\* Diagrama Banco De Prueba



Potencia Hidráulica.  $Ph$  [Kw.]

$$Ph = \gamma_{H_2O} * H * q$$

donde  $\gamma_{H_2O} = 9806 \text{ N/m}^3$

Ecuación de energía

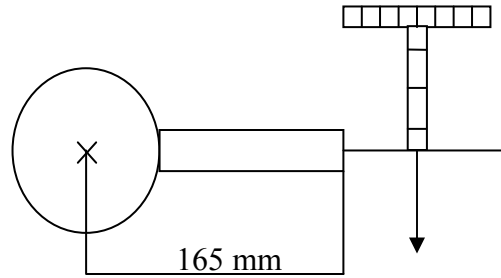
$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma_{H_2O}} = H_d - H_s$$

Potencia mecánica [Kw.]

$$T = \frac{165}{1000} * F \text{ [Nm]}$$

$$P_m = T * \omega \text{ [KN]}$$

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} \text{ rad/s}$$



Eficiencia hidráulica ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{P_h}{P_m} * 100$$

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1.- Realizar una verificación de las condiciones del equipo y que no hayan posibles fallas.
- 2.- Como se trabajara con la bomba B se dejaran cerradas las llaves de paso numero 1, 3 y 4 del equipo.
- 3.- Prender el motor B y luego abrir la válvula 2 completamente.
- 4.- Verificar que la bomba no este cavitando y en caso de hacerlo se deberá purgar la bomba.
- 5.- Con la bomba funcionando y sin cavitatar, se abrirá la válvula 5 completamente.
- 6.- Luego se abrirá la válvula 6 a 30° de su apertura.
- 7.- Con el aparato medidor de rpm se pondrá el motor en una revolución de trabajo seleccionada (1600 rpm).
- 8.- Se tomaran las medidas de presión de succión y de descarga de la bomba para la apertura de 30° de la válvula 6.
- 9.- Se repetirán el paso 6 , 7 y 8 aumentando la apertura de la válvula 6 a 45°, 60° y 90° siendo el ultimo la apertura al máximo de la válvula, también se mantendrán las rpm del motor a 1800 para cada apertura de la válvula 6.
- 10.- Una vez tomados los valores se cerrara la válvula 5 y 2, en ese orden.
- 11.- Se apagara el motor.
- 12.- Habrá que esperar que el depósito de descarga se nivele con el depósito de succión.
- 13.- Una vez nivelado ambos depósitos se prendera nuevamente la bomba.
- 14.- Se abrirán las válvulas 2 y 5, en ese orden.
- 15.- Se repetirán los pasos desde el numero 6 al 14, ahora se deberá de aumentar a 200 rpm más que la vez anterior, así hasta llegar a 4 medidas.

## DATOS EXPERIMENTALES

Velocidad Angular (Rev./min.)	Angulo Apertura (°)	Altura Descarga (M)	Altura Succión (M)	Fuerza (N)	Caudal (Ft <sup>3</sup> /min.)
1800	0	5	1	3.5	0
1800	30	5.8	1.5	6.1	2
1800	45	4.2	1.97	7.9	3.5
1800	60	0	2.9	9.7	6
1800	90	0	3.9	10.8	9

Velocidad Angular (Rev./min.)	Angulo Apertura (°)	Altura Descarga (M)	Altura Succión (M)	Fuerza (N)	Caudal (Ft <sup>3</sup> /min.)
2000	0	8	1	4	0
2000	30	7.8	1.2	5.3	0.7
2000	45	5.8	2	10	6
2000	60	5	3.2	12	7.5
2000	90	0	4	12.8	9

Velocidad Angular (Rev./min.)	Angulo Apertura (°)	Altura Descarga (M)	Altura Succión (M)	Fuerza (N)	Caudal (Ft <sup>3</sup> /min.)
2200	0	10.1	1	4.5	0
2200	30	10	1.5	9	2.5
2200	45	6	2.4	12.8	5.3
2200	60	0	4	15	9
2200	90	0	4.9	16	9.9

