



# Informe 07: Laboratorio de Máquinas

## “Ensayo compresor Tornillo”

Nombre: Constanza Puentes Vergara

Asignatura: Laboratorio de máquinas ICM557-3

Escuela Ingeniería Mecánica PUCV

Profesores: Cristóbal Galleguillos Ketterer

Tomás Herrera Muñoz

Ayudante: Ignacio Ramos

Fecha de entrega: 09 de Noviembre del 2020

## Índice

|   |    |
|---|----|
| Informe 07: Laboratorio de Máquinas ..... | 1  |
| “Ensayo compresor Tornillo” .....         | 1  |
| Introducción .....                        | 3  |
| Desarrollo.....                           | 4  |
| Representación de Datos.....              | 4  |
| Fórmulas .....                            | 5  |
| Tabla de valores calculados .....         | 6  |
| Descripción.....                          | 8  |
| Gráficos.....                             | 9  |
| Conclusiones.....                         | 11 |
| Bibliografía.....                         | 12 |
| Referencias .....                         | 12 |

## Introducción

Como ya es de saber, como futuros Ingenieros Mecánicos, es implícito conocer y poder realizar análisis para las diferentes máquinas que uno conoce a lo largo de nuestra carrera.

Dentro de las máquinas de mayor incidencia en el área de la energía para nosotros, podemos encontrar los compresores, y sus diferentes tipos, y usos para determinadas condiciones de aplicación.

En este informe, analizaremos puntualmente el comportamiento de un compresor de tornillo como una máquina de una instalación industrial, mediante un ensayo realizado con datos obtenidos de este, con diferentes condiciones de operación, por otro lado, también se determinará su capacidad a distintas presiones.

## Desarrollo

A continuación, se presenta el desarrollo de las preguntas propuestas, con una opinión personal para cada una de ellas y también detalles obtenidos de fuentes confiables.

## Representación de Datos

| COMPRESOR DE TORNILLO |       |        |           |           |            |       |           |                     |               |        |                      |
|-----------------------|-------|--------|-----------|-----------|------------|-------|-----------|---------------------|---------------|--------|----------------------|
| N°                    | P.Des | Veloc. | Temp      | Hum.      | Temp       | Punto | Temp.     | Pres.               | Corrien<br>te | Caudal | Pres.                |
|                       |       |        | Amb       | Amb.      | Desc.      | Rocío | EBP       | EBP                 |               |        | Atm                  |
|                       | $p_d$ | $n$    | $t_{amb}$ | $H_{amb}$ | $t_{desc}$ | PRP   | $t_{EBP}$ | $\Delta h$          | $I$           | $Q$    | $P_{atm}$            |
|                       | [bar] | [rpm]  | [°C]      | %         | [°C]       | [°C]  | [°C]      | [mm <sub>ca</sub> ] | [A]           | [%]    | [mm <sub>H-g</sub> ] |
| 1                     | 5,5   | 4315   | 18        | 59,4      | 73         | 4     | 20        | 476                 | 17            | 98     | 759,5                |
| 2                     | 6     | 4350   | 19        | 58,9      | 73         | 4     | 20        | 484                 | 16            | 100    | 759,5                |
| 3                     | 7     | 4350   | 18        | 58,6      | 75         | 4     | 21        | 464                 | 17            | 100    | 759,5                |
| 4                     | 8     | 4176   | 18        | 58,9      | 76         | 4     | 21,5      | 406                 | 17            | 100    | 759,5                |
| 5                     | 9     | 3984   | 19        | 58,9      | 77         | 4     | 21        | 348                 | 17            | 100    | 759,5                |

*Tabla 1: Valores medidos ensayo compresor Tornillo*

## Fórmulas

- **Capacidad:**

$$\dot{V} = 8,62 * \alpha * S * T_a * \sqrt{\frac{H}{T * P_a}} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

-V: Capacidad, caudal de aire libre  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$

- $\alpha=0,600$ : Coeficiente de caudal del diafragma

-S: Sección del orificio del diafragma en  $[cm^2]$ , el diámetro del orificio es de 22 [mm]

- $T_a$ : Temperatura absoluta de aspiración del compresor [K]

-T: Temperatura absoluta del estanque de baja presión [K]

-H: presión en el manómetro diferencial  $[cm_{agua}]$

- $P_a$ : presión barométrica  $[cm_{agua}]$

- **Capacidad con respecto a la presión y la temperatura (Normalizada):**

$$q_{NxRh} = q_x \frac{T_N}{T_x} \frac{P_x}{P_N} \quad \text{Ecuación (2)}$$

- **Capacidad con respecto a la velocidad de rotación (Corregida):**

$$q_N = q_{Nx} \frac{n}{n_x} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde:

– $q_{NxRh}$ : Caudal o capacidad en  $[m^3/hr]$ , referido a condiciones estándar de presión y temperatura.

