



# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

LABORATORIO DE MÁQUINAS  
ICM557

---

## Informe N°5

---

*Autor:*

Ignacio Soto

*Profesores:*

Cristóbal Galleguillos

Tomás Herrera

9 de noviembre de 2020



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Tabulación de valores medidos</b>	<b>3</b>
<b>3. Tabulación de valores calculados</b>	<b>3</b>
<b>4. Gráficos</b>	<b>4</b>
4.1. Gráfico de rendimientos y capacidad en función de la presión de descarga	4
4.1.1. Comentarios . . . . .	4
4.2. Gráfico de temperaturas v/s presión de descarga . . . . .	6
4.2.1. Comentarios . . . . .	6
4.3. Gráfico presión de aspiración y descarga v/s presión de descarga . . . .	7
4.3.1. Comentarios . . . . .	7
4.4. Gráficos de la potencia indicada de cada cilindro y total; la potencia y la corriente eléctrica, en función de la presión de descarga . . . . .	8
4.4.1. Comentarios . . . . .	9
4.5. Gráfico de la temperatura de entrada y salida del agua de refrigeración; el caudal de agua; el calor total de la refrigeración del compresor, en función de la presión de descarga . . . . .	10
4.5.1. Comentarios . . . . .	10
4.6. Gráfico de la relación de compresión de cada cilindro, en función de la presión de descarga . . . . .	11
4.6.1. Comentarios . . . . .	11
<b>5. Conclusiones</b>	<b>12</b>
<b>6. Anexo</b>	<b>13</b>
6.1. Diagramas indicados . . . . .	13
6.2. Áreas diagramas indicados . . . . .	13



## 1. Introducción

Los compresores reciprocantes poseen ventajas operacionales que han permitido su constante desarrollo y uso en la industria. Es por esta razón que resulta importante estudiar el comportamiento de estos a través de ensayos experimentales que permitan reconocer características fundamentales para poder establecer un análisis sobre el funcionamiento de éste.



## 2. Tabulación de valores medidos

	Compresor						Estanque de baja presión			Agua de refrigeración			Motor Eléctrico					
	Presión	Velocidad	Temperatura							Temperatura			Tensión	Corrientes			Potencia	
	Pd	n	tecbp	tsebp	tecap	tscap	tebp	ΔP man	ΔP abs	tea	tsa	t	V	I1	I2	I3	W1	W2
	[kp/cm2]	[rpm]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[mmca]	[cmca]	[°C]	[°C]	[s]	[V]	[A]	[A]	[A]	[kW]	[kW]
1	7,0	499,3	23	48	27	89	39	514	1085,136	18	26,5	78	375	17,2	15,9	16	6,53	3,28
2	6,0	498,7	23	49	27	87	40	544	1088,136	18,5	26,5	75	375	16,5	15,3	15,4	6,53	3,06
3	4,9	500,8	23	49	27	77	41	532	1086,936	18,5	26,5	77	376	15,2	13,9	13,8	5,73	2,7
4	3,9	503,0	23	50	27	67	40	552	1088,936	18,5	26,5	76	376	14,1	13,2	13,1	5,33	2,6
5	2,8	503,4	24	56	27	56	39	562	1089,936	18,5	26,5	76	376	13,2	12,6	12,1	5	2,4
6	1,8	505,2	24	56	27	42	37	576	1091,336	18,5	26,5	74	376	11,9	11,4	11	4,69	2,12
7	1,0	507,0	23	54	27	31	39	584	1092,136	18,5	26,5	77	376	10,4	9,9	9,5	4,1	1,64

