

# Problemática asociada al corte, tallado y acabado de la piedra. Experiencias prácticas

Alfonso C. Martín Casado

Coordinador Higiene Industrial País Vasco, Cantabria y Navarra

# ACTUACIÓN PREVENTIVA

- I. **Objetivo** y **cuantificación** de la situación de partida.
- II. **Diseño** de la solución técnica propuesta de acuerdo con el **conocimiento técnico** más actual.
- III. **Implantación**, siguiendo **criterios de especialización**, de la solución técnica aportada.
- IV. **Comprobación** de mejoras alcanzadas y garantías.
- V. **Plan de mantenimiento** y mejoras.

## Actuación habitual

**Implantar solución sin proyecto (objetivo, diseño, garantías)**



**Resultados no satisfactorios**



**Incremento del esfuerzo en la misma línea**

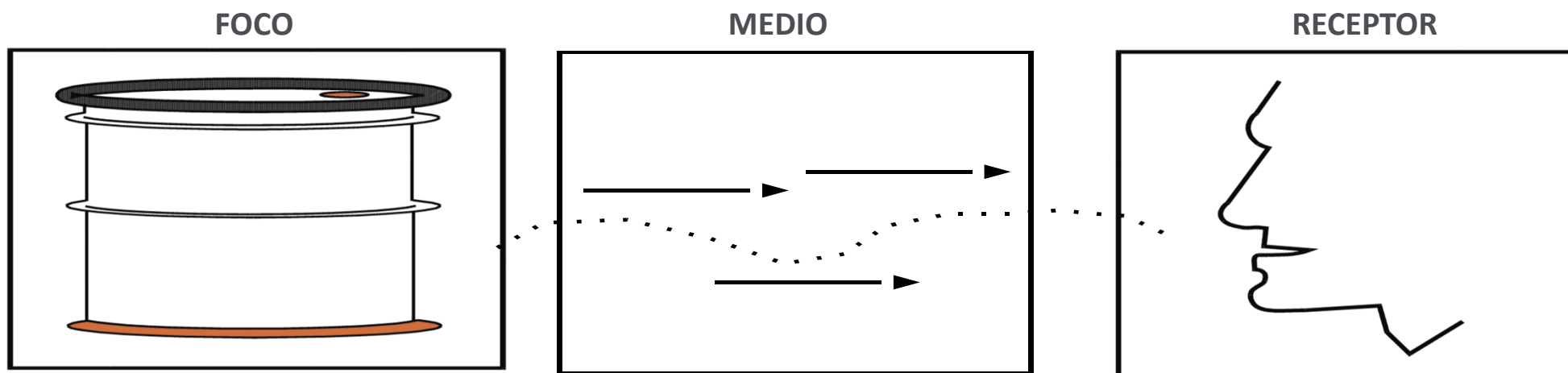


**Resultados no satisfactorios**



**Abandono del proyecto**

# CONTROL DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

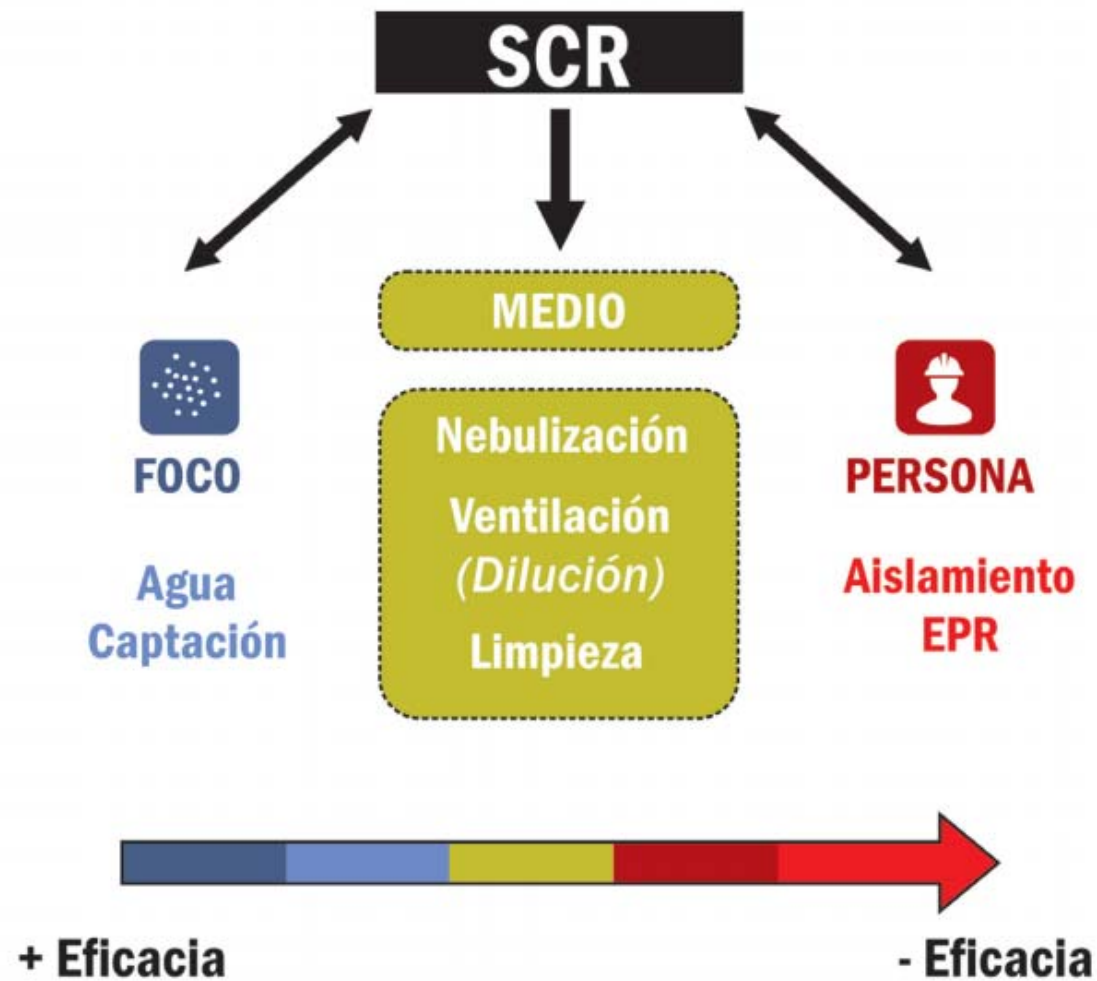


Ley 31/1995 y R.D. 374/2001

**Se deberán combatir en primer lugar los riesgos en su origen y adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la protección individual**



# CONTROL DE LA EXPOSICIÓN



# Interacción entre medidas de prevención



## FUENTES DE POLVO

### Elementos de procesado

ARRANQUE