– $q_x$ : Caudal o capacidad en  $[m^3/hr]$ , referido a condiciones estándar de presión, temperatura y humedad relativa.

– $q_N$ : Caudal o capacidad en  $[m^3/hr]$ , referido a condiciones estándar y a velocidad de referencia.

– $P_s$ : Presión de saturación del aire a la temperatura ambiente.

– $n_x$ : Velocidad medida.

– $n$ : Velocidad máxima de referencia, 4.350 [rpm].

## Tabla de valores calculados

| VALORES CALCULADOS |                |        |       |        |
|--------------------|----------------|--------|-------|--------|
| N°                 | P.Des          | Caudal |       | Veloc. |
|                    | p <sub>d</sub> | Q      |       | n      |
|                    | [bar]          | [m3/h] | [%]   | [rpm]  |
| 1                  | 5,5            | 71,75  | 91,05 | 4315   |
| 2                  | 6              | 72,60  | 92,41 | 4350   |
| 3                  | 7              | 70,72  | 92,95 | 4350   |
| 4                  | 8              | 66,10  | 94,26 | 4176   |
| 5                  | 9              | 61,46  | 89,93 | 3984   |

Tabla 2: Valores calculados

Para efectuar los cálculos de porcentaje para el caudal, se tomaron en cuenta los datos entregados por el fabricante, descritos en la tabla 3.

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GA 7-37 VSD<sup>+</sup>

| Tipo                 | Presión de trabajo |      | Capacidad FAD* (mín.-máx.) |            |           | Potencia instalada del motor |    | Nivel sonoro** | Peso, WorkPlace | Peso, WorkPlace Full-Feature |
|----------------------|--------------------|------|----------------------------|------------|-----------|------------------------------|----|----------------|-----------------|------------------------------|
|                      | bar(e)             | psig | l/s                        | m³/h       | cfm       | kW                           | CV | dB(A)          | kg              | kg                           |
| Versión a 50/60 Hz   |                    |      |                            |            |           |                              |    |                |                 |                              |
| GA 7VSD <sup>+</sup> | 5,5                | 80   | 72-21,9                    | 25,9-78,8  | 15,2-46,4 | 7,5                          | 10 | 62             | 193             | 277                          |
|                      | 7                  | 102  | 70-21,7                    | 25,2-78,1  | 14,8-46,0 | 7,5                          | 10 | 62             | 193             | 277                          |
|                      | 9,5                | 138  | 6,8-18,0                   | 24,5-64,8  | 14,4-38,1 | 7,5                          | 10 | 62             | 193             | 277                          |
|                      | 12,5               | 181  | 7,3-14,2                   | 26,3-51,12 | 15,5-30,1 | 7,5                          | 10 | 62             | 193             | 277                          |

