

**FSELLIOTT****F****A****X**Page 1 Of 8

CAC / FSElliott.

Cra. 43A No. 27A Sur – 86. Of. 204

Medellin, Colombia

Phone No. (57-4) 302-2228

Fax No. (57-4) 332-6241

E-Mail: dmejia@compaircorp.com

**To:** Ing. Wilson Vargas**(A)** Bayer de Colombia S.A**Date:** Enero 03, 2008**From:** Daniel Mejia**Office:** Sur América**Subject:** Comparativo entre compresores  
centrífugos Vs. Compresores de Tornillo  
Lubricados.

Estimado Ing. Vargas:

El siguiente es un estudio típico realizado entre un compresor de tornillo y un compresor centrífugo, la idea es presentar los ahorros energéticos que encontramos al instalar compresores centrífugos en lugar de compresores de tornillo.

Si consideramos un compresor FS-Elliott modelo P300, para un flujo en el punto de diseño de 2000 ICFM @ 100 PSIG (ICFM = INLET CFM, este dato ya incluye las perdidas generadas por la caída de presión en el filtro de entrada del compresor y la tubería de conducción del aire hasta el ojo del primer impulsor) Vs. un compresor de tornillo de 400 HP y para flujo nominal de 2135 ACFM's NO corregidos a las condiciones de Bogota.

A continuación tenemos el siguiente resultado en eficiencia.

| TIPO DE COMPRESOR                                   | FLUJO               | PRESION DE DESCARGA     | POTENCIA AL EJE |
|-----------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|
| Compresor Centrífugo FS-Elliott<br>Libre de Aceite  | 2135 CFM* (+/- 4%)  | 100 PSIG –<br>Constante | 360 SHP         |
| Compresor Tornillo (Caso real –<br>flujo por placa) | 2135 CFM** (+/- 5%) | 100 PSIG -<br>Oscilante | 400 SHP         |

\* Rendimiento garantizado a las condiciones de diseño (Sitio de instalación): Altura: 2600 m.s.n.m, Presión de entrada al ojo del primer impulsor: 10.69 PSI (A), temperatura de entrada del aire: 25 deg. C, Humedad Relativa: 75% y temperatura del agua de enfriamiento: 20 deg. C. Este flujo **YA** esta corregido a las condiciones reales donde estará instalado el compresor (Bogota).

\*\* Rendimientos garantizados a las siguientes condiciones: Presión absoluta de entrada: 14.5 PSI (A), temperatura de entrada: 20 deg. C, Humedad Relativa: 40%. Este flujo **NO** esta corregido a las condiciones reales ambientales y de instalación de su planta, por lo que deben ser corregidos a las condiciones de instalación, como sigue:

**FSELLIOTT****F****A****X**Page 2 Of 8

CAC / FSELLIOTT.

Cra. 43A No. 27A Sur – 86. Of. 204

Medellin, Colombia

Phone No. (57-4) 302-2228

Fax No. (57-4) 332-6241

E-Mail: dmejia@compaircorp.com

## **CORRECCIONES POR ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR, TEMPERATURA DE ENTRADA Y HUMEDAD RELATIVA.**

Un compresor centrífugo se diseña con base a lo que realmente requiere el cliente en su planta, por lo tanto las correcciones por altura, temperatura del aire a la entrada y la humedad relativa ya están efectuadas en los flujos anteriormente mostrados. Por lo tanto para el compresor centrífugo ofertado, NO es necesario realizar correcciones de ningún tipo, ya que están implícitas dentro de las curvas que se presentan.

En compresores de tornillo los cálculos se basan al flujo de diseño de cada modelo de compresor, un compresor de tornillo siempre entregara un flujo determinado a una presión de descarga determinada, por lo tanto en compresores de tornillo se deben efectuar correcciones de flujo por altura, temperatura del aire a la entrada y la humedad relativa del aire. Las formulas para efectuar estas correcciones se presentan a continuación:

### **CORRECCIONES POR TEMPERATURA**

La temperatura también incide en el rendimiento de un compresor de tornillo, por lo tanto también se deben hacer correcciones por los cambios en la temperatura atmosférica o de entrada a los compresores. Dicha corrección se hace de la siguiente manera.