Velocidad angular (Rev./min.)	Angulo apertura (°)	Altura descarga (m)	Altura succión (m)	Fuerza (N)	Caudal (Ft <sup>3</sup> /min.)
2400	0	13	0.9	5.7	0
2400	30	13	1	7	0.7
2400	45	12.1	1.5	10	3
2400	60	4	3.95	16.8	8
2400	90	0	5	18.4	10.5

Velocidad Angular (Rev./min.)	Angulo Apertura (°)	Altura Descarga (M)	Altura Succión (M)	Fuerza (N)	Caudal (Ft <sup>3</sup> /min.)
2600	0	15.5	0.9	6.4	0
2600	30	15	1.4	10.9	2.8
2600	45	11	2.5	16	6
2600	60	1	4.8	20	9.8
2600	90	0	5.4	21	10.5

## CALCULOS

Para una velocidad de 1800 rpm, trabajando con una abertura de 30° y empleando las formulas descritas anteriormente

$$H = (5.8 + 1.5)$$

$$H = 7.3$$

El caudal en m<sup>3</sup>/s será:

$$q = \frac{0.3048^3}{60} * 6.1$$

$$q = 0.0009 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Potencia hidráulica:

$$Ph = (0.0009 \text{ m}^3 / \text{s}) * (9806 \text{ N/m}) * (7.3)$$

$$Ph = 67.57 \text{ Kw}$$

Potencia mecánica:

$$Pm = \frac{165}{1000} * 6.1 * \left(\frac{1800 * \pi}{30}\right)$$

$$Pm = 189.72 \text{ Kw}$$

Eficiencia hidráulica:

$$\eta = \frac{67.57}{189.72}$$

$$\eta = 35.61\%$$

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Altura	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Potencia Hidráulica (W)	Velocidad Angular (Rad./S)	Potencia Mecánica (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /H)	Eficiencia
6	0	0	188.50	108.86	0	0
7.3	0.0009	67.57	188.50	189.72	3.40	35.61
6.17	0.0017	99.94	188.50	245.70	5.95	40.67
2.9	0.0028	80.53	188.50	301.69	10.19	26.69
3.9	0.0042	162.44	188.50	335.90	15.29	48.36

Altura	Caudal (m <sup>3</sup> /S)	Potencia Hidráulica (W)	Velocidad Angular (Rad./S)	Potencia Mecánica (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /H)	Eficiencia
9	0	0	209.44	138.23	0	0
9	0.0003	29.16	209.44	183.15	1.19	15.92
7.8	0.0028	216.59	209.44	345.58	10.19	62.67
8.2	0.0035	284.62	209.44	414.69	12.74	68.63
4	0.0042	166.60	209.44	442.34	15.29	37.66

Altura	Caudal (m <sup>3</sup> /S)	Potencia Hidráulica (W)	Velocidad Angular (Rad./S)	Potencia Mecánica (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /H)	Eficiencia
11.1	0	0	230.38	171.06	0	0
11.5	0.0012	133.05	230.38	342.12	4.25	38.89
8.4	0.0025	206.03	230.38	486.57	9.00	42.34
4	0.0042	166.60	230.38	570.20	15.29	29.22
4.9	0.0047	224.50	230.38	608.21	16.82	36.91

Altura	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Potencia hidráulica (W)	Velocidad angular (rad/s)	Potencia mecánica (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Eficiencia
13.9	0	0	251.33	236.37	0	0
14	0.0003	45.35	251.33	290.28	1.19	15.62
13.6	0.0014	188.82	251.33	414.69	5.10	45.53
7.95	0.0038	294.34	251.33	696.68	13.59	42.25
5	0.0050	242.97	251.33	763.03	17.84	31.84

Altura	Caudal (m <sup>3</sup> /S)	Potencia Hidráulica (W)	Velocidad Angular (Rad/S)	Potencia Mecánica (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /H)	Eficiencia
16.4	0	0	272.27	287.52	0	0
16.4	0.0013	212.51	272.27	489.68	4.76	43.40
13.5	0.0028	374.86	272.27	718.80	10.19	52.15
5.8	0.0046	263.05	272.27	898.50	16.65	29.28
5.4	0.0050	262.40	272.27	943.42	17.84	27.81

