

**TÍTULO:**

**CLIMATIZACIÓN DE LABORATORIOS CON CABINAS DE EXTRACCIÓN  
DE GASES**

**AUTOR/ES:**

**DAVID ROMANOS TABUENCA**

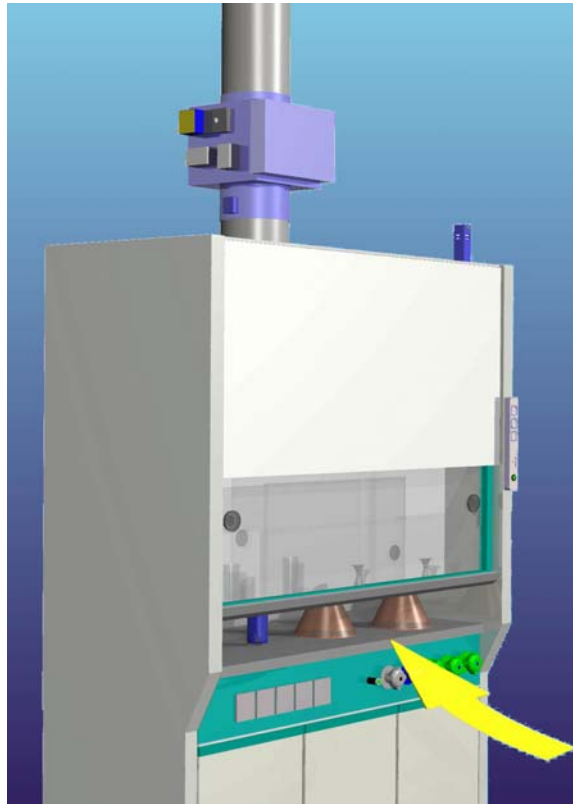
**EMPRESA/ORGANISMO:**

**TROX ESPAÑOLA, S.A.**

## Climatización de laboratorios que tienen Cabinas de Extracción de Gases

### I. ¿Qué tienen de especial los laboratorios con Cabinas de Gases?

Los laboratorios donde se trabaja con sustancias que desprenden volátiles intentan proteger a los usuarios que manipulan esas sustancias. La principal manera para proteger a dichos usuarios es el extraer una determinada cantidad de aire que se lleve consigo los volátiles que están desprendiendo dichas sustancias. Cuando es poca cantidad se pueden eliminar mediante extracciones puntuales de aproximadamente unos 100 m<sup>3</sup>/h. En el momento que se desarrollan experimentos esas extracciones se realizan en las Cabinas de Extracción de gases, donde se extrae una elevada cantidad de aire de modo que en todo momento la corriente de aire vaya de fuera a adentro, de modo que el usuario no inhale estas sustancias nocivas.



Las cantidades de aire que necesita son muy grandes, dependiendo de las dimensiones, etc. los caudales pueden llegar a ser de hasta 1200 m<sup>3</sup>/h, la norma EN 14175 establece que para proteger a los usuarios se necesita asegurar una velocidad de 0,5 m/s en la parte frontal de la cabina.

Teniendo en cuenta que una cabina puede ocupar una superficie de 3 m<sup>2</sup>, esta relación caudal de extracción de aire/ espacio ocupado, hace que interfiera bastante con el sistema de climatización de laboratorio.

## II. Efectos de las Cabinas de Gases en los laboratorios

De manera que los laboratorios que tengan Cabinas de Gases van a tener las siguientes características:

1. Los caudales de las cabinas de gases (hasta 800 ó 1200 m<sup>3</sup>/h) no se van a poder recircular ni aprovechar térmicamente porque los caudales no van a ser lo suficientemente grandes ni lo suficientemente constantes como para que merezca la pena el instalar algún tipo de recuperador en cada conducto. Si estamos extrayendo caudales de aire para que los usuarios no los inhalen, por supuesto, no está permitido el recircular el aire y volverlo a introducir en el laboratorio a través de la impulsión de la habitación. Esto representa una gran cantidad de energía que está lanzándose al exterior, estudios en Alemania situaban en **1€hora** el consumo el coste de un caudal de 1000 m<sup>3</sup> en calefacción, de modo que en verano, en España, estaríamos multiplicando dicha cantidad.
2. Los elementos volátiles son corrosivos y hacen que todos los elementos que están en contacto con los caudales de extracción tienen que ser especiales. Dichos elementos son: Sensores de medición de caudal de diafragma para que no circule dentro del sensor el aire corrosivo como lo hace en los sensores normales. Los reguladores son de plástico en vez de los reguladores de chapa galvanizada.
3. Las cabinas pueden estar ubicadas en espacios muy reducidos, de manera que en una pequeña habitación pueden implicar unas

extracciones considerables. No es extraño que en habitaciones de 40 m<sup>2</sup> pueda haber hasta 6 vitrinas con lo que tenemos una extracción agregada de las vitrinas de hasta 7200 m<sup>3</sup>/h, unas 90 renovaciones por hora, 18 veces superior a las 5 renovaciones por hora de una instalación estándar. Esto hace que haya grandes circulaciones de aire, con los ruidos generados consiguientemente y con velocidades del aire muy altas con la consiguiente pérdida del confort.