- 1. Divida la temperatura absoluta atmosférica expresada en grados Rankine entre la temperatura absoluta estándar.**

Ejemplo: Si tenemos una temperatura atmosférica de 77 grados F (25 grados C), entonces:

$$\frac{77 + 460}{68 + 460} = 1.017$$

- 2. Multiplique el flujo nominal del compresor de tornillo (o el sistema existente) por el factor encontrado.**

Ejemplo: Si el sistema entrega nominalmente 2135 CFM, entonces:

$$\mathbf{2135\ CFM \times 1.017 = 2171.3\ CFM}$$

Este compresor a una temperatura de entrada del aire de 77 grados F entregara 2171.3 CFM.

**FSELLIOTT****F****A****X**Page 3 Of 8

CAC / FSELLIOTT.

Cra. 43A No. 27A Sur – 86. Of. 204

Medellin, Colombia

Phone No. (57-4) 302-2228

Fax No. (57-4) 332-6241

E-Mail: dmejia@compaircorp.com

## **CORRECCIONES POR ALTURA Y HUMEDAD RELATIVA**

La altura y la humedad relativa del aire son los factores mas importantes a tener en cuenta en el rendimiento de un compresor de aire, por lo tanto también se deben hacer correcciones por los cambios en la humedad relativa real Vs. la humedad relativa de diseño de los compresores. Dicha corrección se hace de la siguiente manera.

### **1. Determine la presión atmosférica absoluta del sitio de instalación.**

Ejemplos: para 1,000 m.s.n.m = 13.04 PSIA

Para 0 m.s.n.m = 14.696 PSIA

Para 2,600 m.s.n.m = 10.69 PSIA

#### **Formula:**

$$\text{Altura} = (1 - (Pa/14.696)^{0.1903})/0.000068745$$

Donde Pa = Presión Atmosférica en PSIA

Altura: pies sobre el nivel del mar

### **2. Encuentre el factor de corrección por altura, así:**

$$Pa/14.7 \text{ PSIA}$$

$$\text{Ejemplo: } \frac{10.69 \text{ PSIA}}{14.50 \text{ PSIA}} = 0.74$$

### **3. Las correcciones por Altura y Humedad Relativa (conjuntamente) se realizan utilizando la siguiente operación matemática.**

$$\left( \frac{Pb - (RH_a \times PV_a)}{Ps - (RH_s \times PV_s)} \right)$$

Donde:

Ps = Presión Estándar (PSIA)

Pb = Presión Barométrica en el sitio de instalación (PSIA)

RHs = Humedad Relativa Estándar

RH<sub>a</sub> = Humedad Relativa Actual

PVs = Presión de saturación del vapor de agua a condiciones estándar (PSI) – Tablas de vapor

PV<sub>a</sub> = Presión de saturación del vapor de agua a condiciones actuales (PSI) – Tablas de vapor

Los datos para las correcciones por Altura y Humedad Relativa en Bogota son:

Ps = 14.5 PSIA

RHs = 0.40

PVs = 0.3390 @ 20 deg. C (68 deg. F)

PVa = 0.4595 @ 25 deg. C (77 deg. F)

Pb = 10.69 PSIA

RHa = 0.75

### 1. Reemplazando los valores en la tabla.

$$\left( \frac{10.69 - (0.75 \times 0.4595)}{14.5 - (0.40 \times 0.3390)} \right)$$

De la formula tenemos que el factor de corrección por humedad relativa es igual a: 0.72

### 2. Multiplique el flujo nominal del compresor de tornillo por el factor de corrección encontrado.

Ejemplo: Si el sistema entrega nominalmente 2,135 CFM, entonces:

$$\mathbf{2,135 \text{ CFM} \times 0.72 = 1,537.2 \text{ CFM}}$$

El sistema actual, recibiendo aire con un 75% de humedad relativa, la cual es la humedad relativa máxima en la ciudad de Bogota, entrega solamente 1,537.2 CFM.

Teniendo en cuenta todos los factores de corrección hallados, tenemos que un sistema para un flujo nominal de 2,135 CFM a las condiciones de diseño de los fabricantes de compresores de tornillo arriba expresadas, entregaría instalado en la ciudad de Bogota solamente 1,563.3 CFM:

$$\mathbf{2,135 \text{ CFM} \times 1.017 \times 0.72 = 1,563.3 \text{ CFM}}$$

Veamos esto reflejado en la potencia específica:

$$\text{Compresor centrífugo: } \frac{2135.0 \text{ CFM}}{360 \text{ HP}} = 5.93 \text{ CFM / HP}$$

$$\text{Sistema actual: } \frac{1563.3 \text{ CFM}}{400 \text{ HP}} = 3.91 \text{ CFM / HP}$$



Si la planta realmente requiere los 2,135 CFM, el compresor de tornillo debe ser dimensionado como si fuera un compresor de 3,000 CFM o 600 HP, para que a las condiciones de Bogota entregue los 2,135 CFM deseados; es decir, entregando el mismo flujo (real en la planta = 2135 CFM) que entregaría un compresor de tornillo de 600 HP, el centrífugo consumiría 240 HP menos.

