

# SOLUCIONES INDUSTRIALES DE VENTILACIÓN MEDIANTE EL USO DE AIR JET

DICIEMBRE, 2014

**SOLUCIONES INDUSTRIALES DE VENTILACIÓN**  
MEDIANTE EL USO DE AIR JET

**Florín Moreno Z.**

Sección Tecnologías del Trabajo. Departamento Salud  
Ocupacional. Instituto de Salud Pública de Chile.

---

# SOLUCIONES INDUSTRIALES DE VENTILACIÓN MEDIANTE EL USO DE AIR JET

---

## 1. INTRODUCCIÓN.

La ventilación es un método que se utiliza ampliamente en la industria para mantener ambientes saludables, siendo una de sus aplicaciones el uso de “air jet” o chorro de aire, el cual permite generar barreras frente a zonas con presencia de contaminantes, aislando de esta forma procesos específicos y puestos de trabajo.

Tomando en consideración lo indicado en el párrafo anterior, la utilidad del tema en cuestión y el rol de referencia del Instituto, se presenta esta nota técnica con la finalidad dar a conocer en forma general las características de este tipo de sistemas de control, ejemplificando algunas aplicaciones industriales.

## 2. OBJETIVO.

Explicitar los conceptos básicos que rigen a los “air jet” o chorros de aire, indicando sus múltiples aplicaciones industriales.

## 3. DESARROLLO.

### 3.1 Descripción del Sistema Air Jet.

#### Definición

Un air-jet es un chorro de aire, impulsado con una velocidad mínima que tiene como finalidad generar una barrera frente a temperaturas y concentraciones nocivas que afecten al ambiente y /o a las personas.

#### Características Básicas

Los elementos constitutivos de un air jet, son básicamente un ventilador que aporta la presión al jet, un plenum que distribuye el caudal en los jet y una tobera destinada a proyectar el chorro de aire. Este sistema puede complementarse con una captación a una distancia definida desde la tobera.

Una característica común de un chorro de aire es que está constituido de tres fases. La Primera Fase tiene una longitud de aproximadamente 5 diámetros y de sección similar a la tobera. La Segunda Fase es una equivalente de 6 diámetros de tobera y es donde comienza la mezcla con el aire circundante, y una Tercera Fase donde incorpora aire en su recorrido.

Finalmente podemos decir que una de las características más distintivas de un air jet o chorro de aire es la presión estática constante que se detecta a lo largo del eje de su trayectoria y en consecuencia, a medida que el jet se desplaza, su presión dinámica disminuye al incorporar masa en su recorrido, produciéndose una mezcla con el aire circundante, cumpliéndose así el principio de la conservación de cantidad de movimiento que se presenta a continuación:

$$m_1 v_1 = M_2 V_2 = \text{Constante}$$

donde,

- $m_1$ : masa del chorro de aire
- $v_1$ : velocidad del chorro de aire a la salida de la boquilla
- $M_2$ : Masa de la mezcla del chorro con el aire circundante
- $V_2$ : Velocidad de la mezcla

A continuación se muestra un montaje realizado en nuestro Laboratorio (Figura N°1) para cuantificar la velocidad  $v_0$  que determina el caudal  $q_0$  emitido por éste.

Un esquema de un sistema del tipo "air jet" o chorro de aire combinado con campana, se presenta en la Figura N°2. En ésta se aprecia que el chorro de aire proyectado desde un orificio circular genera un cono como trayectoria, cuya anchura es proporcional a la distancia, excepto en las cercanías de la proyección del aire desde la boquilla; decreciendo su velocidad gradualmente a medida que avanza.

### Descriptores

En relación a lo expuesto con anterioridad, debemos concluir que su utilidad práctica radica en determinar cuánto flujo volumétrico  $q_x$  se obtiene a una distancia "x", dado un caudal de salida del jet igual a  $q_0$ . ¿Cómo obtenerlo?, para ello debemos hacer uso de las siguientes consideraciones (Ver Figura N°3 a modo de referencia):

#### a) Consideraciones Conceptuales:

Como  $F = \dot{m} v$ , se puede llegar a que  $F = \dot{m} v$ , donde:

$\dot{m}$  = Incremento de masa respecto al tiempo, (masa/ tiempo)

$v$  = velocidad del flujo

$F$  = Fuerza con que sale el chorro.