4. La gran variabilidad de los caudales hace que todos los elementos de la climatización deben permitirnos una gran flexibilidad, no solamente las cajas de caudal variable de la habitación sino los difusores de impulsión, etc. En el ejemplo que hemos comentado anteriormente, los caudales de impulsión variarían entre 400 a 7200 m<sup>3</sup>/h. Obviamente este requerimiento representa un gran desafío para todos los elementos de la climatización.
5. En algunos casos es necesario el control y monitorización de las depresiones/ sobrepresiones en los laboratorios, de manera que se necesitan dispositivos que controlen esas mediciones y que permitan la transmisión y almacenaje de una manera fácil en sistemas de gestión. Un caso típico de este requerimiento serían los exámenes de las FDA o EMEA (agencias para la evaluación de los medicamentos americana y europea respectivamente) donde se pide un control estable de este parámetro.
6. Por supuesto, estas instalaciones tienen como misión principal la seguridad de las personas que están trabajando en estos ambientes con gran concentración de volátiles perniciosos. Por tanto, los elementos que controlan esa seguridad, por ejemplo en las Cabinas de Gases, deben reaccionar de una manera extremadamente rápida y también los elementos que están en relación con ellos, tales como los reguladores de caudal de los laboratorios que deben regular el caudal en función de las cabinas de gases. En el caso de que el tiempo de reacción de las cabinas (por ejemplo en 2 segundos) fuera diferente a los tiempos de reacción de los reguladores del laboratorio

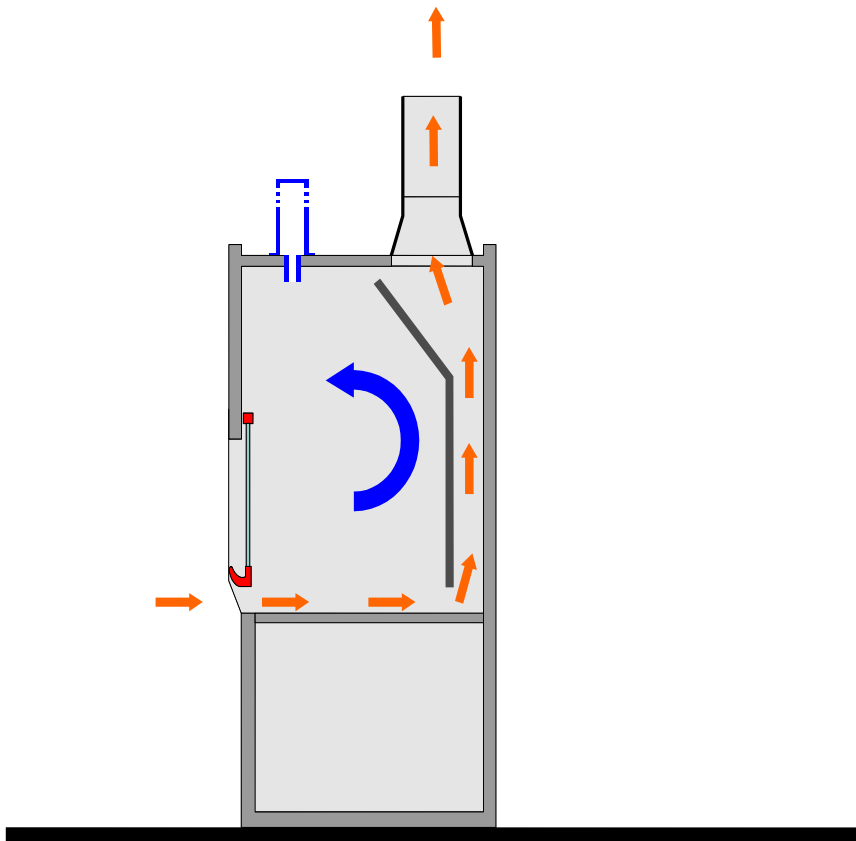
(pongamos 1 minuto), el sistema de climatización tendría dificultades para estabilizarse.

7. Los experimentos pueden necesitar de muchas horas para desarrollarse de forma ininterrumpida, posiblemente durante varios días, mientras la presencia de los trabajadores va a ser mucho menor, de manera que no tiene sentido mantener las condiciones de ventilación y temperatura cuando el laboratorio está habitado (pongamos de lunes a viernes en horario diurno) de igual manera que cuando el laboratorio no está habitado (fines de semana y noches). De esta manera el ahorro energético puede ser muy grande simplemente mandando a los reguladores que cambien de modo de funcionamiento desde el puesto central de gestión.

### III. Antiguos Sistemas de Caudal Constante

Hace unos años las cabinas de extracción de gases tenían sistemas de extracción constante, es decir, en cada cabina había un ventilador de extracción individual para cada cabina, que funcionaba todo o nada, si se encendía extraía al 100% y cuando se apagaba al 0%. Este sistema implicaba que hubiera un conducto individual por cada vitrina que recorriera todas las plantas intermedias del edificio hasta que llegaba al tejado, donde se instalaban los extractores. Esto genera problemas cuando hay muchas cabinas de gases por la cantidad de espacio que hay que desperdiciar y los problemas generados por la interferencia de los conductos.