TRITURACIÓN Y MOLIENDA

CORTE

ACABADOS

### Puesta en suspensión

TRASVASES Y VERTIDOS

RECIRCULACIONES Y TURBULENCIAS

### Entrada desde Exterior / Fugas



## TÉCNICAS DE CONTROL

Ventilación natural/controlada

Captación localizada

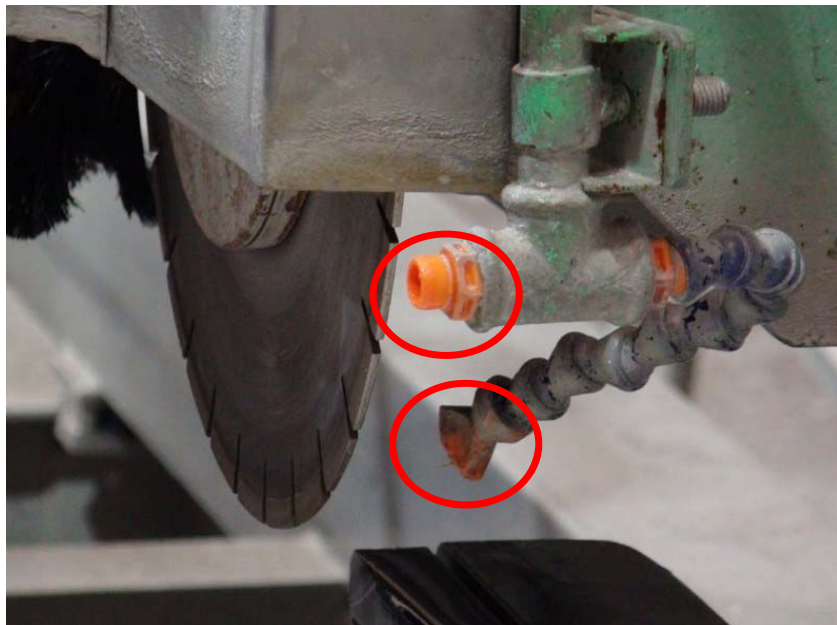
Estanqueidad

Cabinas

Vía húmeda

# Corte, calibrado y pulido con agua

- Las máquinas-herramientas requieren **refrigeración**. La aportación de agua está prevista para este fin.
- La **ubicación y número de las boquillas** puede ser incorrecta desde el punto de vista de arrastre de polvo.



- **Desajustes** de milímetros en la orientación de la boquilla sobre el punto de corte y emisión de polvo pueden **reducir** de manera drástica su **eficacia**.



# Corte, calibrado y pulido con agua

- Agua: garantizar **caudal y calidad** adecuados.
- Al secarse los lodos se pondrá el polvo en suspensión. **Drenaje de los lodos** originados y la **limpieza** mediante baldeo de las instalaciones.
- Sistemas de **calefacción del agua**: reducir los efectos de las bajas temperaturas para los trabajadores y evitar la congelación de tuberías y útiles de corte.

