

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

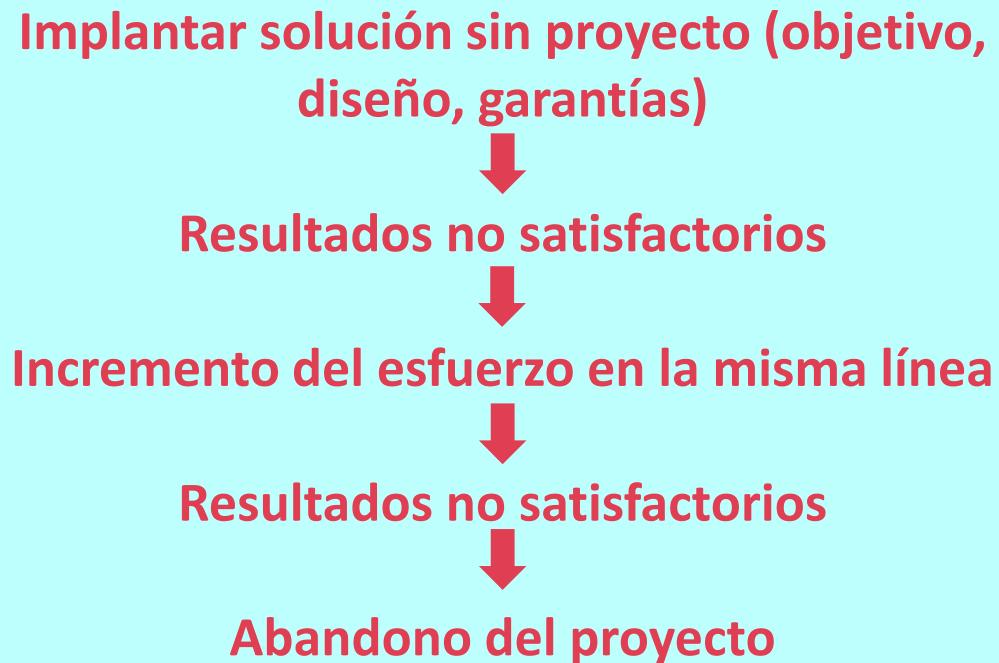
Alfonso C. Martín Casado

Coordinador Higiene Industrial País Vasco, Cantabria y Navarra

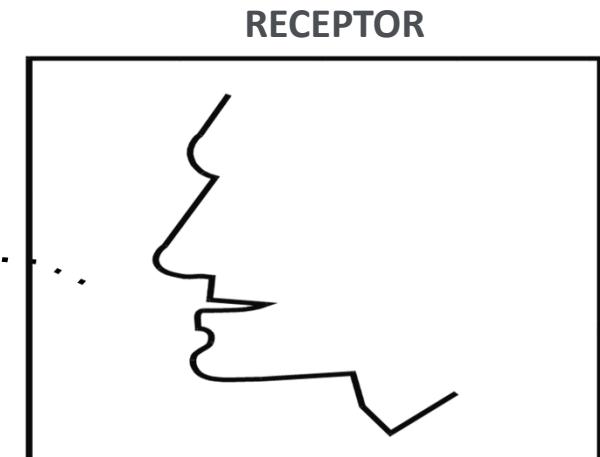
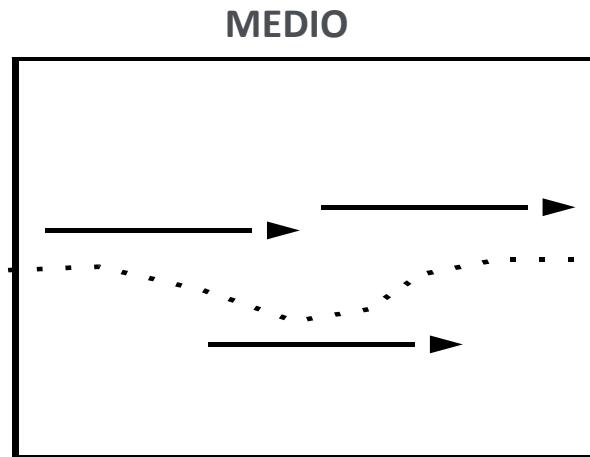
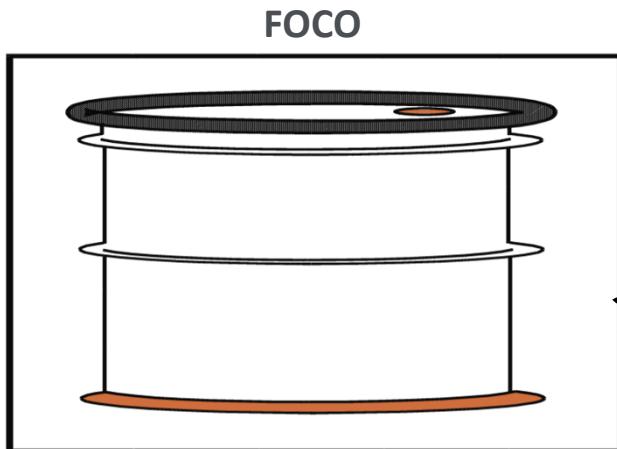
ACTUACIÓN PREVENTIVA

