Mantenimiento preventivo de las vitrinas de gases: procedimiento para la comprobación de la eficacia

Equipo Técnico del Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid.
Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). spsl.madrid@csic.es

La manipulación de productos químicos en los laboratorios de investigación es una constante, con independencia del área científica a la que se encuentren adscritos. En estos casos, la exposición a contaminantes químicos se caracteriza porque, si bien pueden utilizarse simultáneamente una gran variedad de productos (hay laboratorios que, según la técnica, pueden emplear más de un centenar), las cantidades son pequeñas, por lo que difícilmente se podrá llegar a superar los valores límite.
Además, se deben respetar las buenas prácticas de laboratorio tales como: utilización de los equipos de protección individual adecuados (guantes, mascarillas,...), hábitos higiénicos, uso de equipos de protección colectiva (trabajos en vitrinas) y un buen mantenimiento de los equipos e instalaciones.
En el presente artículo se expone el procedimiento interno y práctico de verificación de la eficacia de las vitrinas de gases, desarrollado por el Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid del CSIC al objeto de garantizar un adecuado mantenimiento preventivo de estas instalaciones.

INTRODUCCIÓN

La Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas es el órgano de investigación pública más importante de España y abarca todas las áreas del conocimiento científico-tecnológico, con una plantilla de más de 14.000 trabajadores, de los que un 70% está potencialmente expuesto a riesgo químico, biológico y/o radiológico, distribuidos en más de 150 centros y del orden de un centenar de unidades asociadas. Como ejemplo, se estima que los Centros: Nacional de Biotecnología y de Biología Molecular disponen, en total, de unas 130 vitrinas.

Las vitrinas de gases en los laboratorios de investigación constituyen una medida de protección colectiva fundamental para el control de la exposición por inhalación a contaminantes químicos. Sin embargo, su eficacia viene condicionada por un adecuado mantenimiento, sin el cual, lejos de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, puede contribuir a dispersar el contaminante hacia el laboratorio, con el consiguiente riesgo higiénico que supone.

Así, unas buenas prácticas de trabajo, una formación adecuada de los trabajadores, conjuntamente con la implantación de procedimientos de trabajo seguros y de un programa de mantenimiento preventivo de las vitrinas, permitirán mantener las características iniciales de estos sistemas de extracción y, por tanto, su idoneidad para el control de los productos químicos que se manipulen en su interior.

Publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), así como de otros organismos y entidades de reconocido prestigio en la materia, establecen, en relación con las condiciones de utilización de las vitrinas de gases, una serie de recomendaciones generales tales como:

1. Antes del inicio de los trabajos:

- Realizar una inspección visual para detectar posibles defectos o anomalías.
- Comprobar que el sistema de extracción e indicador de flujo de la vitrina funciona correctamente.

- Comprobar que no hay puertas o ventanas abiertas en el entorno que puedan distorsionar el adecuado funcionamiento.

2. Durante la realización de los trabajos:

- Manipular las cantidades mínimas necesarias.
- Reducir la abertura de la vitrina al mínimo espacio compatible con el trabajo que se va a realizar y siempre por debajo de la altura operacional máxima.
- No obstaculizar el paso de aire a la vitrina mediante la colocación de aparatos grandes delante de los deflectores de aire.
- No emplear como almacén de productos químicos.
- Situar las operaciones que generan contaminantes a una distancia no inferior a 15 cm del plano de abertura de la vitrina.
- Limitar las fuentes de calor de manera que no se supere la temperatura de 70° C en el interior de la vitrina, ya que éstas perturban las corrientes de aire.
- Cuando se produzca un derrame, limpiarlo lo antes posible.
- Mantener en marcha el extractor de la vitrina, al menos durante un minuto después de acabar el último ensayo o actividad.

Paralelamente a estas recomendaciones de utilización, debe implantarse un programa de mantenimiento preventivo con carácter periódico de acuerdo con las instrucciones del fabricante, encaminado a desarrollar las siguientes actuaciones:

1. Semanalmente:

- Control de funcionamiento del indicador de caudal y de alarma.
- Repaso de limpieza en el interior de la vitrina, generalmente con un paño húmedo y jabón neutro.

2. Semestralmente:

- Limpieza del deflector trasero.
- Limpieza general del interior de la cámara del deflector con una solución de detergente diluida.

3. Anualmente:

- Lubricación y/o engrase de las partes móviles (ejes de poleas, etc.).
- Control del nivel de ruido e iluminación.
- Inspección de sedimentación en conductos.
- Comprobación del estado de saturación de filtros.

4. Cada dos o tres años:

- Revisar el cable y los contrapesos de la guillotina.
- Purgar el extractor a través del tapón de purgar situado en la parte inferior de la carcasa.