Adicionalmente a esto, estos sistemas no aseguran la estanqueidad cuando la vitrina está totalmente cerrada (ver la imagen adjunta) ya que se crea una corriente de aire muy fuerte que va por la parte trasera de la cabina, generándose una turbulencia que no permite la evacuación de los elementos volátiles que se quieren eliminar de la cabina de gases.

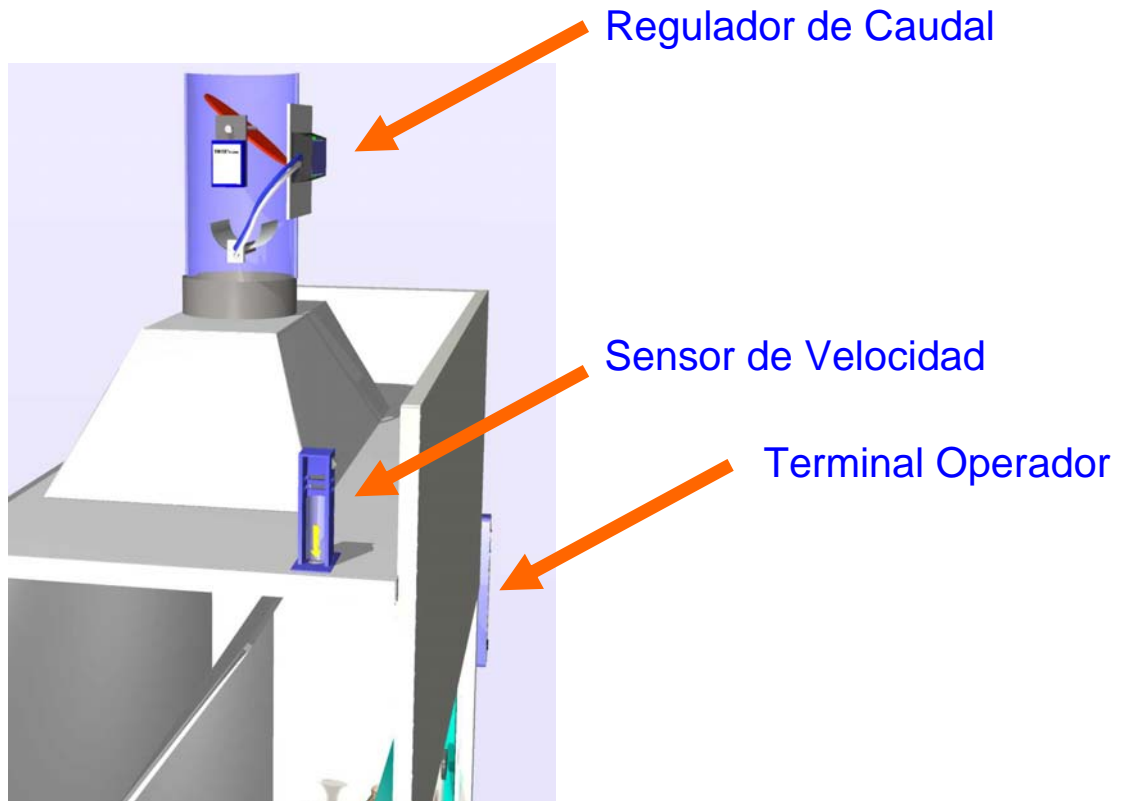


#### IV. Sistemas de Caudal variable en la Cabina

Para mitigar y reducir los efectos de las cabinas de gases y dar soluciones integradas para la climatización de los laboratorios, se han desarrollado soluciones integradas. Estas soluciones integradas incluyen reguladores de caudal de acción rápida con controladores especialmente diseñados para los cajas de caudal variable que se instalan en las cabinas de extracción de gases y los reguladores de caudal de la impulsión y extracción en el laboratorio.

Las soluciones de extracción de gases en las cabinas funcionan de la siguiente manera: un sensor mide la velocidad frontal en la cabina y manda ese valor al controlador instalado en regulador de extracción de la cabina de gases de manera que el regulador de caudal va a minimizar dicho caudal de manera que se mantenga la velocidad frontal que indica la norma europea EN 14175 (0,5 m/s). Cuando los valores de consigna no se alcanzan se

mandan señales de alarma acústicas y visuales a un panel de visualización que está dispuesto en el frontal de la cabina.



