

# **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRESIDO DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE CHOVA DEL ECUADOR S.A.**

Pamela Verónica Ubidia Vásquez

Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador • Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica • Carrera de Ingeniería Mecánica • Contacto: pame.ubidia@gmail.com

---

## **Resumen**

*La empresa Chova del Ecuador S.A., se encuentra en continuo crecimiento e innovación. El antiguo sistema de aire comprimido había cumplido su vida útil y no abastecía con los nuevos requerimientos neumáticos y de automatización para la nueva línea productiva en desarrollo, por lo que este proyecto logró justificarse.*

*Para lograr un dimensionamiento correcto, se volvió a analizar los consumos de cada una de las máquinas que utilizan aire comprimido para operar, dado que el ritmo de trabajo ha crecido a través de los años. Una vez estudiados los requerimientos actuales, se procedió a diseñar el nuevo sistema, y luego verificar su funcionamiento.*

*Una vez implementado el proyecto, se levantó un procedimiento de operación y de mantenimiento para asegurar la continuidad del funcionamiento del mismo.*

*Este proyecto se ejecutó con los mejores intereses de la empresa como guía, cumpliendo con las políticas y objetivos de la calidad que se manejan en Chova del Ecuador S.A. El nuevo sistema de aire comprimido reemplaza el uso de dos compresores alternativos por uno de tornillo, por lo que optimizará el consumo de energía, disminuirá el impacto ambiental y dará lugar a la mejora continua de la producción, permitiendo así el crecimiento futuro de la empresa. Los procedimientos levantados formarán parte del Manual de la Calidad, manteniendo así vigente el Sistema de Calidad que utiliza Chova del Ecuador S.A., como herramienta para estandarizar y mejorar sus procesos, y de esta manera ofrecer al mercado ecuatoriano e internacional los mejores productos de impermeabilización.*

## **Abstract**

*The company Chova del Ecuador S.A., is under a continuous process of growth and innovation. The old compressed air system had accomplished its productive life and was not able to supply for the new pneumatic requirements and automation levels of the new developing line of production, therefore the need for this project was justified.*

*In order to achieve a correct dimensioning, the air consumption of each of the compressed air powered machinery was reanalyzed, due to the changes of the work regime through the years. Once the current requirements were studied, the design of the new system began, and the functioning verification took place.*

*Once the project was implemented, a standard operation and maintenance procedure was created, in order to assure its functional continuity.*

*This project was executed with the company's best interests at hand, abiding with the politics and quality objectives that Chova del Ecuador S.A. holds. The new compressed air system replaces the use of two reciprocating compressors with one rotary screw compressor. This will optimize the energy consumption, lower the environmental impact, and will lead to a continuous improvement of the production, thus permitting the future growth of the company. The procedures created will be part of the Quality Manual, maintaining Chova del Ecuador S.A.'s Quality System in force, and will serve as a tool to standardize and improve their processes and in this way, offer the Ecuadorian market the best waterproofing products.*

## **Introducción**

En la planta de Cashapamba de Chova del Ecuador S.A. se concentra la maquinaria destinada a productos impermeabilizantes. Parte de esta maquinaria requiere aire comprimido para operar, el cual debe tener un nivel de calidad óptimo para su correcto funcionamiento. Aparte de la maquinaria existente se prevé un crecimiento para el desarrollo de nuevos procesos y representa un incremento la demanda de aire comprimido. Actualmente se cuenta con un

sistema de aire comprimido con equipos obsoletos y en mal estado, cuya distribución y dimensionamiento no satisfacen estos requerimientos de crecimiento de la empresa.

Con el afán de mejorar los elementos de apoyo del sistema de procesos de la planta, Chova del Ecuador S.A., tiene contemplado en sus objetivos y presupuesto implementar una red de aire comprimido que satisfaga las demandas mencionadas y que represente menores costos de mantenimiento y operación.

## **Desarrollo**

El proyecto se divide en cinco grandes etapas acordes con los procesos cronológicos en los que se divide la ejecución del proyecto. Estos son:

- Estudio de fundamentos de la neumática y redes de aire comprimido
- Diseño del sistema de aire comprimido
  - Cálculo del requerimiento de aire
  - Establecimiento de nivel de calidad de aire requerida
  - Selección del equipo de generación de aire comprimido
  - Dimensionamiento de la red de tubería
  - Selección de accesorios de línea
- Construcción y verificación de funcionamiento
  - Determinación de la eficiencia del sistema
  - Levantamiento de procedimientos de operación y mantenimientos
  - Evaluación de resultados
- Estudio económico y financiero

Para diseñar un sistema de aire comprimido, es necesario responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué capacidad de aire se requiere?