Por la diversidad de trabajos que se ejecutan, es primordial seguir esta serie de recomendaciones así como la realización de unos controles periódicos acerca del buen funcionamiento de las vitrinas, siendo los técnicos de prevención los encargados de llevar cabo el trabajo de la medición de las velocidades de captación frontales, a través del área de apertura en el plano externo de la guillotina, y al objeto de verificar que éstas satisfacen los criterios recomendados.

CONCEPTO DE EFICACIA Y TIPOS DE VITRINAS

El comportamiento de una vitrina de gases puede expresarse de manera correcta, en términos cualitativos, como la **capacidad de contener y extraer** los contaminantes emitidos por una fuente en la zona de trabajo de las vitrinas, así como la capacidad de **minimizar la influencia de posibles perturbaciones** tales como corrientes de aire, movimientos del operario o el desplazamiento del personal.

Se considera que un sistema de extracción localizada funciona correctamente cuando en las inmediaciones del foco, del cual se pretende captar el contaminante emitido, su concentración se controla a un determinado nivel. Así, un sistema de extracción localizada requiere un diseño y unas características de funcionamiento que permitan:

- el arrastre del contaminante a la velocidad requerida,
- su circulación a través de la instalación a un caudal adecuado,
- disponer de un ventilador que proporcione dicho caudal venciendo la pérdida de carga ofrecida por el conjunto de la instalación.

Frente a otros sistemas de extracción localizada, las vitrinas de laboratorio se caracterizan porque incluyen un cerramiento. La parte frontal de la vitrina es de material transparente, a fin de permitir la observación del desarrollo del proceso sin obstaculizar el trabajo en el interior de la misma, manteniendo toda la eficacia de funcionamiento y permitiendo su apertura en caso necesario.

Las fotos 1 y 2 presentan un aspecto de vitrinas típicas del CSIC.

Además, las vitrinas extractoras de gases están provistas de una superficie de trabajo en la que se disponen los materiales y aparatos necesarios para el proceso que se está llevando a cabo como son: envases de productos químicos, rotavapores, aparatos de destilación, agitadores magnéticos, etc. Con el fin de conseguir un arrastre adecuado de los contaminantes, estos aparatos se dispondrán, preferentemente, en el fondo de la vitrina, y en todo caso a distancias superiores a 15 cm del frente.

En relación con la eficacia de la vitrina, ésta viene determinada por su capacidad para la retirada del contaminante, las características aerodinámicas del recinto, la velocidad de paso del aire por el frente y la compensación de esta velocidad al variar el frente de la vitrina.

En la práctica, a una vitrina de laboratorio se le debe exigir el arrastre del contaminan-

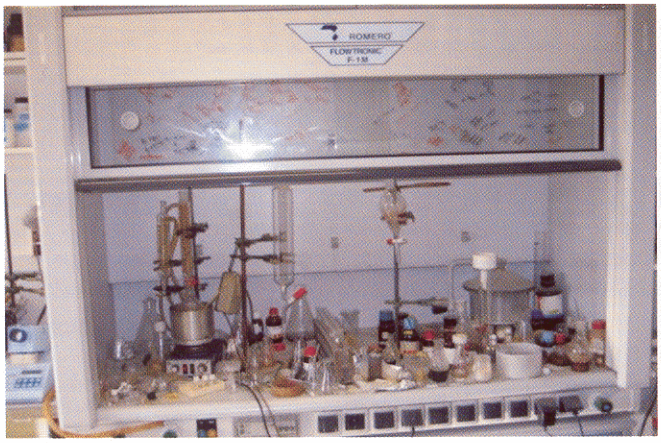


Foto 1

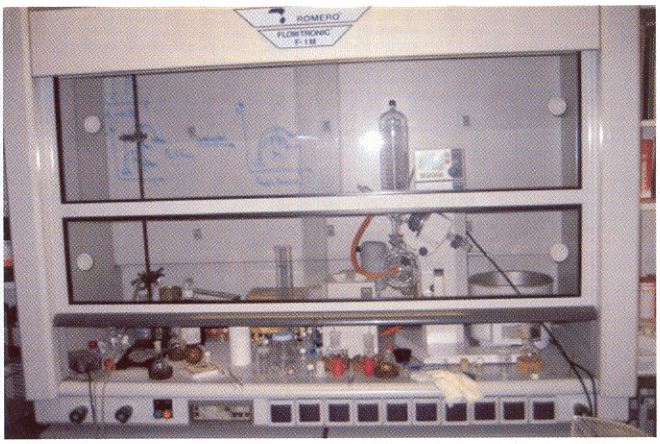


Foto 2

te en cualquier operación con desprendimiento de gases o vapores, correctamente dispuesta y ejecutada, y sin presentar inconvenientes tales como: el apagado de llamas de mechero, el enfriamiento de placas, las evaporaciones indeseadas, la generación de polvo o turbulencias incontroladas en el interior del recinto. También hay que tener en cuenta que la presencia del operador frente a la vitrina genera una zona de depresión que disminuye la eficacia de la extracción.