- 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



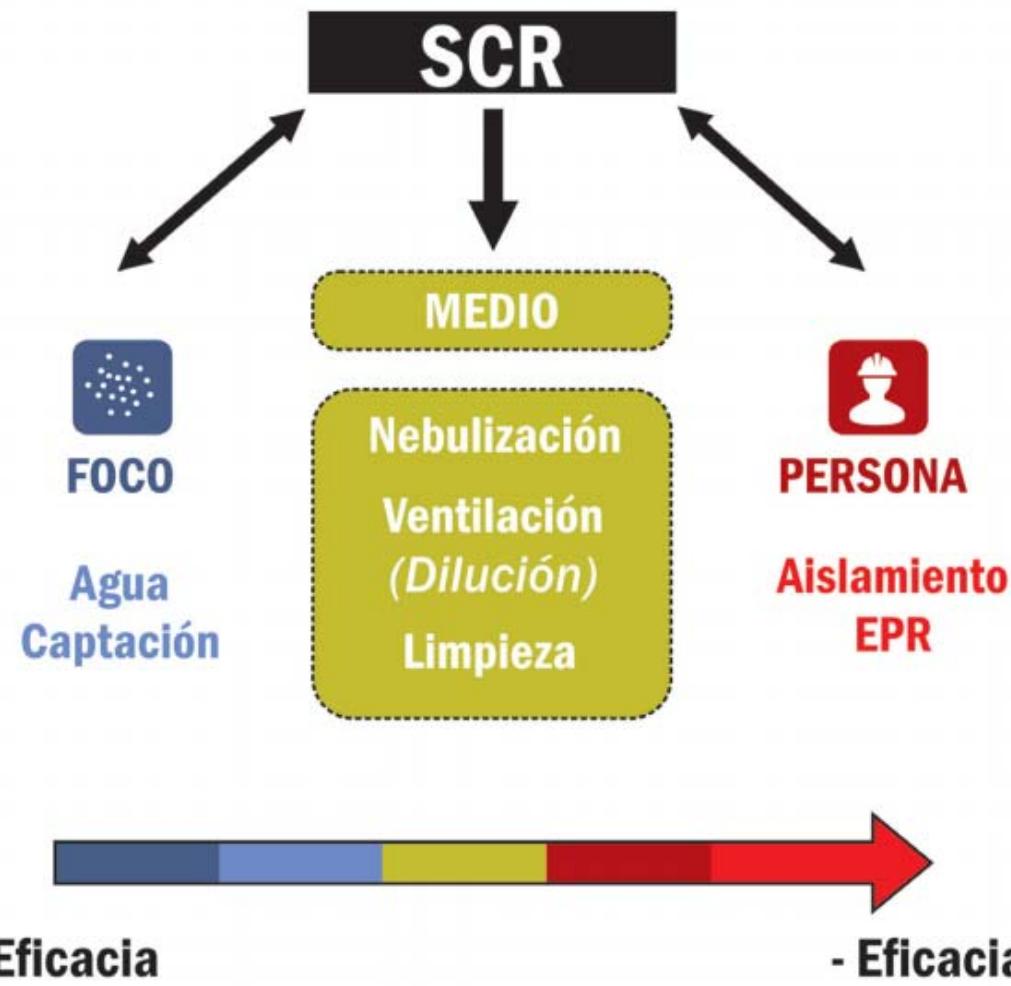
CONTROL DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS



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

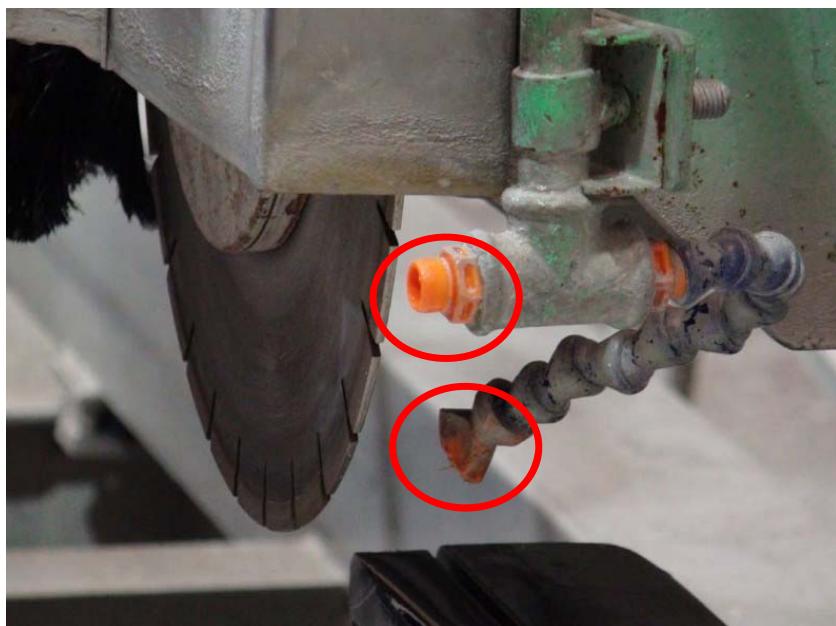
Estanqueidad

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.

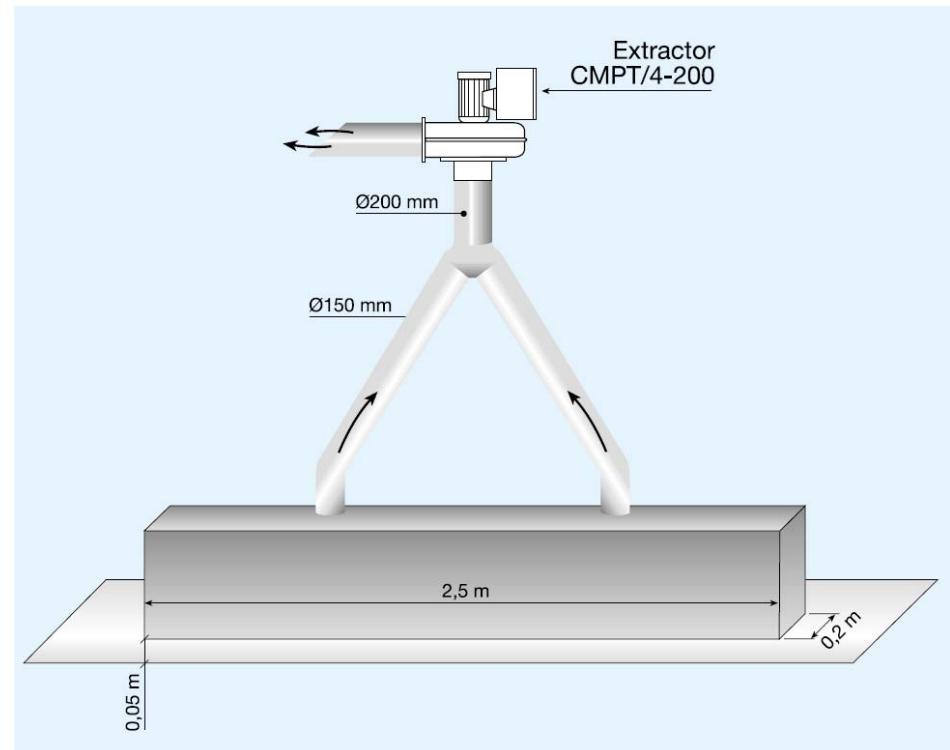


- Los **sistemas eléctricos** deben estar correctamente protegidos para ambientes húmedos.