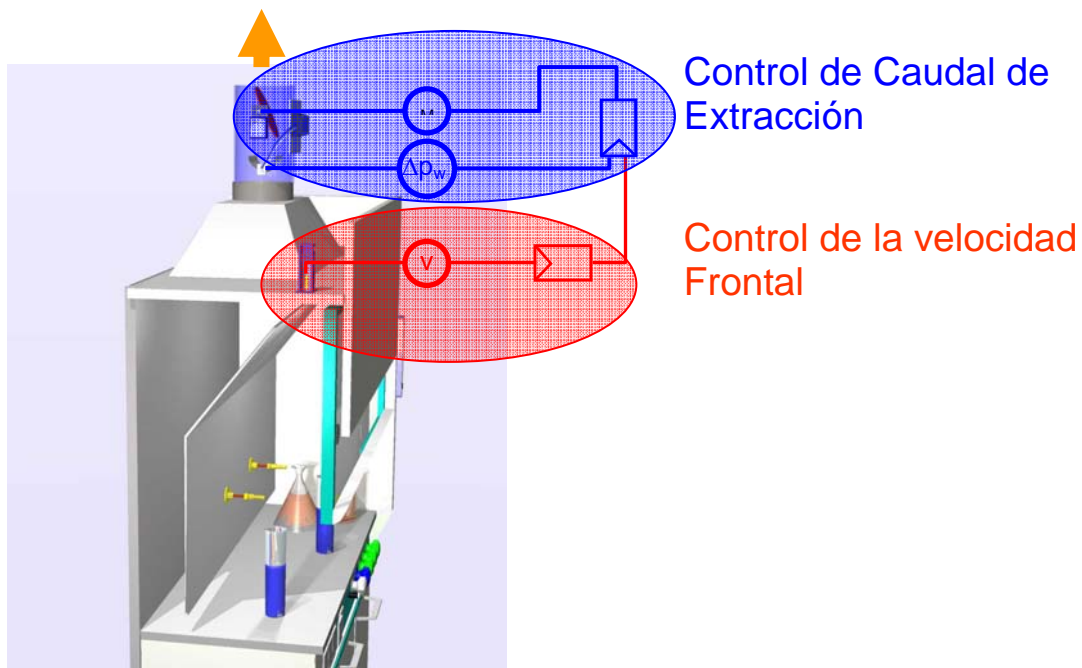
## V. Controles en las cabinas de gases

Tal y como hemos comentado en el capítulo anterior los sistemas de caudal variable necesitan hacer dos controles:

- **control del caudal:** se tiene que controlar el caudal de extracción de la cabina de gases independientemente de las condiciones del conducto de extracción (para poder agrupar distintas cabinas de gases en un único conducto de extracción), tanto si hay muchas cabinas abiertas o cerradas. Este control del caudal se tiene que hacer de una manera rápida (con unos tiempos de reacción del entorno a los 3 seg.) y de gran exactitud porque los reguladores de caudal suelen tener que controlar el caudal cerca de codos (los

reguladores de caudal están entre las cabinas de gases y el forjado del laboratorio).

- **control de la velocidad frontal:** mediante el control de la velocidad de entrada, monitorizamos la continencia de la cabina de gases y podemos conocer la posibilidad de reducción de los caudales de extracción de gases. Este control funciona independientemente de la sobrepresión/ depresión del laboratorio.



## VI. Limitaciones del sistema tradicional de control de la depresión mediante Sonda de Presión Diferencial

Una de mayores ventajas que aportan los sistemas de caudal variable en las cabinas de gases es la posibilidad de integrar dichos caudales en la climatización del laboratorio en contraposición al sistema tradicional (en los laboratorios en depresión) de una sonda de presión diferencial en el retorno de la habitación.

Limitaciones del sistema tradicional:

- Puesta a régimen laboriosa, porque las consignas y sus modificaciones van a depender de la estanqueidad del laboratorio, etc.

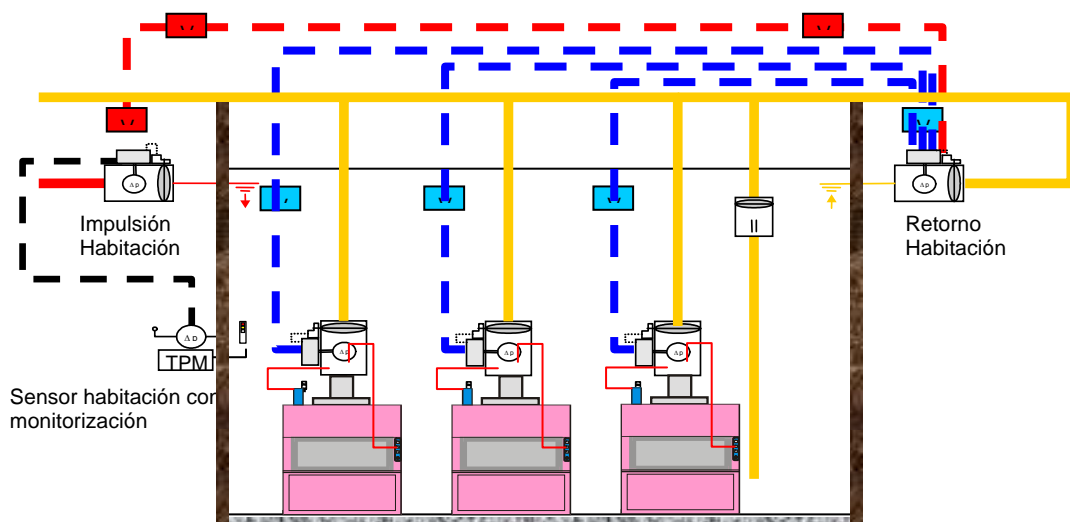


- Sistema inestable porque la apertura de una puerta (la presión diferencial se hace 0) hace que el sistema ya no pueda asegurar que hay depresión en el laboratorio.
- Necesita esclusas para funcionar correctamente lo que incide mucho en la arquitectura y movilidad del laboratorio.

