

Informe 9 Laboratorio de máquinas: Curvas de una bomba centrífuga

Alumno: Joaquín Cerda Santander.

Asignatura: Laboratorio de maquina ICM 557-1

Profesor: Cristóbal Galleguillos Meterte

Tomás Herrera Muñoz.

Ayudante: Ignacio Ramos

Fecha: 13/12/2020

Índice

| | |
|---|---|
| 1. Objetivos..... | 2 |
| 2. Introduccion. | 2 |
| 3. Datos medidos..... | 3 |
| 4. Datos calculados..... | 5 |
| 5. Desarrollo. | 6 |
| 5.1. Isorendimiento y potencia vs caudal..... | 6 |
| 5.1.1. ¿Cuáles son las condiciones óptimas de operación de esta bomba?..... | 7 |
| 5.1.2. ¿Las curvas tiene la forma esperada? | 7 |
| 5.1.3. ¿Cuál es la potencia máxima consumida?..... | 7 |
| 5.1.4. ¿Qué tipo de curvas son? | 7 |
| 5.2. PHI vs PSI | 8 |
| 5.2.1. ¿La nube de puntos que conforman esta curva son muy dispersos? | 8 |
| 5.2.2. Al observar todas las curvas anteriores ¿Qué tipo de bomba centrífuga es? Justifíquelo. | 8 |
| 5.2.3. 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..... | 9 |

1. Objetivos.

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

2. Introducción.

En este informe se realizará el análisis de los datos otorgados por el profesor de una bomba centrífuga, y con estos se procederá a calcular las curvas características de una bomba centrífuga en especial, junto a lo cual se tendrá preguntas al final del informe para poder concluir si estas curvas se encuentran realizadas de forma correcta o no.

3. Datos medidos.

| Valor medidos | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|----------|------|-------|-------|------|--------|------|------|--------|
| | | 3700 RPM | | | | | | | | |
| Datos | n | cpax | cpdx | nx | pax | pdx | Dhx | Fx | T | Patm |
| [-] | [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 |

Tabla 1 "Tabla de datos de la bomba a 3700 RPM"

| Valor medidos | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|----------|------|-------|-------|------|--------|------|------|--------|
| | | 2900 RPM | | | | | | | | |
| Datos | n | cpax | cpdx | nx | pax | pdx | Dhx | Fx | T | Patm |
| [-] | [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 2 "Tabla de datos de la bomba a 2900 RPM"

| Valor medidos | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|----------|------|-------|-------|------|--------|------|------|--------|
| | | 2700 RPM | | | | | | | | |
| Datos | n | cpax | cpdx | nx | pax | pdx | Dhx | Fx | T | Patm |
| [-] | [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 |

Tabla 3 "Tabla de datos de la bomba a 2700 RPM"

| Característica de bombas Leader - M18 | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|----|----|-----|
| DN/DA | DN/DD | D1 | D2 | Dc | B1 | B2 | b1 | b2 | Z |
| [in] | [in] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | ° | ° | [-] |
| 4 | 4 | 71 | 135 | 30 | 37 | 24.3 | 16 | 20 | 5 |

Tabla 4 "características bombas"