Obtención De Puntos Equipotenciales:			
Potencia (W)	Velocidad angular (Rev./min.)	Q1 (m <sup>3</sup> /h)	Q2 (m <sup>3</sup> /h)
50	1800	2.146	12.184
50	2000	1.484	19.556
50	2200	1.357	19.738
50	2400	1.192	24.051
50	2600	0.940	21.393
150	2000	4.887	16.153
150	2200	4.938	16.156
150	2400	3.832	21.411
150	2600	2.769	19.564
250	2400	7.735	17.509
250	2600	5.128	17.205
350	2600	9.614	12.720

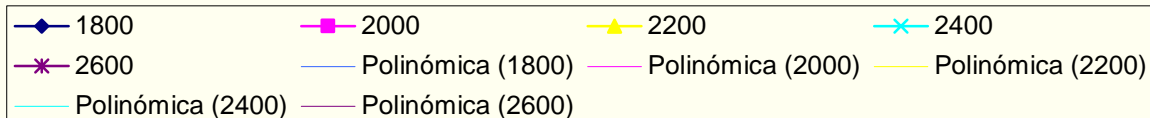
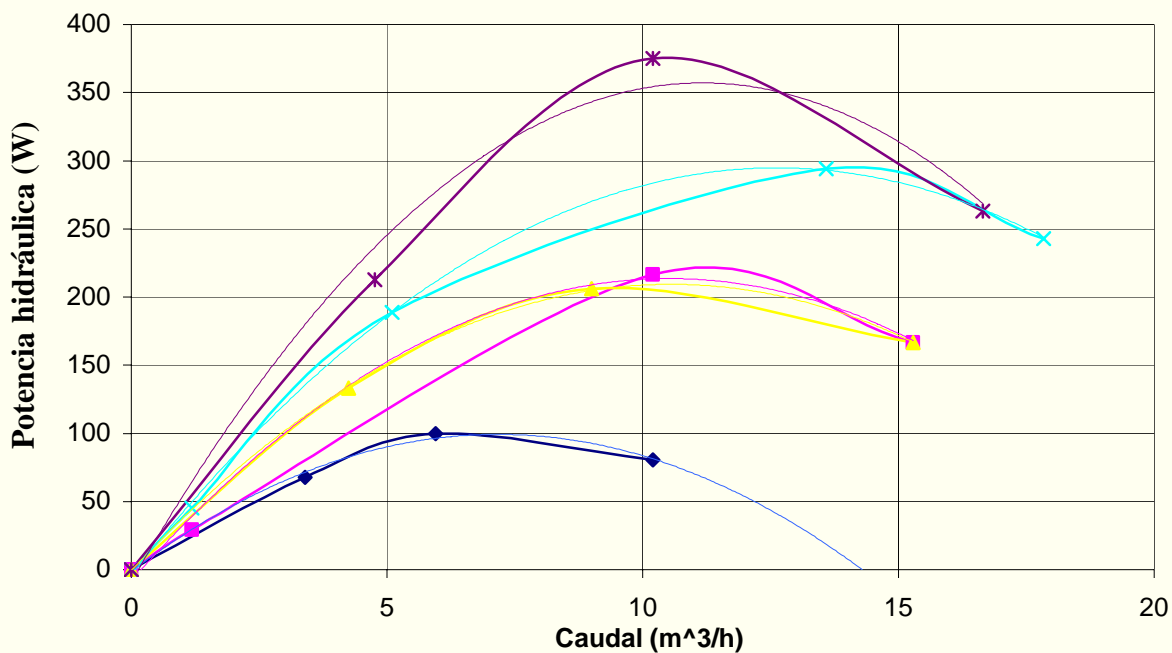
A	B	C	Ceq	Altura (m)		
-1.955	28.016	-1.124	-51.124	6.92		50W
-2.0033	42.15	-8.1435	-58.143	9.23		50W
-1.8866	39.799	-0.5405	-50.540	11.33		50W