La distribución del contaminante en el interior de la vitrina está relacionada directamente con su temperatura de generación y su densidad con respecto al aire, mientras que la velocidad de generación del contaminante condicionará la dificultad o facilidad para su captación y arrastre.

En el caso de contaminantes menos densos que el aire que ascienden por convección, la máxima eficacia se consigue con una boca de extracción en la parte superior de la vitrina. Por el contrario, si los contaminantes son más densos que el aire, la máxima eficacia se logra situando la boca de extracción en la parte inferior. De este modo, los contaminantes de la parte inferior son arrastrados por una corriente laminar que discurre detrás del panel y los de la parte superior son arrastrados directamente hacia la boca de extracción.

Las vitrinas de gases se pueden clasificar por la naturaleza de los productos tratados en vitrinas para olores y humos, ácidos, disolventes o isótopos radiactivos.

Por otro lado, dependiendo de los trabajos que se llevan a cabo en las vitrinas, éstas tendrán ciertas características en cuanto al diseño de la toma de aire y la velocidad de extracción, en función de la abertura de la guillotina. En los laboratorios se suelen dar, por su forma de funcionar, cuatro tipos de vitrinas:

- *Clásica o convencional*: tiene una sola entrada de aire a través de la ventana de la vitrina aumentando la velocidad a medida que se cierra la ventana. Cuando la abertura es mínima, la velocidad es tan alta que deja de ser un régimen "laminar" y la captación no garantiza una adecuada extracción del contaminante.

- *Equilibrada o sistema Bypass*: al bajar la guillotina se permite la entrada de aire exterior a la vitrina por la parte superior o frontal de forma que la superficie de entrada de aire sea más o menos constante y no modifique las condiciones de funcionamiento. Se mantiene el régimen "laminar", la velocidad es constante y se evitan turbulencias que expulsen los gases tóxicos hacia el laboratorio. Suelen mantener una velocidad de 0,5 m/s con la guillotina abierta 40 centímetros y de 1 m/s si lo está 20 centímetros.

- *Compensada o Sistema ADD AIR*: parecida a la anterior pero se dispone de un sistema de compensación mediante impulsión mecanizada de aire exterior, de manera que el 80% del aire expulsado es tomado directamente del exterior, sin producir perturbaciones y con el consiguiente ahorro de energía. Cuando la ventana está cerrada, toma el aire del exterior.

- *De volumen de aire variable (VAV):* a medida que la abertura es menor se acciona una trampilla motorizada, situada en la zona superior del conducto de extracción de la vitrina, o el ventilador modifica su unidad de frecuencia para mantener las características iniciales programadas. Normalmente, un caudal de 650 - 1.000 m^3 /h permite funcionar con velocidades de unos 0,45 m/s en la cara abierta y de 7 m/s en conducto.

En las figuras 1, 2 y 3 se presentan esquemas simplificados de algunos de estos tipos de vitrinas y su comportamiento con la guillotina abierta o cerrada. En la práctica, se entiende como régimen "laminar" cuando la variación de velocidades medidas en la cara abierta, según la norma, no supera el 1%.

En la gráfica 1 se representan las curvas típicas Velocidad-Abertura para las vitrinas clásicas y las equilibradas. En las equilibradas se observa que se consigue mantener la velocidad siempre que la abertura no supere los 25 centímetros por lo que sus aplicaciones son limitadas.

En cualquier caso, se debe implantar un programa de mantenimiento para las vitrinas de gases que contemple unas revisiones periódicas para garantizar su buena conservación, ya que con el mantenimiento preventivo y predictivo se pueden detectar