4. Datos calculados.

| | | 3700 RPM | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|-----------------|-------|-------|
| Q _x | Q | Pax | Pdx | H _x | H | Nex | Ne | Nh | η _{gl} | U ₂ | cm ₂ | Φ | ψ |
| [m³/s] | [m³/hr] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [KW] | [KW] | [KW] | [-] | [m/s] | [m/s] | [-] | [-] |
| 0.032 | 115.013 | -1.165 | 2.765 | 3.930 | 3.917 | 3.483 | 3.466 | 1.226 | 35.385 | 21.701 | 3.100 | 0.143 | 0.163 |
| 0.031 | 111.382 | -0.915 | 5.605 | 6.520 | 6.495 | 3.801 | 3.779 | 1.969 | 52.114 | 21.701 | 3.002 | 0.138 | 0.270 |
| 0.029 | 104.196 | -0.635 | 7.925 | 8.560 | 8.527 | 4.050 | 4.026 | 2.419 | 60.073 | 21.701 | 2.808 | 0.129 | 0.355 |
| 0.027 | 97.010 | -0.415 | 9.965 | 10.380 | 10.340 | 4.185 | 4.161 | 2.731 | 65.622 | 21.701 | 2.615 | 0.120 | 0.430 |
| 0.025 | 89.795 | -0.175 | 11.805 | 11.980 | 11.926 | 4.277 | 4.248 | 2.915 | 68.620 | 21.701 | 2.420 | 0.112 | 0.496 |
| 0.023 | 82.585 | 0.055 | 13.925 | 13.870 | 13.798 | 4.324 | 4.290 | 3.102 | 72.301 | 21.701 | 2.226 | 0.103 | 0.574 |
| 0.021 | 75.404 | 0.405 | 16.685 | 16.280 | 16.195 | 4.347 | 4.313 | 3.324 | 77.081 | 21.701 | 2.032 | 0.094 | 0.674 |
| 0.018 | 64.632 | 0.645 | 18.645 | 18.000 | 17.907 | 4.279 | 4.245 | 3.151 | 74.209 | 21.701 | 1.742 | 0.080 | 0.745 |
| 0.015 | 53.860 | 0.885 | 19.845 | 18.960 | 18.862 | 4.143 | 4.111 | 2.765 | 67.275 | 21.701 | 1.452 | 0.067 | 0.785 |
| 0.010 | 35.918 | 1.135 | 21.925 | 20.790 | 20.696 | 3.825 | 3.799 | 2.024 | 53.270 | 21.701 | 0.968 | 0.045 | 0.861 |
| 0.006 | 21.544 | 1.315 | 22.925 | 21.610 | 21.498 | 3.509 | 3.482 | 1.261 | 36.212 | 21.701 | 0.581 | 0.027 | 0.895 |
| 0.000 | 0.000 | 1.935 | 25.005 | 23.070 | 22.950 | 2.558 | 2.538 | 0.000 | 0.000 | 21.701 | 0.000 | 0.000 | 0.955 |

Tabla 5 "datos calculados por el alumno"

| | | 2900 RPM | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|-----------------|-------|-------|
| Q _x | Q | Pax | Pdx | H _x | H | Nex | Ne | Nh | η _{gl} | U ₂ | cm ₂ | Φ | ψ |
| [m³/s] | [m³/hr] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [KW] | [KW] | [KW] | [-] | [m/s] | [m/s] | [-] | [-] |
| 0.031 | 111.485 | -0.965 | 2.645 | 3.610 | 3.603 | 2.925 | 2.916 | 1.093 | 37.493 | 20.499 | 3.005 | 0.147 | 0.168 |
| 0.029 | 104.292 | -0.725 | 5.245 | 5.970 | 5.958 | 3.139 | 3.129 | 1.691 | 54.057 | 20.499 | 2.811 | 0.137 | 0.278 |
| 0.028 | 100.696 | -0.485 | 6.725 | 7.210 | 7.195 | 3.309 | 3.299 | 1.972 | 59.780 | 20.499 | 2.714 | 0.132 | 0.336 |
| 0.026 | 93.503 | -0.245 | 8.725 | 8.970 | 8.951 | 3.459 | 3.448 | 2.278 | 66.077 | 20.499 | 2.520 | 0.123 | 0.418 |
| 0.024 | 86.311 | -0.065 | 10.605 | 10.670 | 10.648 | 3.523 | 3.512 | 2.502 | 71.234 | 20.499 | 2.326 | 0.113 | 0.497 |
| 0.022 | 79.145 | 0.225 | 12.365 | 12.140 | 12.123 | 3.586 | 3.578 | 2.612 | 72.992 | 20.499 | 2.133 | 0.104 | 0.565 |
| 0.020 | 70.103 | 0.445 | 14.365 | 13.920 | 13.882 | 3.610 | 3.595 | 2.649 | 73.694 | 20.499 | 1.889 | 0.092 | 0.647 |
| 0.018 | 62.957 | 0.695 | 16.245 | 15.550 | 15.529 | 3.586 | 3.578 | 2.661 | 74.371 | 20.499 | 1.697 | 0.083 | 0.724 |
| 0.015 | 53.944 | 0.885 | 17.885 | 17.000 | 16.965 | 3.416 | 3.406 | 2.491 | 73.150 | 20.499 | 1.454 | 0.071 | 0.791 |
| 0.011 | 39.559 | 1.115 | 19.405 | 18.290 | 18.252 | 3.181 | 3.172 | 1.966 | 61.975 | 20.499 | 1.066 | 0.052 | 0.851 |
| 0.006 | 21.570 | 1.345 | 20.645 | 19.300 | 19.247 | 2.926 | 2.914 | 1.130 | 38.782 | 20.499 | 0.581 | 0.028 | 0.898 |
| 0.000 | 0.000 | 1.835 | 22.605 | 20.770 | 20.713 | 2.008 | 1.999 | 0.000 | 0.000 | 20.499 | 0.000 | 0.000 | 0.966 |