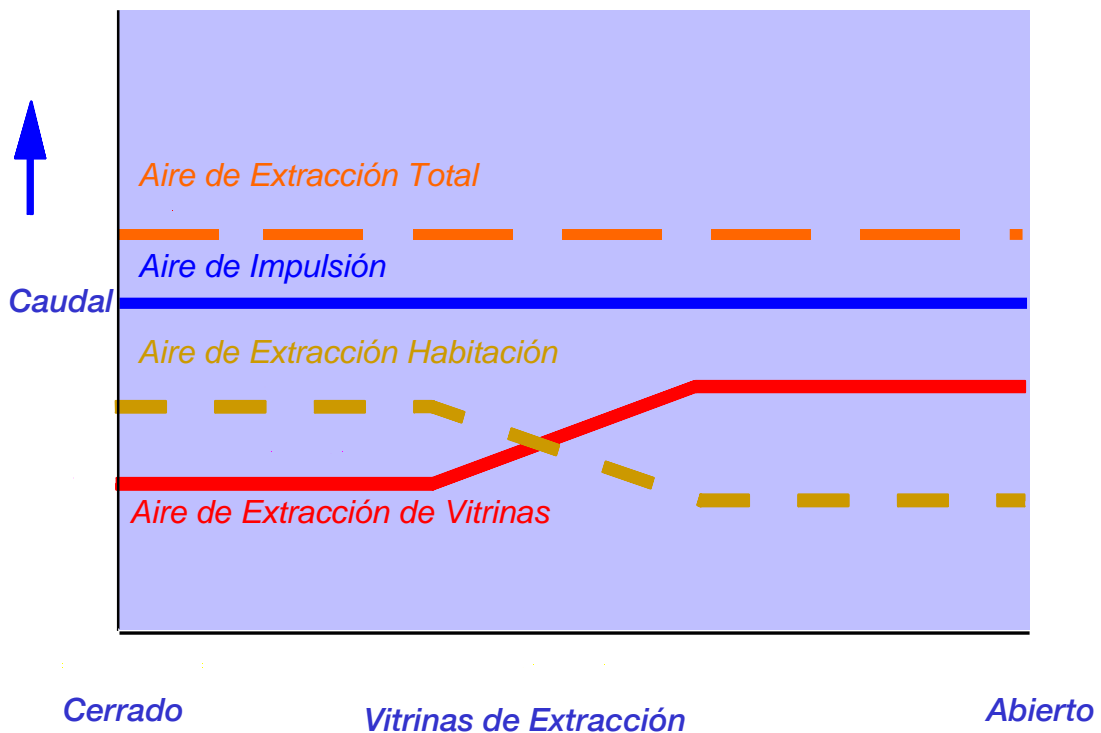
## VII. Control Integrado de Caudales

Todas las limitaciones que he comentado se pueden superar si tenemos un sistema en el que cada regulador de caudal conoce el caudal que tiene que controlar y da señal de su caudal actual, todo en un lazo cerrado que controla la diferencia de caudales entre las impulsiones y las extracciones.

El esquema de funcionamiento es el siguiente, las cabinas de gases van extrayendo el mínimo caudal que permite que la velocidad frontal en la cabina sea de 0,5 m/s, tal y como prescribe la norma EN 14175, y manda dicho caudal instantáneo al regulador del retorno del laboratorio que inicialmente va a descontar dichas extracciones del retorno y cuando ya no pueda reducir más el retorno (porque ya ha llegado a su límite técnico), manda aumentar la impulsión del laboratorio. Las señales que representan los caudales pueden ser mediante señales de tensión (0 a 10 V) o bien a través de bus de comunicación. Esto se puede ver en la siguiente imagen.



El esquema de cómo van variando los diferentes caudales se puede ver en la siguiente gráfica:



Como vemos el controlador que hay instalado en el regulador de impulsión del laboratorio mantiene constante una diferencia de caudales entre la suma de las extracciones de las cabinas + retorno del laboratorio y el caudal de impulsión de la habitación.

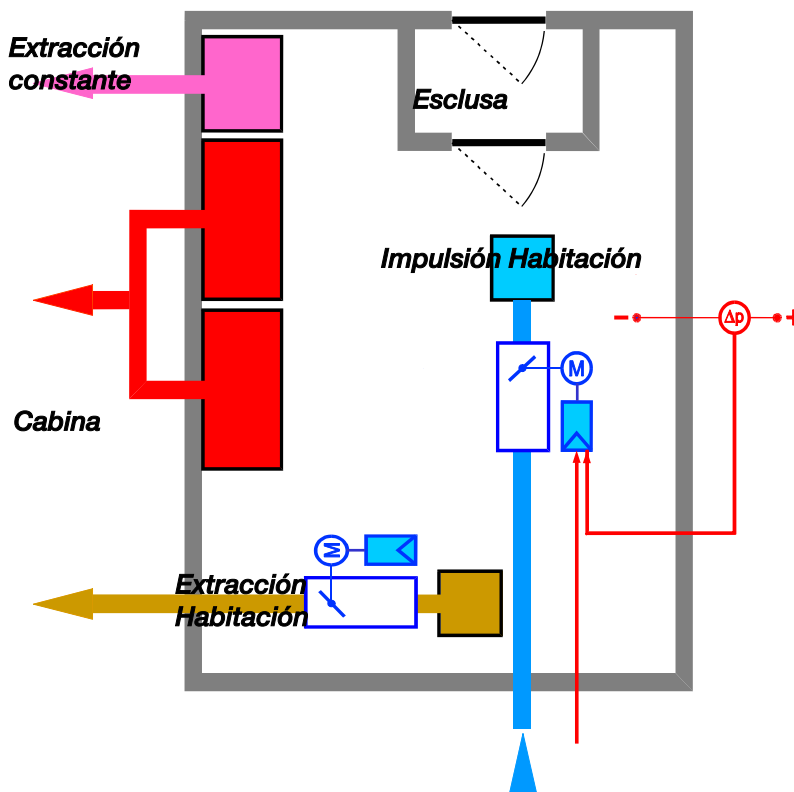
Esto permite que:

1. La **puesta en marcha es muy sencilla**, porque solamente se tiene que configurar el parámetro de la diferencia de caudales, que depende de las dimensiones del laboratorio y de los caudales de las cabinas y el resto del sistema se va a configurar automáticamente.
2. Mejora de la **eficiencia energética**, porque va a minimizar las impulsiones y retornos en cualquier momento.
3. Funcionamiento correcto **en todos los casos**, independientemente de si las puertas están abiertas o cerradas, consiguiendo pequeñas depresiones que impiden la salida de los olores. Impidiendo tanto que no haya depresión como que sea excesivamente fuerte.

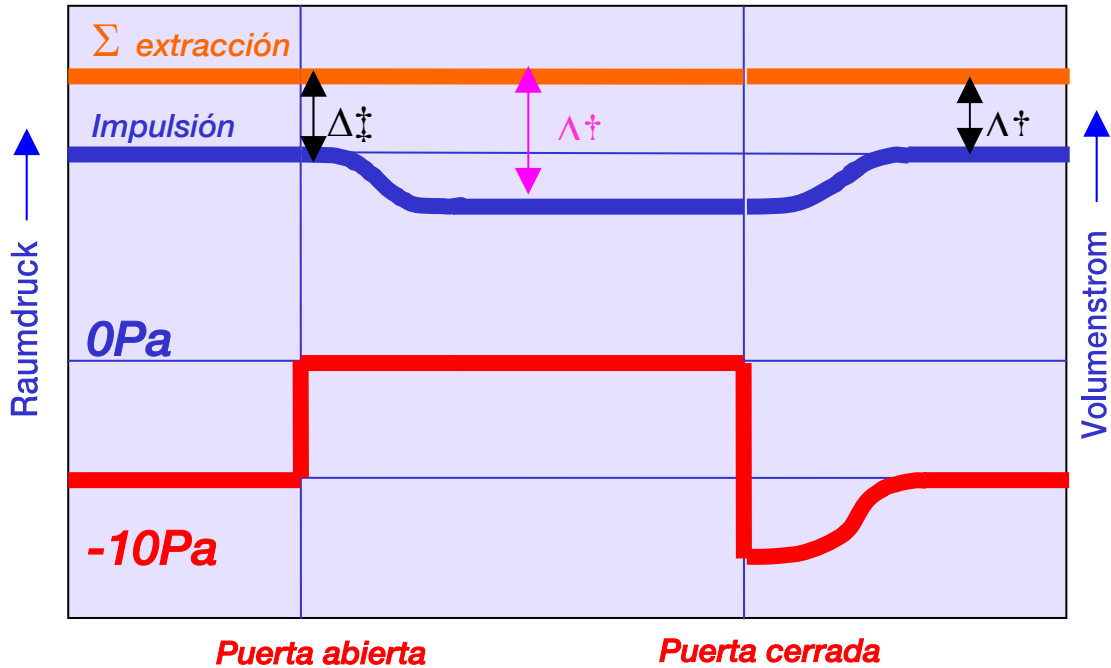
4. No necesita de esclusas para el funcionamiento correcto, salvo en las instalaciones que necesitan una monitorización y control exacto de la depresión (que veremos en el siguiente capítulo).

## VIII. Control de Depresión/ Sobrepresión

Justamente en el caso de las instalaciones en las que se necesita un control exhaustivo de la depresión/ sobrepresión del laboratorio, existen reguladores que incluyen las sondas de presión diferencial y que controlan el caudal en función de la diferencia de caudales y la presión diferencial que está midiendo dicha sonda. En el ejemplo de la imagen, para un laboratorio que controla la depresión, la sonda de presión diferencial se pondría en la impulsión, de manera que cuando se abriera una puerta, se redujese el aporte de aire en la habitación y cuando se volviera a cerrar dicha puerta, se volviese a regular el aire para alcanzar la presión diferencial de consigna.