Si se considera que  $\dot{m} = \rho q$ , se obtiene  $F = \rho q v$ , donde:

$\rho$  = Densidad del aire

$q$  = Caudal de salida del chorro

A través de la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento, se obtiene que  $\rho_0 q_0 v_0 = \rho_x q_x v_x = \text{constante}$ . Como  $\rho_0 = \rho_x$ , se tiene que  $q_x v_x = q_0 v_0$ , ó:

$$\frac{q_x}{q_0} = \frac{V_0}{V_x} \quad (1)$$

donde,

$V_x$  = Velocidad promedio del jet a una distancia "x", en pies por minuto, (fpm)

$V_0$  = Velocidad del aire a la salida de la tobera, en pies por minuto, (fpm)

$q_0$  = Caudal a la salida de la tobera, en pies cúbicos por minuto, (cfm)

$q_x$  = Caudal a una distancia "x", en pies cúbicos por minuto, (cfm)

#### b) Forma Práctica:

Considerando la ecuación (1), es posible obtener en forma práctica  $q_x$  a través de la estimación del caudal de salida ( $q_0$ ) y la cuantificación de las velocidades del aire de salida ( $v_0$ ) y la  $v_x$  promedio a la distancia "x", tal cual lo señalado en la Figura N° 1.

#### c) Forma Teórica:

La determinación de la velocidad máxima en el centro del jet ( $V_{\text{máx}}$ ) a una distancia "x" se puede obtener a través de las relaciones dadas por McElroy, Tuve y Priester<sup>1</sup> que se describe a continuación (ver Figura N°3):

$$\frac{V_{\text{máx}}}{V_0} = \frac{K\sqrt{A_0}}{x} \quad \text{y} \quad \frac{V_{\text{máx}}}{V_x} = 2.7 \quad (2)$$

Donde,

$x$  = Distancia desde la tobera hasta la distancia x, en pies

$V_0$  = Velocidad del aire a la salida de la tobera, en pies por minuto (fpm)

$V_{\text{máx}}$  = Velocidad máxima en el centro del jet a una distancia "x", en pies por minuto (fpm).

$V_x$  = Velocidad promedio del jet a una distancia "x", en pies por minuto (fpm)