-1.8736	47.298	-3.7527	-53.752	14.00		50W
-2.9364	65.583	-9.1108	-59.110	16.59		50W
-2.0033	42.15	-8.1435	-158.143	9.38		150W
-1.8866	39.799	-0.5405	-150.540	10.70		150W
-1.8736	47.298	-3.7527	-153.752	13.50		150W
-2.9364	65.583	-9.1108	-159.110	16.71		150W
-1.8736	47.298	-3.7527	-253.752	12.09	5.06	250W
-2.9364	65.583	-9.1108	-259.110	16.33		250W
-2.9364	65.583	-9.1108	-359.110	13.94	11.01	350W

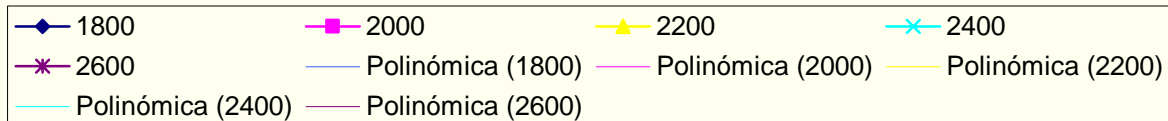
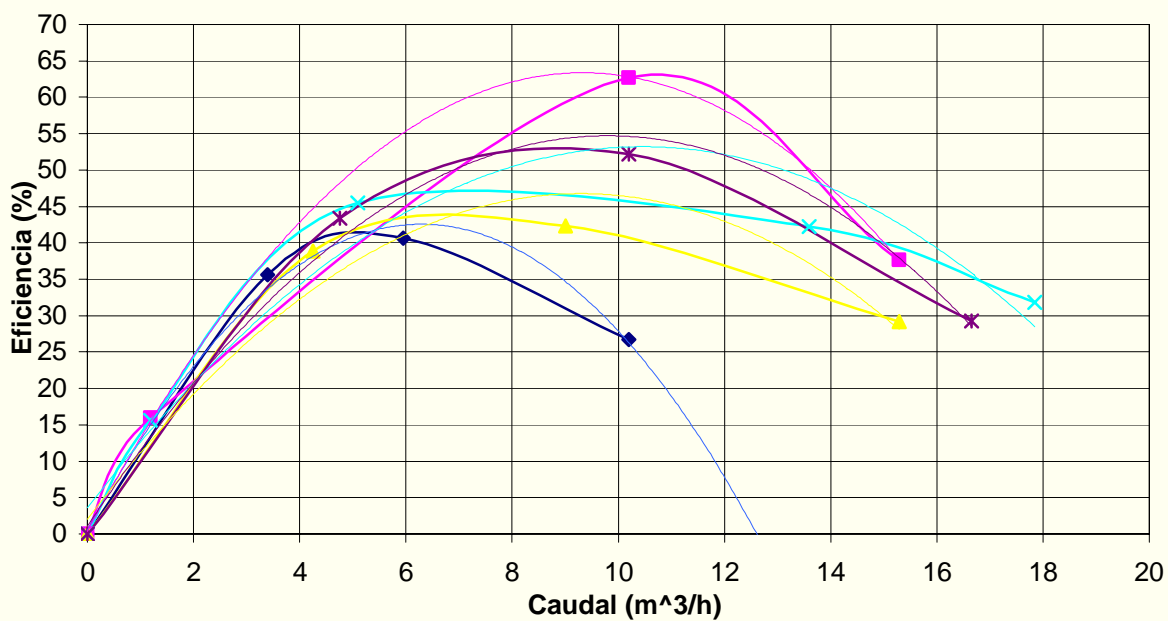
<b>Obtención De Puntos Equieicientes</b>			
<b>Eficiencia</b>	<b>Velocidad angular (rev/min)</b>	<b>Q1 (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Q2 (m<sup>3</sup>/h)</b>
40	1800	4.734	7.837
40	2000	3.644	15.005
40	2200	5.675	12.903
40	2400	5.062	15.853
40	2600	4.668	14.939
45	2000	4.288	14.361
45	2200	7.440	11.138
45	2400	6.205	14.711
45	2600	5.630	13.976
50	2000	5.027	13.621
50	2400	7.799	13.117
50	2600	6.897	12.710
55	2000	5.924	12.725
60	2000	7.166	11.483