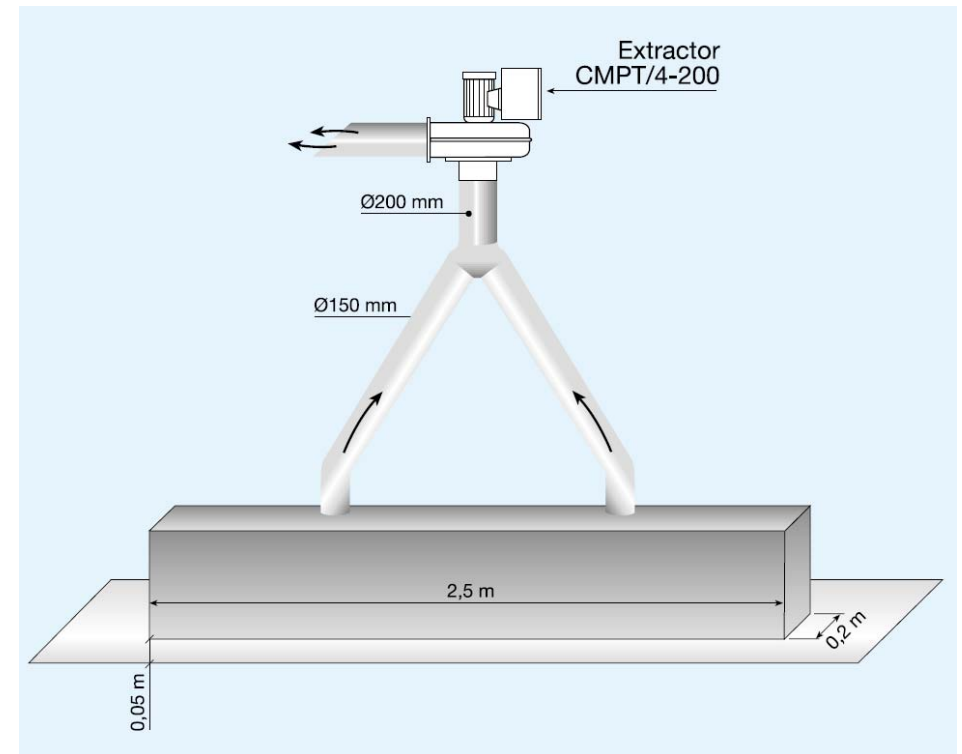


- Los **sistemas eléctricos** deben estar correctamente protegidos para ambientes húmedos.



# Corte, calibrado y pulido con agua

- La proyección de gotas de agua arrastrando polvo y SCR es omnidireccional.
- Las brumas que en ocasiones se forman y son claramente visibles en estas instalaciones pueden ser arrastradas por la corriente de aire de ventilación a otras zonas del centro de trabajo.
- Puede ser necesaria una medida de control adicional.



Extracción localizada para evacuar el agua pulverizada utilizada en un tratamiento de pulido del mármol. Soler & Palau.



# Extracción localizada

- Para que sea efectiva deberán asegurarse unas **velocidades mínimas de captación**.
- **Velocidad de captura:** La velocidad que debe tener el aire para arrastrar el polvo en el punto más distante de la campana.

Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de Captura (m/s)
Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire	Corte, pulido, esmerilado	2,5 - 10

Se adoptarán valores en la zona inferior o superior de cada intervalo según los siguientes criterios:

## Inferior

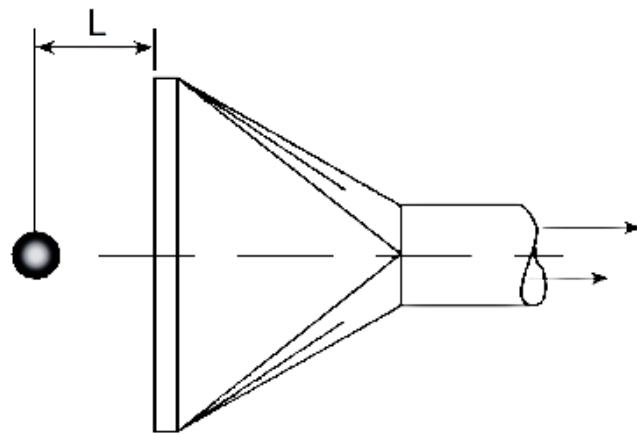
1. Pocas corrientes de aire en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.
4. Campanas grandes y caudales elevados.

## Superior

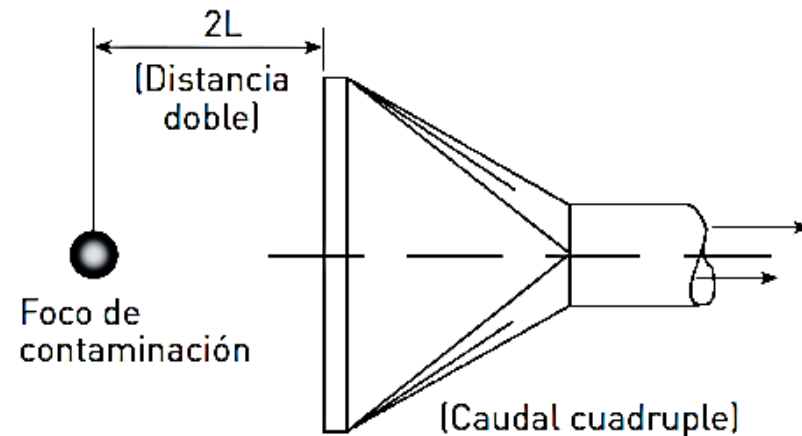
1. Corrientes turbulentas en el local.
2. **Contaminantes de alta toxicidad.**
3. Operaciones continuas.
4. Campanas de pequeño tamaño.

# Extracción localizada

- La **eficacia** de los dispositivos de aspiración **disminuye muy rápidamente con la distancia**.
- Más allá de 25/30 cm esta solución no suele ofrecer resultados interesantes para elevadas concentraciones de polvo.