Figura 1 Vitrina convencional

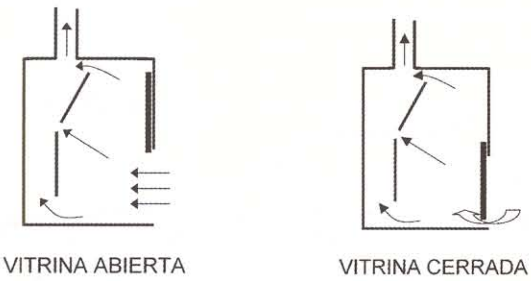


Figura 2 Vitrina equilibrada o de bypass

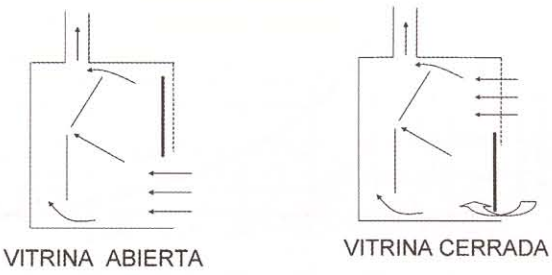
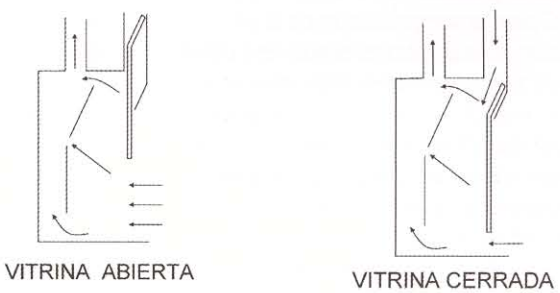


Figura 3 Vitrina compensada.
La impulsión de aire exterior se reparte de forma que entra más a la vitrina o sale al laboratorio según la guillotina esté cerrada o abierta



y diagnosticar posibles averías y buscar soluciones.

A continuación, se describe un procedimiento para la comprobación de la eficacia de las vitrinas de gases, aplicando los criterios de la ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), donde se incluyen la metodología, los resultados y las conclusiones.

DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS VITRINAS

Para la elaboración de un procedimiento de comprobación de la eficacia de las vitrinas, al objeto de unificar los criterios de medición y valoración, hay que analizar, previamente, las normas relacionadas: UNE EN 14175 partes: 1, 2 (Requisitos de seguridad y funcionamiento), 3 (Metodologías de ensayos de tipo) y 4 (Metodologías de ensayo en destino).

Según la citada norma, los indicadores que demuestran el buen diseño y funcionamiento de una vitrina de gases son:

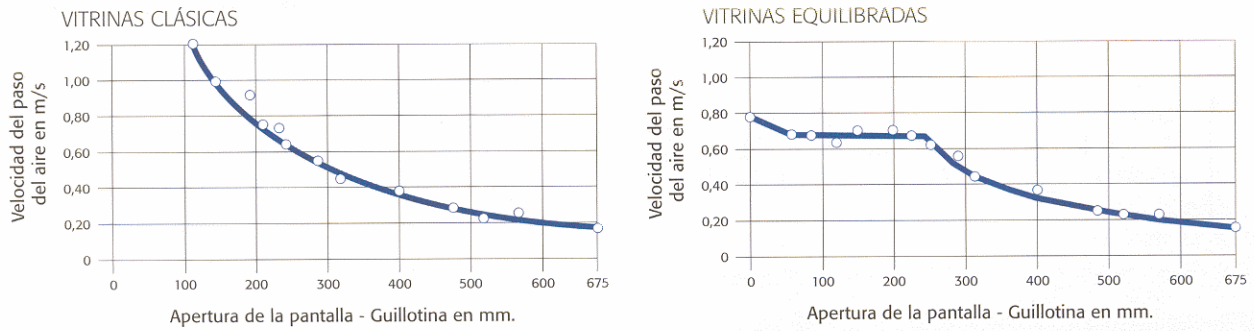
- **la contención**: como capacidad de retención de contaminantes en el espacio de trabajo. Se mide con un aparato de análisis de gases dentro de una sala de ensayos habilitada especialmente para ello o en destino. El ensayo consiste en introducir un gas (SF_6) dentro de la vitrina y hacer un seguimiento a través de unos captadores. El objeto de este ensayo es determinar la concentración de gas (ppm) que sale del recinto. Existen varios ensayos de contención dentro de la norma.

- **la robustez** (recaptura). Se trata de un ensayo para medir la capacidad de contención de la vitrina ante perturbaciones. Pretende simular situaciones reales en laboratorios, con circulación de personas frente a la vitrina, corrientes de aire, etc., y analizar el efecto que tienen. Las perturbaciones se simulan con un panel móvil, que recorre el frente de la vitrina a una distancia, velocidad y frecuencia determinados por la norma y se mantienen los equipos de captura e inyectores de gas del ensayo de contención externa. El ensayo dura cuatro minutos, durante el cual se registra el gas capturado por los tubos de aspiración.