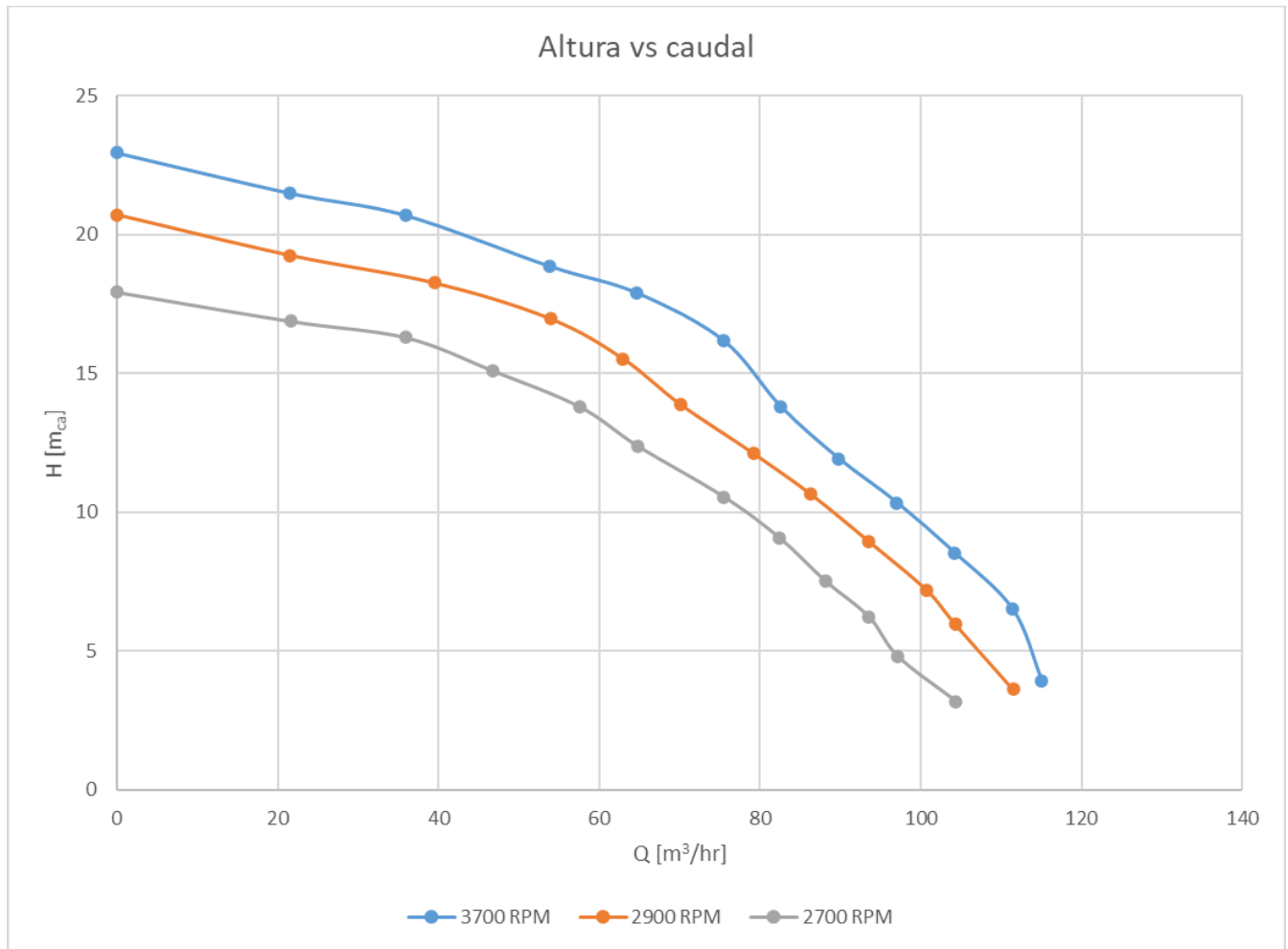
Tabla 6 "datos calculados por el alumno"

