

ANEF

ASOCIACIÓN
NACIONAL
ESPAÑOLA
DE FABRICANTES
DE ÁRIDOS

CONTROL DEL POLVO EN CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS



CONTROL DEL POLVO
EN CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS
DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. LA PROBLEMÁTICA DEL POLVO | 9 |
| A. RIESGOS PARA LA SALUD DE LOS TRABAJADORES | 10 |
| B. DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE | 10 |
| C. INCIDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN | 11 |
| D. DETERIORO DE LA IMAGEN DE LA EMPRESA | 12 |
| 3. LEGISLACIÓN SOBRE EL CONTROL DEL POLVO | 13 |
| A. LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES SOBRE CONTROL DEL POLVO | 13 |
| B. LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL SOBRE CONTROL DEL POLVO | 14 |
| C. OBLIGACIONES DE LOS EMPRESARIOS | 15 |
| D. FORMACIÓN SOBRE PREVENCIÓN DEL POLVO | 16 |
| E. INFORMACIÓN | 17 |
| F. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES | 18 |
| G. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN FRENTE AL POLVO | 18 |
| 4. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL POLVO | 21 |
| A. EL CONCEPTO DE POLVO | 21 |
| B. EMISIÓN DE POLVO | 26 |
| C. SEDIMENTACIÓN DEL POLVO | 27 |
| D. FACTORES QUE FAVORECEN LA PRESENCIA DE POLVO | 28 |
| E. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE POLVO | 30 |
| F. INCIDENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE POLVO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO .. | 31 |
| 5. PRINCIPIOS GENERALES DE LUCHA CONTRA EL POLVO EN EQUIPOS FIJOS .. | 33 |
| A. CONFINAMIENTO | 36 |
| B. PROCESOS POR VÍA HÚMEDA | 41 |
| C. CAPTADORES DE POLVO | 47 |
| D. OTROS MECANISMOS | 60 |
| E. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO | 62 |
| 6. FUENTES DE EMISIÓN DE POLVO Y MEDIOS DE LUCHA CONTRA EL POLVO EN LA EXPLOTACIÓN | 65 |
| A. DESCUBIERTA DEL TERRENO | 67 |
| B. PERFORACIÓN | 68 |
| C. VOLADURAS | 70 |
| D. ARRANQUE Y CARGA DE MATERIALES | 71 |
| E. TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES CON EQUIPOS MÓVILES | 72 |
| F. ESCOMBRERAS Y TALUDES | 75 |

| | |
|--|-----|
| 7. FUENTES DE EMISIÓN DE POLVO Y MEDIOS DE LUCHA CONTRA EL POLVO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO | 77 |
| A. TOLVA DEL PRIMARIO | 80 |
| B. TRANSPORTE INTERNO CON CINTAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES | 82 |
| C. TRITURACIÓN Y MOLIENDA | 85 |
| D. ALIMENTACIÓN | 88 |
| E. CLASIFICACIÓN | 90 |
| F. LAVADO | 93 |
| G. ALMACENAMIENTO EN SILOS. CARGA DE CAMIONES | 94 |
| H. ACOPIOS Y PARQUE DE ÁRIDOS. CARGA DE CAMIONES | 96 |
| I. EXPEDICIÓN | 100 |
| J. LABORATORIO | 103 |
| 8. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL -EPIs- CONTRA EL POLVO | 105 |
| 9. EVALUACIÓN DEL RIESGO PULVÍGENO | 111 |
| A. PLANTEAMIENTOS DE EVALUACIÓN Y CONTROL DEL POLVO EN CANTERAS Y GRAVERAS | 111 |
| B. EVALUACIÓN DEL RIESGO PULVÍGENO DE LOS TRABAJADORES | 113 |
| C. EVALUACIÓN DEL RIESGO PULVÍGENO PARA EL MEDIO AMBIENTE | 117 |
| D. CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | 125 |
| 10. VIGILANCIA DE LA SALUD | 127 |
| 11. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA CON EL CONTROL DEL POLVO | 132 |
| A. DOCUMENTACIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES RELACIONADA CON EL POLVO | 132 |
| B. MEDIO AMBIENTE | 133 |
| 12. CONCLUSIONES | 134 |
| 13. DECÁLOGO | 135 |
| 14. PRUEBA DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS | 137 |
| 15. GLOSARIO | 140 |
| 16. REFERENCIAS | 142 |
| A. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 142 |
| B. REFERENCIAS LEGISLATIVAS | 142 |
| C. NORMAS | 143 |
| 17. ANEXO | 144 |

1. INTRODUCCIÓN

La **Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos (ANEFA)** tiene como uno de sus objetivos **“Promover la mejora continua de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores en las empresas del sector”**, contribuyendo, entre otras acciones, a un mayor conocimiento por parte de los empresarios, técnicos y trabajadores de las recomendaciones y actuaciones dirigidas a la prevención de riesgos laborales en la industria extractiva de los áridos.

Asimismo, otro de los fines de la Asociación es **“Potenciar la consideración de los aspectos medioambientales en los procesos de producción de áridos”**.

Para las empresas de áridos, la prevención y el control del nivel de polvo en sus explotaciones, además de ser una **obligación legal de seguridad y de medio ambiente**, proporciona **importantes ventajas**:

-  **Reduce la afección al entorno** de la explotación.
-  **Minora el riesgo** de que los trabajadores contraigan **enfermedades respiratorias**.
-  **Aumenta la vida útil** de las **instalaciones** y de los equipos de trabajo.
-  Ayuda a obtener **productos de calidad**.
-  Contribuye a la **mejora** de la **imagen** de la empresa ante la opinión pública.

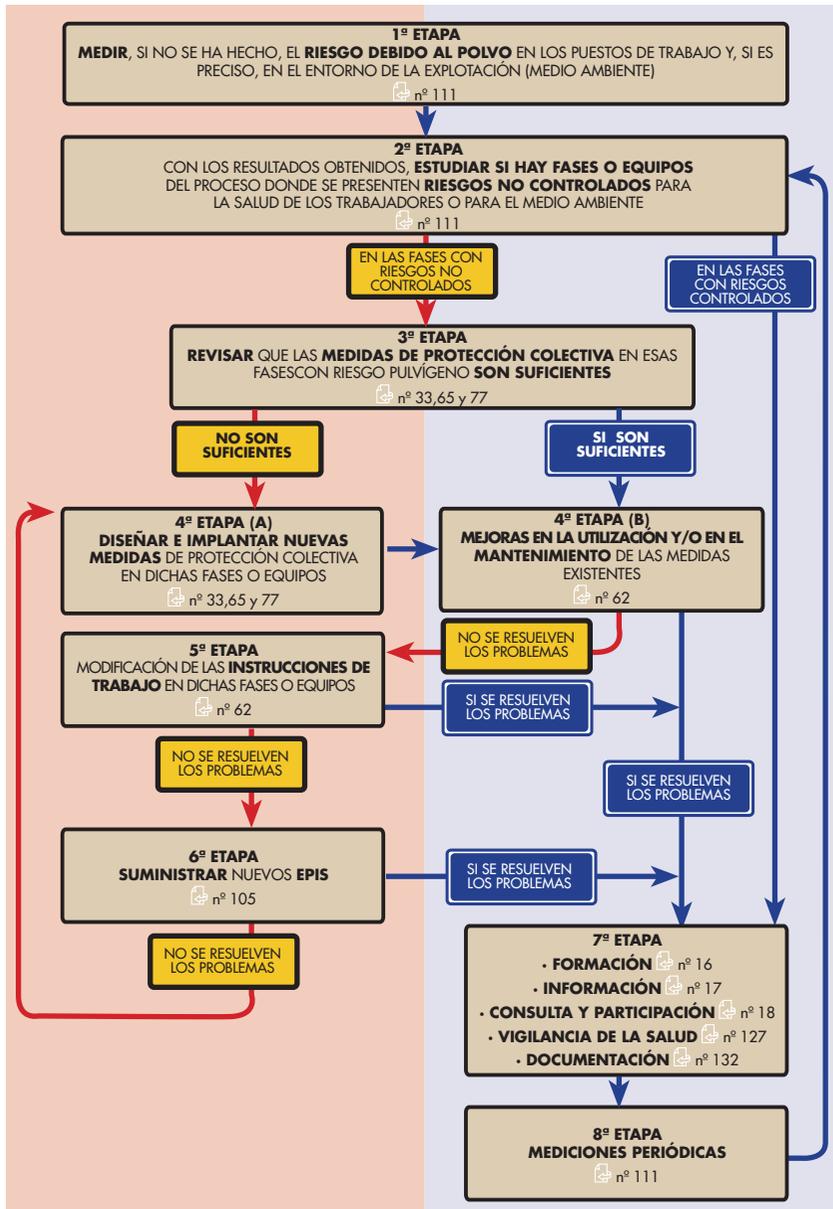
Este manual, realizado con un convenio de **colaboración** entre ANEFA y el **Instituto Nacional de Silicosis**, centro nacional de referencia en materia de control del polvo, quiere ser una contribución a la mejora de las condiciones de trabajo en el sector de los áridos, proporcionando a empresarios, técnicos y trabajadores una guía metodológica para afrontar esta cuestión.

El texto, que ha sido supervisado por el Comité de Seguridad y Relaciones Laborales de ANEFA, considera, desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales y de la protección del medio ambiente, común en muchos aspectos, los principales conceptos relacionados con el polvo y las medidas de control propias de cada una de las fases operativas que tienen lugar en canteras y graveras de áridos.

Esta publicación queda encuadrada dentro del programa de ANEFA para la sensibilización de los trabajadores y que se denomina **Campaña de Prevención de Riesgos Laborales en la Industria Extractiva de los Áridos**, iniciada en el año 2000. Esta campaña se complementa con carteles y folletos divulgativos y otras publicaciones que recogen recomendaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo en la actividad minera a cielo abierto.



GUÍA DE CONSULTA RÁPIDA





2. LA PROBLEMÁTICA DEL POLVO

ESQUEMA DE CONTENIDOS

¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS QUE PLANTEA EL POLVO?

RIESGOS PARA LA SALUD
DE LOS TRABAJADORES

RIESGOS PARA EL MEDIO
AMBIENTE

ALTERACIÓN DEL PROCESO
PRODUCTIVO

DETERIORO DE LA IMAGEN
DE LA EMPRESA

 El polvo se genera en la mayoría de las operaciones que tienen lugar en las canteras y graveras, desde las etapas iniciales de descubierta del terreno hasta las fases de restauración, pasando por el arranque, la carga, el transporte, el tratamiento y la expedición de materiales.



Vista general de una planta con silos carenados y cintas con capotajes autoportantes de chapa

 El control de la emisión de polvo en las explotaciones de áridos es un aspecto que debe ser cuidado por la empresa ya que aporta unos beneficios que no deben ser despreciados, en cuanto a:

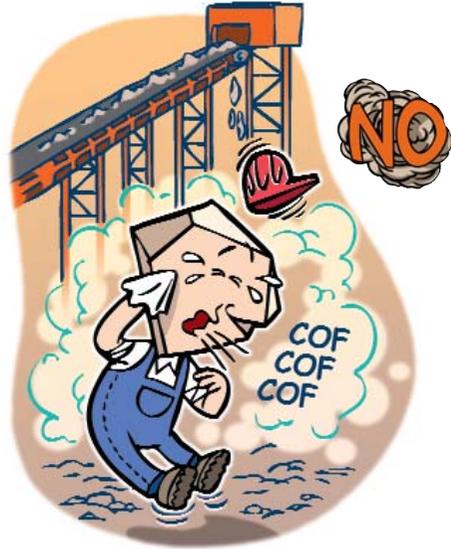
-  La prevención de los riesgos para la salud de los trabajadores
-  La protección del medio ambiente
-  La conservación de los equipos e instalaciones
-  Las propiedades de los áridos producidos
-  La recuperación de finos como subproductos
-  La mejora de la imagen de la empresa

A. RIESGOS PARA LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

Las emisiones excesivas de polvo pueden:

Producir **molestias** de **carácter respiratorio**, o de otra índole, si las personas están expuestas a él durante un tiempo prolongado:

- Picores
- Estornudos
- Conjuntivitis



Controlar el polvo mejora tus condiciones de trabajo

Originar **enfermedades de carácter irreversible** (neumoconiosis y, en concreto una de sus variedades, la silicosis):

- La silicosis:
 - Se manifiesta a largo plazo
 - Es difícil de detectar
 - En los comienzos de la presentación de la enfermedad, el trabajador no detecta ningún síntoma
 - Es una enfermedad incurable, irreversible y degenerativa

B. DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE

La sedimentación del polvo sobre el suelo, la vegetación, los edificios, los tejados, etc. puede:

Afectar negativamente a la calidad del paisaje

-  Producir molestias leves a terceros
-  Ralentizar el crecimiento de las plantas (dificulta a la fotosíntesis)
-  Mermar la calidad y la cantidad de ciertos cultivos (viñas, frutales, etc.)
-  Alterar la buena presencia de los vegetales y las frutas

 El polvo en suspensión puede:

-  Reducir la visibilidad en las carreteras y caminos próximos a la explotación, afectando a la seguridad de los usuarios
-  Favorecer la aparición de brumas, lo que también afecta a la visibilidad en el entorno

 Las aguas superficiales y las subterráneas pueden verse afectadas en alguna medida por el arrastre de polvo depositado.

 Los lodos producidos al depositarse el polvo pueden ensuciar las vías públicas.

C. INCIDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN

 Las emisiones no controladas de polvo pueden influir en la calidad de la producción en cuanto a:

-  Modificación de la granulometría de determinados productos
-  Pérdida de productos (filler o polvo mineral) que, de esta forma, no se pueden comercializar, reduciéndose la rentabilidad

 La infiltración de polvo más o menos abrasivo en los dispositivos eléctricos y en los mecanismos (juntas, engranajes, etc.) acelera el desgaste y la corrosión de las máquinas y equipos:

-  Alterando su funcionamiento
-  Produciendo averías
-  Reduciendo su vida útil

D. DETERIORO DE LA IMAGEN DE LA EMPRESA

 Una explotación donde no se controla el polvo ofrece una imagen sucia, de falta de mantenimiento y de deterioro de las instalaciones que:

-  Puede mostrar un claro incumplimiento de la legislación de prevención de riesgos laborales
-  Es poco acorde con la obtención de productos de calidad
-  Contrarresta otros esfuerzos por ofrecer una imagen de empresa moderna
-  Revela un escaso compromiso medioambiental
-  Probablemente sea una fuente de quejas constantes
-  Podría comprometer acciones futuras de la empresa (obtención de permisos, ampliaciones, nuevas explotaciones o instalaciones)

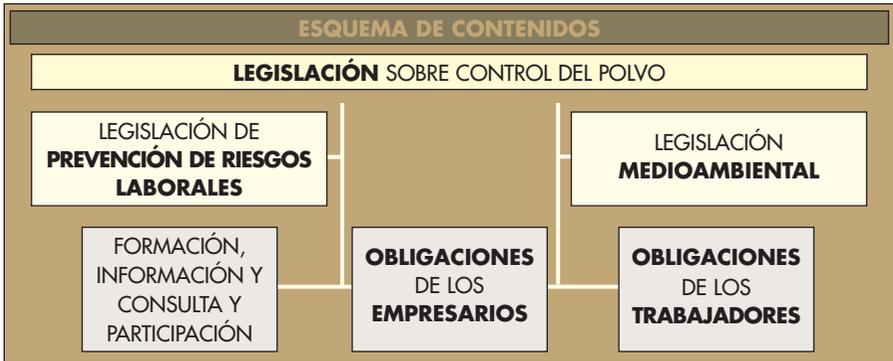


Ausencia total de medidas de control



La limpieza de los accesos muestra si la empresa está concienciada del problema del polvo

3. LEGISLACIÓN SOBRE EL CONTROL DEL POLVO



 Las disposiciones legales que se refieren a la protección contra el polvo en canteras, graveras y plantas de tratamiento se estructuran en dos líneas completamente diferentes, aunque complementarias:

-  Prevención de riesgos laborales
-  Medio ambiente

A. LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES SOBRE CONTROL DEL POLVO

 El control del polvo desde el punto de vista de la protección de la salud de los trabajadores en las industrias extractivas se recoge en:

-  R.D. 863/1985, Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera
-  Instrucción Técnica Complementaria (ITC) 07.1.04 Lucha contra el polvo
-  R.D. 1389/1997, de 5 de septiembre, sobre seguridad y salud en actividades mineras

 Otras disposiciones más generales que también abordan la protección de los trabajadores frente al polvo son:

-  Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y normativa de desarrollo
-  R.D. 39/1997 Reglamento de Servicios de Prevención
-  R.D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas de señalización
-  R.D. 773/1997 sobre utilización de equipos de protección individual
-  R.D. 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad en equipos de trabajo
-  R.D.L. 5/2000, texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social
-  Disposiciones legales autonómicas
-  142

 No han de olvidarse las **normas particulares de cada explotación**:

-  Disposiciones Internas de Seguridad (D.I.S.)
-  Instrucciones de trabajo



Conoce y respeta las normas de seguridad

B. LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL SOBRE CONTROL DEL POLVO

 El control del polvo desde el punto de vista de protección del medio ambiente se recoge en las disposiciones siguientes:

-  Decreto 2414/1961, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas
-  Ley 38/1972 (de 22 de diciembre de 1972) de Protección del Medio Ambiente Atmosférico
-  Decreto 833/1975, por el que se desarrolla la Ley 38/1972

-  Orden Ministerial de 18 de octubre de 1976 (Ministerio de Industria), sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial
-  Real Decreto 1613/1985, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975
-  Real Decreto 1154/1986, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975
-  Real Decreto 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con ... partículas ...

C. OBLIGACIONES DE LOS EMPRESARIOS

 Los empresarios tienen las siguientes obligaciones en relación con el control del polvo:

| | OBLIGACIONES DE LOS EMPRESARIOS | | |
|---|---|--|---|
| | PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES | PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE |  |
| Protección frente al riesgo originado por el polvo | X | X | 33, 65 y 77 |
| Vigilancia de la salud | X | | 127 |
| Identificar los focos de producción de polvo | X | X | 65 y 77 |
| Evaluación periódica del riesgo pulvígeno. Realización de mediciones | X | X | 111 |
| Medidas de prevención colectiva para controlar el polvo dentro de los límites legalmente establecidos | X | X | 33, 65 y 77 |
| Verificar periódicamente el funcionamiento de las medidas previstas | X | X | 113 |
| Elaborar una memoria anual de lucha contra el polvo | X | | 132 |
| Informar, formar y consultar a los trabajadores sobre los anteriores aspectos | X | X | 16,17 y 18 |
| SANCIONES | | | |
| Régimen sancionador de los incumplimientos | X (Real Decreto Legislativo 5/2000) | X (Legislación de protección del medio ambiente) | |

 Como se observa en la tabla anterior, la mayor parte de las obligaciones son comunes

D. FORMACIÓN SOBRE PREVENCIÓN DEL POLVO

Los trabajadores han de recibir **formación** acerca de cómo prevenir los riesgos laborales derivados de la exposición al polvo.



La formación te ayuda a prevenir el riesgo pulvígeno



Conoce las instrucciones de utilización de los equipos

Esta debe ser **organizada** por la **empresa**

La formación será **inicial al comenzar** su actividad minera

La formación ha de ser teórica y práctica, y se refiere a:

Las **características y propiedades** del polvo

Los **efectos** del polvo **sobre la salud y el medio ambiente**



Conocer los principios de funcionamiento de los equipos de prevención te hará utilizarlos más efectivamente



Conoce y cumple las señales de seguridad

Las **medidas de prevención colectiva e individual** más eficaces para luchar contra el polvo

La **legislación** sobre la materia

 La formación que se imparta debe ser continuada y actualizarse si se emplean nuevas técnicas para el control del polvo o si el trabajador cambia de puesto de trabajo.

 Los **objetivos** de la **formación** en materia de **control del polvo** son:

 Saber qué hacer para evitar el riesgo pulvígeno

 **Conocer** los distintos tipos de **medidas preventivas**

 Estar en disposición de **aplicar los métodos de trabajo** que **reducen** la producción de **polvo**

 Tener siempre presente las **recomendaciones** de seguridad para cada operación

 Saber **utilizar** eficazmente y **mantener** en buen estado los **Equipos de Protección Individual (EPI)**



*Presta atención a tu trabajo.
No descuides las medidas de prevención*

E. INFORMACIÓN

 El trabajador tiene **derecho** a **estar informado** por la **empresa** de los **riesgos laborales** (en particular **para la salud**) que, motivados por la presencia de polvo, se pueden producir en las distintas operaciones que se realizan en la explotación.

 También ha de conocer las **medidas** de **protección** y **prevención** que se adoptan frente a este tipo de riesgos.

 La información ha de recibirse **por escrito** y será **comprensible** para todos los trabajadores

F. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Los **trabajadores** tienen **derecho** a participar en la **prevención** de **riesgos** laborales.

La consulta y participación de los trabajadores se efectúa a través de sus **representantes**, elegidos por y entre ellos.

La representación de los trabajadores (Ley de Prevención de Riesgos Laborales) se lleva a cabo por:

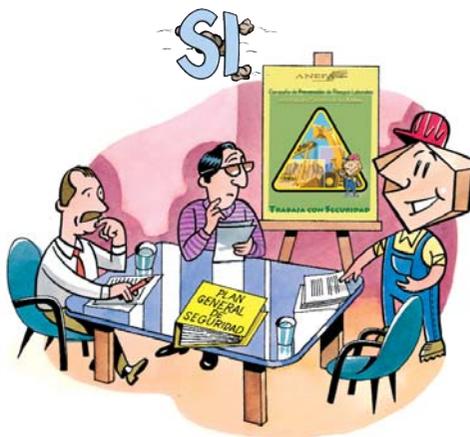
- Los **Delegados de Prevención** (empresas o centros de trabajo de más de 6 trabajadores)
- Los **Comités de Seguridad y Salud** (empresas o centros de trabajo con 50 ó más trabajadores)

El Estatuto del Minero establece que la representación de los trabajadores, en las explotaciones de áridos, recae en:

- Los **Delegados Mineros de Seguridad** (al menos 1 por explotación)
- Los **Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo** (explotaciones mineras con 50 ó más trabajadores)



Tu colaboración en la prevención del polvo es decisiva



Colabora en la prevención de riesgos

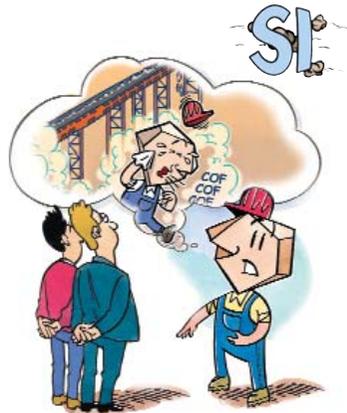
G. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN FRENTE AL POLVO

Los **trabajadores** siempre deben...

- ... Acudir al trabajo en **buenas condiciones** físicas y psíquicas.
- ... **Actuar** en el trabajo de manera que se **proteja** tanto **su propia seguridad** como la de **sus compañeros**.
- ... **Usar adecuadamente** las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y demás utensilios propios de su actividad.
- ... **Evitar** realizar **trabajos** para los que no estén preparados o **no** hayan recibido **autorización**.
- ... Trabajar con **responsabilidad**.



Trabajar con atención previene los riesgos



Comunica las situaciones de riesgo laboral o para el medio ambiente

- ... **Emplear correctamente** los equipos de protección individual -EPI- y, en particular, los medios de protección de las vías respiratorias facilitadas por el Empresario.
- ... **Informar** al superior **acerca** de las situaciones que pudieran suponer un **riesgo** para su **seguridad** o la de sus compañeros.
- ... **Cumplir** las **Normas de Prevención** que se establezcan para el control del polvo.

 ... **Utilizar** correctamente los **dispositivos** de **prevención contra el polvo**, velando por que se mantengan en servicio.

 ... **Cooperar** con el empresario para conseguir unas condiciones de trabajo que sean seguras donde el polvo esté controlado.

 **Contribuir** al **cumplimiento** de las **obligaciones** establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la salud de los trabajadores frente al polvo.

4. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL POLVO

ESQUEMA DE CONTENIDOS

¿QUÉ ES EL POLVO?

¿CÓMO SE **CLASIFICA**?

¿CUÁLES SON LAS **FUENTES DE POLVO** EN UNA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS?

¿QUÉ SE ENTIENDE POR **EMISIÓN, INMISIÓN Y SEDIMENTACIÓN**?

¿QUÉ **FACTORES FAVORECEN LA PRESENCIA DE POLVO**?

A. EL CONCEPTO DE POLVO

 El término polvo se aplica a **partículas sólidas, inanimadas y no solubles en agua** que se originan a raíz de la disgregación de materiales rocosos o de suelos.

 Estas partículas sólidas...

 Son de **pequeño tamaño**

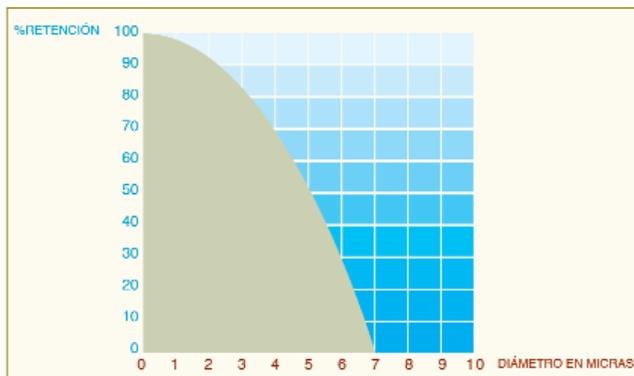
- Entre 1 y 1000 μm

 No han experimentado **ningún cambio químico**, pero sí físico (fracturación, ...)

 Son susceptibles de ser **transportadas** de un lugar a otro **por** las corrientes de **aire**

 El polvo se caracteriza por su **naturaleza** (silícea, calcárea, etc.) y por su **tamaño de partícula** o **granulometría**.

 Su comportamiento y su aficción a la salud de las personas dependen de estos aspectos

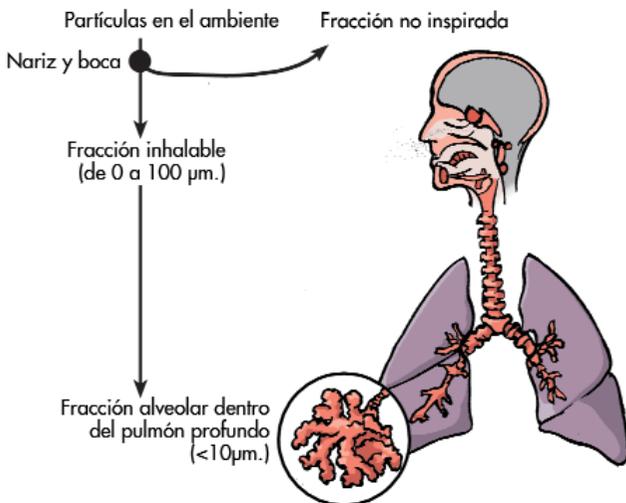


Fracción del polvo respirable según la ITC

CLASIFICACIÓN DEL POLVO POR TAMAÑO

🐜 Puede clasificarse **atendiendo al tamaño**, en:

| TIPO DE POLVO | | TAMAÑO | OBSERVACIONES | RIESGO PARA LA SALUD | RIESGO PARA EL MEDIO AMBIENTE |
|---------------|--|---|---|---|-------------------------------|
| Polvo total | Fino o polvo en suspensión POLVO RESPIRABLE | Partículas menores de 7 μm , comprendiendo el 98% de las de 1 μm y el 50% de las de 5 μm | <ul style="list-style-type: none"> • Es invisible al ojo humano • Pueden permanecer en suspensión en la atmósfera • Presentan mayores riesgos para la salud de los trabajadores | Partículas alveolares que puedan alcanzar los alvéolos pulmonares acumulándose en ellos | |
| | Medio | Partículas comprendidas entre 1 y 10 μm | | | |
| | Grueso o sedimentable POLVO INHALABLE | Partículas mayores de 10 μm | <ul style="list-style-type: none"> • El ojo humano sólo detecta partículas de este tipo • Sedimentan rápidamente a pequeñas distancias de la fuente • Son las responsables de la contaminación pulverífera del entorno de la explotación | Partículas inhalables (entre 10 y 100 μm) que penetran por la nariz y la boca. Poco riesgo para la salud ya que se retienen por los cilios y la mucosa y se eliminan por expectoración | |



Polvo inhalable y polvo respirable

CLASIFICACIÓN DEL POLVO POR EL TIPO DE DAÑO PARA LA SALUD

- La naturaleza físico-química del polvo determina su peligrosidad para la salud.
- En función del tipo de daño que se produce, se puede clasificar en:
 - Neumoconiótico
 - Inerte
 - Tóxico
 - Alérgico

POLVO NEUMOCONIÓTICO

- La neumoconiosis es un **conjunto de enfermedades pulmonares causadas** por la **inhalación prolongada de polvo fino**.
- La **variedad** de neumoconiosis producida por el polvo de sílice se denomina **silicosis**

 **Para** que el polvo llegue a **producir silicosis**, ha de:

 Ser **susceptible de ponerse en suspensión** por la acción del viento u otros factores (paso de vehículos)

 **Penetrar en los alvéolos pulmonares** y depositarse allí. La mayor probabilidad de que esto ocurra es una función de:

- La concentración de polvo en el ambiente
- La duración de la exposición
- La sensibilidad individual
- La mayor dificultad de eliminación por los mecanismos de depuración pulmonar (cilios, mucosa, etc.)