SE NECESITAN  $100\text{m}^3/\text{h}$



SE NECESITAN  $400\text{m}^3/\text{h}$

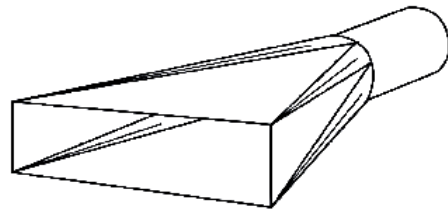
# Extracción localizada

- La campana debe confinar el foco tanto como sea posible, menor será la cantidad de aire necesario para evacuar el polvo.
- Valorar la influencia de las corrientes de aire en el local, pueden disminuir drásticamente la eficacia.
- La ubicación del trabajador respecto al elemento de captación.

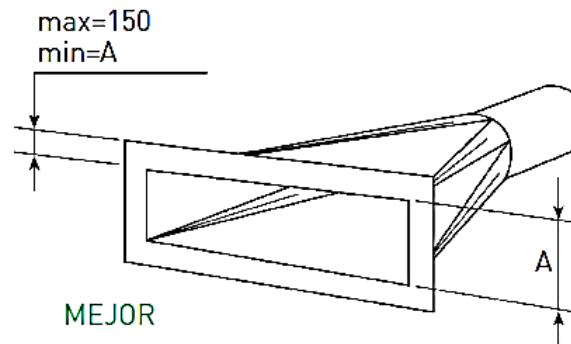




# Extracción localizada



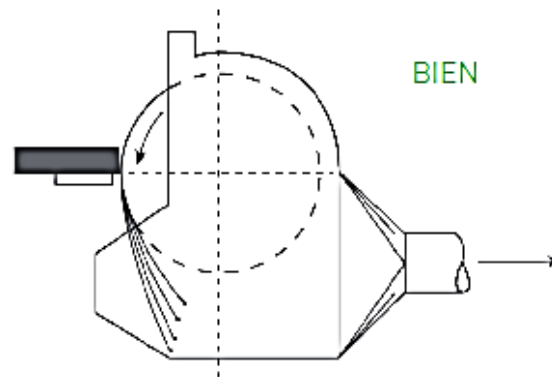
BIEN



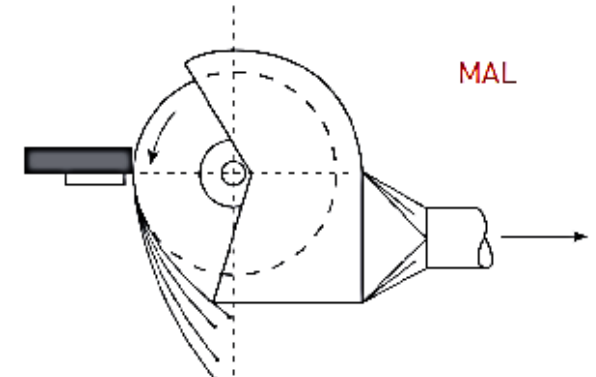
MEJOR

Enmarcar las  
boquillas de  
extracción

Utilizar la inercia  
de las partículas



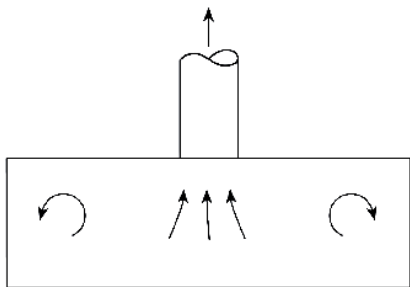
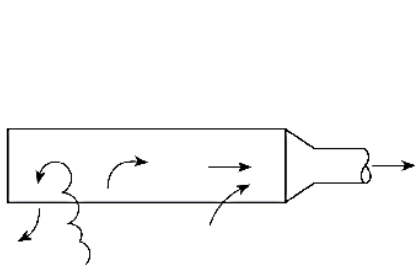
BIEN



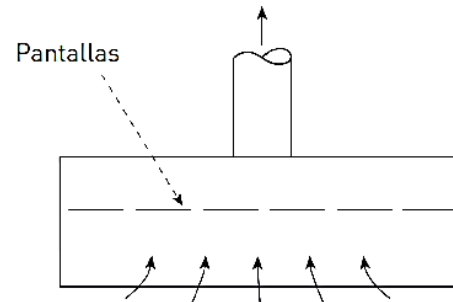
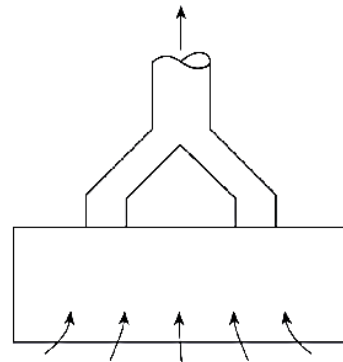
MAL

# Extracción localizada

Repartir uniformemente la aspiración en la zona de captura



INCORRECTO



CORRECTO



# Herramientas portátiles

- Si es posible, emplear máquinas portátiles con sistema de aporte de agua.
- Herramientas seguras en ambientes húmedos (neumáticas).
- Recogida y drenaje del agua.



- Ropa y botas de protección impermeable. Limpieza antes de que se seque el polvo.
- Guantes de protección contra el frío.