Se calcula el consumo de aire total de cada estación de trabajo, que consiste de la siguiente maquinaria:

- Enrolladora de Alumband
- Cortadora de rollos de Alumband
- Dos cortadoras de flejes metálicos
- Estación de inyección de Poliuretano
  - Bomba de Isocianato
  - Bomba de Polioli
  - Inyectora de Poliuretano
- Prensa Neumática

Se llega al siguiente resultado:

Descripción maquinaria	P. de trab. bar	Φ m	l m	Ctd.	Capacidad m <sup>3</sup>	No. Carreras.	Ciclos x min 1/min	rg	Q teórico m <sup>3</sup> /min	Q teórico SCFM
Cortadora: pistón para cuchilla	6	0,063	0,200	1	0,00062	2	2,40	7	0,021	0,739
Cortadora: pistón desplaza rollos	6	0,063	0,200	1	0,00062	2	0,25	7	0,002	0,077
Cortadora: actuadores fuelle	6	0,250	0,085	2	0,00140	1	0,25	7	0,002	0,086
Expulsador de rollos enrolladora	6	0,080	1,100	1	0,00553	2	2,22	7	0,172	6,072
Inyectora de poliuretano	6	-	-	1	0,00833	1	0,07	7	0,004	0,137
Cilindros verticales de prensa	6	0,160	0,400	4	0,03217	2	0,07	7	0,030	1,060
Sujetadores de prensa	6	0,080	0,250	2	0,00251	2	0,07	7	0,002	0,083
Cortadora de fleje 1	5,6	0,085	0,150	2	0,00170	2	2,61	6,6	0,059	2,069
Cortadora de fleje 2	5,6	0,085	0,150	2	0,00170	2	2,61	6,6	0,059	2,069
Bomba de diafragma Isocianato	6	-	-	1	-	-	0,01	7	0,425	15,00
Bomba de diafragma Polioli	6	-	-	1	-	-	0,01	7	0,425	15,00
									<b>1,201</b>	<b>42,394</b>

Se debe tomar en cuenta factores ambientales, de desgaste, fugas, y se debe preveer un crecimiento de por lo menos el 30%:

Variables	Porcentaje	CFM
Consumo por desgaste	5%	2,1
Fugas	10%	4,2
Expansión futura	30%	12,7
Corrección por factores ambientales	44%	18,6
	<b>Total</b>	<b>37,7</b>
	<b>Suma</b>	<b>80,1</b>

A partir de dicho análisis se concluye que el consumo real es de **80,1 CFM**.

- **¿Qué calidad?**

En el caso de Chova del Ecuador S.A., todos los puntos de consumo requieren una calidad de aire moderado de clase 2 según la ISO 8573-1, excepto la inyectora de poliuretano, que vendría a ser de clase 1, dado que el aire tiene contacto con los reactivos, isocianato y polioli. Se conoce que el isocianato es muy reactivo y puede generar calor y presión excesiva si es mezclado con agua. Así mismo, la presencia de partículas en el aire puede contaminar el producto y afectar la reacción esperada en el producto final.

- **¿Qué tipo y tamaño de compresor se necesita?**

Tomando en cuenta factores técnicos y económicos, se llega a la conclusión de utilizar un compresor de tornillo de marca Atlas Copco:

Factores para matriz de decisión	Ponderación	Ingersoll Rand		Atlas Copco	
		Puntaje	Parcial	Puntaje	Parcial
Tipo de arrancador	7	3	21	5	35
Aceite en el aire	6	3	18	3	18
Espacio y peso requerido	8	1	8	5	40
Costo del capital invertido	10	3	30	5	50
Servicio postventa	7	3	7	5	35
Trasmisión	7	3	21	3	21
Costo de energía	9	5	45	3	27
Costo de mantenimiento	5	3	15	3	15
Nivel de ruido	4	3	12	5	20
Sobredimensionamiento	7	3	21	5	35
Costo total anual	10	3	30	5	50
<b>Total</b>		<b>200</b>		<b>296</b>	

- **¿Cuál es el diseño óptimo del sistema de distribución de aire?**

A pesar de que un sistema cerrado posea mayores ventajas desde el punto de vista de mantenimiento, la ubicación de los puntos de consumo no favoreció esta configuración. La solución más económica fue la elección de un sistema abierto dividido en dos secciones principales según línea productiva.