| | | 2700 RPM | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|-----------------|-------|-------|
| Q _x | Q | Pax | Pdx | H _x | H | Nex | Ne | Nh | η _{gl} | U ₂ | cm ₂ | Φ | ψ |
| [m³/s] | [m³/hr] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [m _{ca}] | [KW] | [KW] | [KW] | [-] | [m/s] | [m/s] | [-] | [-] |
| 0.029 | 104.323 | -0.685 | 2.485 | 3.170 | 3.165 | 2.305 | 2.300 | 0.899 | 39.080 | 19.085 | 2.812 | 0.147 | 0.170 |
| 0.027 | 97.092 | -0.435 | 4.365 | 4.800 | 4.789 | 2.465 | 2.457 | 1.266 | 51.521 | 19.085 | 2.617 | 0.137 | 0.258 |
| 0.026 | 93.496 | -0.265 | 5.965 | 6.230 | 6.216 | 2.584 | 2.576 | 1.582 | 61.421 | 19.085 | 2.520 | 0.132 | 0.334 |
| 0.025 | 88.102 | -0.115 | 7.405 | 7.520 | 7.503 | 2.664 | 2.655 | 1.800 | 67.776 | 19.085 | 2.375 | 0.124 | 0.404 |
| 0.023 | 82.379 | 0.125 | 9.205 | 9.080 | 9.067 | 2.743 | 2.736 | 2.033 | 74.302 | 19.085 | 2.220 | 0.116 | 0.488 |
| 0.021 | 75.516 | 0.365 | 10.925 | 10.560 | 10.537 | 2.783 | 2.774 | 2.166 | 78.082 | 19.085 | 2.035 | 0.107 | 0.567 |
| 0.018 | 64.728 | 0.595 | 13.005 | 12.410 | 12.382 | 2.783 | 2.774 | 2.182 | 78.653 | 19.085 | 1.745 | 0.091 | 0.666 |
| 0.016 | 57.557 | 0.795 | 14.605 | 13.810 | 13.790 | 2.743 | 2.736 | 2.161 | 78.957 | 19.085 | 1.551 | 0.081 | 0.742 |
| 0.013 | 46.765 | 1.015 | 16.125 | 15.110 | 15.088 | 2.584 | 2.578 | 1.921 | 74.511 | 19.085 | 1.260 | 0.066 | 0.812 |
| 0.010 | 35.960 | 1.245 | 17.565 | 16.320 | 16.284 | 2.346 | 2.338 | 1.594 | 68.177 | 19.085 | 0.969 | 0.051 | 0.876 |
| 0.006 | 21.576 | 1.375 | 18.285 | 16.910 | 16.872 | 2.087 | 2.081 | 0.991 | 47.632 | 19.085 | 0.582 | 0.030 | 0.908 |
| 0.000 | 0.000 | 1.845 | 19.805 | 17.960 | 17.920 | 1.551 | 1.546 | 0.000 | 0.000 | 19.085 | 0.000 | 0.000 | 0.964 |