- la **eficiencia (purga)**. Se trata de un ensayo para medir la capacidad de renovar el interior de la vitrina, es decir, la capacidad de evacuar contaminantes de la vitrina de forma continuada. Es una característica que depende principalmente del diseño de la vitrina (panel deflector) y de cómo se aspira el aire. Es un ensayo complementario a la contención que consiste en inyectar gas en la vitrina, hasta alcanzar un nivel estable de SF_6 en la extracción de la vitrina. Posteriormente se detiene la inyección de gas, y se registra como decaen los niveles de SF_6 detectado, y el tiempo que tarda la vitrina en extraer el gas de su interior. El cálculo de la eficiencia se obtiene del tiempo que tarda la vitrina en bajar del 80% al 20% de la máxima concentración de gas en la extracción, del caudal de extracción y del volumen interno de la vitrina.

Por lo tanto, la medición de la velocidad en las vitrinas de gases, para com-

Gráfica 1 Curvas típicas Velocidad- Abertura



probar si la captación es la adecuada, es una condición necesaria pero no suficiente, al ser una evaluación indirecta de la eficacia pues no considera otros factores.

En el procedimiento elaborado por el CSIC para la comprobación de la eficacia, ésta se lleva a cabo teniendo en cuenta las instrucciones que el fabricante aporta en el manual del usuario. En este sentido, el fabricante debe presentar los "ensayos de tipo" de la vitrina certificadas sus características y, al término de la instalación, se debe realizar una comprobación "in situ" del correcto funcionamiento con el fin de observar que las condiciones del lugar de trabajo no afectan al correcto funcionamiento de la vitrina.

Así mismo, en dicho procedimiento se dan las pautas para el registro de las características iniciales de las vitrinas, y así deducir si reúnen los requisitos esenciales y los específicos para el uso que se les va a dar y, a partir de éstas, establecer un programa de comprobación de la eficacia mediante medidas periódicas.

Además de esta actuación de carácter preventivo, cada Centro o Instituto debe implantar un programa de mantenimiento preventivo y predictivo, bien con su servicio propio de mantenimiento, o bien con uno contratado externo, que garantice el funcionamiento correcto de las vitrinas y al objeto de reparar los fallos que se detecten, procediendo a sustituir los elementos en el momento oportuno y antes de que se desvíen de sus prestaciones iniciales.

Para la comprobación periódica del estado de funcionamiento de una vitrina de gases se recopilan los siguientes datos que se adjuntan al informe inicial:

- Descripción de sus características generales así como dimensiones. En la descripción se tiene en cuenta la disposición de la cabina en el laboratorio, según el esquema de la Nota Técnica de Prevención NTP 646 (INSHT) en cuanto a las distancias mínimas a respetar para evitar perturbaciones, indicando si se cumplen o no.
- Fotografía de la vitrina en la que se aprecia el nivel de ocupación interna por equipos, productos químicos, etc.
- Valores nominales de las velocidades, medidas a tres alturas de la guillotina abierta (5, 25 y 50 centímetros) de forma que su valor promedio multiplicado por el área de la superficie abierta estime el caudal "Q" expresado en m^3 / h.
- Valor "C" expresado en m^3 / h / m^2 de superficie de cara abierta de la vitrina, que permite comparar, para cada una de las tres posiciones hipotéticas, la eficacia de funcionamiento de la vitrina, siguiendo los criterios de la ACGIH americana y experiencia técnica acumulada. A partir de esta valoración se sacan conclusiones y se hace un diagnóstico sobre posible limitaciones de uso, en el caso de observar alguna deficiencia.
- Equipo de medida, sus características técnicas y estado de calibración.
- Uso de tubos fumígenos de comprobación visual sobre el comportamiento de la ventilación, si hay revocos o un tiempo excesivo de permanencia del contaminante en el pleno de la campana u otras anomalías.

Por tanto, a cada una de las tres alturas se efectúan tres medidas, realizando una división imaginaria de la longitud en cuatro partes y colocando la sonda del termoanemómetro al final de la primera, segunda y tercera división y hacia la mitad de la cota de altura de la guillotina abierta (es decir, a unos 2,5; 12,5; y 25 centímetros, respectivamente). En la figura 4 se representa un esquema de altura de guillotina y puntos de medida con la sonda del equipo de medida.

En cada punto de medida el sensor de la sonda se coloca en posición horizontal y, a continuación, se gira hasta obtener el valor más alto que es el anotado. Antes de iniciar una serie de medidas, se mantiene conectado el equipo durante unos minutos hasta conseguir una estabilidad en la lectura de la temperatura del aire ambiente, que también se anota. Durante la medida se procura que la posición del cuerpo y el brazo extendido del técnico no interfiera en los resultados.

A partir de los datos obtenidos, se representan en una gráfica todos los valores relativos de los caudales (que se corresponden con el valor medio de la velocidad) medidos con el termoanemómetro para cada abertura de la vitrina y punto de medición, y se ajustan los datos a una curva logarítmica para su comparación con los criterios técnicos, en el rango de estudio considerado.