# Herramientas portátiles

Con sistema de recogida integrado pero con la necesidad de conexión a un aspirador



# Herramientas portátiles



Con su propio sistema de  
captura y almacenamiento  
de partículas

# Herramientas portátiles



Aspiración  
localizada sobre  
bancos de trabajo  
fijos

Brazos articulados de  
extracción



Cabinas de extracción con  
ventilación forzada



# Acabados



Terminaciones con chorreo  
de arena

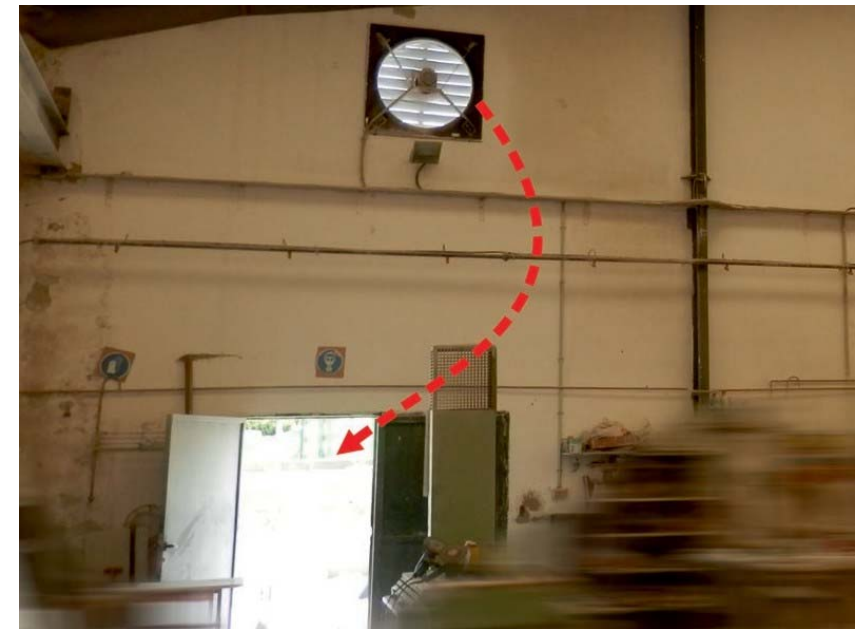
# Ventilación general

Ventilación aplicada como dilución: ventilación natural, forzada o mixta.

- **Ventilación natural:** originada por corrientes de convección derivadas de variaciones en las condiciones climatológicas, no existe un control, aleatorias.
  - El cierre de puertas, ventanas y comunicaciones entre zonas en invierno se traduce directamente en una subida (normalmente muy significativa) de la concentración de polvo en el ambiente.
  - Corrientes incontroladas pueden levantar el polvo depositado.
- **Ventilación forzada:** en teoría, es independiente de las condiciones climatológicas, gobernándose por medio del (o los) ventiladores instalados para producirla y conducciones asociadas.

# Ventilación general

- La ventilación controlada, **adecuadamente diseñada**, puede ser razonablemente eficaz en **zonas de pequeña extensión y localizadas**.
- En **zonas medias o grandes**: eficacia condicionada (cuando no anulada) por la **influencia de la ventilación natural**:
  - Diferencias en las corrientes en caudal y dirección. **Fluctúa la concentración** de polvo entre valores bajos y niveles absolutamente inaceptables.
  - Condicionada por la **época del año y las condiciones climatológicas**. La fluctuación se puede producir varias veces en la misma jornada laboral.

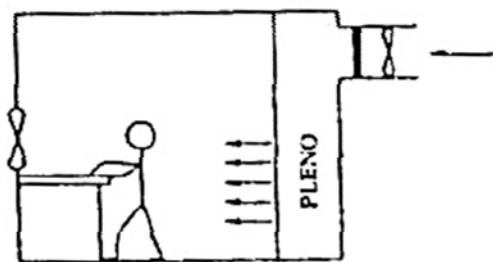


Recirculación inadecuada de la corriente de aire

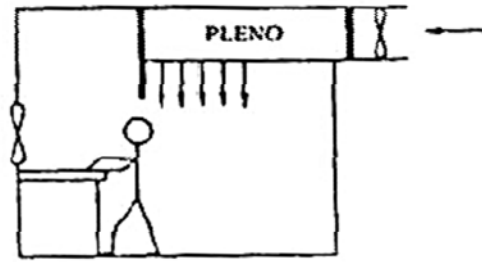


# Ventilación general

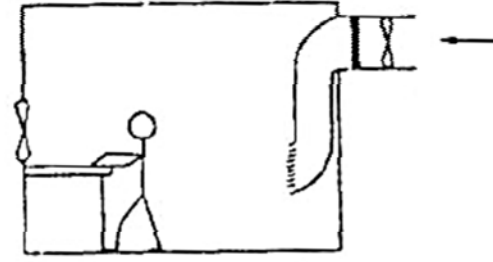
Atención a las recomendaciones y métodos de cálculo para la **renovación de aire** para el confort o para la dilución y arrastre de gases. Son del todo **ineficaces para el polvo y la SCR** por tratarse de partículas pesadas.