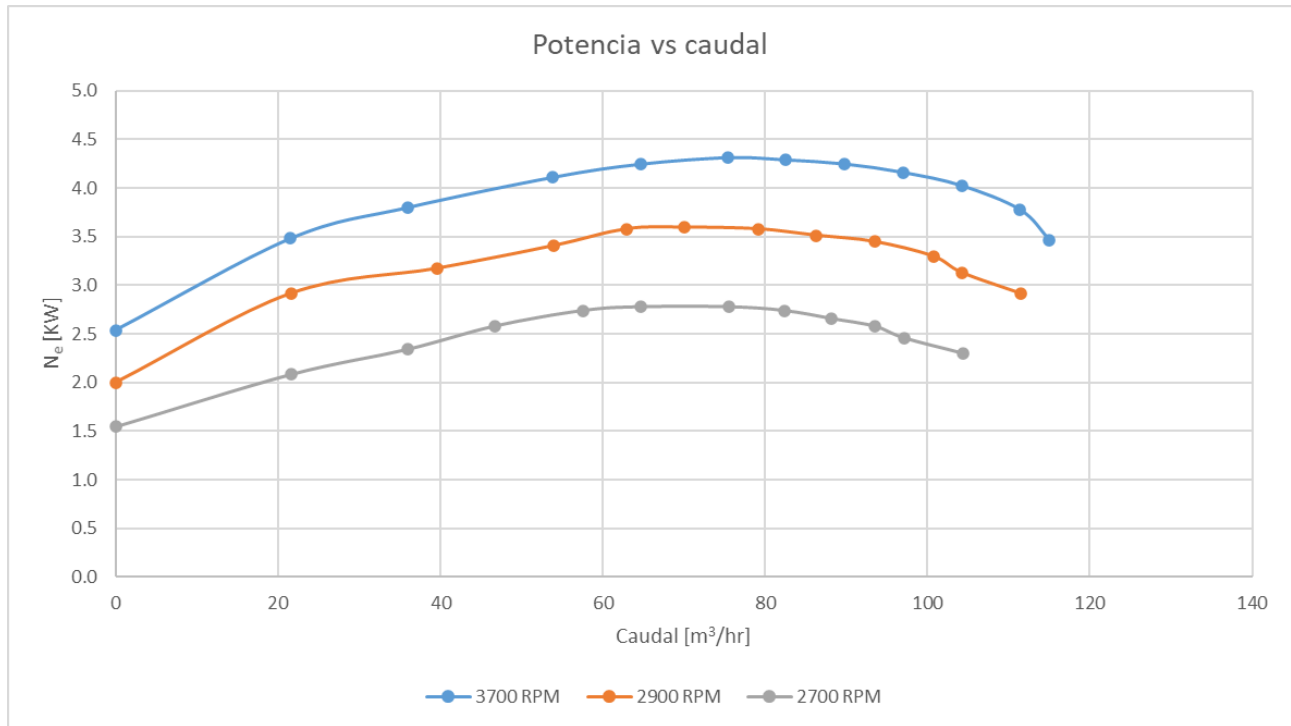
Tabla 7 "datos calculados por el alumno"

5. Desarrollo.

5.1. Isorendimiento y potencia vs caudal.



Grafica 1 "Isorendimiento vs Caudal"



Grafica 2 "Potencia vs Caudal"

5.1.1. ¿Cuáles son las condiciones óptimas de operación de esta bomba?