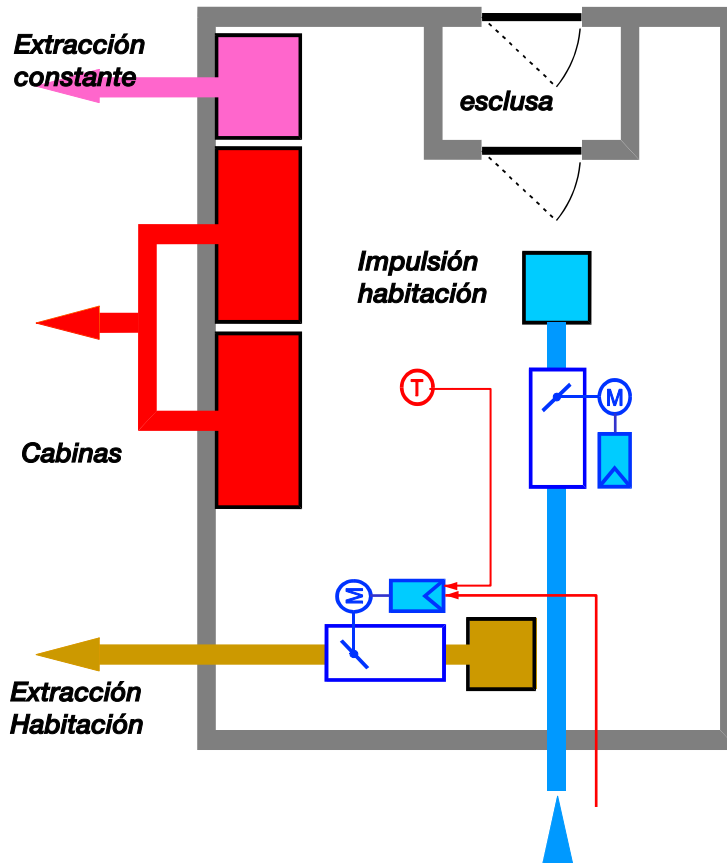
En el diagrama posterior se ve como el sistema regula para alcanzar la depresión de consigna (-10 Pa).



## IX. Control de Temperatura

Los sistemas de caudal variable para control de la climatización del laboratorio permiten, además de un control de los caudales para compensar los caudales de las cabinas de gases, el control de la temperatura en el laboratorio. Dicho control se puede llevar a cabo de distintas maneras:

1. **Control del Caudal de Retorno.** De esta manera el aporte de energía necesario para conseguir la temperatura de consigna se consigue aumentando el caudal de retorno del laboratorio. Así, en cascada, se aumenta el caudal de impulsión en el laboratorio con lo que se combaten las cargas térmicas del laboratorio, manteniendo las diferencias de caudales y/ o control de depresión.



2. **Control de la temperatura de Impulsión**, en esta solución se va variando la temperatura del aire que se está aportando en el laboratorio para alcanzar la temperatura de consigna. Normalmente es necesaria la instalación de baterías de recalentamiento. En esta solución también hay dos variantes:
  - Control interno, el controlador instalado en el regulador de caudal es el que fija el caudal necesario, en función de la temperatura actual (que también se introduce en el regulador) y la temperatura de consigna fijada por el sistema de gestión centralizada del edificio.
  - Control externo, la gestión del edificio fija el caudal necesario y el regulador solamente fija el caudal necesario. En este caso se comporta como una simple caja de caudal variable.
3. **Fancoil, etc.** En este caso, las cajas de caudal variable del laboratorio solamente compensan los caudales de extracción de las

cabinas de gases, mientras el control sobre la temperatura lo realizan Fan-coil, o sistemas VRV que tienen un efecto neutro o casi neutro en los caudales del laboratorio.