CRITERIOS TÉCNICOS

Como valores de referencia para las velocidades de captación, se han adoptado los criterios establecidos por la ACGIH americana: 1.600 – 2.800 m^3 / h / m^2, según toxicidad o, lo que es mismo, velocidades de 0,45 m/s para manipulación de productos tóxicos y de 0,75 m/s para productos muy tóxicos.

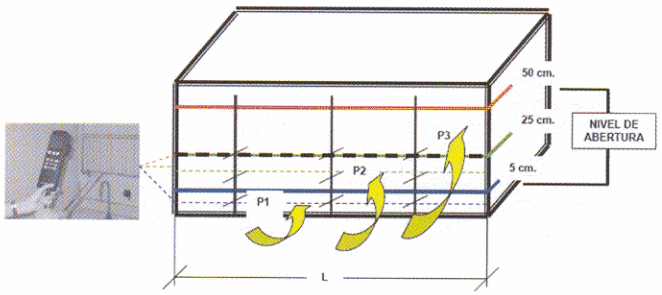
Estos valores se consideran independientes de la abertura de la vitrina en cada momento, entendiendo que se refiere a vitrinas llamadas VAV y establecen los límites en los cuales una vitrina puede trabajar con productos tóxicos o muy tóxicos (en las gráficas 2, 3, 4 y 5 están representados por líneas horizontales de color, la inferior para los primeros y la superior para los segundos).

En el caso de vitrinas convencionales, dado que el caudal que extrae el ventilador es prácticamente constante en su funcionamiento, las velocidades de entrada de aire en la boca variarán, siendo mayores a medida que la apertura es menor. Dado que las velocidades mínimas de seguridad han de ser de 0,45 - 0,75 m/s para aperturas de 50 centímetros, se alcanzarían velocidades de 4,5-7,5 m/s con una apertura de 5 centímetros, altura a la que debe mantenerse con el proceso en marcha y sin necesidad de intervención personal, lo que supone una velocidad elevada.

En la práctica, se estima que velocidades de 1,5 m/s para tóxicos y de 2 m/s para muy tóxicos, con aberturas de 5 centímetros, son suficientes, lo que implicaría velocidades de 0,15 y 0,2 m/s si la abertura es de 50 centímetros. Estos valores ponen en evidencia las limitaciones en el uso de este tipo de vitrinas si se requiere mantener la guillotina levantada.

Así, en las gráficas 2, 3, 4 y 5 se representan las curvas de las distribuciones teóricas de las velocidades de captación frente a las alturas de posicionamiento de la guillotina, calculadas extrapolando los valores según los criterios antes mencionados, de manera que la curva límite mínima para trabajar con productos tóxicos está representada en rojo y para muy tóxicos, en verde.

Figura 4 Esquema con los puntos de medida



A raíz de estas consideraciones, las vitrinas convencionales no ofrecen garantía de eficacia para cualquier posición de la guillotina. Por eso, este procedimiento permite estimar, una por una, la abertura óptima de funcionamiento, en base a la toxicidad del contaminante, a partir de los puntos de corte de las líneas que representan los valores teóricos con la curva obtenida de las mediciones con el termoanemómetro. Este valor óptimo de funcionamiento, obtenido de las curvas, no significa que por debajo de éste la vitrina sea deficiente.

EQUIPOS DE MEDIDA

El equipo empleado para las mediciones es el termoanemómetro electrónico de hilo caliente VT100 de Casella. Dispone de dos rangos de medida para la velocidad del aire:

- de 0,2 a 3 m/s con una precisión de ± 0,1 m/s y una resolución de 0,01 m/s y
- de 3,1 a 35 m/s con una precisión de ± 0,2 m/s y una resolución de 0,1 m/s.

El termoanemómetro permite la medición de la velocidad y temperatura del aire. El sensor principal del termoanemómetro se calienta a una temperatura constante y el flujo de aire procedente de la vitrina, cuando funciona, disipa el calor. La magnitud del enfriamiento, compensado adicionalmente por el termosensor, es proporcional a la velocidad de flujo del aire, la cual aparece indicada por el equipo de medida.

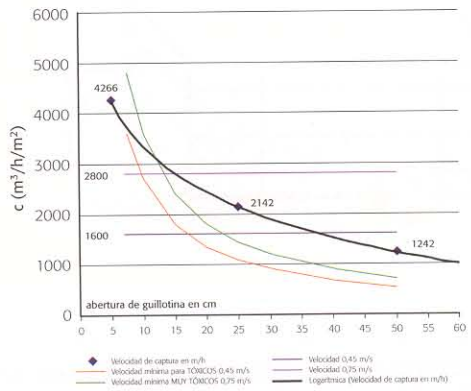
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de diferentes mediciones. En las gráficas 2 y 3 se puede comprobar la diferencia de comportamiento entre vitrinas convencionales y de volumen de aire variable, a partir de los valores de la curva de velocidades.