Las condiciones optimas de funcionamiento se deberían encontrar en el punto en donde el rendimiento global fuera mayor, por ende, debería ser a 2700 RPM con un caudal de 68.32 [m^3/hr], teniendo una eficiencia global de 83.03%.

5.1.2. ¿Las curvas tiene la forma esperada?

Si, ya que a medida que se aumenta el caudal, aumenta la potencia del eje y el rendimiento hasta llegar a 80 [m^3/hr], posterior a eso tanto la potencia en el eje como el rendimiento disminuye.

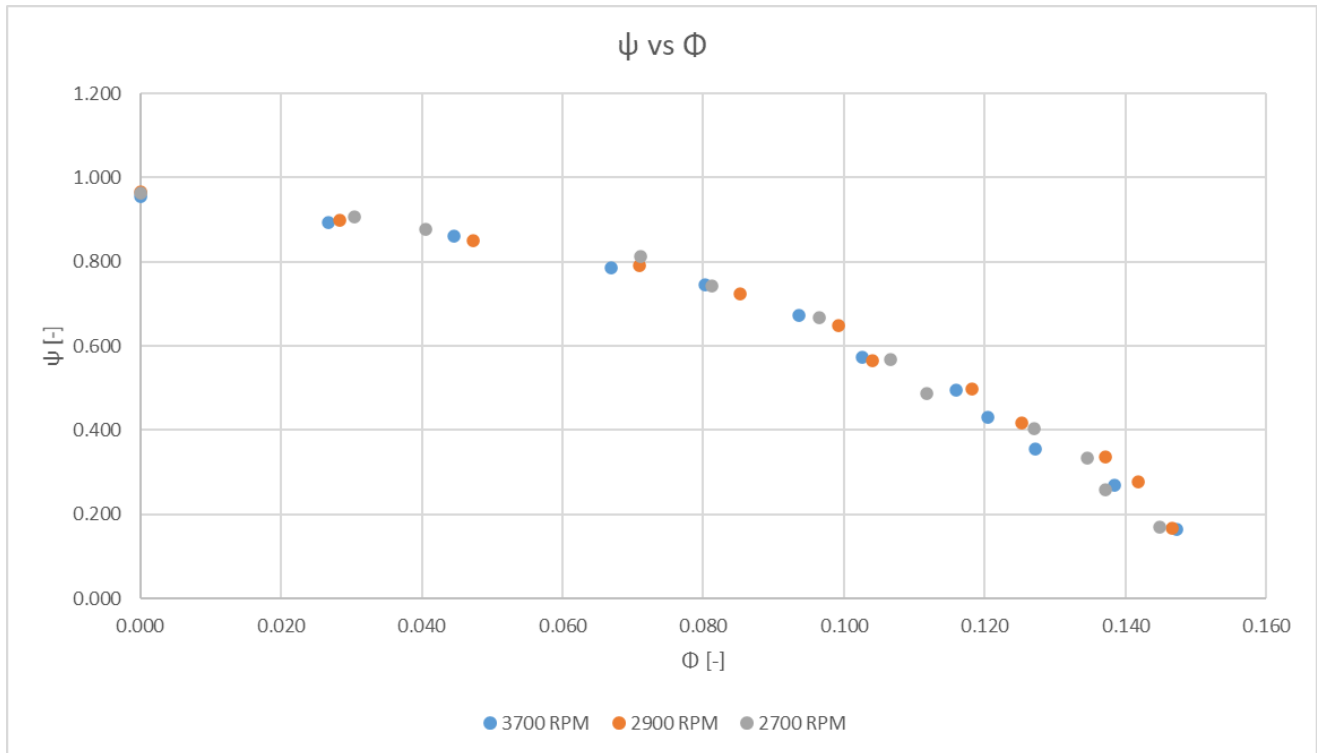
5.1.3. ¿Cuál es la potencia máxima consumida?