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

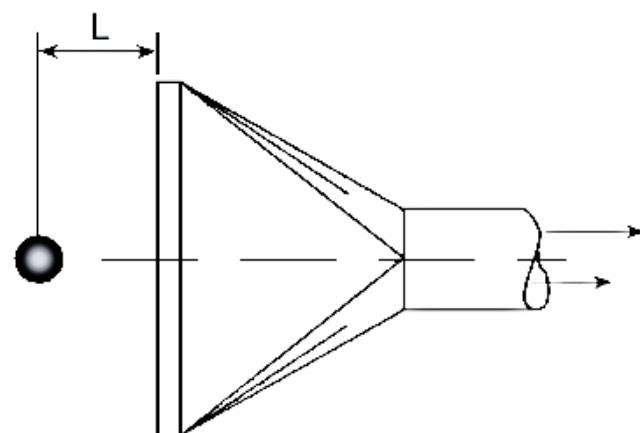
1. Pocas corrientes de aire en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.
4. Campanas grandes y caudales elevados.

Superior

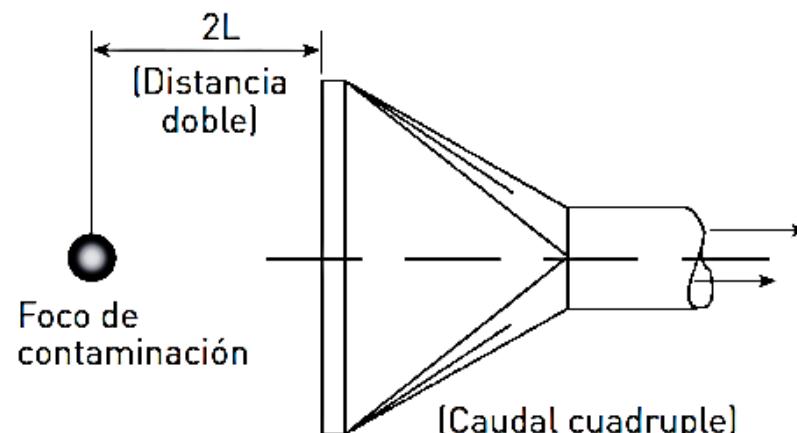
1. Corrientes turbulentas en el local.
2. **Contaminantes de alta toxicidad**.
3. Operaciones continuas.
4. Campanas de pequeño tamaño.

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



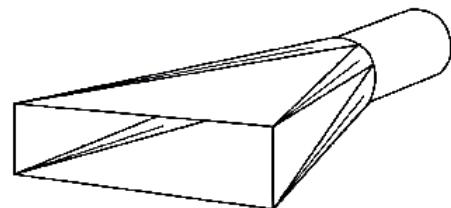
SE NECESITAN $400\text{m}^3/\text{h}$

Extracción localizada

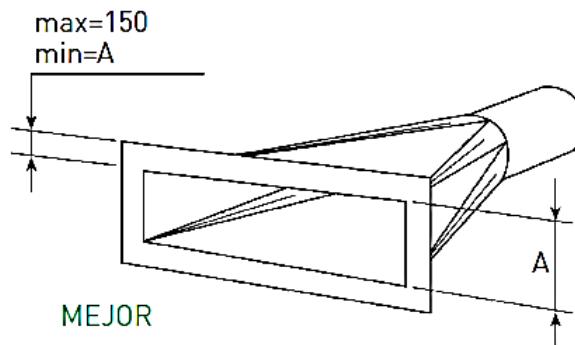
- La campana debe confinar el foco tanto como sea posible, menor será la cantidad de aire necesario para evacuar el polvo.
- Valorar la influencia de las corrientes de aire en el local, pueden disminuir drásticamente la eficacia.
- La ubicación del trabajador respecto al elemento de captación.