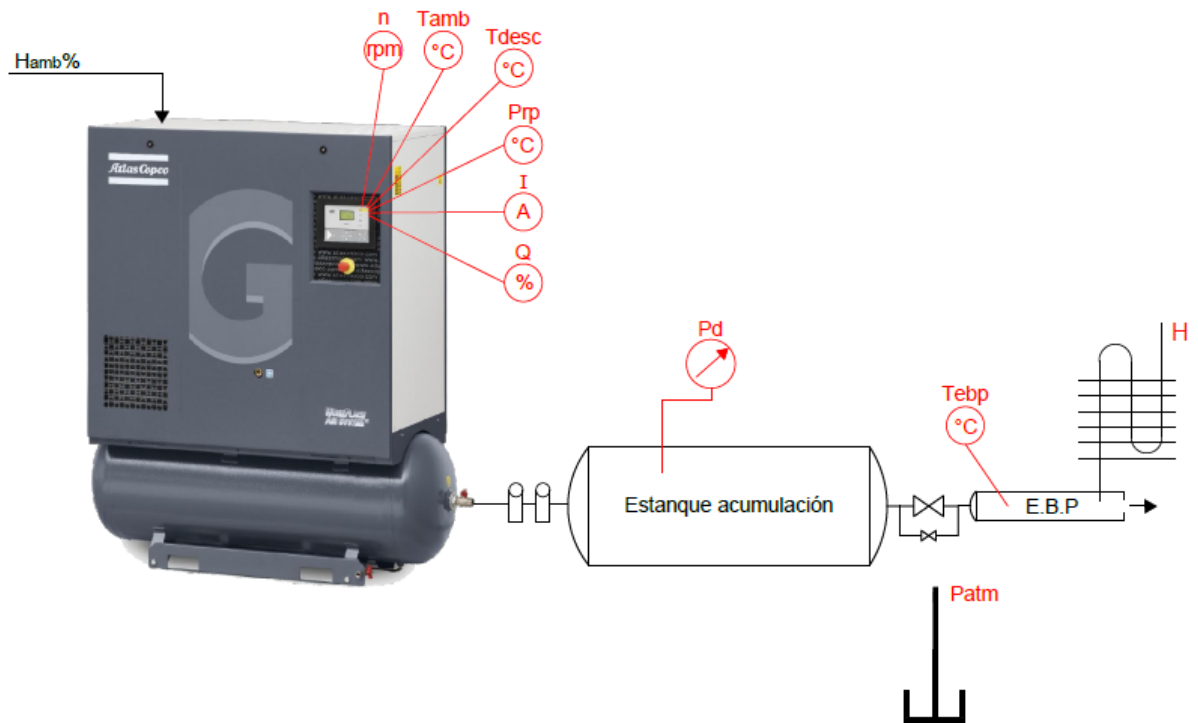
Tabla 3: Especificaciones del compresor analizado por catálogo

| POR CATÁLOGO |      |            |
|--------------|------|------------|
| Nº           | PD   | Q          |
|              | Bar  | m3/h       |
| 1            | 5,5  | 25,9-78,8  |
| 2            | 6    | 78,56      |
| 3            | 7    | 25,2-78,1  |
| 4            | 8    | 70,12      |
| 5            | 9    | 68,34      |
| 6            | 9,5  | 24,5-64,8  |
| 7            | 12,5 | 26,3-118,4 |

Tabla 4: Datos y cálculos obtenidos mediante interpolación

## Descripción

A continuación, se describe la operación del compresor utilizada, mediante un esquema.



*Ilustración 1: Esquema de la descripción de operación del compresor de tornillo, brindado por el profesor Tomás Herrera*



## Gráficos

- Grafique el caudal corregido en función de la presión de descarga.