 **Tener un tamaño tal, que sea retenido por los alvéolos pulmonares**

- Esto ocurre con el tamaño de las partículas del polvo respirable

 Presentar una **nocividad intrínseca** debida a la naturaleza de los minerales (contenido en cuarzo). La **presencia de sílice libre** aumenta el riesgo de neumoconiosis (silicosis)

CONTROL DEL POLVO POR TIPO DE SUSTANCIA Resultados 2001

| SUSTANCIA | Nº MUESTRAS | mg/m ³ | %SiO ₂ |
|-------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| CALIZA | 4161 | 1,5 | 0,02 |
| CANTO RODADO | 699 | 0,9 | 4,8 |
| SILICE Y CUARCITA | 1045 | 1,2 | 13,6 |
| GRANITO | 1035 | 1,8 | 12,8 |

Fuente: Memoria 2001 del Instituto Nacional de Silicosis

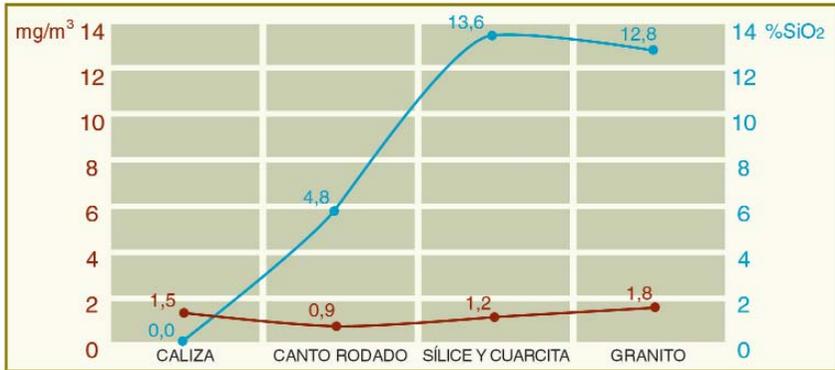
 De los muestreos realizados por el Instituto Nacional de Silicosis, se puede concluir que existe un **grupo de sustancias** en las que el **contenido en sílice es inferior al 5%**, y por tanto **el valor límite se puede fijar en 5 mg/m³**. 116. Éstas son para los áridos:

 **Caliza, Dolomía, Dunita, Picón, Fonolita, Ofita**

 Del mismo modo existe **otro grupo de sustancias** en las que se ha encontrado una gran variabilidad del contenido de sílice. Para los áridos son:

Granito, Cuarzitas y Silice, Canto rodado, Grauwaca, Pórfido

- Conviene que las empresas que exploten estas sustancias se pongan en contacto con el Instituto Nacional de Silicosis para intentar fijar, de ser posible, el porcentaje de sílice.



CONCENTRACIÓN DE POLVO Y CONTENIDO EN SÍLICE POR TIPO DE SUSTANCIA

 En términos generales, el porcentaje de sílice libre :

-  Es menor en el polvo respirable que en la roca de procedencia
-  Disminuye al alejarse de la fuente que produce el polvo
-  Aumenta con el grado de molienda

POLVO INERTE

 Este tipo de polvo es el más habitual en las explotaciones de áridos

 Es el que contiene menos del 1% de Sílice

 Dependiendo de los casos y de su concentración, puede producir enfermedades leves y reversibles:

-  Irritación de la piel, de los ojos (conjuntivitis), de las mucosas (accesos de tos)

POLVO TÓXICO

 Constituido por metales (Plomo, mercurio, etc.)

 No se presenta en explotaciones de áridos

POLVO ALÉRGICO

 Procedente de resinas o de algunas maderas

 No se presenta en explotaciones de áridos

B. EMISIÓN DE POLVO

 El **proceso** por el cual el polvo se **dispersa en la atmósfera** se denomina **emisión**.

 Es también la cantidad total de producto que se deposita en la atmósfera desde la fuente de la que procede

 Las principales **fuentes emisoras** de polvo en canteras y graveras pueden clasificarse en:

| FUENTES EMISORAS DE POLVO EN CANTERAS Y GRAVERAS | | |
|--|---|--|
| ATENDIENDO A SU FORMA | | |
| LOCALIZADAS O PUNTALES | Lineales | Pistas de transporte Cintas transportadoras |
| | Móviles | Movimiento de equipos |
| | Fijas | Planta de tratamiento |
| NO PUNTALES | | Frentes de la explotación |
| ATENDIENDO A SU DURACIÓN | | |
| PERMANENTE | Produce polvo durante todo el tiempo de actividad de la explotación | Trituración |
| SEMI-PERMANENTE | Está operativa durante un porcentaje importante del tiempo de actividad de la explotación | Perforación Tránsito de equipos |
| INTERMITENTE | Produce polvo esporádicamente | Voladuras |

 ¿Qué es la **inmisión** de polvo?:

 Es la concentración del polvo en la atmósfera (tanto de forma temporal como permanente), en las proximidades del suelo y en puntos suficientemente alejados de la fuente

C. SEDIMENTACIÓN DEL POLVO

 Es el proceso que siguen las partículas de polvo, inicialmente en el aire, hasta que se depositan en el suelo.

 La **velocidad de sedimentación** de las partículas en el aire depende de:

 Su **diámetro** y su **densidad**

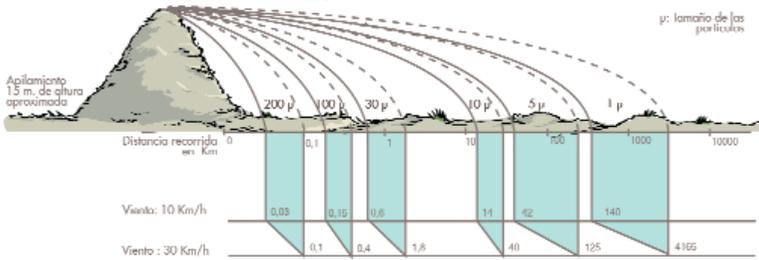
VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DEL POLVO EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO

| DIMENSIÓN DE LAS PARTÍCULAS | VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN | TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN DESDE UNA ALTURA DE 15 m |
|-----------------------------|----------------------------|--|
| 1000 μm | 395 cm/s | 4 segundos |
| 100 μm | 29,6 cm/s | 51 segundos |
| 10 μm | 0,296 cm/s | 1 hora 25 segundos |
| 1 μm | 0,0035 cm/s | 5 días |
| 0,1 μm | 0,000035 cm/s | 496 días |

- Las **partículas finas** (1,5 μm) se comportan como **aerosoles gaseosos**, permaneciendo **indefinidamente en suspensión**

 Del **viento**:

- Provoca la **deseccación del material** y su **separación** de un soporte
- Pone en **suspensión** a los **finos** que estén **depositados** en el **suelo** y sobre los **equipos** y **materiales**
- Afecta, tanto a la **forma** y **dirección** del **cono de dispersión** del polvo como a la **distancia recorrida por las partículas** desde el foco emisor



Distancia de transporte de las partículas en función de su tamaño y de la dirección del viento

DISTANCIA TEÓRICA RECORRIDA POR EL POLVO EN FUNCIÓN DEL VIENTO

| DIMENSIÓN DE LAS PARTÍCULAS | VIENTO LAMINAR DE 10 km/h | VIENTO LAMINAR DE 30 km/h |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| 1000 μm | 11 m | 33 m |
| 100 μm | 150 m | 430 m |
| 10 μm | 14 km | 42 km |
| 1 μm | 1200 km | 3600 km |
| 0,1 μm | 3 veces la vuelta a la Tierra | 9 veces la vuelta a la Tierra |
| En condiciones ideales y vientos laminares | | |

D. FACTORES QUE FAVORECEN LA PRESENCIA DEL POLVO

¿Qué procesos contribuyen a la presencia de polvo?:

Un foco **generador** de partículas finas:

- Procesos industriales propios de las Canteras y Graveras: Extracción, carga, transporte y tratamiento

Un medio de **transporte** de las partículas:

- El aire



Movimientos de las partículas de polvo sobre el suelo

 Existen diversos factores que afectan al fenómeno de producción de polvo:

 La **naturaleza de la roca** explotada y sus características geotécnicas:

- La **estructura** de la roca
- Las **características físicas** (dureza, friabilidad, resistencia al desgaste y a compresión, etc.)

 El **porcentaje de humedad** de las **rocas**:

- Cuanto mayor sea la humedad, menor cantidad de polvo se producirá

 Las **características del proceso** seguido en la explotación:

- El **tipo de operaciones** que se efectúen durante la explotación
- La **duración, frecuencia y regularidad** de los procesos (perforación)
- A mayor **volumen de producción**, mayor probabilidad de generar polvo

 El **tipo de maquinaria** utilizado:

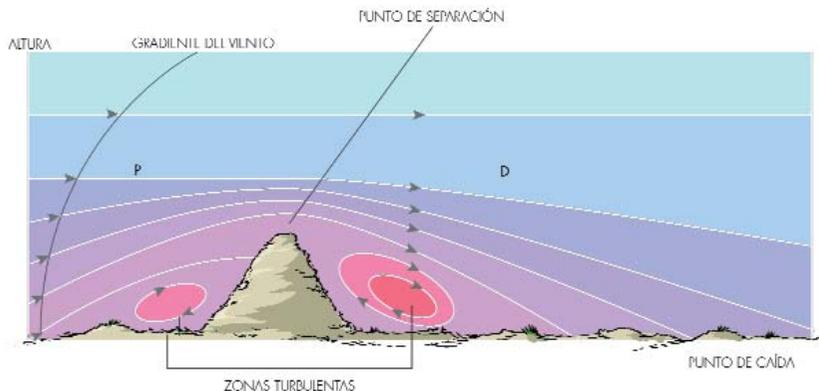
- Influye, no sólo por las **operaciones** que realiza, sino también por las **medidas preventivas** que incorpora para reducir la emisión de polvo

 La **climatología** en la explotación:

- El **viento** (velocidad, dirección, turbulencias)
 - En días ventosos, conviene evitar realizar, de ser posible, determinadas operaciones (descubierta, voladuras, etc.)
- El **grado de humedad** (atmosférica, precipitaciones)
 - Las emisiones de polvo en invierno pueden ser el 50% menores que en verano
 - Una lluvia fina o una niebla son más efectivas contra el polvo que una tormenta
 - Provoca la cohesión del polvo lo que dificulta su puesta en suspensión
- Afecta al polvo más grueso de forma más acusada

 Las **características geomorfológicas** del lugar en que se halla la explotación:

- **Relieve** del entorno
- **Vegetación** existente



Influencia de una pantalla sobre el viento



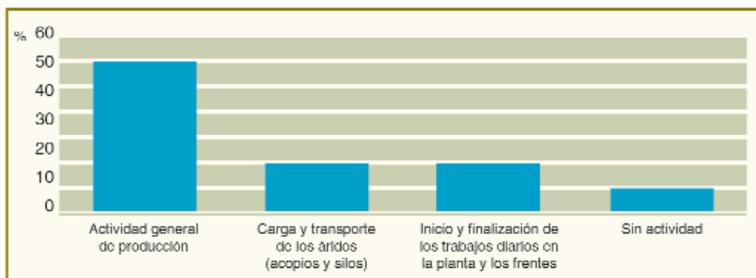
Las propias **características de la explotación:**

- **Cantera o gravera**
- El **diseño de la explotación** (transporte con camiones o con cintas, en ladera, en hueco,...)
- El **diseño de la planta de tratamiento:**
 - Ubicación de los elementos respecto a vientos dominantes o al relieve
 - Situación alejada respecto a los núcleos habitados
 - Construcción en una depresión del terreno...

E. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE POLVO



La producción de polvo en una explotación de áridos se distribuye, aproximadamente, como se indica en la gráfica siguiente:

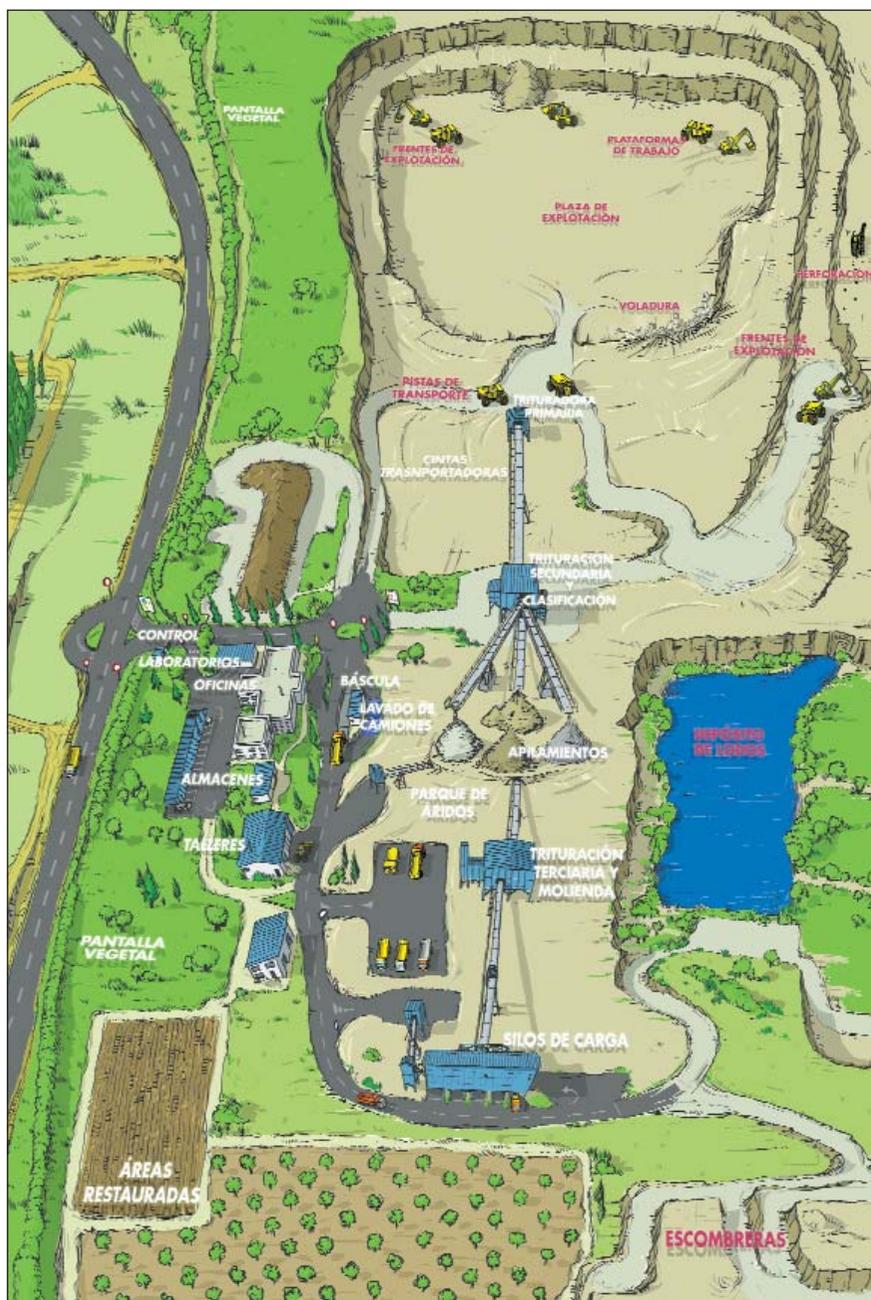


DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE POLVO EN UNA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS

F. INCIDENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE POLVO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO

 Los resultados del control del polvo en explotaciones a cielo abierto, según los datos del Instituto Nacional de Silicosis para el año 2001, se recogen en la tabla siguiente:

| CONTROL DEL POLVO | | | |
|--|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Resultados 2001 | | | |
| COMUNIDAD | Nº MUESTRAS | mg/m³ | %SiO₂ |
| ANDALUCÍA | 2018 | 1,5 | 4 |
| ARAGÓN | 665 | 2,6 | 3,9 |
| ASTURIAS | 592 | 1,5 | 5,1 |
| BALEARES | 249 | 1,5 | 4,6 |
| CANARIAS | 318 | 2,2 | 2,4 |
| CANTABRIA | 198 | 4,2 | 3,4 |
| CASTILLA - LA MANCHA | 879 | 1,3 | 5,2 |
| CASTILLA - LEÓN | 2461 | 1,7 | 8,4 |
| CATALUÑA | 1014 | 1,8 | 4,6 |
| C. VALENCIANA | 2176 | 1,6 | 3,4 |
| EXTREMADURA | 58 | 1,2 | 11,9 |
| GALICIA | 2033 | 1,9 | 11,6 |
| MADRID | 637 | 1,2 | 5,9 |
| MURCIA | 1400 | 1,1 | 2,1 |
| NAVARRA | 153 | 3,3 | 2,3 |
| PAÍS VASCO | 147 | 1,3 | 2,6 |
| TOTAL | 14998 | 1,6 | 5,7 |
| Fuente: Memoria 2001 del Instituto Nacional de Silicosis | | | |



Fuentes de polvo en la explotación y en la planta de tratamiento

5. PRINCIPIOS GENERALES DE LUCHA CONTRA EL POLVO EN EQUIPOS FIJOS

ESQUEMA DE CONTENIDOS

¿CUÁLES SON LOS **PRINCIPIOS DE LUCHA CONTRA EL POLVO** APLICABLES A UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS?