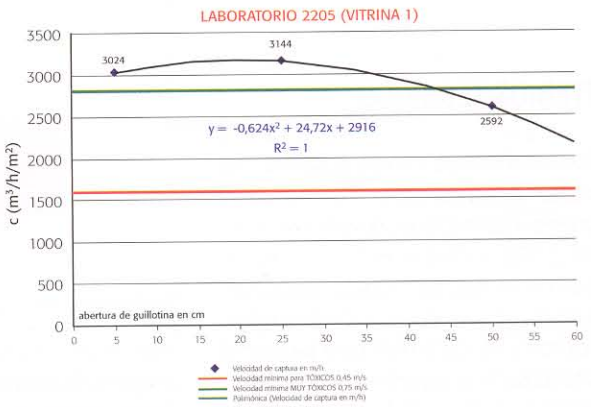
En las vitrinas convencionales, se observa cómo a medida que aumenta la abertura de la guillotina decae la velocidad de captación del contaminante, mientras que en las VAV, esta velocidad tiende a mantenerse constante ya que el sistema está diseñado para equilibrar el caudal. En el primer caso, y a partir de la gráfica, se concluye que se podría trabajar con unos 15 centímetros de abertura de la guillotina, para manipular productos muy tóxicos, y de unos 35-40 centímetros, si los productos fuesen tóxicos. Es evidente que las vitrinas compensadas son mucho más eficaces ya que el caudal de extracción se mantiene prácticamente constante con independencia de la abertura.

En las gráficas 4 y 5 se representan, respectivamente, los resultados de una vitrina en la que el caudal es insuficiente para garantizar una adecuada extracción del contaminante, ya que la curva de las velocidades medidas se encuentra por debajo de la línea de distribuciones teóricas y de otra

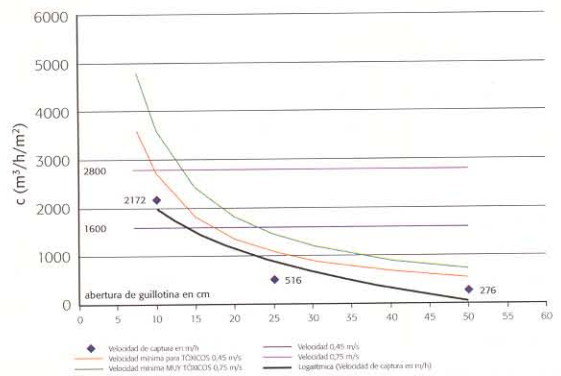
Gráfica 2 Vitrina convencional



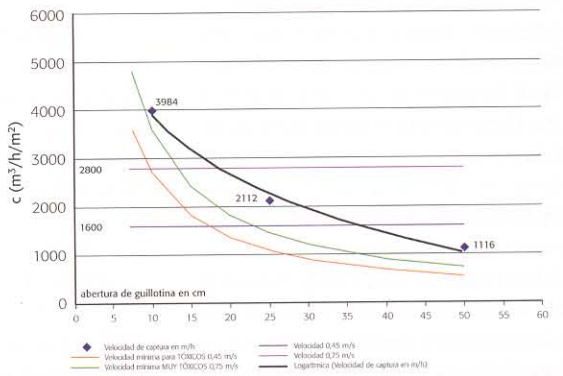
Gráfica 3 Vitrina VAV



Gráfica 4 Caudal insuficiente



Gráfica 5 Caudal adecuado



cuyas velocidades de captación se ajustan a los criterios de referencia siempre que la abertura se mantenga de 15-20 centímetros para muy tóxicos y por debajo de los 35 centímetros para los considerados como tóxicos.

El Servicio de Prevención de Madrid del CSIC ha realizado mediciones para la comprobación de la eficacia en un total de 193 vitrinas de gases, distribuidas en 10 centros de investigación, de las cuales noventa se han considerado adecuadas para trabajar con tóxicos y muy tóxicos, cuarenta y ocho no garantizan una adecuada extracción y cincuenta y cinco sólo son adecuadas para trabajar con tóxicos, presentando limitaciones para el uso de sustancias muy tóxicas. (Ver figura 5).

CONCLUSIONES

1) El mantenimiento preventivo de las vitrinas de gases mediante la comprobación periódica de la eficacia de estos sistemas de extracción permite controlar la exposición a contaminantes químicos como medida de protección colectiva, si con ello se garantiza su adecuado funcionamiento.