Extracción localizada

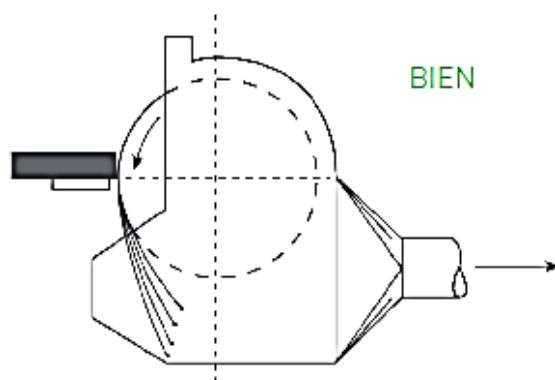


BIEN

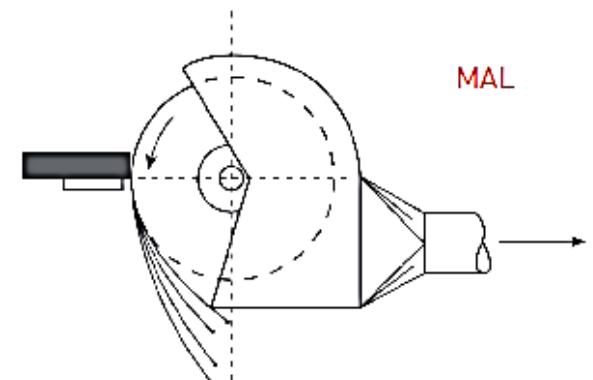


Enmarcar las
boquillas de
extracción

Utilizar la inercia
de las partículas



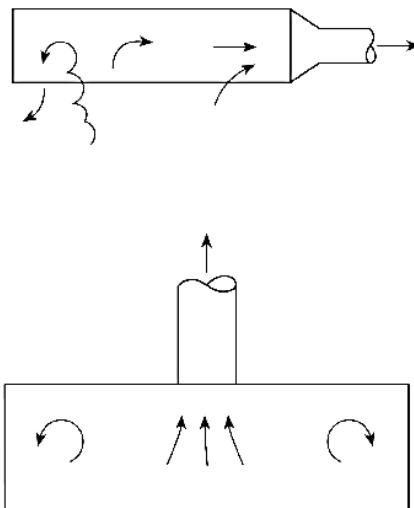
BIEN



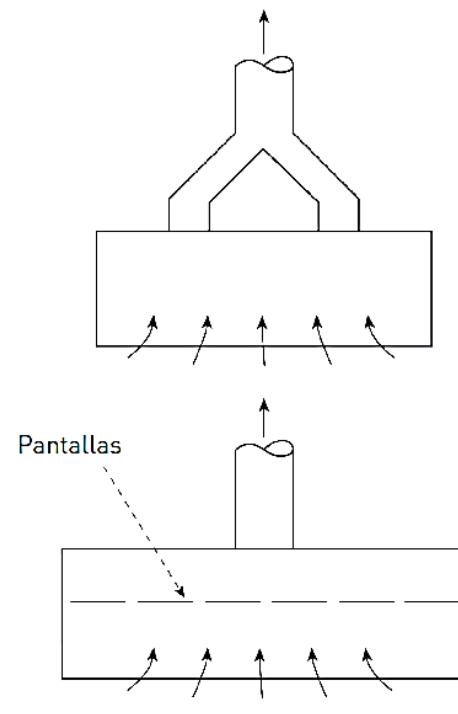
MAL

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

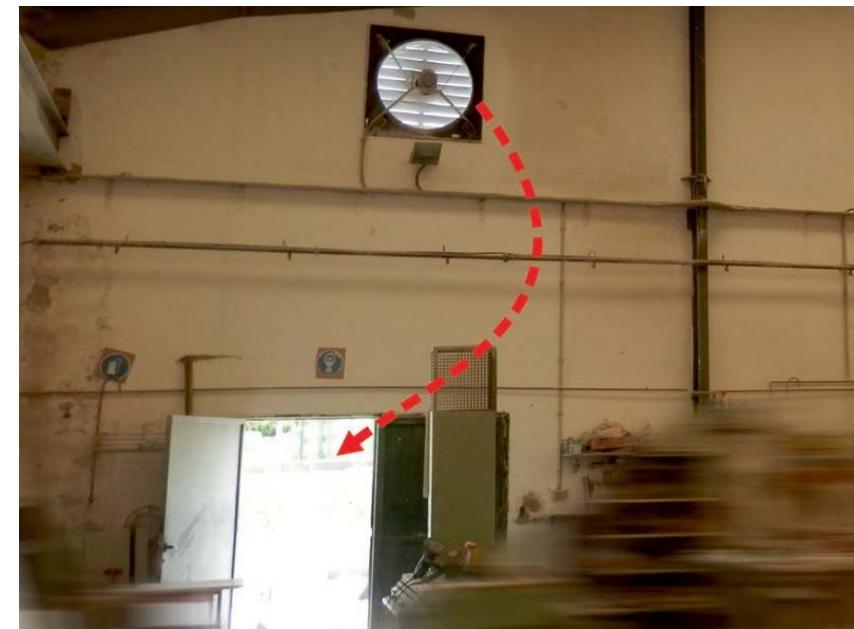
Ventilación general

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

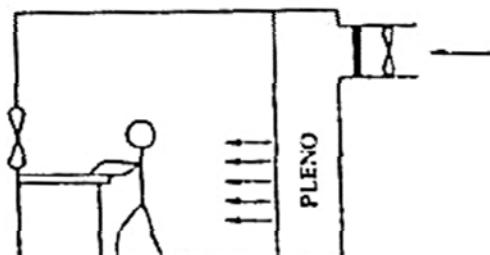
- La ventilación controlada, adecuadamente diseñada, puede ser razonablemente eficaz en **zonas de pequeña extensión y localizadas**.