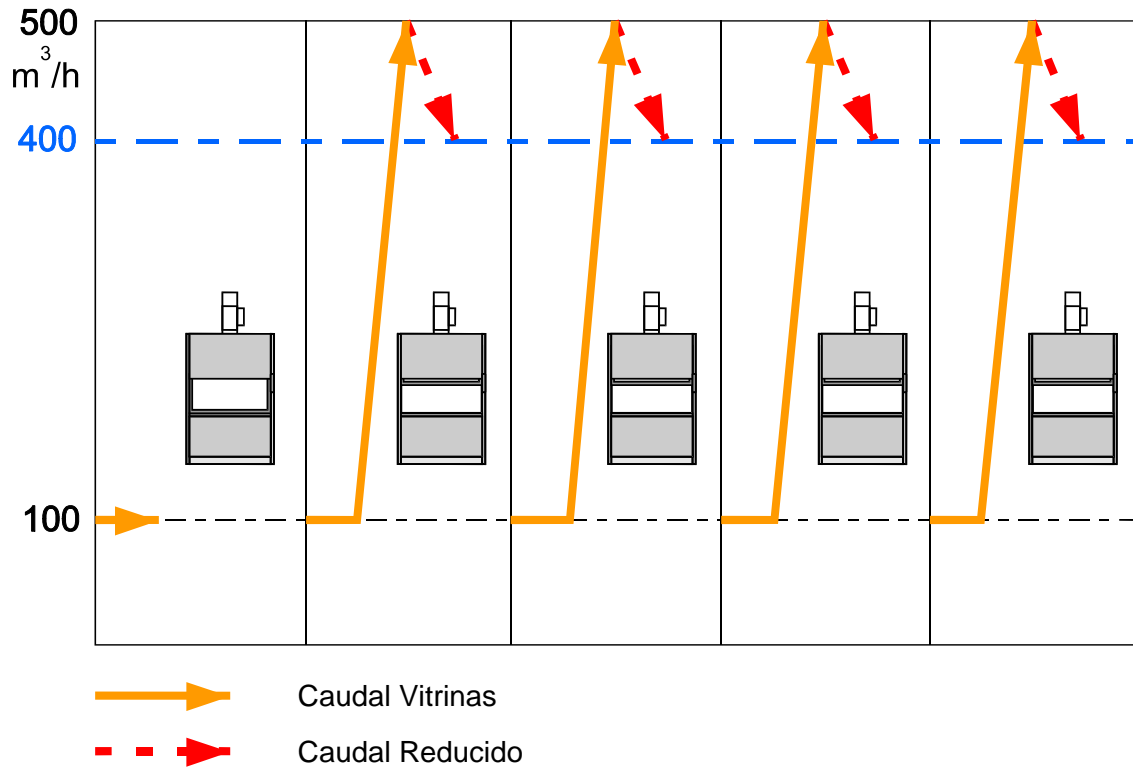
## X. Control de Simultaneidad

Algunas veces, cuando vamos a utilizar conductos de extracción únicos para unas cuantas vitrinas, es interesante el calcular las instalaciones con un cierto coeficiente de simultaneidad, es decir, pensamos que todas las cabinas no van a estar siempre funcionando y además en su posición de máximo caudal de extracción. Por todo esto se puede fijar un caudal agregado máximo para evitar que en el 99% del tiempo la instalación esté sobredimensionada (extractores, conductos, etc.). Pero esto tiene un pequeño inconveniente, que es que cuando se ve transgredido dicho caudal de diseño, la cabina de gases que esté más alejada del extractor va a tener un serio déficit de caudal de extracción que va a ser incapaz de asegurar la continencia y por tanto la seguridad del usuario. Para solventar esta situación, los sistemas de caudal variable permiten limitar las extracciones de las cabinas de manera que todas las cabinas, independientemente de la posición respecto al extractor, dando señales (alarmas acústicas y visuales) a los usuarios para bajen la guillotina de las cabinas de gases.

Un ejemplo sería una instalación en la que hay 5 Cabinas de Gases con un caudal máximo de  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  y se ha supuesto el caudal máximo instantáneo agregado para ese conjunto de cabinas de gases va a ser de  $1700 \text{ m}^3/\text{h}$ , un coeficiente de simultaneidad del 70%.

Cuando haya 3 cabinas abiertas al máximo ( $500 \text{ m}^3/\text{h}$ ) y otras dos al mínimo ( $100 \text{ m}^3/\text{h}$ ), si abrimos una más, necesitaremos  $2100 \text{ m}^3/\text{h}$ , que está por encima de los  $1700$  que están previstos en la instalación, de manera que para evitar que alguna cabina se quede sin extracción, se va a limitar todas las cabinas a  $400 \text{ m}^3/\text{h}$ , para que el total sean  $4 \times 400 + 1 \times 100 = 1700 \text{ m}^3/\text{h}$ . Cuando esto sucede se manda una alarma acústica y visual a los usuarios para que sean conscientes de que se ha transgredido el caudal de extracción máximo y deben cerrar alguna de las cabinas para que el caudal

máximo no sea superior al agregado total ( $1700 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Cuando una guillotina se cierra y el caudal necesario se queda en  $1700 \text{ m}^3/\text{h}$  con lo que las cabinas abiertas vuelven a tener  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  y las alarmas dejan de sonar.



## XI. Resumen Ventajas Caudal Variable

Haciendo un pequeño resumen de las ventajas que hemos ido mostrando en los capítulos anteriores, las ventajas de los sistemas de caudal variable se basan en:

- **Seguridad:** Porque aseguran la continencia de las cabinas de gases al controlar la velocidad frontal del aire en la guillotina, tal y como establece la norma EN 14175. El establecimiento de sistemas que controlen la simultaneidad de las cabinas va a aumentar la seguridad también porque va a evitar que haya cabinas que no tengan los caudales de extracción establecidos (falta de continencia) cuando se superen las simultaneidades que se habían previsto.

- **Economía:** Los sistemas de caudal variable reducen los gastos de mantenimiento de los sistemas de climatización porque disminuyen en hasta un 60% los caudales de extracción de las cabinas. Igualmente se reducen los caudales de impulsión del laboratorio cuando están integradas las extracciones de las cabinas en el sistema de climatización. La utilización de conductos comunes permite la reducción de los espacios para conductos, utilización de coeficientes de simultaneidad, integración en sistemas de gestión (funcionamiento nocturno), posibilidad de agrupación de climatizadores, etc.



## XII. Bibliografía

1. 'Air technology for laboratories' por Gebrüder Trox GmbH.
2. 'Tecnología LON' por Dietrich, Loy, Schwinzer, publicado por Hüntig Verlag.
3. LONWORKS Technologie por F. Tiersch, publicada por Desotron Verlag,

### XIII. Tabla de Contenidos

I.	¿Qué tienen de especial los laboratorios con Cabinas de Gases? .....	2
II.	Efectos de las Cabinas de Gases en los laboratorios .....	3
III.	Antiguos Sistemas de Caudal Constante .....	5
IV.	Sistemas de Caudal variable en la Cabina .....	6
V.	Controles en las cabinas de gases .....	7
VI.	Limitaciones del sistema tradicional de control de la depresión mediante Sonda de Presión Diferencial .....	8
VII.	Control Integrado de Caudales .....	9
VIII.	Control de Depresión/ Sobrepresión .....	11
IX.	Control de la Temperatura .....	12
X.	Control de Simultaneidad .....	14
XI.	Bibliografía .....	17
XII.	Tabla de Contenidos .....	18