La potencia máxima consumida es aproximadamente 4.3 [KW].

5.1.4. ¿Qué tipo de curvas son?

Las curvas que presenta esta bomba poseen caracterisitcas ascendentes, en donde la altura que puede alcanzar la bomba aumenta a medida que el caudal decrece, por lo que presenta un funcionamiento estable sin ningun tipo de anomalia o esfuerzos extremos.

5.2. PHI vs PSI



Grafica 3 "Grafico PHI vs PSI"

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

No, presentan una concavidad bastante apreciable.

5.2.2. Al observar todas las curvas anteriores ¿Qué tipo de bomba centrífuga es? Justifíquelo.

Es una bomba de tipo radial, esto se puede determinar gracias a la velocidad específica de la bomba, junto también a los rendimientos que esta tiene a una cierta altura y caudal, por lo que se procederá a calcular en la siguiente pregunta.

5.2.3. Calcule la velocidad específica y determine si las características constructivas y operacionales son concordantes con esa velocidad específica.

$$n_{SQ2} = \frac{rpm(gpm)^{1/2}}{(ft)^{3/4}} \quad [-]$$

Ilustración 1 "Velocidad específica, libro turbo maquinas mege"

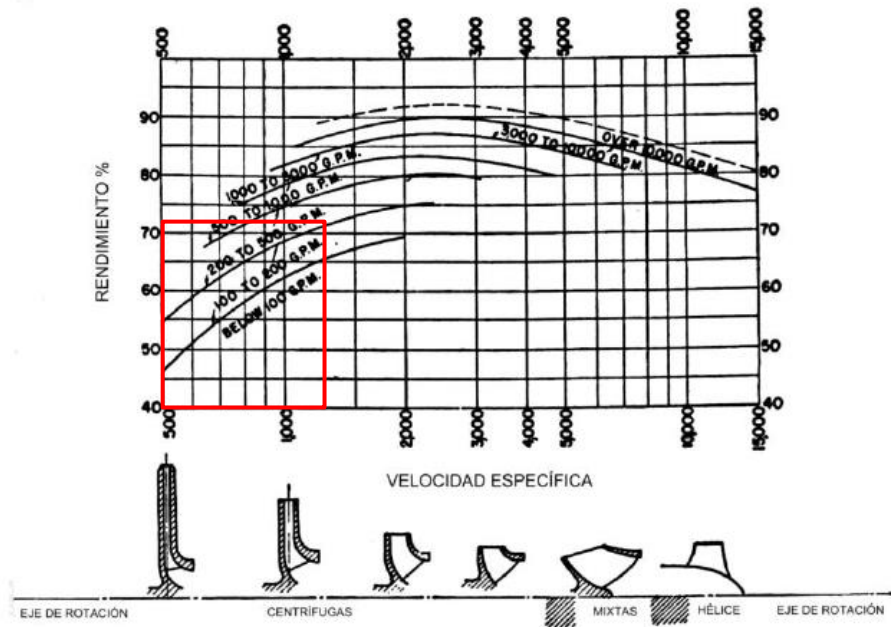
$$RPM = 2700$$

$$Q = 57.55 \left[\frac{m^3}{hr} \right] = 253.41 [gpm]$$

$$H = 13.7 [m] = 44.94 [ft]$$

$$n_{SQ2} = 1537.476 [-]$$

$$\eta_{gl} = 78.9 \%$$



La eficiencia y el caudal determinado no se encuentran relacionadas de manera correcta, ya que para obtener esa eficiencia se necesitaría un caudal superior a la que se posee actualmente en el punto a analizar, por ende, los datos obtenidos por la tabla podrían encontrarse errados, sin embargo, los cálculos y las aproximaciones que se tuvieron deberían ser lo suficientemente precisos para aproximar estos valores.