- En **zonas medias o grandes**: eficacia condicionada (cuando no anulada) por la **influencia de la ventilación natural**:
 - Diferencias en las corrientes en caudal 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.



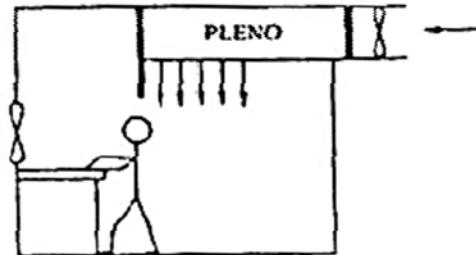
Recirculación inadecuada de la corriente de aire

Ventilación general

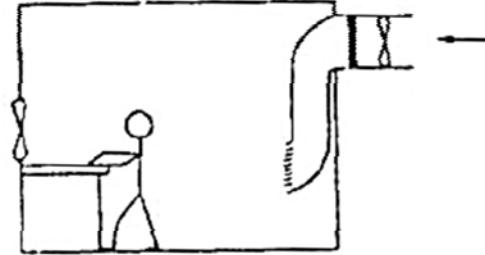
Atención a las recomendaciones y métodos de cálculo para la **renovación de aire** para el confort o para la dilución y arrastre de gases. Son del todo **ineficaces para el polvo y la SCR** por tratarse de partículas pesadas.



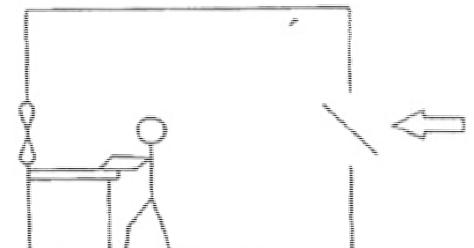
ENTRADA DE AIRE ÓPTIMA
EXTRACCIÓN ÓPTIMA
 $K = 1,0$ MÍNIMO