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Ceq</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	
-1.0633	13.367	0.549	-39.450	6.851	5.218	40%
-0.7243	13.508	0.394	-39.605	9.432	4.286	40%
-0.5186	9.635	2.021	-37.978	10.461	6.114	40%
-0.4537	9.4899	3.583	-36.416	13.141	6.600	40%
-0.5578	10.937	1.100	-38.899	16.450	8.269	40%
-0.7243	13.508	0.394	-44.605	9.421	4.858	45%
-0.5186	9.635	2.021	-42.978	9.734	7.509	45%
-0.4537	9.4899	3.583	-41.416	12.738	7.581	45%
-0.5578	10.937	1.100	-43.899	16.169	9.522	45%
-0.7243	13.508	0.394	-49.605	9.366	5.473	50%
-0.4537	9.4899	3.583	-46.416	12.060	8.836	50%
-0.5578	10.937	1.100	-48.899	15.646	11.016	50%
-0.7243	13.508	0.394	-54.605	9.240	6.160	55%
-0.7243	13.508	0.394	-59.605	8.958	7.002	60%

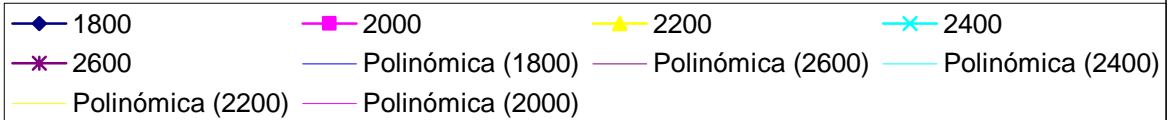
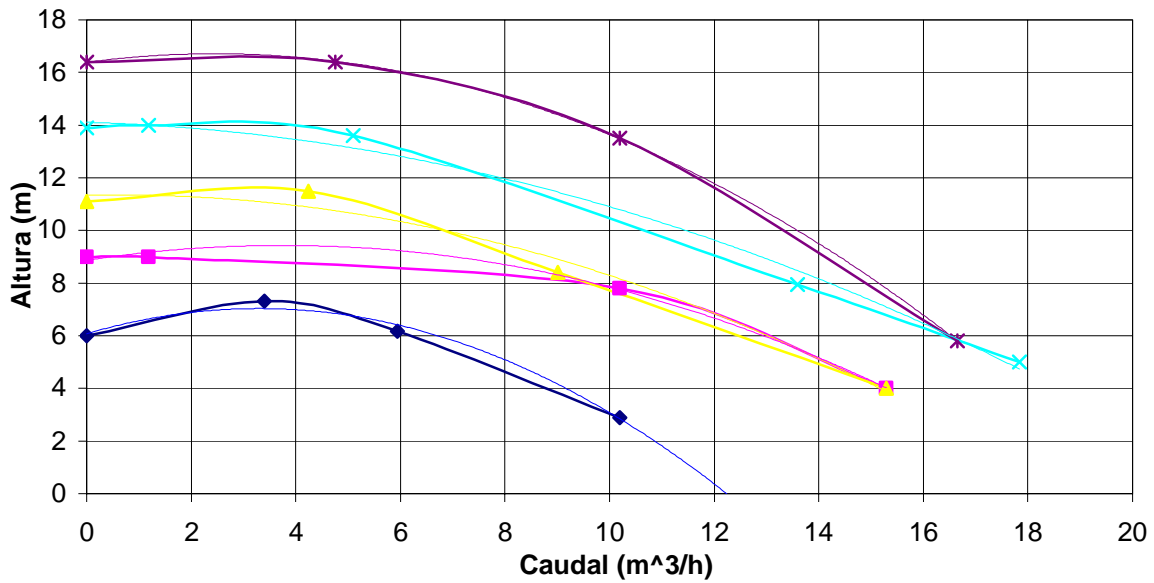
### Potencia hidráulica en función del caudal