¿QUÉ **TIPO DE DISPOSITIVOS** EXISTEN?

VENTAJAS

INCONVENIENTES

**CRITERIOS
DE SELECCIÓN**

RECOMENDACIONES

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

CONFINAMIENTO

| | |
|-----------------------|---|
| DE EQUIPOS | CARENADO |
| | CAPOTAJE |
| DE PUESTOS DE TRABAJO | CONFINAMIENTO DE LAS CABINAS DE MANDO |
| | CABINAS PRESURIZADAS DE EQUIPOS MÓVILES |

SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA

| | |
|-----------------------|--|
| PULVERIZACIÓN DE AGUA | PULVERIZACIÓN DE AGUA |
| | PULVERIZACIÓN DE AGUA CON AGENTES QUÍMICOS |
| | PULVERIZACIÓN DE AGUA CON ESPUMAS |
| CÁMARAS DE NIEBLA | ATOMIZACIÓN POR ULTRASONIDOS |
| | ATOMIZACIÓN POR AGUA A PRESIÓN |
| | ATOMIZACIÓN NEUMÁTICA |

CAPTADORES DE POLVO

| | |
|------------|------------|
| ASPIRACIÓN | GENERAL |
| | POR EQUIPO |
| | POR FOCO |
| | MANUAL |

TUBERÍAS Y CANALIZACIONES

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| SEPARADORES MECÁNICOS | GRAVITATORIOS |
| | INERCIALES |
| | CICLONES SIMPLES |
| | MULTICICLONES |
| SEPARADORES HIDRÁULICOS | ASPIRADORES SEPARADORES EN VÍA SECA |
| | DE LÁMINA DE AGUA |
| | CICLONES EN VÍA HÚMEDA |
| | VENTURIS LAVADORES |

Continuación

| | |
|------------------------------------|---|
| SEPARADORES ELECTROESTÁTICOS | PRECIPITADORES ESLECTROESTÁTICOS |
| | CÁMARAS DE NIEBLA CARGADAS ELECTROESTÁTICAMENTE |
| SEPARADORES POR FILTRACIÓN | FILTROS DE MANGAS CON AGITADORES MECÁNICOS |
| | FILTROS DE MANGAS DE AIRE REVERSIBLE |
| | FILTROS DE MANGAS CON TOBERA DE AIRE REVERSIBLE |
| | EQUIPOS AUTÓNOMOS DE FILTRACIÓN |
| OTROS MECANISMOS DE CONTROL | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA PLANTA | |
| LIMPIEZA EN HÚMEDO | |
| MANTENIMIENTO | |
| ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO | |

 La **eliminación** (o **reducción**) del nivel de **polvo** en una cantera o gravera se realiza aplicando tres tipos de **medidas preventivas no excluyentes entre sí**:

-  Aplicadas a las nuevas instalaciones o a los nuevos procesos en el momento de su **diseño** o instalación
-  **Correctoras** en las instalaciones u operaciones ya existentes
 - Identificar los puntos críticos
 - Diseñar los sistemas de prevención para las instalaciones existentes
 - Considerar las limitaciones que puedan deberse a las características de la instalación
-  **Complementarias**, tendentes a reorganizar el trabajo

 Las **medidas de control del polvo son comunes** en sus fundamentos tanto si su finalidad es la **protección de los trabajadores** como la del **medio ambiente**

-  Existen **tres técnicas principales** para el control del polvo en las distintas etapas de fabricación:
-  El **confinamiento por carenado o capotaje** de los puntos de emisión de polvo, impidiéndose la difusión atmosférica
 -  El **control del polvo por sedimentación en vía húmeda** (aspersión, pulverización, creación de nieblas)
 -  La **eliminación** mediante la **captación de partículas por aspiración y posterior separación** aire / partículas, lo que permite la recuperación de finos

 Los **factores** que influyen a la hora de **elegir** entre una u otra técnica son:

 La necesidad de **garantizar la protección de los trabajadores y del medio ambiente**

- **¡El resto de factores han de considerar siempre este principio esencial!**

 El tipo de **fuentes** de polvo

 Las **características** del polvo

 La **concentración** y **tamaño** de las **partículas**

 El flujo de **aire**

 Los **métodos** para **recoger** el polvo

 El **coste** de los dispositivos (**instalación, operación y mantenimiento**)

 La **etapa** del **proceso** donde se quieren incorporar

 La **disponibilidad** de **agua**

 Los **consumos energéticos**

 El tipo de producto (**granulometría del árido**)

 El **destino** previsto para los lodos o para el polvo recuperado

 Su **influencia** en el **proceso productivo**

 La **eficacia** de los dispositivos depende, entre otros factores, de:

 Una adecuada **adaptación** a las **características específicas** de la planta de tratamiento

 El tipo de **proceso**

 El **volumen de árido** a tratar

 El tipo de **roca** (**características físico químicas**)

 La realización de un **correcto mantenimiento**

 Es **importante** que:

 Se mantenga la eficiencia de la unidad independientemente de la cantidad de polvo acumulado

 Las operaciones de limpieza sean sencillas

- 🐜 Pueda descargarse automáticamente el dispositivo o que cuente con una tolva de almacenaje (mínimo una semana)
- 🐜 Y, sobre todo, que sea posible el **cumplimiento** de las **normas** vigentes relativas a la **calidad del aire** una vez eliminado el polvo

A. CONFINAMIENTO

🐜 Las técnicas de confinamiento pueden aplicarse a:

| CONFINAMIENTO | |
|-------------------------|---|
| EQUIPOS E INSTALACIONES | CARENADO |
| | CAPOTAJE |
| PUESTOS DE TRABAJO | CONFINAMIENTO DE LAS CABINAS DE MANDO |
| | CABINAS PRESURIZADAS DE EQUIPOS MÓVILES |

CONFINAMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES

🐜 El **confinamiento** de los equipos e instalaciones es un **tratamiento pasivo** pero **muy efectivo**:

🐜 No actúa sobre el polvo sino que lo confina, reduciendo la posibilidad de que se propague

🐜 Con este tipo de dispositivos, **se recomienda**:

🐜 Estudiar la **orientación de las aberturas** respecto a los vientos dominantes



Planta de tratamiento carenada y cintas con capotaaje de lona



Carenados con abertura protegida de los vientos dominantes

-  Emplear **materiales ligeros y resistentes**
 -  Carenar completamente las instalaciones de trituración, especialmente la secundaria y terciaria ya que en estas fases se produce el material de menor granulometría
 -  **Cerrar** los **elementos giratorios** (poleas, correas de transmisión, etc.) para reducir el movimiento de aire
 -  Habilitar **accesos** para el **control** y el **mantenimiento**
 -  **Reducir** al máximo el **tamaño de las aberturas** de los equipos (alimentación, árboles de transmisión, etc.)
-  **Complementar** estos sistemas **con dispositivos de captación** o de sedimentación

CARENADO

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cierre de uno o varios equipos o de toda la instalación reteniendo e su interior el polvo producido

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Evita la acción del viento y la dispersión de los materiales - Protege frente al ruido - La mayor estanqueidad reduce la cantidad de aire a aspirar - Costes bajos (mantenimiento y operación) - Protege a los productos frente a la acción del viento, de la lluvia, etc. | <ul style="list-style-type: none"> - Ha de ir asociado a otros sistemas de captación o a medidas organizativas para no comprometer la seguridad de los trabajadores por acumulación de polvo en el interior - Coste de instalación |



Instalación carenada compacta



Capotaje en poliéster de cinta transportadora

CAPOTAJE

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cierre de la cinta, en toda su longitud, con elementos rígidos, semirígidos o inclusive con lonas
 Se recomienda en cintas que transporten áridos finos
 Si las bandas sufren modificaciones periódicamente o requieren un mantenimiento frecuente se aconseja la utilización de capotajes semirígidos y ligeros

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Evita la acción del viento y la dispersión de los materiales - Determinados capotajes protegen a los trabajadores frente a los riesgos de atrapamiento - Costes bajos (instalación, mantenimiento y operación) - Protege a los productos frente a la acción del viento, de la lluvia, etc. | <ul style="list-style-type: none"> - Es preciso adecuar el tipo de capotaje a las características de la cinta |

TIPOS DE CAPOTAJES

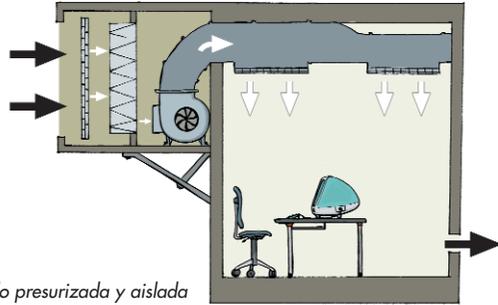
| | Autoportantes de chapa | Autoportantes de poliéster con fibra de vidrio | Lona con estructura | Galería de chapa |
|---------------------------------------|--|--|--|---|
| |  |  |  |  |
| Protección de los trabajadores | Muy alta | Muy alta | Media | Muy baja |
| Protección del Medio Ambiente | Muy alta | Muy alta | Alta | Muy alta |
| Rigidez | Media | Muy alta | Muy baja | Muy alta |
| Durabilidad | Media | Muy alta | Muy baja | Media |
| Ligereza | Alta | Media | Muy alta | Muy baja |
| Resistencia al viento | Muy alta | Muy alta | Muy baja | Baja |
| Aerodinámica | Alta | Alta | Baja | Muy baja |
| Coste | 40-90 €/m | 100-150 €/m | 40-75 €/m | 100-200 €/m |
| Facilidad de acceso | Muy alta | Muy alta | Muy alta | Muy alta |
| Facilidad de montaje | Muy alta | Muy alta | Bajo | Muy baja |

CONFINAMIENTO DE PUESTOS DE TRABAJO

Otros sistemas de **confinamiento** aplicados, esta vez, a los **puestos de mando** son:

El **confinamiento** de las **cabinas de mando**

Las **cabinas presurizadas** de **equipos móviles**



Cabina de mando presurizada y aislada

CONFINAMIENTO DE LAS CABINAS DE MANDO

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Diseño de cabinas de mando estancas donde la inyección de aire limpio permite evitar el riesgo pulvígeno

VENTAJAS

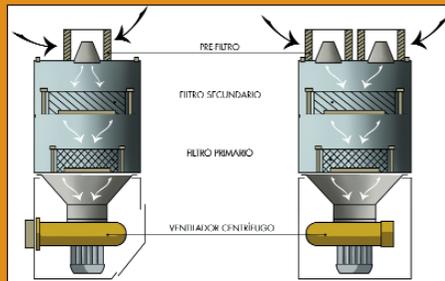
- Muy efectivo
- Alejamiento y aislamiento del trabajador
- Protegen frente al ruido

INCONVENIENTES

- Requieren el mantenimiento del equipo de ventilación, de los cierres y de las juntas
- Es preciso sensibilizar al personal



Cabina de mando de la instalación, aislada contra el polvo



Grupos de presurización

CABINAS PRESURIZADAS DE EQUIPOS MÓVILES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Consiste en alimentar la cabina con aire filtrado asegurando una sobrepresión y la renovación del aire

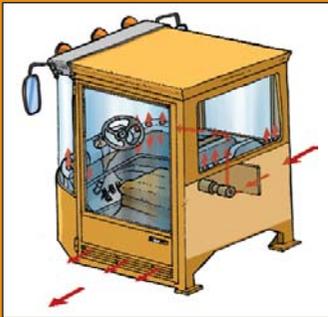
Están climatizadas para evitar abrir ventanas

VENTAJAS

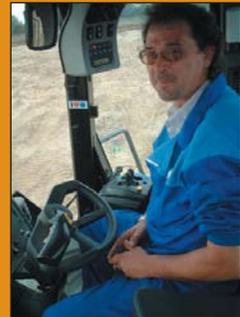
- Muy efectivo
- Aislamiento del trabajador
- Protegen frente al ruido

INCONVENIENTES

- Requieren mantenimiento del equipo de ventilación, de los cierres y de las juntas
- Es preciso sensibilizar al personal: hábito de cerrar ventanillas y puertas
- Limpieza de botas y mono de trabajo



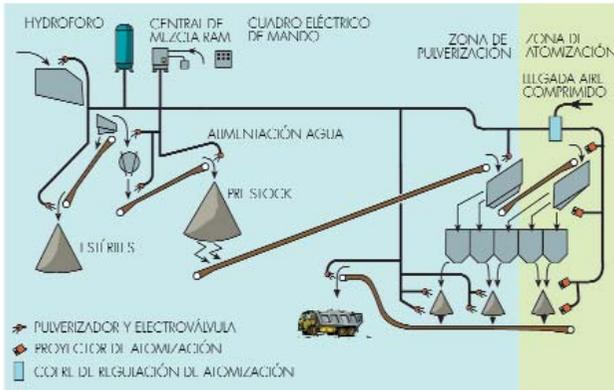
Cabina de equipo móvil presurizada.
Esquema de ventilación



Interior de cabina de
equipo móvil

B. PROCESOS POR VÍA HÚMEDA

Los procesos por vía húmeda y, en especial, los sistemas de pulverización consisten en provocar el **contacto de las partículas de polvo con gotas de agua de pequeño tamaño, de forma que aquellas sedimenten**.