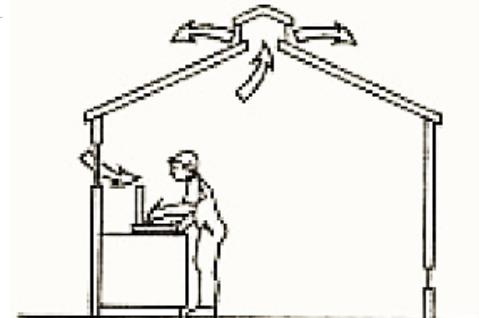
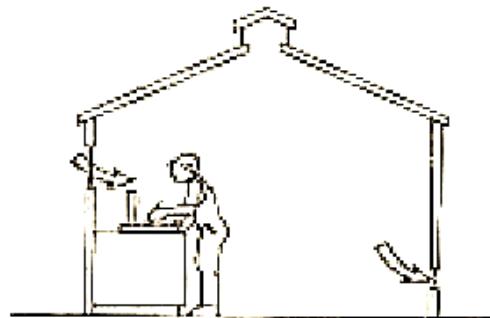
ENTRADA DE AIRE ÓPTIMA
EXTRACCIÓN ÓPTIMA
 $K = 1,0$ MÍNIMO



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

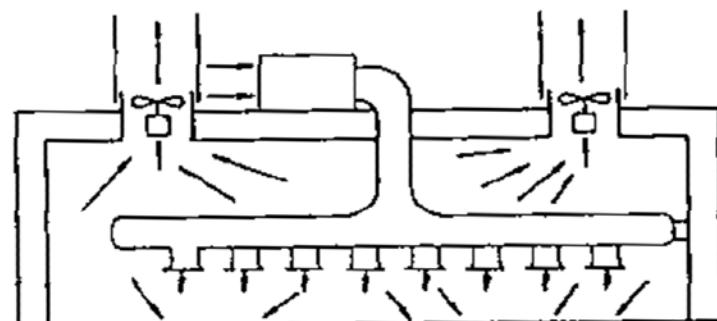


ENTRADA DE AIRE CORRECTA
EXTRACCIÓN ÓPTIMA
 $K = 2,5$ MÍNIMO

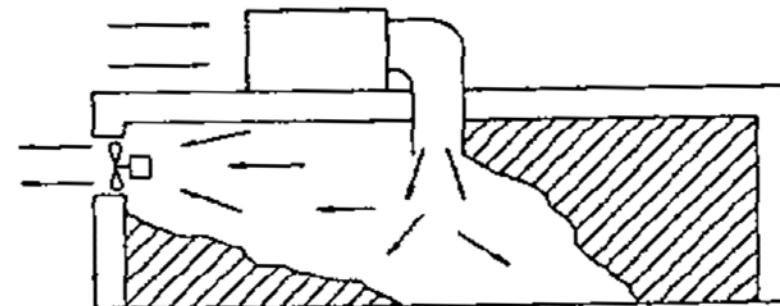


Situaciones incorrectas: El aire limpio arrastra el contaminante hacia la zona respiratoria del trabajador. Pueden existir zonas muertas con mala o nula ventilación