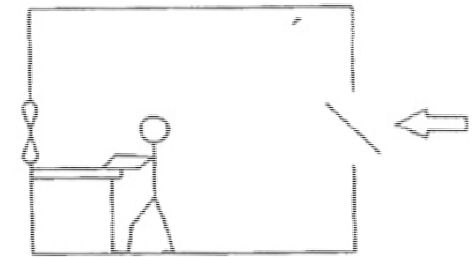
ENTRADA DE AIRE ÓPTIMA  
EXTRACCIÓN ÓPTIMA  
 $K = 1,0$  MÍNIMO



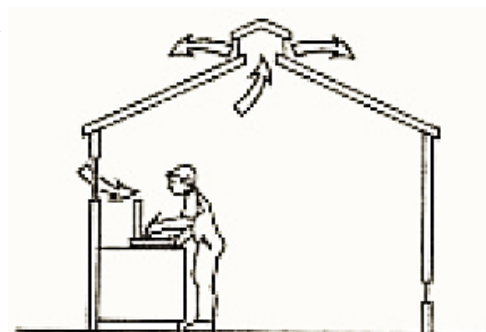
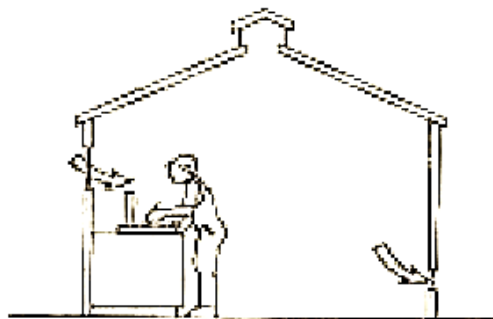
ENTRADA DE AIRE ÓPTIMA  
EXTRACCIÓN ÓPTIMA  
 $K = 1,0$  MÍNIMO



ENTRADA DE AIRE ÓPTIMA  
EXTRACCIÓN ÓPTIMA  
 $K = 1,5$  MÍNIMO

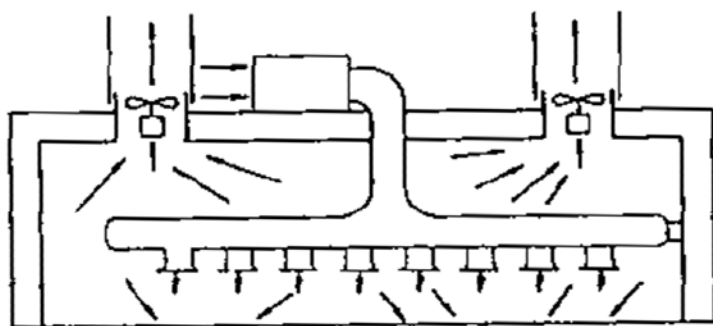


ENTRADA DE AIRE CORRECTA  
EXTRACCIÓN ÓPTIMA  
 $K = 2,5$  MÍNIMO

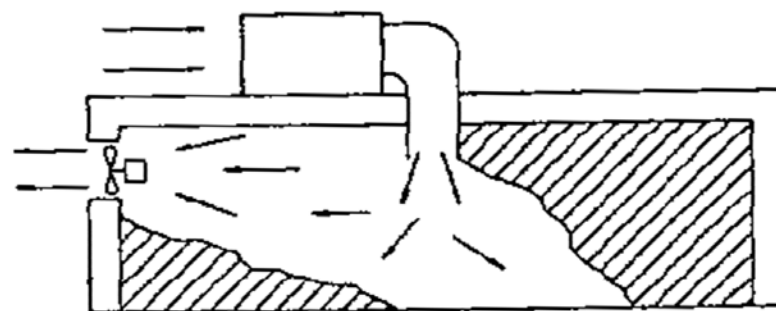


Situaciones incorrectas: El aire limpio arrastra el contaminante hacia la zona respiratoria del trabajador. Pueden existir zonas muertas con mala o nula ventilación

# VENTILACIÓN GENERAL

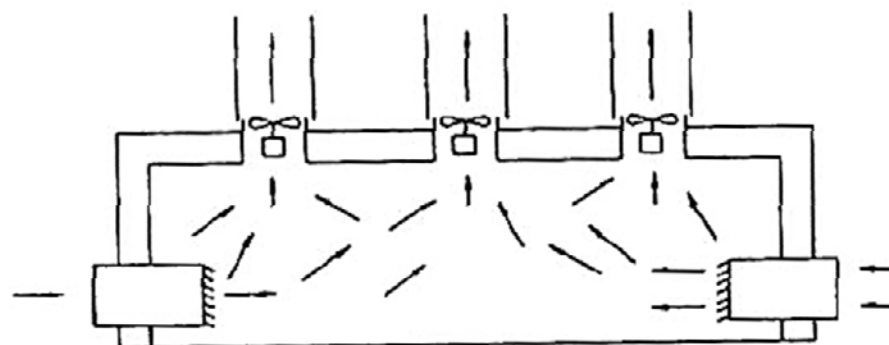


BUENO



MALO

$K = 5 \text{ a } 10$



CORRECTO

$K = 2 \text{ a } 5$

REF. 2.2

# Conducciones

- Los conductos deben ser **cortos** y sencillos y resistentes a la abrasión.
- **Minimizar** el número de **curvas** en las tuberías y que sean graduales: reducción de la pérdida de carga y desgaste.
- Para evitar que el polvo se sedimente en el interior de la conducción se necesita una **velocidad mínima de transporte**:

Tipo de partículas	Ejemplo	Velocidad (m/s)
Polvos industriales medios	Calibrado o pulido en seco	18 a 20
Polvos pesados	Corte en seco, chorreado	20 a 23
Polvos pesados o húmedos	Corte, calibrado o pulido en húmedo	> 23

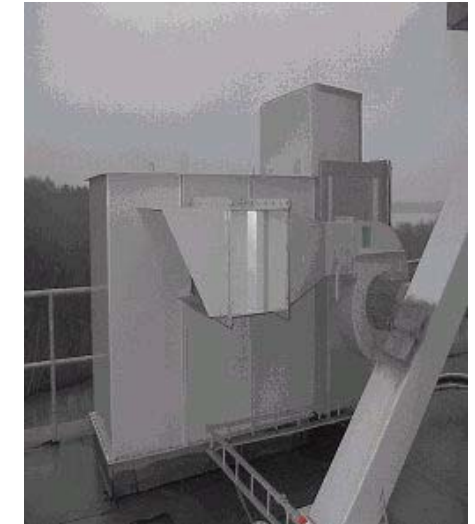
- Puntos de **control** para verificar el rendimiento del sistema.

# Sistema de filtrado

- **Eficacia de retención** adecuada para la emisión tanto al Medio Ambiente como en el interior de la nave (recirculación).
- Limitación de **capacidad de los filtros** cuando la concentración ambiental de polvo y su contenido en SCR sean muy elevados.
- **Contaminación exterior:** el polvo originado por los residuos que rodean la nave se pondrá en suspensión y accederá a la misma por las puertas y ventanas abiertas.



Doble portón enclavado





# Compensación y renovación del aire

- **Compensar** el aire extraído por los sistemas de extracción y **renovar** el aire del interior de las naves.
- Asegurarse de que el aire provenga de una **fuentes limpia**.
- Es posible que sea necesario **calentar** el aire cuando haga frío.
- El aire limpio y filtrado se puede **recircular** siempre y cuando haya sistemas que comprueben el estado y rendimiento del sistema de filtrado. (???)
- **Difusores de aire por desplazamiento:** impulsan un gran caudal de aire a bajas velocidades.



# Mantenimiento de los sistemas

- Plan de mantenimiento de la instalación y sistema de filtrado.
- Gestión de **residuos** que no suponga un riesgo por polvo en suspensión.



Filtros saturados



Ausencia de filtros

# Mantenimiento de los sistemas

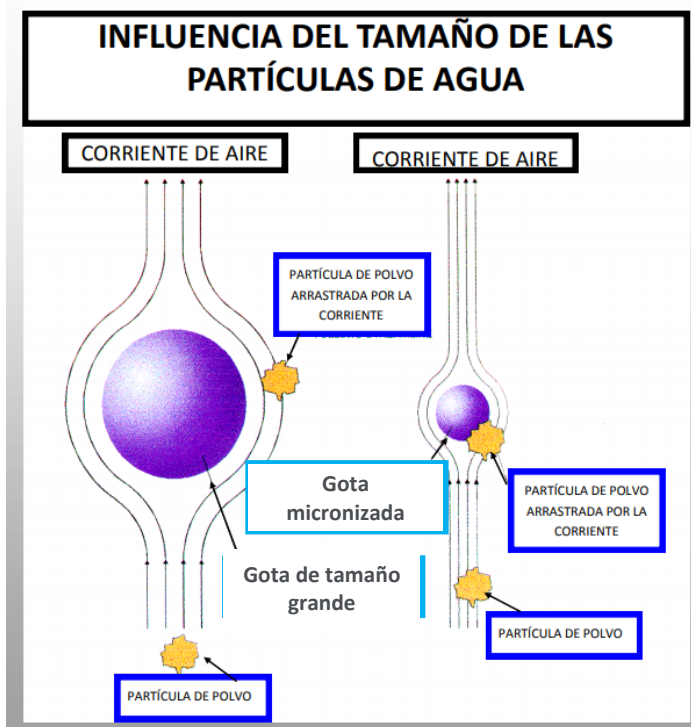
Ejemplo: Cortina de aspiración húmeda

- Limpieza del separador de gotas, ventilador y nebulizadores: cada 4 meses.
- Sustituir los separadores de gotas en función de su uso: cada 2 años.
- Limpieza del lodo en función del uso: mensualmente.
- Control del nivel de agua: diariamente.



# Nebulización

**Objetivo:** las partículas de polvo mas ligeras se adhieren a las microgotas de agua que se nebulizan y precipiten al suelo o sean aspiradas por los sistemas de extracción.



Polvo: 1 - 100  $\mu\text{m}$

Gota: 5 hasta 80-90  $\mu\text{m}$



!!!Limpieza!!!



 **quirónprevención**



# Nebulización

- Tienen que estar totalmente coordinadas con los sistemas de extracción localizada y ventilación general para obtener un funcionamiento efectivo.
- Produce una reducción notable de la temperatura húmeda: confort en verano, discomfort en invierno.
- Limitada por presencia de personal.
- Medidas de prevención de la legionella u otros agentes biológicos en los sistemas de suministro y de almacenamiento de agua.