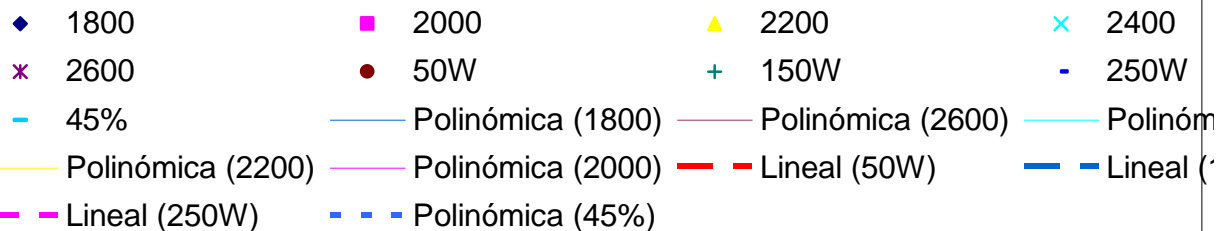
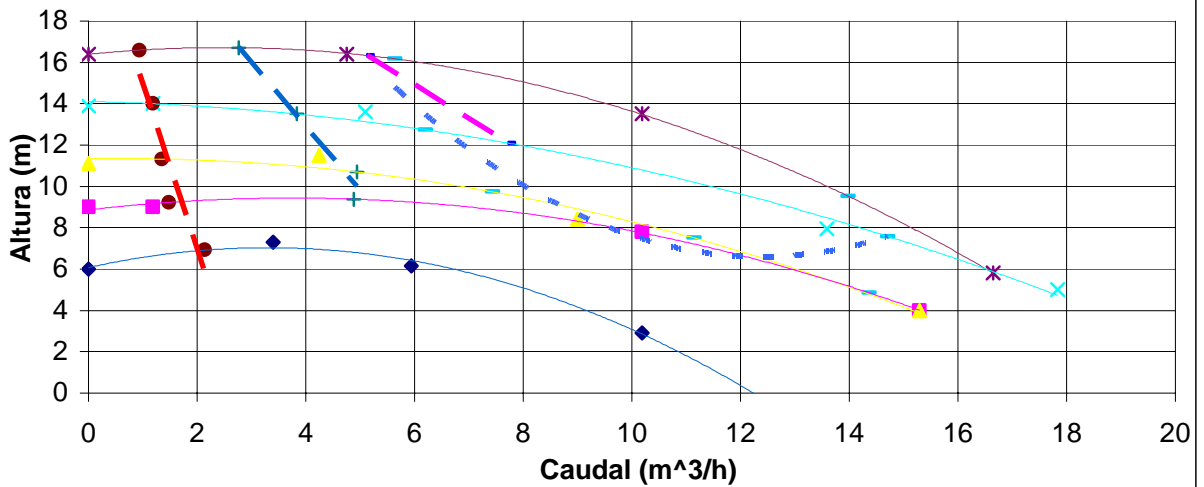
### Eficiencia en función del caudal



### Altura en función del caudal



### Curvas de la bomba B



## **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A través de la realización de esta práctica se trazaron diversos objetivos expuestos con anterioridad, los cuales fueron cumplidos cabalmente dentro de ciertos parámetros para su cumplimiento. Con los datos suministrados se llevaron a cabo distintos cálculos con la finalidad de obtener la eficiencia hidráulica de la bomba; así mismo se logró graficar y pudimos observar que se logró cumplir con lo planteado. Claro, con un cierto grado de error que es causado principalmente debidos a la falta de exactitud en las mediciones, factores que afectan el buen funcionamiento de la maquina, etc.