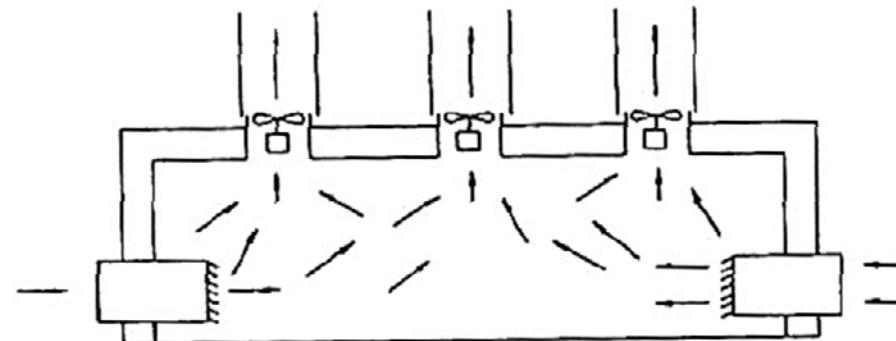
VENTILACIÓN GENERAL



BUENO



MALO
 $K = 5 \text{ a } 10$



CORRECTO
 $K = 2 \text{ a } 5$
REF. 2.2

Conducciones

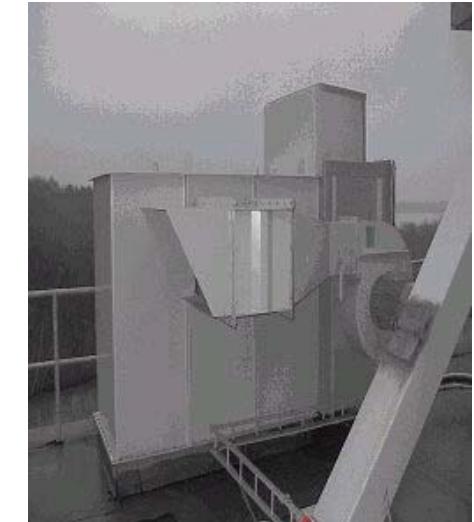
- Los conductos deben ser **cortos** y sencillos y resistentes a la abrasión.
- **Minimizar** el número de **curvas** en las tuberías y que sean graduales: reducción de la pérdida de carga y desgaste.
- Para evitar que el polvo se sedimente en el interior de la conducción se necesita una **velocidad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

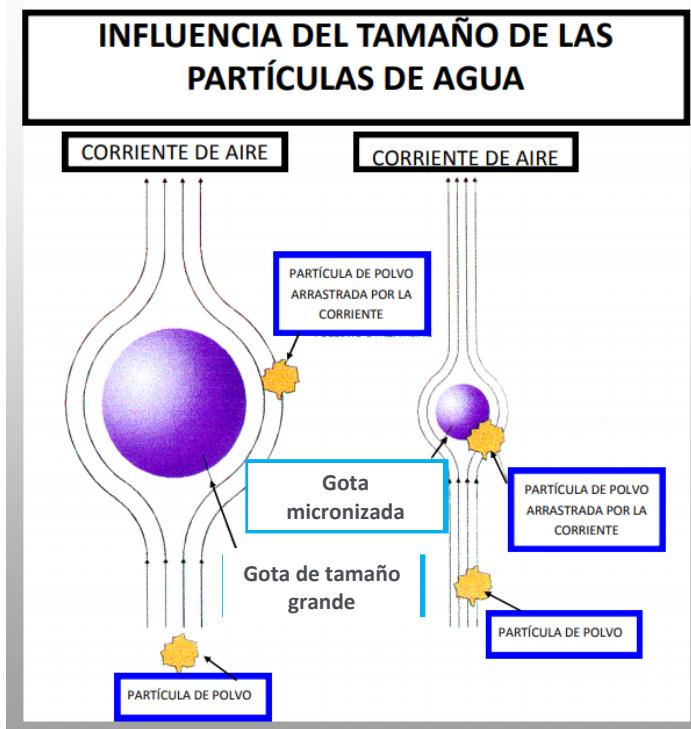
Ejemplo: Cortina de aspiración húmeda

- 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 μm

Gota: 5 hasta 80-90 μm



!!!Limpieza!!!



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, desconfort 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.



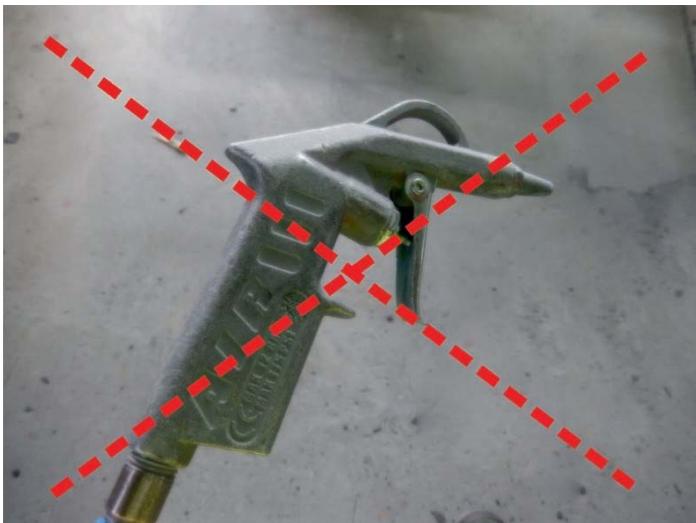
Limpieza

- 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



Trajes desechables

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



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 RESPIARATORIA

- 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 RESPIARATORIA

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.