Figura 1: Tabla de valores medidos

## 3. Tabulación de valores calculados

	Cilindrada		Despl	Capac	Rendimiento			Presion MI		Area Diagrama		Potencia (N)				Corriente	Caudal	Calor Transf
	CL	DL	V		Real	Conv	Indic	CBP	CAP	CBP	CAP	CBP	CAP	Total	Electr	I	Vagua	Q
	m3	m3/min	m3/hr		-	-	-	kp/cm2	kp/cm2	m2	m2	kW	kW	kW	kW	A	l/min	kcal/min
1	7,0	0,0029507	1,4733	73,485	83,130	83,174	77,778	550,455	590,227	0,00052	0,000557	3,091	3,553	6,644	9,81	16,367	7,69231	65,319
2	6,0	0,0029507	1,47153	75,479	85,487	85,529	81,752	446,091	464,727	0,00049	0,000511	2,365	2,567	4,932	9,59	15,733	8	63,936
3	4,9	0,0029507	1,47773	74,523	84,051	88,254	88,889	367,797	331,864	0,0005	0,000447	1,977	1,610	3,587	8,43	14,300	7,79221	62,213
4	3,9	0,0029507	1,48422	76,032	85,378	90,888	73,684	279,086	219,168	0,00047	0,000371	1,437	0,886	2,322	7,93	13,467	7,89474	63,032
5	2,8	0,0029507	1,4854	77,099	86,508	94,022	82,963	207,582	113,018	0,00049	0,000266	1,108	0,328	1,436	7,4	12,633	7,89474	63,032
6	1,8	0,0029507	1,49071	78,305	87,548	97,200	84,848	129,436	38,564	0,00047	0,000141	0,672	0,060	0,732	6,81	11,433	8,10811	64,735
7	1,0	0,0029507	1,49603	78,330	87,264	100,135	84,848	66,7424	7,682	0,00044	0,000051	0,323	0,004	0,327	5,74	9,933	7,79221	62,213

Figura 2: Tabla de valores calculados



## 4. Gráficos

### 4.1. Gráfico de rendimientos y capacidad en función de la presión de descarga

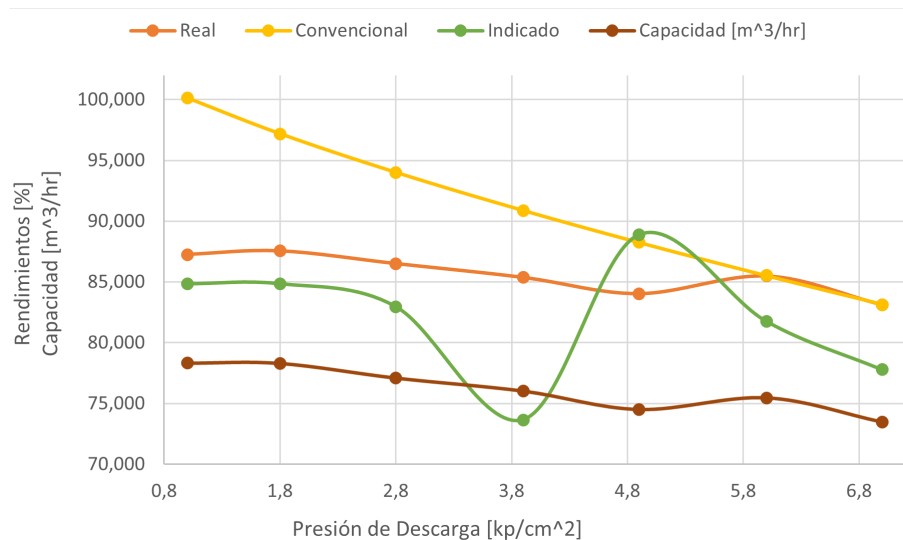


Figura 3: Gráfico de rendimientos y capacidad vs presión de descarga

#### 4.1.1. Comentarios

- ¿La forma de las curvas es la correcta?

Sí, a excepción de la curva de rendimiento indicado, la cual presenta un comportamiento bastante errático producto del peak a los  $5 \frac{kp}{cm^2}$  y del valle a los  $4 \frac{kp}{cm^2}$ , que se pueden explicar gracias a la irregularidad en la medición de los diagramas. También cabe mencionar que la curva de rendimiento real presenta un leve peak a los  $6 \frac{kp}{cm^2}$ , lo cual se podría explicar por alguna variación en la velocidad rotacional del compresor.

- ¿Los valores del rendimiento volumétrico real están en el rango que le corresponde?

Sí, ya que este valor varía entre el 83 y 87 % y al depender de la capacidad posee las mismas características que esa curva. Al mismo tiempo, cabe mencionar que a mayor relación de compresión, menor será el rendimiento volumétrico.