1 Válida para la tercera fase del air jet

Figura N°1

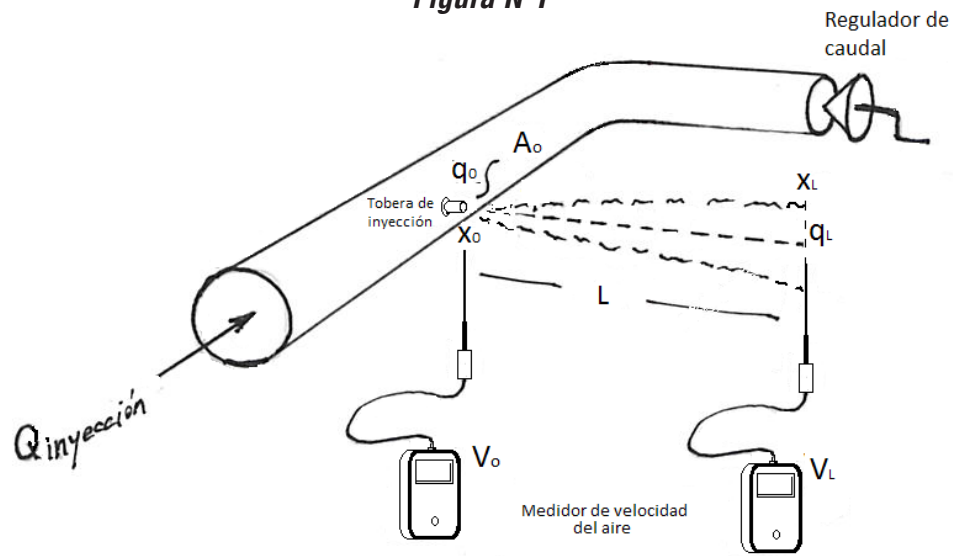


Figura N°2

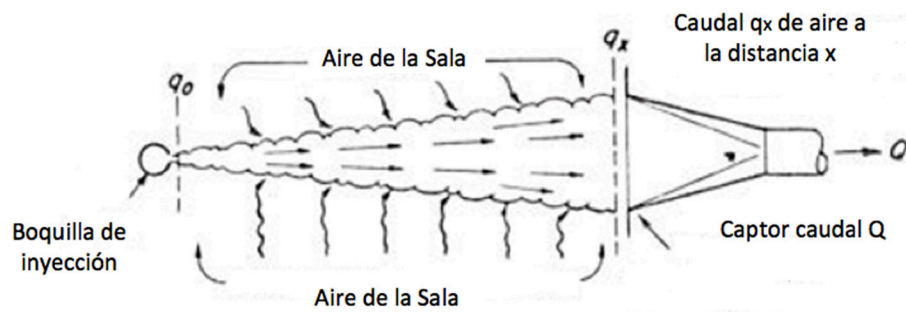
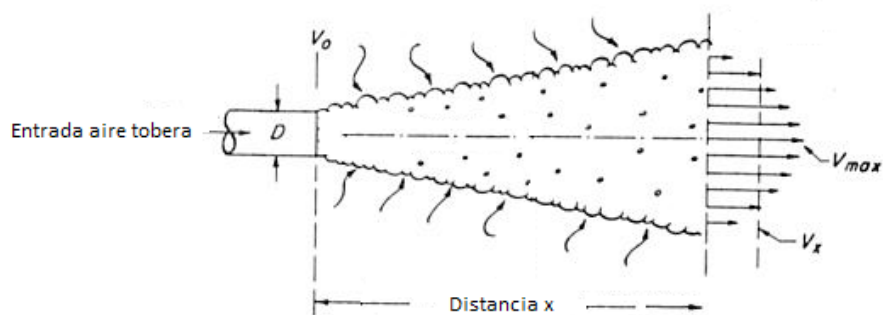


Figura N°3



**A<sub>0</sub>**= Área de salida de la tobera, en pies cuadrados.  
**K**= Constante que relaciona V<sub>x</sub> con V<sub>0</sub>, según tabla siguiente:

**Tabla N° 1**

V <sub>x</sub> , en fpm	Valores de K		
	Rango 1*	Rango 2**	Rango 3***
180	6.0	6.3	6.8
150	5.6	6.1	6.5
100	5.1	5.6	6.0
75	4.7	5.1	5.4
40	3.7	3.9	4.0

\* = v<sub>0</sub> (máxima velocidad a la salida del jet) entre 1000 y 2000 fpm.  
 \*\* = v<sub>0</sub> entre 3000 y 4000 fpm.  
 \*\*\* = v<sub>0</sub> mayor a 5000 fpm.

Despejando v<sub>x</sub> de las ecuaciones indicadas en (2), se obtiene que:

$$v_x = \frac{Kv_0\sqrt{A_0}}{2.7X}$$

Ahora bien, si se considera la ecuación (1), se obtiene finalmente la siguiente ecuación general:

$$\frac{q_x}{q_0} = \frac{2.7X}{K\sqrt{A_0}} \quad (3)$$

**Ejemplo:** Se necesita capturar un chorro de aire libre a una distancia de 0.6 m. ¿Cuál será el caudal que debemos aspirar con una captación para evitar que esta rebase?

**a) Datos proporcionados:**

Diámetro tobera circular (d<sub>0</sub>) = 10 mm; v<sub>0</sub> = 1800 pie/min; v<sub>x</sub> = 100 pie/min; x = 0.6m.

**b) Desarrollo:**

Como la tobera es de tipo circular, se tiene que

$$A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = 8.45 \times 10^{-4} \text{ pie}^2$$

Y el caudal q<sub>0</sub> puede ser determinado como sigue: A<sub>0</sub>\*v<sub>0</sub> = q<sub>0</sub> = 1.52 cfm

Utilizando la ecuación (3) y utilizando un K = 5.1, según Tabla N°1 e información proporcionada en "a", se obtiene:

$$q_x = \frac{q_0 \cdot 2.7X}{K\sqrt{A_0}} = 54.3 \text{ cfm}$$

Para asegurarnos que la captación no rebase, se sugiere aumentar en un 10% de caudal de aspiración, por lo que finalmente queda:

$$q_x = 59.8 \text{ cfm}$$

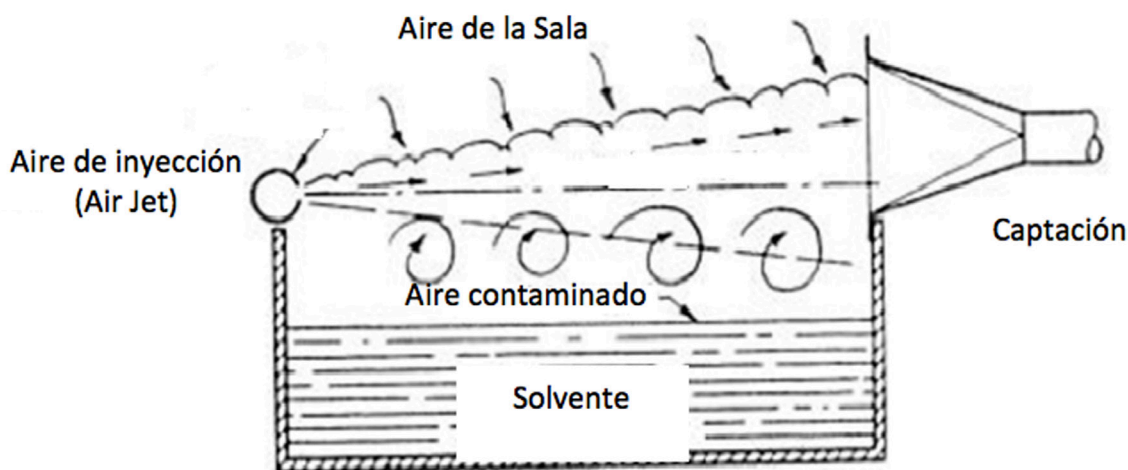
### 3.2 Aplicaciones Industriales.

Debido a las características de los sistemas "air jet" o chorros de aire, sus aplicaciones en la industria son múltiples, partiendo de su uso para agentes contaminantes químicos (ya sea desde el punto de vista de la protección de los trabajadores, como también desde el punto de vista de protección del mismo producto), o en la industria textil, o con fines de aislación térmica, o en plataformas de deslizamiento para transporte de cargas etc.

#### 3.2.1 Aplicaciones para Agentes Químicos.

Una de las principales aplicaciones, y por ejemplo descritas por el manual de la Industrial Ventilation, corresponde al uso de este sistema para el control de vapores de solventes en baños, tal cual lo describe la Figura N°4.

**Figura N°4**



Normalmente la captación de contaminantes emitidos por un estanque, se realiza a través de captadores laterales para una distancia prefijada. Cuando ésta excede ciertos límites el sistema deja de ser eficiente, recomendándose el uso de un captador lateral en el lado opuesto o hacer uso de un jet para generar un arrastre del contaminante y reducir el caudal volumétrico de aspiración.

Otro tipo de aplicaciones del sistema "air jet" para el control de agentes químicos se mencionan a continuación:

- En conjunto con arena u otro abrasivo, realizando procesos de pulido y limpiezas de superficies.
- En combinación con pintura o barnices, realizando proyección de ésta para acabados en variados materiales.
- En procesos de soldadura MIG o TIG proyectando un gas inerte como un chorro, aislando de esta forma a la soldadura del oxígeno del aire.

- En la aislación de locales específicos para evitar el ingreso de polvo, insectos, olores etc., a través de la aplicación de cortinas de aire.
- En la realización de cortes a través del uso de chorros de aire
- En la limpieza de filtros de mangas por sistema de Jet inverso.
- Para el aislamiento de enfermos de partículas y microorganismos del entorno.

### **3.2.2 Aplicaciones para Aislación Térmica.**

Es ampliamente reconocida la aplicación en sistemas de aire acondicionado cuya finalidad es aumentar el alcance del aire y lograr una mejor y más rápida homogeneidad. Esto se logra a través del uso de eyectores. En países con temperaturas muy bajas, se usan cortinas de aire para adecuar la temperatura proveniente del exterior procediéndose a generar volúmenes acondicionados o microclimas al interior de los recintos, reduciendo el costo energético necesario para dicha adecuación.

#### **4. CONCLUSIÓN.**

Si bien la presente nota explicita que el uso de los Air Jet a nivel internacional es amplio, su uso en la industria a nivel nacional no es masivo, orientándose en la mayoría de los casos a la protección del producto y no a la del trabajador. No obstante lo indicado, es importante señalar que este método de control representa una alternativa válida para mejorar, facilitar y resolver una amplia gama de dificultades que con los sistemas tradicionales de ventilación no es posible abordar a un costo razonable, permitiendo de esta manera una buena barrera de protección tanto para el trabajador como un proceso.

#### **5. BIBLIOGRAFÍA.**

- a) Industrial Ventilation, N° 20 Edition, de la ACGIH
- b) Plant and Process Ventilation, Autor W. Heemeon Copyright 1963, editorial Industrial Press N.Y. Impreso en U.S.A.
- c) Fundamentos de Ventilación Industrial, Autor V.V Baturin, Traducción Editorial Labor, Barcelona 1975.