Planta de tratamiento con la instalación de control del polvo integrada

Son dispositivos **muy utilizados para combatir el polvo en canteras**

Dentro de estos sistemas destacan:

| SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA | |
|-----------------------------|--|
| PULVERIZACIÓN DE AGUA | PULVERIZACIÓN DE AGUA |
| | PULVERIZACIÓN DE AGUA CON AGENTES QUÍMICOS |
| | PULVERIZACIÓN DE AGUA CON ESPUMAS |
| CÁMARAS DE NIEBLA | ATOMIZACIÓN POR ULTRASONIDOS |
| | ATOMIZACIÓN POR AGUA A PRESIÓN |
| | ATOMIZACIÓN NEUMÁTICA |

Tienen las **ventajas** de su **menor coste** y de su **gran eficacia** para la reducción del polvo en las instalaciones de beneficio. La inversión es, generalmente, inferior a la de la instalación de captación.

Como **inconvenientes generales**, son destacables:

El **polvo** humedecido queda **retenido** en el **árido**, lo que pudiera afectar a la calidad del producto. No se recuperan finos

El **tamaño** de las **gotas** de **agua** es **muy variable** y generalmente superior al del polvo con el que se tienen que combinar, por lo que se **requiere** una **regulación muy cuidadosa**

Existe riesgo de **colmatación** de las **cribas** si se inyecta demasiada agua

Problemas de **hielo** en épocas invernales

SISTEMAS DE PULVERIZACIÓN DE AGUA

Son **requisitos** importantes a considerar en este tipo de tratamiento:

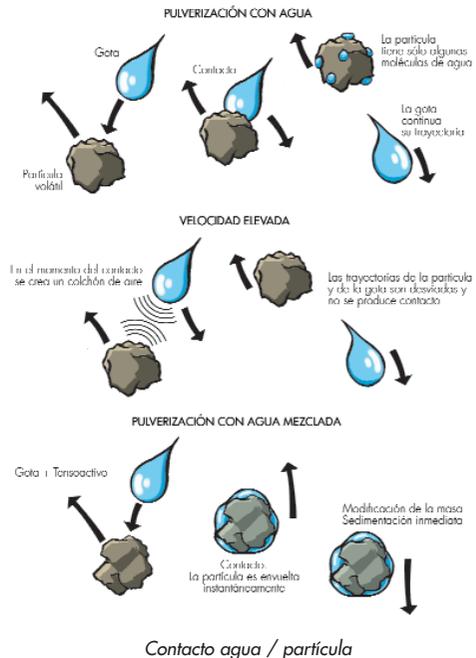
Dimensionar la instalación **para** que el **consumo** de **agua** sea el **mínimo** imprescindible, de acuerdo con el tamaño de partícula y la cantidad de polvo prevista

Instalar un **sistema de puesta en marcha automática** del dispositivo de pulverización con detectores del paso de material

Proteger el conjunto, si es preciso, **contra** las **heladas**

La **mezcla de agua y de tenso activo** ha de ser **constante** e **independiente** del **caudal** precisado

La **situación** de los **puntos de tratamiento** debe estar bien escogida para que se logre el objetivo de control del polvo



SISTEMAS DE PULVERIZACIÓN DE AGUA

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizan una pequeña cantidad de agua para humedecer el material y proceder a la separación del polvo

Constan de una bomba centrífuga de alta presión, circuito de alimentación y un conjunto de difusores

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Es un sistema barato- Su diseño es sencillo- Fácil manejo- Buena reducción del polvo- No necesita mucho carenado | <ul style="list-style-type: none">- Debido a la elevada tensión superficial de las gotas de agua, no se pueden abarcar grandes superficies- Sólo acepta materiales que toleren bien la humedad- Leve modificación de la humedad del material (posible riesgo de obturación de las cribas)- No son utilizables a temperaturas inferiores a 0° C |



Instalación de pulverización en la cabeza de una cinta



Detalle de las cabezas de inyección

SISTEMAS DE PULVERIZACIÓN DE AGUA CON AGENTES QUÍMICOS

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizan una mezcla de agua y agentes tenso activos para aumentar la superficie por unidad de volumen y, por tanto, el contacto agua partícula, esto es, la eficiencia del proceso

Constan de dosificador, bomba, circuito de alimentación y difusores

Puede regularse la dosificación a las necesidades de cada punto

En algunos casos se emplean agentes ligantes que favorecen que las partículas se aglomeren y se depositen (no afecta a los productos)

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Tienen un rendimiento muy superior al sistema de pulverización con agua- Menor consumo de agua que los anteriores (0,1 a 0,5%)- Aplicable en materiales que soportan mal la humedad | <ul style="list-style-type: none">- Costes de inversión más altos (instalación más sofisticada)- Costes de operación altos (aditivos, dosificadores, bombas)- Necesitan bastante mantenimiento |

SISTEMAS DE PULVERIZACIÓN CON ESPUMAS

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Se pulveriza una mezcla de espuma (agua y aire comprimido) y de aditivos químicos (tenso activos), formándose unas pompas de 100 a 200 μm de gran estabilidad que entran en contacto con partículas de entre 1 y 50 μm

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Rendimiento elevado- La variación de la humedad del material es menor que el 0,1% de su peso- Se reduce el riesgo de obturación de cribas | <ul style="list-style-type: none">- Costes de operación altos (aditivos, dosificadores, bombas)- Posible contaminación del producto por los aditivos incorporados- Necesitan bastante mantenimiento- Puede ser preciso recuperar los efluentes para proteger el medio ambiente |

SISTEMAS DE CÁMARAS DE NIEBLA

 Estos dispositivos producen una atomización del agua, de forma que su tamaño sea más próximo al de las partículas de polvo, haciendo que la superficie de contacto polvo / agua sea mucho mayor que en los casos de pulverización y el **rendimiento más elevado**.



Cámara de niebla



Sistema de atomización por ultrasonidos

Ventajas:

-  **Bajo consumo de agua**, reduce los problemas de hielo
-  **No requiere aditivos** químicos
-  **Consumo energético muy inferior** a los sistemas de **aspiración**
-  **Muy eficaz** para el control de la **fracción de polvo respirable**
-  La **eficacia aumenta** si está confinado mediante **capotajes** que eviten el arrastre del agua atomizada por el viento
-  El **tratamiento en el primario** tiene un **efecto beneficioso** al disminuir la humedad en la trituración por el aumento de la superficie específica originada por la rotura del material



La misma explotación: a la izquierda, sistema de atomización desactivado; a la derecha, en operación

Inconvenientes:

-  **Coste más elevado que** el de la **pulverización**
-  Es preciso un cuidadoso **estudio** del **número** de **inyectores** y de su **posición**

 Los **capotajes** han de estar **correctamente diseñados** para ralentizar el polvo y aumentar el tiempo de contacto agua / polvo

 Para evitar las obstrucciones de los inyectores, es **imprescindible filtrar el agua de alimentación** y realizar un mantenimiento preventivo

SISTEMAS DE ATOMIZACIÓN POR AGUA A PRESIÓN

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizan agua a elevada presión que atraviesa un orificio calibrado, obteniéndose micro gotas de entre 40 y 150 μm de diámetro

Cabezas de atomización rectangulares o esféricas de acero o de aleaciones especiales

VENTAJAS ESPECÍFICAS

- Las anteriores

INCONVENIENTES ESPECÍFICAS

- Mantenimiento de los inyectores

SISTEMAS DE ATOMIZACIÓN POR ULTRASONIDOS

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizan una mezcla de agua y de ultrasonidos producidos por la acción de aire comprimido en una cámara de resonancia que atomiza el agua (entre 1 y 50 μm de diámetro) y la carga eléctricamente facilitando su adherencia a las partículas de polvo

VENTAJAS ESPECÍFICAS

- Escaso mantenimiento (atomizadores autolimpiadores)
- Las micro gotas de agua tienen el tamaño adecuado para entrar en contacto con el polvo

INCONVENIENTES ESPECÍFICAS

- Conviene situarlo en áreas carenadas no expuestas al viento

SISTEMAS DE ATOMIZACIÓN NEUMÁTICA

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizan aire comprimido como impulsor del agua a través de orificios de pequeña sección

VENTAJAS ESPECÍFICAS

- Las anteriores

INCONVENIENTES ESPECÍFICAS

- Mantenimiento de los inyectores

C. CAPTADORES DE POLVO

 Son unos dispositivos que limpian el aire de polvo por medio de un **ventilador** que **extrae** el **aire** cargado de partículas de polvo. Este aire es conducido a un **colector** de donde sale ya limpio.

 Son elementos comunes en estos sistemas:

-  La **aspiración**
-  La **red de tuberías**
-  El **dispositivo de separación**



Sistema de captación

| CAPTADORES DE POLVO | |
|------------------------------|---|
| ASPIRACIÓN | GENERAL |
| | POR EQUIPO |
| | POR FOCO |
| | MANUAL |
| TUBERÍAS Y CANALIZACIONES | |
| SEPARADORES MECÁNICOS | GRAVITATORIOS |
| | INERCIALES |
| | CICLONES SIMPLES |
| | MULTICICLONES |
| SEPARADORES HIDRÁULICOS | ASPIRADORES SEPARADORES EN VÍA SECA |
| | DE LÁMINA DE AGUA |
| | CICLONES EN VÍA HÚMEDA |
| SEPARADORES ELECTROESTÁTICOS | VENTURIS LAVADORES |
| | PRECIPITADORES ELECTROESTÁTICOS |
| | CÁMARAS DE NIEBLA CARGADAS ELECTROESTÁTICAMENTE |
| SEPARADORES POR FILTRACIÓN | FILTROS DE MANGAS CON AGITADORES MECÁNICOS |
| | FILTROS DE MANGAS DE AIRE REVERSIBLE |
| | CON TOBERA DE AIRE REVERSIBLE |
| | EQUIPOS AUTÓNOMOS DE FILTRACIÓN |

ASPIRACIÓN

La aspiración consiste en la **creación de una depresión** en el **punto de producción de polvo**, para lo cual es preciso que éste se encuentre **confinado** o que se disponga de una **campana extractora** y contar con un **ventilador** que produzca la **depresión**.

Puede hacerse de formas diferentes, tal y como se refleja en los cuadros siguientes:

Sistema de aspiración en cinta transportadora



ASPIRACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El aire captado en **distintos puntos** de una **instalación totalmente carenada** se dirige hacia un sistema común de separación del polvo

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Pueden tratarse numerosos puntos simultáneamente- Es posible renovar el aire en el interior de la instalación | <ul style="list-style-type: none">- Inversión importante- Sólo se aspiran las fracciones de polvo más finas, ya que las más gruesas se depositan- Protege parcialmente al personal y a los equipos situados en el interior de la instalación- Requiere un carenado costoso que sea estanco |

ASPIRACIÓN POR EQUIPO

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cada equipo está **aislado** por un recubrimiento estanco donde se extrae el aire polvoriento que se envía hacia un sistema de separación común a los distintos equipos

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Requiere menor potencia instalada que el sistema centralizado- Buen grado de protección de los trabajadores | <ul style="list-style-type: none">- Inversión más importante- Los recubrimientos estancos de los equipos pueden ser incompatibles con la supervisión continua de los mismos- Los elementos mecánicos de los equipos no están protegidos |

ASPIRACIÓN POR FOCO

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En las **proximidades** de cada **foco emisor** de polvo se coloca una **campana extractora** que crea una depresión

El aire con polvo que se extrae se envía hacia un sistema de separación común a los distintos equipos

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Se emplea cuando la construcción de un capotaje no es posible o puede dificultar las operaciones- Fácil instalación- Eficaz para la protección de los trabajadores | <ul style="list-style-type: none">- La campana no es totalmente estanca, luego requiere mayor caudal de aspiración |

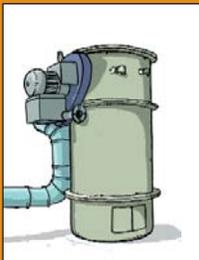
ASPIRACIÓN MANUAL

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En las partes carenadas de la instalación se coloca un dispositivo de aspiración industrial que se opera manualmente por un operario para retirar el polvo depositado en las superficies del suelo y de los equipos

El aire con polvo que se extrae se envía hacia un sistema de separación común a los distintos equipos o bien el propio equipo dispone de su sistema de separación

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Evita las labores de limpieza en vía húmeda y el consiguiente tratamiento de los lodos | <ul style="list-style-type: none">- Poco empleado en explotaciones de áridos- Es una actuación a realizar periódicamente |

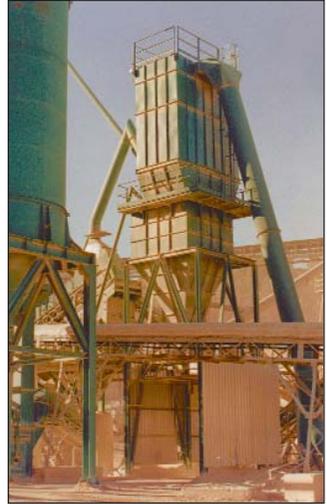


Aspirador industrial

RED DE TUBERÍAS

La red de tuberías conduce el polvo aspirado hasta los dispositivos de separación.