- ¿Cómo explica las diferencias entre el rendimiento volumétrico real y los otros rendimientos?



Se puede explicar debido a la naturaleza de las fórmulas, por ejemplo, el rendimiento volumétrico real depende de múltiples factores y variables correctivas que las demás fórmulas no toman en cuenta, mientras que el rendimiento volumétrico indicado depende directamente de las mediciones que se hagan de los diagramas.



## 4.2. Gráfico de temperaturas v/s presión de descarga

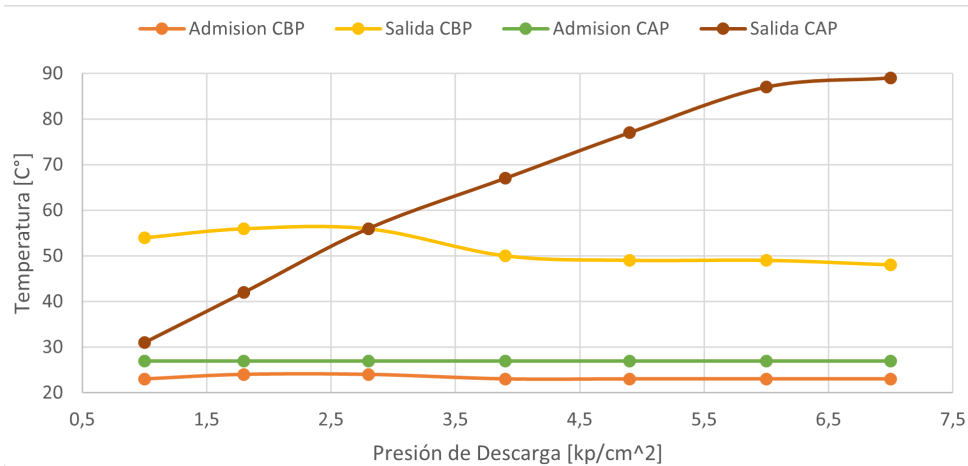


Figura 4: Gráfico de temperaturas v/s presión de descarga

### 4.2.1. Comentarios

- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

Sí, es la correcta. Para las temperaturas de admisión no se presentan grandes variaciones ya que esta corresponde a la temperatura ambiente. Para la temperatura de salida del cilindro de baja presión se observa un peak de 56°C con un comportamiento descendente hasta los 46°C, explicado por el refrigeramiento del gas antes de entrar al cilindro de alta presión, lugar donde la temperatura de salida muestra un comportamiento ascendente hasta los 90°C debido a la compresión del gas.

- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Sí, se encuentran dentro de un rango aceptable.