2) Por la cantidad, variedad y dispersión de vitrinas que hay en el CSIC se impone la elaboración de un inventario de las mismas, a elaborar por el Servicio de Prevención, registrando su descripción, sus características y el estado de funcionamiento. Al tiempo, es importante establecer un procedimiento único de mantenimiento y de verificación periódica que confirme su buen estado y detecte cualquier desviación o anomalía que pudiera producirse. Además, hay que garantizar que su aplicación sea sencilla y homogénea, con independencia de quién y dónde se realice.

3) Las vitrinas que actualmente se instalan son las denominadas de volumen de aire variable ya que tratan de mantener la velocidad del aire en la cara frontal constante, según diseño y en régimen laminar, con independencia de la abertura, siempre que ésta no supere los 50 centímetros. Esto se logra mediante una válvula motorizada de apertura o cierre al principio del conducto y un variador de frecuencia del motor que cambie sus prestaciones cuando están varias vitrinas

conectadas a un mismo conducto vertical central. Cuando la vitrina no funciona, el registro permanece cerrado. Se trata de mantener la velocidad de conducto dentro de límites y sin muchas variaciones.

4) Aunque los caudales preprogramados y con el objetivo de ahorro energético pueden ser tan bajos como de unos 350 m^3/h, lo aconsejable es no estar por debajo de los 650 m^3/h y lo normal es lograr los 1.000 m^3/h para una vitrina convencional de 1.200 mm de longitud si se quiere conseguir una velocidad de 0,45 m/s con 40 centímetros de abertura.

5) Cuando un laboratorio tenga varias vitrinas, hay que considerar en el diseño que las condiciones operacionales no distorsionen las exigencias climáticas del local, ya que ambos sistemas pueden interaccionar entre sí, perjudicándose mutuamente.

6) Se aconseja pegar una tarjeta en el lateral de la vitrina en donde se registren los datos cada vez que se efectúe una revisión. Esta puede ser del tipo que se indica en la figura 6.

7) La optimización, actualización continuada y aplicación práctica de los procedimientos de medición son una herramienta fundamental para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Figura 5 Presentación de los resultados en 193 vitrinas

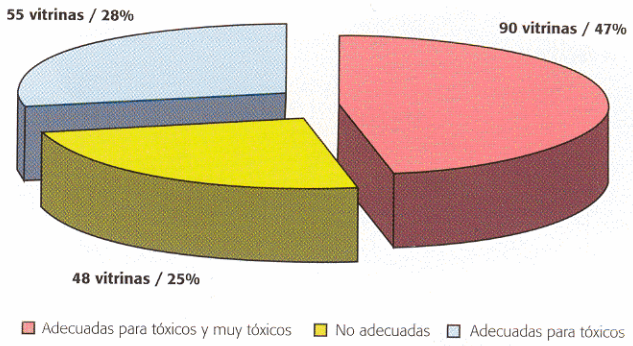


Figura 6 Ficha para el registro de datos de la revisión

Modelo: v				Nº de serie:							
Verificado por:		X		X		X		X			
Fecha:		X		X		X		X			
Flujo de aire (m/s):		X		X		X		X			
Nível sonoro (dB):		X		X		X		X			
Nível de iluminación (lux):		X		X		X		X			
+ info: Telefono:											

Nuestro agradecimiento a Iñaki Aldamiz (Burdinola S.A.) y Manuel Bernaola (INSHT) por su estímulo y colaboración.

Integrantes del Servicio de Prevención de Madrid (por orden alfabético):

Francisco Alonso; Ricardo Arganza; Tania Berlana; Ana Carnero; José Navarro; Miguel Ángel Silva.

Bibliografía

1. RD 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo y Guía Técnica del INSHT.
2. INSHT. NTP 646: Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas.
3. INSHT. NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio.
4. INSHT. NTP 677: Seguridad en el laboratorio. Vitrinas de gases de laboratorio: utilización y mantenimiento.
5. UNE-EN 14175-2 Vitrina de gases, parte 2: Requisitos de seguridad y de funcionamiento.
6. UNE-EN 14175-3 Vitrina de gases, parte 3: Metodología de ensayos de tipo.
7. prEN 14175-4: Vitrina de gases, parte 4: Metodología de ensayos en destino.
8. ACGIH. Manual de Ventilación Industrial (1ª edición en español de la 20th en inglés).
9. INRS. Guide pratique de ventilation nº 18 " Sorbonnes de laboratoire " . ED795
10. Universidad Politécnica de Valencia- Servicio de Prevención del CSIC. ITQ Instrucción operativa para el mantenimiento de vitrinas de gases (publicación interna).
11. Burdinola S.A., I. Aldamiz. Curso: "Uso y mantenimiento de vitrinas de gases".