- El **dimensionamiento** de esta red es esencial para un correcto funcionamiento:
 - Depende del **caudal** y de la **velocidad del aire** (si es muy rápida se producirá abrasión; si es lenta, existe el riesgo de obstrucción)
 - Los **cambios de dirección** no han de ser bruscos
 - Han de determinarse las **pérdidas de carga** para mantener la velocidad en todo el circuito
- Es recomendable un **circuito simétrico** y de **longitud mínima**



Vista de las tuberías de las aspiración

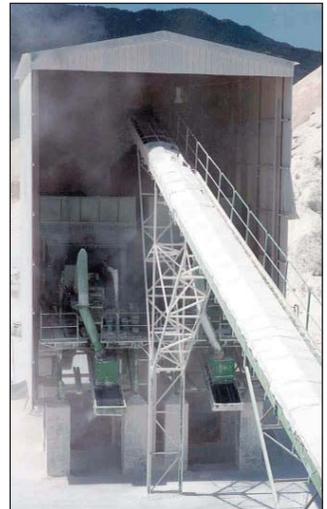
DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN DEL POLVO

Existen **cuatro grandes grupos** de dispositivos para la separación del polvo:

- Mecánico
- Hidráulico
- Electroestáticos
- Por filtración

La **elección** del captador más adecuado se realiza de acuerdo con los **criterios** siguientes:

- La **concentración** de polvo en el aire aspirado
- La **granulometría** del polvo
- La **abrasividad** del polvo



Instalación semicarenada, con sistemas de captación

 **Recomendaciones generales** para la captación:

 **Clasificar** las **distintas** partes de la planta de tratamiento en **áreas** simples: Trituración primaria, trituración secundaria y cribado, molienda y cribado

 **Para cada área:**

- Determinar la **capacidad nominal** en **toneladas por hora** y **estimar** la **producción** de **partículas menores de 100 μm** en toneladas por hora
- **Estimar** la proporción de **finos en suspensión**
- **Evaluar** el **caudal de aire de aspiración necesario** de forma que la masa de partículas en suspensión sea de entre 10 y 20 g/m³
 - Un caudal de aspiración excesivo arrastrará partículas que normalmente se mantendrían en el flujo de áridos
- Considerar que la **velocidad de aspiración** ha de ser de entre 2 y 3 m/s en el punto de aspiración y entre 25 y 30 m/s en las canalizaciones. Una velocidad excesiva produce:
 - Problemas de desgaste
 - Un aumento de la potencia consumida
 - Mayores costes de operación

 **Ventajas** generales de los sistemas de captación:

 **Evitan** (o reducen considerablemente) la utilización de agua

 **No** requieren **aditivos**

 Se **recuperan los finos**

 Pueden **separarse** las **fracciones nocivas para la salud** (menores de 10 μm)

 Es generalmente la técnica más **adecuada** para resolver las emisiones de polvo en las **operaciones del terciario**

 **Inconvenientes** generales de los sistemas de captación:

 El **coste** de **mantenimiento** de la aspiración puede ser **elevado**

 El **coste** de los **dispositivos** de aspiración es elevado

 Los filtros de mangas requieren un **mantenimiento** muy frecuente para conservar su eficacia

SEPARADORES MECÁNICOS

🐜 Separan el polvo gracias a la **fuerza centrífuga y/o a la gravedad**.

🐜 Se emplean como etapa previa al desempolvado para recuperar la fracción de polvo susceptible de ser comercializada.

🐜 Sus **ventajas** son:

🐜 Diseño **sencillo**

🐜 **Bajo coste** de **mantenimiento** y de **operación**

🐜 Pérdida de carga pequeña

🐜 Como **inconvenientes**, destacan:

🐜 Al ser **poco eficaces** para actuar sobre la **fracción más fina** del polvo respirable, pueden requerir de dispositivos complementarios

🐜 **Abrasión** a velocidades elevadas

🐜 **Difícil limpieza**

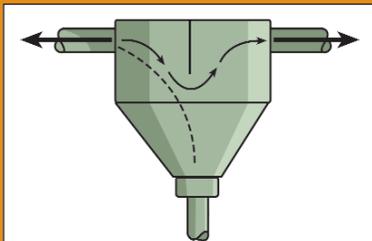
🐜 **Acumulación** de **partículas** en las proximidades de los obstáculos

SEPARADORES GRAVITATORIOS

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La separación se produce por un brusco **aumento** en la **sección de la aspiración**, que origina una súbita **pérdida de velocidad** y la deposición de las partículas de mayor peso

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--------------|---|
| - Bajo coste | - Poco eficaz para el polvo respirable - Requiere un gran tamaño para separar partículas de pequeño tamaño |



Esquema de una cámara deflectora

SEPARADORES INERCIALES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La separación se produce por un brusco **cambio de dirección** en la aspiración, que origina una súbita **pérdida de velocidad** y la deposición de las partículas de mayor peso

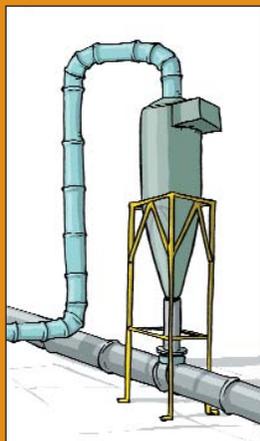
| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Bajo coste | <ul style="list-style-type: none">- Poco eficaz para el polvo respirable. Sólo separa partículas mayores de 20 μm |

COLECTORES CENTRÍFUGOS: CICLONES SIMPLES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Dispositivos cilindro cónicos donde se hace llegar el aire cargado de polvo de forma tangencial. El rendimiento de la captación varía en función del diámetro de las partículas

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Pueden emplearse para eliminar partículas de un tamaño determinado- Aumentan el rendimiento del proceso utilizados como prelimpiadores- No presentan partes móviles susceptibles al desgaste.- No requieren apenas mantenimiento | <ul style="list-style-type: none">- Erosión y desgaste- Reducen su rendimiento si disminuye el flujo de aire- Disminuye el rendimiento de separación si aumentan la viscosidad o la densidad del polvo- Baja eficiencia para el polvo respirable |



Ciclón

COLECTORES CENTRÍFUGOS: CICLONES MÚLTIPLES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Empleo de ciclones múltiples en paralelo situados en el interior de un recinto en depresión

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Eficiencia superior a la de los ciclones simples- Caída menor de presión si se utilizan como prelimpiadores- No presentan partes móviles | <ul style="list-style-type: none">- Ocupan mayor espacio que los simples- Obstrucción de los tubos- Baja eficiencia para el polvo respirable- No separan polvo adherente |

COLECTORES CENTRÍFUGOS: ASPIRADORES SEPARADORES EN VÍA SECA

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Empleo de aspirador de turbina para centrifugar el aire con polvo. El polvo se adhiere a los álabes y desliza sobre ellos evacuándose por la parte inferior

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Eficiencia superior a la de los anteriores | <ul style="list-style-type: none">- Elevado desgaste de los elementos móviles con polvo abrasivo |

SEPARADORES HIDRAÚLICOS

 Las partículas de polvo se ponen en contacto con una lámina de agua.

 **Poco empleados en canteras y graveras.**

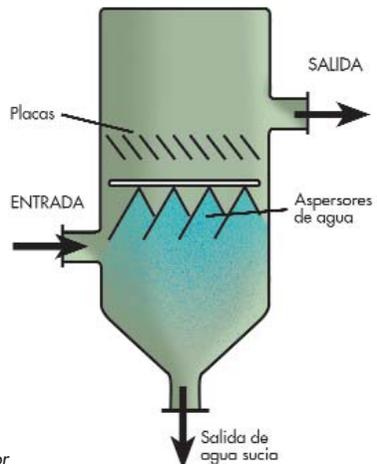


Diagrama de un lavador

LAVADORES DE GASES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Utilizan el agua pura o líquidos limpiadores, sobre los que se hace pasar el aire polvoriento. Al humidificarse éste, se produce la separación del polvo.

Pueden ser de varios tipos:

- Baja energía (tratan grandes cantidades de polvo)
- Ciclones en vía húmeda, similares a los de vía seca pero con un inyector axial de agua (eficaz con partículas > 5 μm)
- Media y alta energía (Rendimiento bueno para el polvo respirable)
- Muy alta energía (Rendimiento dependiente de la caída de presión)

VENTAJAS

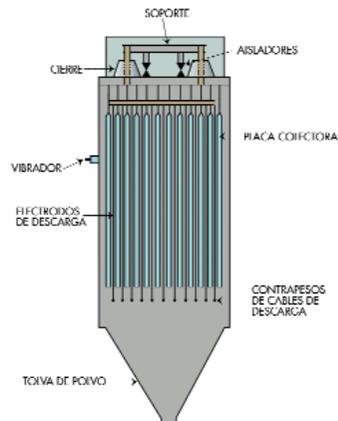
- Poseen una gran eficacia con las partículas menores de 40 μm
- Son de pequeño tamaño
- Necesitan un volumen reducido de agua: La humedad proporcionada al producto es del orden del 0,1% de su peso
- Coste bajo
- Temperatura de trabajo elevada
- Admiten elevados porcentajes de humedad
- Eliminan partículas adherentes y pegajosas

INCONVENIENTES

- Elevado consumo energético para alcanzar una eficacia satisfactoria sobre partículas de pequeño diámetro
- Costes de operación elevados
- Costes de mantenimiento altos
- El rendimiento empeora debido a turbulencias
- La efectividad depende de que existan cerramientos estancos
- Leve modificación de la humedad del material
- Prelimpiador para contenidos grandes de polvo
- Problemas de erosión

PRECIPITADORES ELECTROESTÁTICOS

 Son sistemas poco empleados en canteras y graveras



Corte esquemático de un precipitador electrostático

PRECIPITADORES ELECTROESTÁTICOS

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Se basan en las fuerzas electrostáticas para separar el polvo: El aire atraviesa una cámara de ionización donde el polvo se carga positivamente. A continuación se le somete a un campo eléctrico que atrae a las partículas cargadas. Pueden ser precipitadores de alto voltaje en una etapa (de placas o tubulares) y de bajo voltaje en dos etapas.

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Rendimientos próximos al 100% (aumenta con el tamaño del precipitador)- Bajos costes de operación- Pequeñas caídas de presión- Temperatura de trabajo elevada- Bajo consumo energético- Pueden procesar grandes volúmenes de aire- No consumen agua- Son eficaces con todo el espectro de partículas | <ul style="list-style-type: none">- Ocupan gran espacio- Elevado coste de instalación- Sólo son eficaces con bajas concentraciones de polvo- Mala respuesta a las variaciones de concentración y de tamaño de partículas- Requieren personal especializado- Necesitan protecciones contra altos voltajes |

CÁMARAS DE NIEBLA CARGADA ELECTROESTÁTICAMENTE

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Se basan en las fuerzas electrostáticas para separar el polvo.

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Buen rendimiento cuando en la nube de polvo predominan cargas positivas y negativas- No se produce contaminación química del material- La humedad añadida al producto no supera el 0,5% de su peso | <ul style="list-style-type: none">- Costes de capital elevados- El equipo necesita aislamientos- Mantenimiento frecuentes- No es recomendable en ambientes con alto riesgo de explosión- Se trabaja con altos voltajes |

SEPARADORES POR FILTRACIÓN

Sistemas empleados con frecuencia en canteras y graveras

FILTROS DE MANGAS CON AGITADOR MECÁNICO

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La separación del polvo se produce al hacer pasar el aire aspirado a través de un filtro poroso. Tienen tres zonas: una de aire sucio, otra de aire limpio y otra de recogida del polvo

Periódicamente se sacuden los filtros mecánicamente para que el polvo retenido se separe y caiga en una tolva, evacuándolo por una válvula alveolar, un tornillo sin fin, etc.

Los filtros pueden ser de algodón, tergal, fibra de vidrio, vinilo, etc.

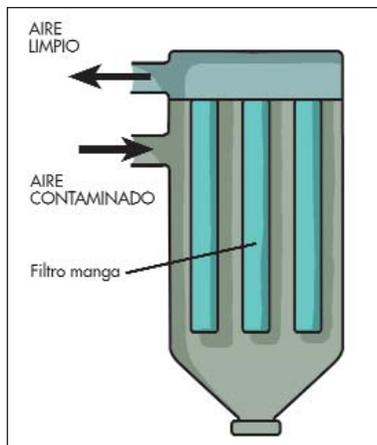
En ocasiones están asociados a un ciclón previo

VENTAJAS

- Operación sencilla
- Alto rendimiento (hasta 99,9%) de captura para polvo respirable
- Menor caída de presión que otros colectores para el mismo rendimiento
- Muy resistentes: soportan intensos ciclos de limpieza
- Muy adecuados para polvo poco abrasivo (calizo)

INCONVENIENTES

- Ocupan gran espacio
- Temperatura de trabajo limitada
- Velocidad baja de paso de aire por la manga
- Más caros que los ciclones



Sección de un filtro de mangas



Sistema de filtros de mangas

FILTROS DE MANGAS DE AIRE REVERSIBLE

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El aire con polvo pasa por el interior de las mangas y sale al exterior de éstas quedando las partículas retenidas en el interior.

En el ciclo de limpieza, se introduce aire a contracorriente. La presión que se produce sobre el tejido de las mangas hace que el polvo caiga por gravedad a la tolva inferior.

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Rendimiento superior al de otros colectores- Eficaz para la fracción de polvo respirable- Temperaturas de trabajo elevadas- Muy adecuados para polvo poco abrasivo (calizo) | <ul style="list-style-type: none">- Ocupan gran espacio- Necesitan un mayor número de limpiezas para su mantenimiento que los filtros con agitador mecánico- Baja velocidad de paso del aire por la manga (inferior a la del tipo de agitador mecánico)- Necesidad de nuevas filtraciones del aire limpio- Más caros que los ciclones |

FILTROS DE MANGAS CON TOBERA DE AIRE REVERSIBLE

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Similar principio de funcionamiento que los anteriores pero la limpieza de los filtros se realiza mediante una tobera de aire comprimido que infla bruscamente la manga y separa la torta de polvo retenida en el exterior de la manga

Un controlador de tiempo regula el intervalo entre disparos

La regulación automática del sistema de autolimpieza se realiza con un manómetro diferencial en función de la pérdida de carga detectada

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Son menores que los anteriores- Rendimiento de captura elevado para polvo respirable- Velocidad elevada de paso del aire por la manga- Rendimiento alto- Soportan ciclos intensos de limpieza- El aire remanente es mínimo- Posibilidad de limpieza continua- Menor caída de presión que otros colectores para rendimientos similares- Muy adecuados para polvo poco abrasivo (calizo) | <ul style="list-style-type: none">- Temperaturas de trabajo limitadas- Utilizan aire comprimido seco- Más caros que los ciclones |



Esquema de la limpieza de las mangas por toberas



Filtro de mangas vertical

EQUIPOS AUTÓNOMOS DE FILTRACIÓN

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

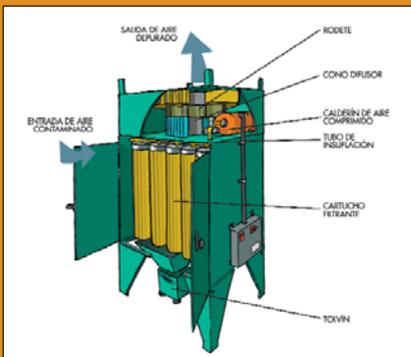
Emplean la tecnología de cartuchos filtrantes, con un separador previo
 Hacen posible controlar el polvo en un foco o grupo de focos
 Un controlador de tiempo regula el intervalo entre disparos
 La regulación automática del sistema de autolimpieza se realiza con un manómetro diferencial en función de la pérdida de carga detectada

VENTAJAS

- Son de pequeño tamaño
- Están insonorizados
- Pueden situarse cerca del foco y requieren menos conductos
- Menor consumo energético
- Coste menor que los anteriores
- Rendimiento de captura elevado para polvo respirable
- Mantenimiento reducido
- Fácil acceso para inspección

INCONVENIENTES

- Baja capacidad de almacenamiento



Esquema de un equipo autónomo de filtración

D. OTROS MECANISMOS

 Otros mecanismos disponibles que pueden aplicarse para el control del polvo son:

-  La regulación automática de la planta
-  La limpieza en húmedo
-  El mantenimiento

REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA PLANTA

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Permite el alejamiento y aislamiento del operario- Optimiza el proceso- Regula el arranque y la parada de equipos- Evita el funcionamiento en vacío de los equipos- Permite una producción más homogénea- Previene averías- Evita vertidos | <ul style="list-style-type: none">- Coste de implantación- Mantenimiento |