- **¿Qué dimensiones son requeridas?**

Los factores que influyen en el dimensionamiento del diámetro de tuberías son los siguientes:

- Caudal
- Longitud de tuberías
- Accesorios con su longitud equivalente
- Pérdida de presión admisible
- Presión de servicio

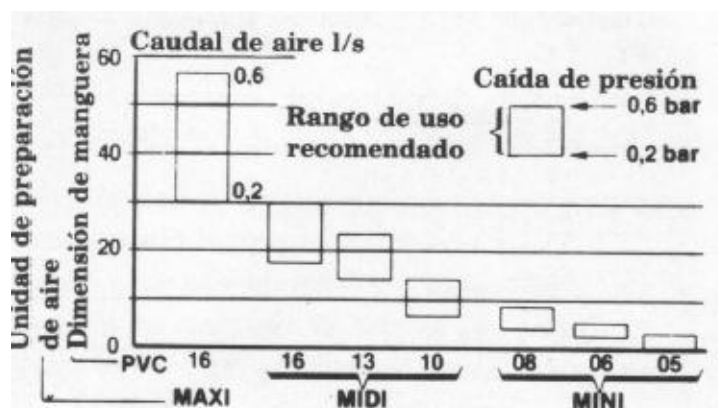
Para determinar la longitud equivalente de los accesorios es necesario estimar un valor de diámetro, por lo que claramente se trata de un proceso iterativo, mientras la caída de presión de la red no exceda del 0.1 bar.

Caída de presión			
Diámetro	1"	1 1/2"	2"
$\Delta p$	0.70	0.10	0.02

En el caso de la línea principal, se elige un diámetro de 2 pulgadas.

• **¿Qué accesorios de línea son requeridas?**

El propósito de los accesorios es mejorar tanto la calidad de aire comprimido entregado por el compresor como el funcionamiento de la línea. El compresor ya incluye un secador. El tipo de drenaje es automático y del tipo termodinámico, dado su diseño compacto y gran durabilidad. Las unidades de mantenimiento se eligieron según la siguiente tabla:



La inyectora de poliuretanos utiliza el aire comprimido para presurizar los tanques de almacenamiento de isocianato y poliol. Como se dijo anteriormente, ambos químicos, en especial el isocianato, deben ser aislados de cualquier partícula de agua o suciedad en manera estricta para no reaccionar exotérmicamente. Para reducir este riesgo, se considera incluir en la línea un filtro especial adicional, del tipo coalescente, que ayuda a filtrar de mejor manera tanto aceite como agua residual del proceso de compresión.

## **Conclusiones**

- Se logró diseñar e implementar un sistema de aire comprimido de mayor eficiencia y menor costo de funcionamiento de acuerdo con el objetivo institucional de Chova del Ecuador S.A., de ser identificada como una empresa que innova y mejora continuamente sus procesos y productos.
- Se logró aportar a la continuidad de producción de la empresa, no sólo ofreciendo un sistema de aire comprimido más eficiente, sino ofreciendo la oportunidad de crecimiento y expansión a nuevas líneas productivas.
- La verificación del funcionamiento del sistema presentó resultados aceptables, y se provee la metodología para asegurar dicho funcionamiento a largo plazo utilizando el manual de operación y mantenimiento, los cuales se incluirán dentro del Sistema de Calidad de la empresa auspiciante.
- Se logró implementar un sistema con elementos de alta calidad logrando mantener un presupuesto 60% menor que el calculado al inicio del proyecto, satisfaciendo totalmente el objetivo del mismo y permitiendo un crecimiento futuro según la norma.
- El proyecto demostró ser rentable por tener una alta tasa interna de retorno del 34%, y una relación beneficio/ costo de 1,44.
- El nuevo sistema es 2,36 veces más eficiente en términos de volumen de aire entregado por unidad de potencia.

- La realización de este proyecto aportó a mantener vigente al Sistema de Calidad de Chova del Ecuador S.A. estableciendo procedimientos claros y permitiendo el desarrollo de la nueva línea de producto IMPTEK Panel.