La diferencia en consumos de potencia entre ambos sistemas de 240 HP, lo que representa un ahorro energético mensual, suponiendo una operación de 24 horas al día, 7 días a la semana, 365 días al año de:

$$240 \text{ HP} = 178.97 \text{ KW} \times 24 \text{ Horas/día} \times 7 \text{ días/semana} \times 52 \text{ semanas/año} \times 0.08 \text{ USD / KW}$$

**Ahorro en el primer año de operación = US\$ 125,078.55**

## Costo de Electricidad del Compresor FS-Elliott

|                  | <i>Consumo de Potencia ( kW-hr)</i> | <i>Tiempo en Operación</i> | <i>Consumo Energético (kW-hr)</i> |
|------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Rated @ 2135 CFM | 268.45                              | 100%                       | 248.45                            |
|                  | Total Consumo Energético (kW-hr)    |                            | 248.45                            |
|                  | Total en Costo (US\$/día)           |                            | US\$ 477.20                       |
|                  | Total en Costo (US\$/mes)           |                            | US\$ 14,310.72                    |

## Costo de Electricidad del sistema existente

|                  | <i>Consumo de Potencia ( kW-hr)</i> | <i>Tiempo en Operación</i> | <i>Consumo Energético (kW-hr)</i> |
|------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Rated @ 2135 CFM | 447.4                               | 100%                       | 447.4                             |
|                  | Total Consumo Energético (kW-hr)    |                            | 447.4                             |
|                  | Total en Costo (US\$/día)           |                            | \$859.05                          |
|                  | Total en Costo (US\$/mes)           |                            | \$25,771.39                       |

**FSELLIOTT****F****A****X**Page 6 Of 8

CAC / FSElliott.

Cra. 43A No. 27A Sur – 86. Of. 204

Medellin, Colombia

Phone No. (57-4) 302-2228

Fax No. (57-4) 332-6241

E-Mail: [dmejia@compaircorp.com](mailto:dmejia@compaircorp.com)

Todo esto sin contar las múltiples ventajas de los compresores centrífugos libres de aceite Vs. los compresores de tornillo lubricados. Dentro de estas ventajas tenemos:

1. **Sistemas y líneas de compresión limpias y libres de aceite:** Cabe anotar que el aceite utilizado en los compresores de aire es corrosivo para los sistemas neumáticos y para los sistemas de instrumentación. Tener sistemas y líneas 100% libres de aceite disminuye casi en un 45% los costos de mantenimiento y reemplazo de piezas en los sistemas neumáticos y de instrumentación.
2. **Sistemas prácticamente libres de mantenimiento:** nuestro insuperable diseño en los compresores centrífugos PARTIDOS HORIZONTALMENTE, con todos los elementos de desgaste internos igualmente partidos horizontalmente, permite realizar tareas de mantenimiento preventivo en campo en menos de medio día, con lo que se disminuyen en mas de un 200% los tiempo muertos por paro de equipos y el uso de personal en mantenimientos preventivos.
3. **Sistemas robustos y confiables:** los engranajes de nuestros compresores centrífugos son fabricados acorde al AGMA Calidad 13, lo que confiere una mayor robustez y por ende una mayor vida útil en el sistema compresor de aire. Los tornillos lubricados generalmente son fabricados acorde al AGMA Calidad 11, de menor robustez y menor vida útil que el AGMA 13. Los cabezales de compresión de nuestros compresores industriales están diseñados para los exigentes trabajos de la industria Petrolera (es el mismo cabezal de compresión que para una maquina fabricada bajo el API 672, 4 Edición - Special Duty). La confiabilidad de nuestros compresores esta ampliamente demostrada en las refinerías de petróleo y empresas petroquímicas, (2 de cada 3 refinerías usan nuestro compresores) dichas empresas programan paros de mantenimiento cada 5 años, nuestros compresores están diseñados para trabajar durante estos 5 años sin paros prolongados para mantenimiento o reemplazo de piezas importantes.
4. **Paneles de control de ultima generación:** PLC sensible al tacto, amigable con el operario, variables en tiempo real y posibilidad de análisis de variables en el tiempo con tendencias de las variables mas importantes ("trending") excelente para mantenimiento preventivo.