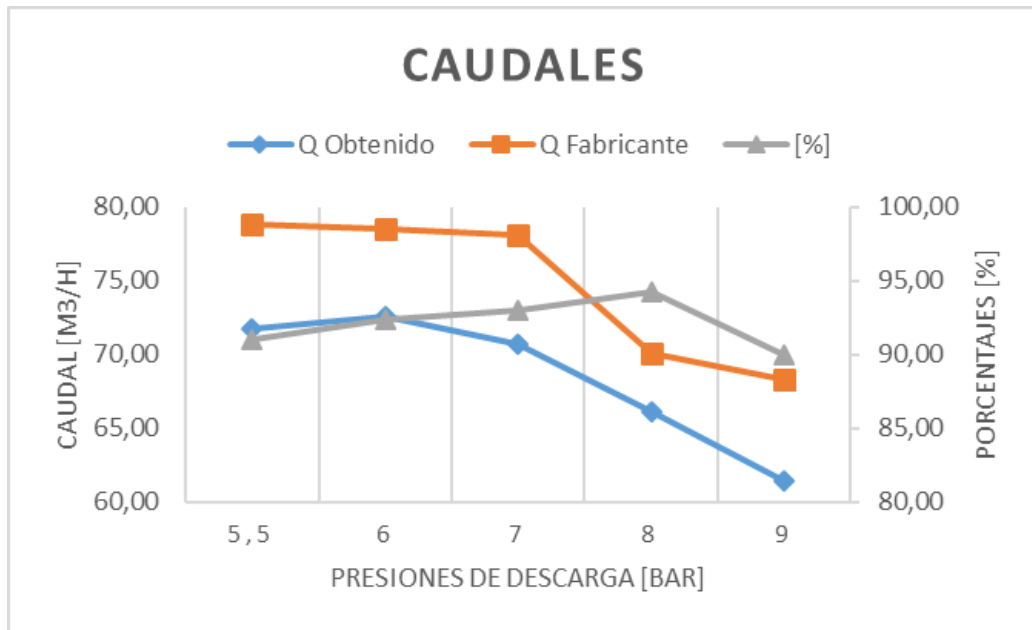


Gráfico 1: Caudales medidos vs. fabricante

- Compare los valores obtenidos con los que señala el fabricante, ¿Los valores están en el rango que le corresponde? ¿Qué comentario surge de lo anterior?

Los valores medidos desde mi punto de vista, son bastante cercanos a los que el fabricante tiene (Considerar que el gráfico tiene los valores de los ejes acotados, por lo cual, se ve que están mucho más alejados de lo que pueda parecer). Considero que es normal que tengamos un porcentaje menor siempre de lo que dice un fabricante (Ya sea para caudales, potencias, etc.), sabemos, por la experiencia, los análisis y cálculos anteriores que estos valores variarán siempre, y tenderán a ser un poco más bajos que los por catálogo.

Por otro punto, el porcentaje considero que es bastante óptimo que arrojan nuestros caudales calculados vs. Los del fabricante, puesto que rondan entre los 89% y 95% aproximadamente.

Por último, notamos que a medida que la presión de descarga aumenta, el caudal tiende a disminuir (Inversamente proporcionales).

- ¿Qué significa el punto de rocío?

El punto de rocío, también conocido como temperatura de rocío, refiere a la más alta temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, neblina, cualquier tipo de nube o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

Cuando el aire se satura (humedad relativa igual al 100%) se llega al punto de rocío. La saturación se produce por un aumento de humedad relativa con la misma temperatura, o por un descenso de temperatura con la misma humedad relativa.

- Calcule el contenido de humedad del aire que entra y que sale del compresor

Ocuparemos fórmulas extraídas del apunte del profesor Ramiro Mege para el cálculo de cantidad de humedad que entra y sale del compresor.

| HUMEDAD CÁLCULOS |                              |                              |                         |
|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Hum.<br>Amb.     | Masa de<br>Agua que<br>entra | Masa<br>perdida<br>o deficit | Masa de<br>agua<br>SALE |
| $H_{amb}$        |                              |                              |                         |
| %                | [gvw/kg]                     | [gvw/kg]                     | [gvw/kg]                |
| 59,4             | 7,66                         | 0,1189                       | 7,54                    |
| 58,9             | 8,13                         | 0,1036                       | 8,02                    |
| 58,6             | 7,56                         | 0,0858                       | 7,47                    |
| 58,9             | 7,6                          | 0,0674                       | 7,53                    |
| 58,9             | 8,13                         | 0,0511                       | 8,08                    |

*Tabla 5: Humedad y cálculos de masas*

## Conclusiones

En este informe en particular, pudimos apreciar que, en el ensayo de compresor de tornillo analizado, cumplía bastante bien desde el punto de vista particular, con los datos entregados del fabricante.

Con esto, se puede decir y analizar algunas cosas, como, por ejemplo, que el compresor que tenemos en la Escuela de ingeniería Mecánica, donde fue realizado el ensayo está en buen estado o tiene un poco uso, lo que produce que los datos del ensayo sean cercanos a lo que nos dice el catálogo, tiene pocos años de uso, la mantención ha sido la correcta y no tiene mayores alteraciones que uno pudiera apreciar con los datos analizados.

## Bibliografía

- Catalogo compresores: GA 7-75 VSD DE ACEITE + (7-75 kW/10-100 CV), Atlas Copco
- Laboratorio de máquinas, apuntes, Ramiro Mege
- Apunte de Aire húmedo, Ramiro Mege

## Referencias

- [1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Punto\\_de\\_roc%C3%ADo](https://es.wikipedia.org/wiki/Punto_de_roc%C3%ADo)