### 4.3. Gráfico presión de aspiración y descarga v/s presión de descarga

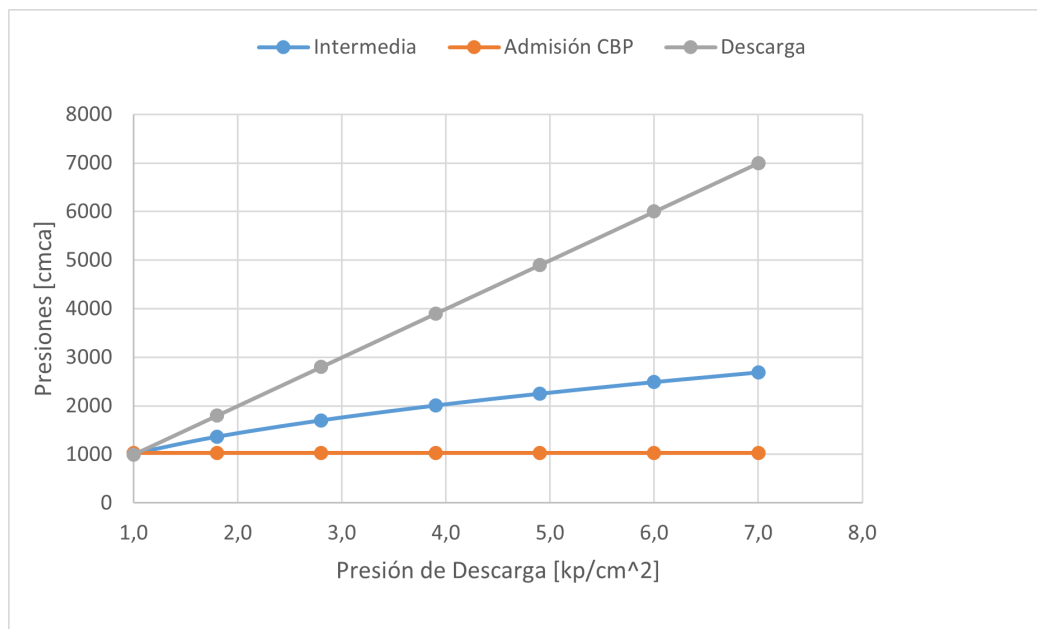


Figura 5: Gráfico de presión intermedia teórica, aspiración y descarga v/s presión de descarga

#### 4.3.1. Comentarios

- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

La curva correspondiente a la admisión del cilindro de baja presión presenta un comportamiento constante debido a que corresponde a la presión atmosférica, mientras que la presión intermedia es la raíz del producto de la presión de admisión y descarga. Finalmente la curva de presión de descarga presenta un comportamiento lineal ascendente a medida que la relación de compresión aumenta.

- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Sí, se encuentran dentro de un rango aceptable.





#### 4.4. Gráficos de la potencia indicada de cada cilindro y total; la potencia y la corriente eléctrica, en función de la presión de descarga

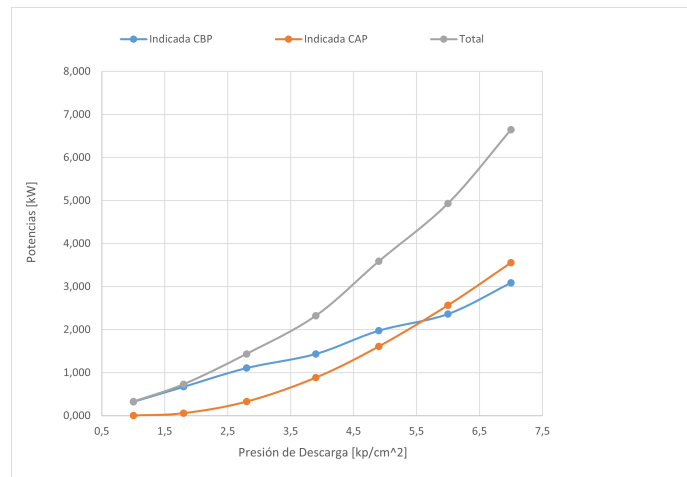


Figura 6: Gráficos de la potencia indicada de cada cilindro y total v/s presión de descarga

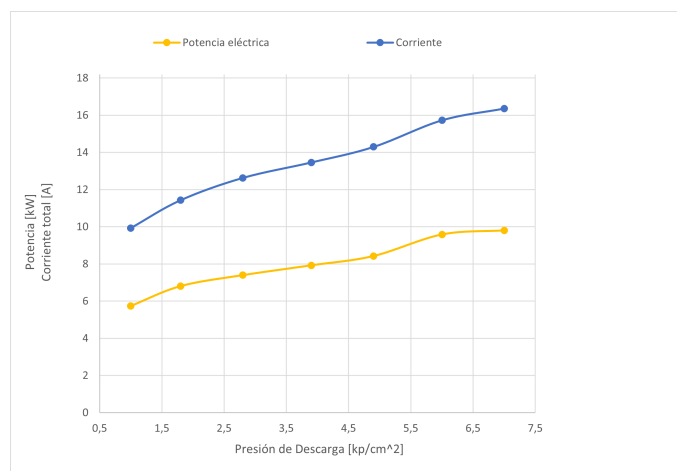


Figura 7: Gráfico de la potencia y corriente eléctrica v/s presión de descarga



#### 4.4.1. Comentarios

- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

Es aceptable ver que la posición de las curvas relacionadas a las variables eléctricas estén por encima de las potencias del compresor, ya que la potencia eléctrica es la potencia bruta que llega al compresor, y transformar esta energía no está exenta de irreversibilidades y pérdidas. Además, a mayor presión de descarga, mayor será la potencia necesaria para comprimir el gas.

- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Sí, se encuentran dentro del rango normal.



#### 4.5. Gráfico de la temperatura de entrada y salida del agua de refrigeración; el caudal de agua; el calor total de la refrigeración del compresor, en función de la presión de descarga

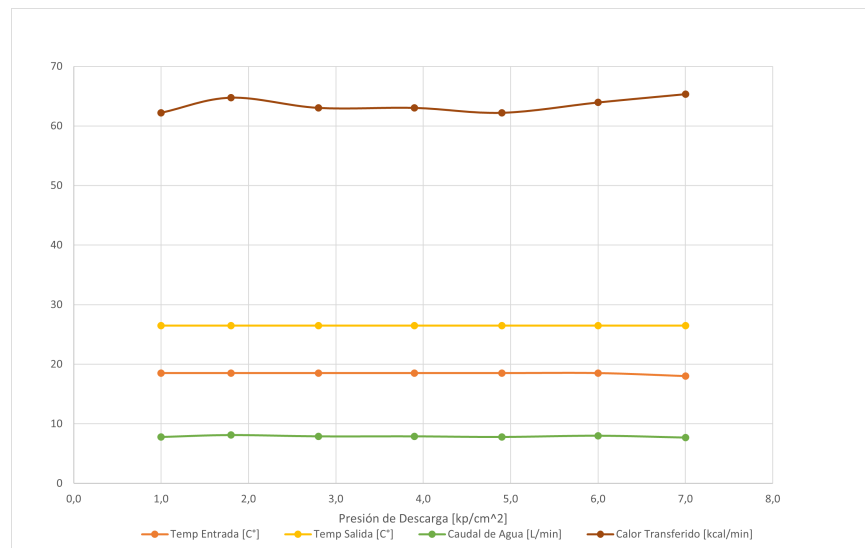


Figura 8: Gráfico de temperaturas de refrigerante, caudal y calor transferido v/s presión de descarga

##### 4.5.1. Comentarios

- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

Las curvas de temperatura de entrada y salida de refrigerante tienen un comportamiento constante a pesar de las distintas presiones de descarga, debido a que las revoluciones del compresor se mantienen dentro del rango de las 500 RPM. Mientras que la irregularidad de la tasa de transferencia de calor se explica por la naturaleza termodinámica del compresor, esto es, los múltiples roces e irreversibilidades no son constantes.

- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Sí, se encuentran dentro del rango para caudales pequeños de  $7-8 \frac{L}{min}$ .



#### 4.6. Gráfico de la relación de compresión de cada cilindro, en función de la presión de descarga

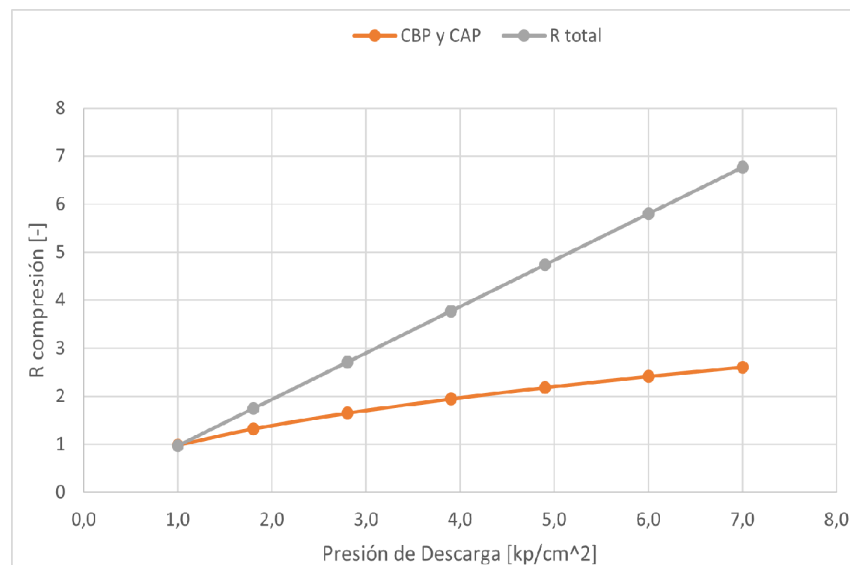


Figura 9: Gráfico de la relación de compresión de cada cilindro v/s presión de descarga

##### 4.6.1. Comentarios

- ¿La posición relativa de las curvas es la correcta? Si es necesario explique.