# Oficinas - Salas de control



- Deben tener su propio suministro de aire limpio, estar bien aisladas y separadas físicamente de las áreas con polvo.
  - Para evitar que entre el aire contaminado es posible que sea necesario ventilarlas con sistemas de presión positiva.
  - Las puertas y ventanas deberán mantenerse cerradas.
- 
- Muebles y suelos que sean fáciles de mantener limpios y que no absorban polvo.
  - Suelos de color que permita hacer notar la contaminación por polvo.
  - Sistemas eléctricos con protección adecuada contra el polvo.

# Limpieza

- **Plan de limpieza** tanto del área de trabajo como de los equipos utilizados.
- La limpieza debe realizarse por **métodos húmedos** preferiblemente, o **aspiración**.
- No permitir que los depósitos de polvo/desechos húmedos se sequen antes de ser limpiados.
- Para derrames de gran volumen de material fino y seco, utilizar agua finamente pulverizada.
- Las instalaciones eléctricas deberán estar diseñadas contra entradas de agua con el grado de protección correspondiente.
- Sistemas de drenaje.



# Limpieza

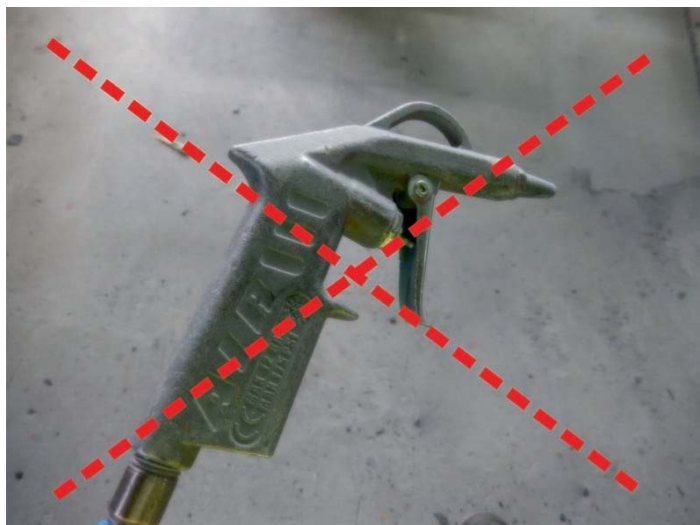
- Superficies y suelos de fácil limpieza.
- Aspiradores industriales con filtros de partículas de alta eficiencia (filtros HEPA o similares). Diseñados para evitar las sobrecargas o bloqueos.



- Limpiar a diario los equipos y el área de trabajo y de forma regular los otros lugares (p.e. semanalmente).
- Limpieza de canaletas: cada 15 días.
- Vaciado de fosas: cada 6 meses



# Limpieza



Prohibir el uso de aire comprimido para limpieza de instalaciones y ropa del trabajador

Cabina para limpieza de personal, incorpora aire en flujo vertical y captación en zona inferior (con EPI respiratorio).



Trajes desechables



# TRABAJOS DE MONTAJE

- Los productos deben salir del taller de preparación con todas las operaciones realizadas para evitar realizar terminaciones in-situ.
- En caso que sea imprescindible repasar las piezas en obra:
  - Realizar las operaciones en un lugar ventilado, si es posible exterior (balcón, terraza, patio).
  - Máquinas con sistema de aporte de agua. En caso que no sea posible, máquinas con extracción incorporada.
  - EPIs contra partículas tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales).
  - Recoger los restos de polvo por métodos húmedos o por aspiración.



# EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL RESPIRATORIA

- Complementaria a las medidas de protección colectiva, no las sustituye.
- Trabajos ocasionales: labores de mantenimiento, limpieza ocasional, trabajos de instalación, etc.
- Equipos certificados, marcado CE.
- Sustitución regular del equipo de protección.
- Formación y adiestramiento de los trabajadores.
- UNE-EN 149. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas (mascarillas autofiltrantes) de tipo FFP3.





# EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL RESPIRATORIA

UNE-EN 140. Medias máscaras y cuartos de máscara + UNE-EN 143. Filtros contra partículas, de tipo P3.



UNE-EN 12941. Equipos filtrantes de ventilación asistida incorporados a un casco o capuz, de tipo THP3.



# **Norma UNE-EN 689:2019**

**Exposición en el lugar de trabajo**

**Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos**

**Estrategia para verificar la conformidad de los valores límite de la exposición profesional**

Anula y sustituye a la Norma UNE-EN 689:1996

# Norma UNE-EN 689:2019

## Comparación de los resultados con los VLA

### Prueba preliminar

Requiere de tres a cinco mediciones válidas de la exposición de trabajadores pertenecientes a un GES.

**Conformidad** (el VLA no se supera) si:

- 1) 3 medidas de la exposición  $< 0,1$  VLA
- 2) 4 medidas de la exposición  $< 0,15$  VLA
- 3) 5 medidas de la exposición  $< 0,2$  VLA

**No conformidad:** si uno de los resultados es mayor que el VLA.

# Norma UNE-EN 689:2019

## Comparación de los resultados con los VLA

### Prueba preliminar

- Resto de situaciones: **No decisión.**
- Deben llevarse a cabo **mediciones adicionales**, al menos un total de seis, con el fin de aplicar la **prueba estadística** de sobrepasar el VLA.
- Deberían ser **representativas** de la exposición: puede ser necesario hacer mediciones en diferentes momentos de diferentes días.



Muchas gracias