Sí, es la correcta ya que la relación de compresión para ambos cilindros de baja y alta presión es la misma y al comparar la curva de relación de compresión total en función de la presión de descarga se obtiene un comportamiento lineal.

- ¿Los valores están en el rango que le corresponde?

Sí, ya que el compresor aspira aire a presión ambiente y la comprime aproximadamente 7 veces el valor inicial.



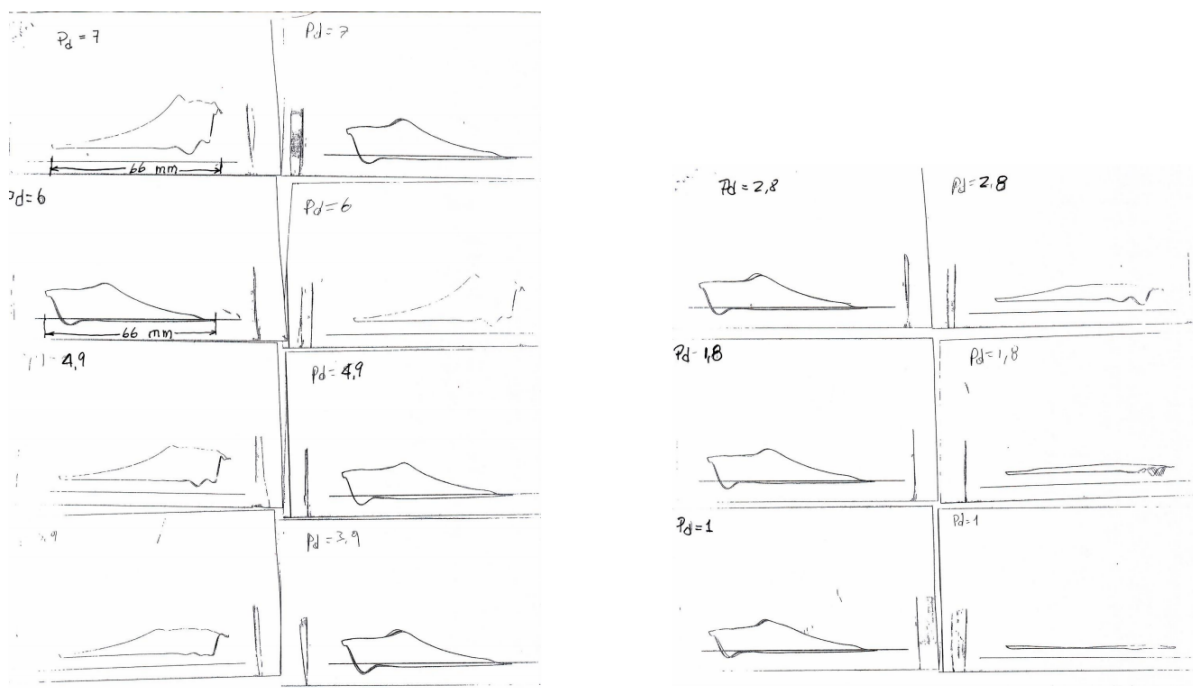
## 5. Conclusiones

Se pudo evidenciar la incidencia de los distintos parámetros de entrada en relación al funcionamiento y comportamiento del compresor recíproco a través del uso de conceptos de turbomáquinas, y a la vez se puede concluir que el funcionamiento de este se encuentra dentro de un rango admisible, alcanzando un rendimiento volumétrico de 83 % en su presión máxima de descarga.



## 6. Anexo

### 6.1. Diagramas indicados



### 6.2. Áreas diagramas indicados

CBP	CAP	CBP y CAP
Área [m <sup>2</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	L <sub>d</sub> [mm]
0,000519	0,000557	66
0,000491	0,000511	66
0,000495	0,000447	66
0,000472	0,000371	66
0,000489	0,000266	66
0,000475	0,000141	66
0,000441	0,000051	66