Regulación automática de la planta de tratamiento

LIMPIEZA EN HÚMEDO

PRINCIPIO

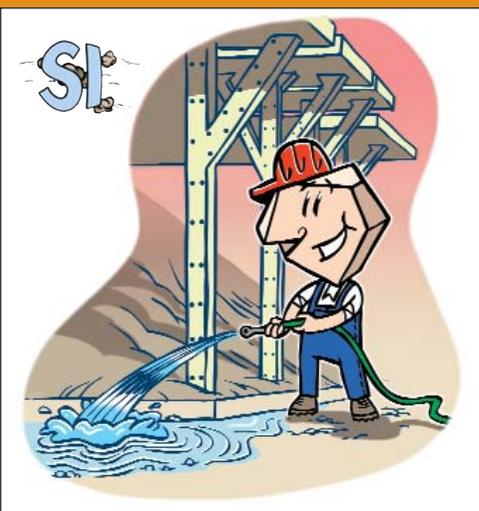
Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

VENTAJAS

- Efectiva
- Evita poner en suspensión el polvo depositado

INCONVENIENTES

- Ha de realizarse con la instalación parada y sin tensión eléctrica
- Es preciso el tratamiento del lodo resultante
- Requiere proteger las partes sensibles de los equipos y los cuadros eléctricos
- Riesgo de resbalar



La limpieza con agua a presión, evita la puesta en suspensión del polvo

MANTENIMIENTO

PRINCIPIO

Operación imprescindible que garantiza el buen funcionamiento de todos los dispositivos de control del polvo instalados

VENTAJAS

- Efectiva
- Aumenta la vida útil de los dispositivos
- Evita poner en suspensión el polvo depositado

INCONVENIENTES

- Ninguno

E. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Las medidas de organización del trabajo son esenciales para prevenir y controlar la generación de polvo

Permiten mantener la eficiencia del proceso y de las medidas preventivas implantadas, así como asegurar la protección de los trabajadores y del medio ambiente



SI

Comprueba el correcto funcionamiento de los equipos

Entre estas medidas cabe destacar:

Alejamiento del foco; cabinas aisladas y ventiladas



Mantener cerradas las puertas y las ventanillas evita que te espongas al polvo

Limitar el tiempo de permanencia en zona de riesgo

- 👷 Trabajos de mantenimiento con la planta parada -si es posible- y esperando a que el polvo se disperse
- 👷 Formación de los trabajadores
- 👷 Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
- 👷 Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo



SI

Las medidas preventivas son tus armas frente al polvo

- 👷 Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Inspecciones periódicas



SI

Cierra los equipos cuando acabes de revisarlos

-
- 👷 Cierre de los carenados y de los capotajes tras las intervenciones
 - 👷 Empleo de EPIs y de señalización sobre su utilización
 - 👷 Control de derrames
 - 👷 Labores de limpieza



Colabora a mantener limpia la planta de tratamiento

- 👷 Control del régimen de funcionamiento de los equipos

6. FUENTES DE EMISIÓN DE POLVO Y MEDIOS DE LUCHA CONTRA EL POLVO EN LA EXPLOTACIÓN

ESQUEMA DE CONTENIDOS

¿DENTRO DE UNA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS, CUÁLES SON LOS FOCOS PRODUCTORES DE POLVO EN CADA ACTIVIDAD?

¿CUÁLES SON LOS **PRINCIPIOS DE LUCHA CONTRA EL POLVO** APLICABLES A UNA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS?
¿QUÉ **TIPOS DE DISPOSITIVOS** EXISTEN?

VENTAJAS

INCONVENIENTES

**CRITERIOS
DE SELECCIÓN**

RECOMENDACIONES

¿QUÉ FACTORES AUMENTAN O DISMINUYEN LA EMISIÓN DE POLVO?

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

DESCUBIERTA DEL TERRENO Y RESTAURACIÓN

PERFORACIÓN (CANTERAS)

VOLADURA (CANTERAS)

ARRANQUE Y CARGA DE MATERIALES

ESCOMBRERAS Y TALUDES

TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES CON EQUIPOS MÓVILES

 Las medidas de control del polvo en la explotación que se describen a continuación son **aplicables** tanto desde el punto de vista de la **protección de la salud** de los trabajadores como **medioambiental**.

 En cada caso habrá que determinar cuál o cuáles son las más adecuadas para los fines de control efectivo del polvo.

 Como orientación sobre las **concentraciones de polvo** y los **contenidos**

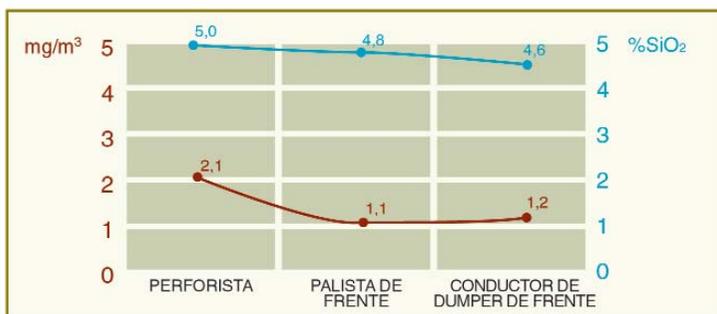
en silice libre, en **puestos de trabajo del frente** de explotación, el cuadro siguiente recoge los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Silicosis, en el año 2001:

CONTROL DEL POLVO EN PUESTOS DE TRABAJO DE LA EXPLOTACIÓN

Resultados 2001

| PUESTO DE TRABAJO | Nº MUESTRAS | mg/m ³ | %SiO ₂ |
|-------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| PERFORISTA | 996 | 2,1 | 5 |
| PALISTA DE FRENTE | 3390 | 1,1 | 4,8 |
| DUMPER DE FRENTE | 1802 | 1,2 | 4,6 |

Fuente: Memoria 2001 del Instituto Nacional de Silicosis



CONCENTRACIÓN DE POLVO Y CONTENIDO DE SÍLICE EN PUESTOS DE TRABAJO DEL FRENTE 2001



La mayor concentración de polvo se registra en el caso del perforista, el doble que en los otros casos

El contenido en sílice es similar en los tres casos



CONCENTRACIÓN DE POLVO Y CONTENIDO DE SÍLICE EN PUESTOS DE TRABAJO DEL FRENTE. ESTUDIO TÉCNICO-MÉDICO ASTURIAS 2002

A. DESCUBIERTA DEL TERRENO

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|---|--|-------------------------------------|
| <p>La descubierta del terreno, así como el reacondicionamiento del terreno (vertido de estériles y extensión de la tierra vegetal) pueden generar emisiones de polvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por liberación de partículas finas depositadas sobre el suelo o por los propios trabajos de decapado y escarificado - Por la creación y mantenimiento de los cordones de tierra vegetal y de las escombreras temporales | <ul style="list-style-type: none"> - El decapado y escarificado son trabajos de preparación de nuevas áreas a explotar, por lo que su frecuencia es baja (mayor en una gravera que en una cantera): fente puntual (móvil) e intermitente - El reacondicionamiento es también una fente puntual (móvil) e intermitente - Los terrenos descubiertos son una fuente no puntual permanente | Bajo | Bajo |

FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO

- Un clima seco
- La presencia de viento
- La friabilidad de la roca
- La humedad natural del terreno y de la roca

MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO

ELEGIR LAS ÉPOCAS CLIMATOLÓGICAS MÁS FAVORABLES

- Consiste en planificar estos trabajos para realizarlos fuera de periodos secos con vientos fuertes
- **Ventajas:** Es efectivo
- **Inconvenientes:** Normalmente no es posible ese tipo de planificación, por lo que no es siempre factible

CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO 40

- Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Modos operativos que reduzcan la generación de polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Alejamiento de la zona de riesgo
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Retirada de la capa de tierra vegetal

B. PERFORACIÓN

 Actividad que únicamente tiene lugar en las canteras, consistente en la realización de los barrenos para el disparo de la voladura

 La ITC 07.1.04 señala que *“la perforación, en cualquiera de sus modalidades, debe realizarse con inyección de agua o con dispositivos de captación de polvo”*

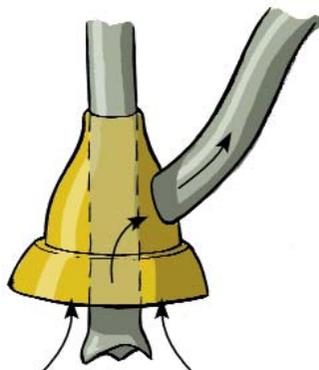
| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|---|--|-------------------------------------|
| Durante la perforación, cerca del 20% del volumen de la roca perforada se transforma en polvo | - Fuente puntual (fija) semi permanente: la frecuencia de la operación es variable | Alto (Canteras) Nulo (Graveras) | Bajo (Canteras) Nulo (Graveras) |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - La friabilidad de la roca - La presencia de viento - La humedad natural del terreno y de la roca | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Consisten en inyectar una pequeña cantidad de agua al aire de barrido (0,5 litros / minuto). - Ventajas: Técnica eficaz y relativamente barata; Permite mejorar las condiciones de trabajo - Inconvenientes: Es preciso disponer de una cantidad suficiente de agua; Reduce la vida útil de la perforación; Disminuye la velocidad de la perforación; En climas fríos, pueden surgir problemas de congelación del agua | | | |
| SISTEMAS DE CAPTACIÓN DEL POLVO  47 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Se realiza con una campana de aspiración de manguera flexible, acompañado de un ciclón (que separa las partículas más gruesas), un filtro (para las partículas finas) y un ventilador - Ventajas: Técnica muy eficaz y de menores costes de mantenimiento y de perforación; Las velocidades de perforación se adaptan a las necesidades del trabajo; Permite mejorar las condiciones de trabajo - Inconvenientes: Para evitar que el polvo aspirado se ponga en suspensión es preciso ensacarlo o retirarlo | | | |
| CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO  40 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado | | | |
| INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a: <ul style="list-style-type: none"> · Modos operativos que reduzcan la generación de polvo · Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo · Condiciones de permanencia en la zona de riesgo · Alejamiento de la zona de riesgo · Empleo de EPIs y de señalización - Ventajas: Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias - Inconvenientes: Ninguno | | | |



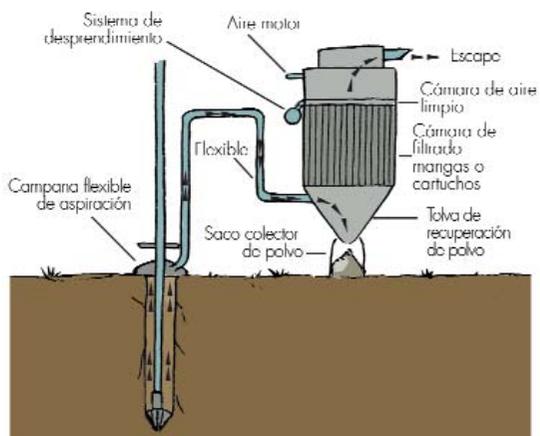
Perforadora con campana de extracción



Equipo de perforación con cabina



Campana de aspiración con conducto flexible



Captación de polvo en la perforación

C. VOLADURAS

 Actividad que **únicamente** tiene lugar en las **canteras**, consistente en la ruptura del macizo rocoso empleando explosivos

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|--|--|--|
| <p>Con la explosión, la roca se fragmenta de forma muy importante en un periodo de tiempo muy corto. Se produce una nube constituida por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La propia rotura de la roca - La puesta en suspensión del polvo depositado en las superficies de la cantera | <p>- Fuente puntual (fija) e intermitente: la producción de polvo depende de las características de la roca y de la frecuencia de las voladuras (variable con el ritmo de producción)</p> | <p>Bajo (Canteras) Nulo (Graveras)</p> | <p>Bajo (Canteras) Nulo (Graveras)</p> |

FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO

- Un clima seco
- La presencia de viento
- La friabilidad de la roca
- La humedad natural del terreno y de la roca

MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO

RETACADO DE LOS BARRENOS

- Consiste en taponar los barrenos con materiales granulares de la propia perforación u otros
- **Ventajas:** Permite reducir las proyecciones y mejorar la eficacia del explosivo
- **Inconvenientes:** Ninguno

RECOGIDA DE DETRITOS DE PERFORACIÓN

- Para evitar que el polvo aspirado en la perforación y no utilizado en el retacado se ponga en suspensión es preciso recogerlo o ensacarlo
- **Ventajas:** Medida también utilizada en la perforación con aspiración; Permite mejorar las condiciones de trabajo
- **Inconvenientes:** Coste

DISEÑO ADECUADO DE LA VOLADURA

- Al objeto de evitar proyecciones y controlar más efectivamente el material arrancado del macizo
- **Ventajas:** Permite mejorar la eficacia de la voladura, optimizando el número de voladuras a dar y el consumo específico de explosivo; Se mejoran las condiciones de seguridad
- **Inconvenientes:** Ninguno

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Modos operativos que reduzcan la generación de polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Alejamiento de la zona de riesgo
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



La voladura es una fuente puntual intermitente

D. ARRANQUE Y CARGA DE MATERIALES

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - La recogida del material disgregado - El desplazamiento del equipo de carga - El vertido en la caja del camión volquete | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (móvil) semi permanente: la producción de polvo depende de las características de la roca y de la frecuencia de la operación de carga de camiones | Bajo | Bajo (Crece con la frecuencia de la operación) |

FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO

- Un clima seco
- La presencia de viento
- La friabilidad de la roca
- La humedad natural del terreno y de la roca

MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO

RIEGO DE LA ZONA DE TRABAJO

- Empleo de sistemas de aspersión o de camiones cubas. En raras ocasiones, se emplea agua con tenso activos
- **Ventajas:** Permite reducir la emisión de polvo
- **Inconvenientes:** Consumo de agua; Dificultad de accesos; Poco efectivo ya que la mayor parte del polvo se produce en zonas fuera del alcance de estos sistemas

CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO 40

- Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Modos operativos que reduzcan la generación de polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Alejamiento de la zona de riesgo
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Cabina de equipo móvil cerrada y climatizada

E. TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES CON EQUIPOS MÓVILES



Operaciones de transporte entre el frente y la planta de tratamiento

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - El peso de los camiones hace que se trituren los materiales de la capa de rodadura de las pistas, originándose finos - Los neumáticos de los camiones transportan pequeñas cantidades de partículas finas que se van depositando durante el recorrido - Si la carga es excesiva pueden producirse derrames de material - El movimiento de aire que produce el paso de los camiones pone en suspensión los materiales anteriormente citados, además de los finos transportados en el propio vehículo | <ul style="list-style-type: none"> - Circulación de camiones: fente puntual (móvil) semi permanente: la producción de polvo depende de la frecuencia de paso - Pistas: fente puntual (lineal) permanente | Bajo | Bajo Crece con la frecuencia de la operación) |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento - La friabilidad de la roca - La carga de los camiones (cantidad, granulometría, etc.) - La velocidad de transporte - El tipo y el estado de la superficie de rodadura | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| RACIONALIZACIÓN DEL TRANSPORTE INTERNO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de un sistema de transporte interno que reduzca el número de desplazamientos, así como las distancias a recorrer - Ventajas: Sistema muy efectivo; Reducción de los costes de operación - Inconvenientes: Coste de la inversión inicial (trazado de pistas, cambio de equipos u otras...) | | | |
| RIEGO DE LAS PISTAS CON AGUA | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Empleo de sistemas de aspersión o de camiones cubas - Ventajas: Sistema muy efectivo; Los sistemas de aspersión pueden acompañarse de mecanismos automáticos de puesta en marcha (detección o temporizadores) - Inconvenientes: Consumo de agua (menor con los aspersores automatizados); Coste de operación; El empleo de camiones cuba supone disponer de personal al efecto; Los aspersores fijos sólo se aplican en pistas permanentes | | | |
| ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Impregnación de las pistas con agentes estabilizadores: <ul style="list-style-type: none"> · Agentes humidificadores · Sales higroscópicas tipo cloruro sódico o cloruro cálcico que captan la humedad del aire y forman una costra resistente · Agentes creadores de costra superficial (lignosulfatos, resinas sintéticas y compuestos derivados del petróleo, en vía húmeda). Mayor resistencia al paso de vehículos pesados - Ventajas: Forman una costra que permite el control del polvo; Comodidad de conducción; Disminución de las vibraciones para los trabajadores; Aumento de la vida útil de los vehículos; Mejora de la seguridad; Economía de mano de obra y de agua - Inconvenientes: Coste; Mantenimiento frente al deterioro por el paso de vehículos muy pesados; Poco utilizada | | | |

TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES CON EQUIPOS MÓVILES *continuación*

EMPLEO DE GEOTEXTILES

- Extensión de geotextiles (láminas filtrantes sintéticas que se utilizan para el control de la erosión y el drenaje sobre las pistas
- **Ventajas:** Favorecen un buen diseño de las pistas y reducen la cantidad de partículas finas liberadas
- **Inconvenientes:** Coste; Poco utilizada (en pistas definitivas y casos muy específicos)

MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA

- Realización de trabajos de conservación de las superficies de rodadura (compactación, eliminación de baches, retirada de piedras y bloques, etc.)
- **Ventajas:** Permite aumentar la vida útil de los elementos de rodadura de los equipos (neumáticos, amortiguadores, etc.); Disminuye los riesgos de accidentes de tráfico
- **Inconvenientes:** Ninguno

LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS EQUIPOS

- Establecimiento de instrucciones de operación y señalización limitando la velocidad; Vigilancia del cumplimiento
- **Ventajas:** Disminuye el riesgo de accidentes de tráfico
- **Inconvenientes:** Afecta al rendimiento del proceso de transporte, por lo que puede requerir su redimensionamiento

CONTROL DEL VOLUMEN EN CARGADO EN LOS CAMIONES

- Control de las cantidades de material cargadas en los camiones y correcta distribución en la caja
- **Ventajas:** Evita la caída de material (pérdida de materia prima); Reduce la frecuencia de mantenimiento de las pistas
- **Inconvenientes:** Ninguno

CREACIÓN DE PANTALLAS VEGETALES

- Plantación de cortinas de arbustos o árboles a lo largo de las pistas más expuestas a los vientos dominantes
- **Ventajas:** Ayuda a confinar el polvo que se produzca e impide que el viento ponga en suspensión el material depositado en las pistas
- **Inconvenientes:** Generalmente sólo es factible en las vías principales permanentes

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

- Empleo de cintas transportadoras con o sin capotaje; puede aplicarse un sistema mixto camión - cinta
- **Ventajas:** Posible reducción de los costes de operación
- **Inconvenientes:** Su implantación puede ser costosa; La viabilidad dependerá de las características particulares de cada explotación; Las características del material transportado pueden hacer necesario otro tipo de medidas

CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO 40

- Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Modos operativos que reduzcan la generación de polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Alejamiento de la zona de riesgo
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Transporte interno



Riego por aspersión de pistas del frente



Pista con pantallas vegetales a ambos lados



Riego de pistas con camiones cuba



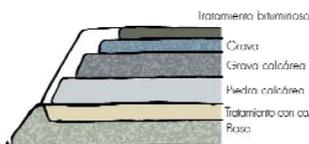
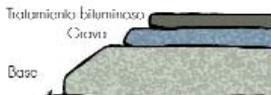
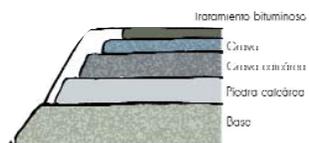
Pistas de acceso a los frentes asfaltadas



Cabina presurizada y climatizada



Una alternativa al transporte interno con camiones: cintas transportadoras con capotajes



Tipos de suelos para pistas



Controlar la carga de camiones previene la formación de polvo



Limitación de velocidad en las pistas

F. ESCOMBRERAS Y TALUDES

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - El material disgregado de las superficies - El vertido de estériles en la escombrera - El movimiento de equipos | <ul style="list-style-type: none"> - Las escombreras y taludes son fuentes no puntuales permanentes: la producción de polvo depende de las características de la roca - Las operaciones de descarga en la escombrera son puntuales (móviles) semi permanentes: la producción de polvo depende de la frecuencia de la operación de descarga de camiones | Bajo | Bajo (Crece con la frecuencia de la operación) |

FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO

- Un clima seco
- La presencia de viento
- La friabilidad de la roca
- La humedad natural del terreno y de la roca

MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO

RIEGO DE LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO

- Empleo de sistemas de aspersión o de camiones cubas
- **Ventajas**: Permite controlar la puesta en suspensión
- **Inconvenientes**: Consumo de agua; Dificultad de accesos; **Poco efectivo** ya que la mayor parte del polvo se produce en zonas fuera del alcance de estos sistemas

PANTALLAS CORTAVIENTO

- Plantación de cortinas de arbustos o árboles en las zonas más expuestas a los vientos dominantes
- **Ventajas**: Ayuda a confinar el polvo que se produzca y dificulta que el viento ponga en suspensión el material depositado
- **Inconvenientes**: Generalmente sólo es factible en puntos muy específicos que no se vean afectados por el avance de los trabajos

REVEGETACIÓN DE LOS TALUDES

- Utilización de la vegetación para fijar las partículas finas al suelo
- **Ventajas**: Solución efectiva; permite controlar la puesta en suspensión
- **Inconvenientes**: Requiere una adecuada selección de las especies para reducir el coste del mantenimiento posterior; Sólo aplicable a áreas que no se vean afectadas por los trabajos

CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO 40

- Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado

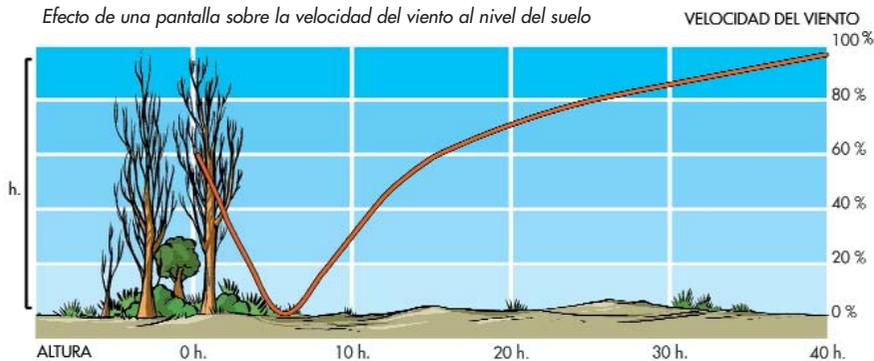
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Modos operativos que reduzcan la generación de polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Alejamiento de la zona de riesgo
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas**: Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes**: Ninguno



Revegetación de taludes

Efecto de una pantalla sobre la velocidad del viento al nivel del suelo



MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA EL POLVO EN LAS EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS CUADRO RESUMEN

| | DESCUBIERTA DEL TERRENO Y RESTAURACIÓN | PERFORACIÓN (CANTERAS) | VOLADURA (CANTERAS) | ARRANQUE Y CARGA DE MATERIALES | ESCOMBRERAS Y TALUDES | TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES CON EQUIPOS MÓVILES |
|--|--|------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|--|
| SISTEMAS DE INYECCIÓN DE AGUA | | X | | | | |
| SISTEMAS DE CAPTACIÓN DEL POLVO | | X | | | | |
| RETACADO DE LOS BARRENOS | | | X | | | |
| RECOGIDA DEL DETRITUS DE PERFORACIÓN | | | X | | | |
| DISEÑO ADECUADO DE LA VOLADURA | | | X | | | |
| REGO DE LA ZONA DE TRABAJO | | | | X | | |
| REGO DE LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO | | | | | X | |
| REVEGETACIÓN DE LOS TALUDES | | | | | X | |
| RACIONALIZACIÓN DEL TRANSPORTE INTERNO | | | | | | X |
| REGO DE LAS PISTAS CON AGUA | | | | | | X |
| ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA | | | | | | X |
| EMPLEO DE GEOTEXTILES | | | | | | X |
| MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA | | | | | | X |
| LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS EQUIPOS | | | | | | X |
| CONTROL DEL VOLUMEN CARGADO EN LOS CAMIONES | | | | | | X |
| CREACIÓN DE PANTALLAS VEGETALES | | | | | X | X |
| MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE | | | | | | X |
| ELEGIR LAS ÉPOCAS CLIMATOLÓGICAS MÁS FAVORABLES | X | | | | | |
| CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO | X | X | | X | X | X |
| INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN | X | X | X | X | X | X |

7. FUENTES DE EMISIÓN DE POLVO Y MEDIOS DE LUCHA CONTRA EL POLVO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO

ESQUEMA DE CONTENIDOS

¿CUÁLES SON LAS **FUENTES DE EMISIÓN DE POLVO** EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS?

¿QUÉ **FACTORES** PUEDEN **AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO** EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS?

¿CUÁLES SON LAS **MEDIDAS COLECTIVAS DE PREVENCIÓN** CONTRA EL POLVO **PARA CADA TIPO DE EQUIPO**?

VENTAJAS

INCONVENIENTES

**CRITERIOS
DE SELECCIÓN**

RECOMENDACIONES

ESQUEMA DEL CAPÍTULO

TOLVA DEL PRIMARIO

TRANSPORTE INTERNO CON CINTAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES

TRITURACIÓN Y MOLIENDA

ALIMENTACIÓN

CLASIFICACIÓN

LAVADO

ALMACENAMIENTO EN SILOS Y CARGA DE CAMIONES

PARQUE DE ÁRIDOS Y CARGA DE CAMIONES

EXPEDICIÓN

LABORATORIO



Este capítulo desarrolla las **medidas de protección colectiva** frente al polvo que pueden ser aplicadas **en las diferentes fases de la planta de tratamiento**



En cada caso, habrá que determinar cuál o cuáles son las más adecuadas para los fines de control efectivo del polvo.

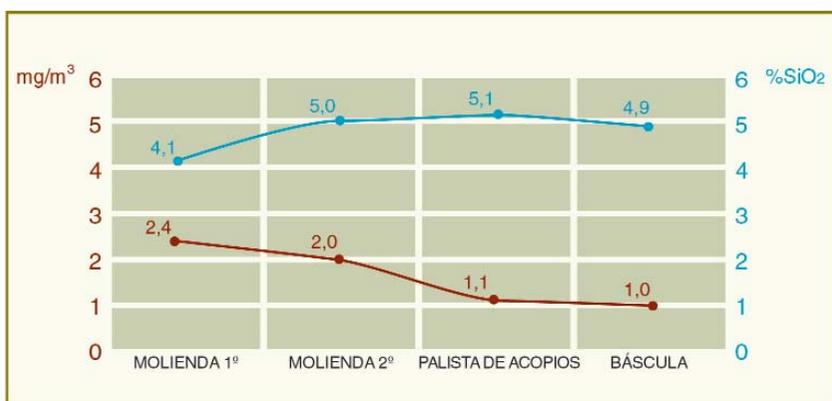
Como orientación sobre las concentraciones de polvo y los contenidos de sílice libre, en puestos de trabajo de la planta de tratamiento de áridos, el cuadro siguiente recoge los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Silicosis, en el año 2001:

VALORES MEDIOS DE CONTROL DEL POLVO EN PUESTOS DE TRABAJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Resultados 2001

| PUESTO DE TRABAJO | Nº MUESTRAS | mg/m ³ | %SiO ₂ |
|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| MOLIENDA 1ª | 835 | 2,4 | 4,1 |
| MOLIENDA 2ª | 222 | 2 | 5 |
| PALISTA DE ACOPIOS | 1236 | 1,1 | 5,1 |
| BÁSCULA | 163 | 1 | 4,9 |

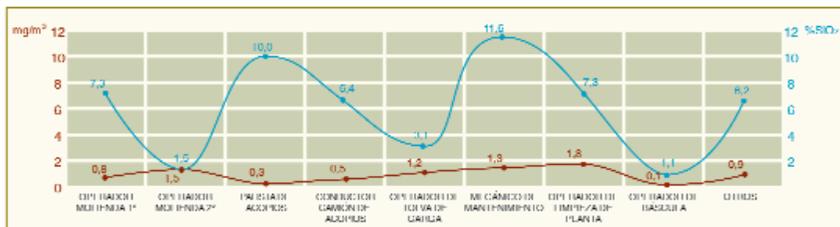
Fuente: Memoria 2001 del Instituto Nacional de Silicosis



VALORES MEDIOS DE LA CONCENTRACIÓN DE POLVO Y CONTENIDO EN SÍLICE EN PUESTOS DE TRABAJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO 2001

La mayor concentración de polvo se registra en el caso de la trituración y la molienda, el doble que en los otros casos

El contenido en sílice es similar en todos los casos, en torno al 5%



CONCENTRACIÓN DE POLVO Y CONTENIDO EN SÍLICE EN PUESTOS DE TRABAJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS. ESTUDIO TÉCNICO-MÉDICO ASTURIAS 2002

EMISIÓN DE POLVO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO

| | SIN MEDIDAS PREVENTIVAS | ELIMINACIÓN EN VÍA HÚMEDA | REDUCCIÓN TEÓRICA |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| | kg/1000 t | | % |
| CRIBADO | 7,60 | 0,400 | 95 |
| TRITURACIÓN | 1,20 | 0,290 | 76 |
| MOLIENDA | 7,50 | 1,000 | 87 |
| CRIBADO DE FINOS | 36,00 | 1,100 | 97 |
| PUNTO DE TRANSFERENCIA ENTRE CINTAS | 0,72 | 0,022 | 97 |

Fuente: EPA (1998)



A. TOLVA DEL PRIMARIO

 La alimentación de la planta de tratamiento se realiza a través de la tolva del primario

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|--|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Descarga de la roca transportada por los dumpers (la más importante) - Precribado - Alimentación del material | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (fija) semi permanente durante las horas de producción | Medio-Bajo | Medio |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento (las tolvas suelen situarse en un punto elevado) - Un bajo grado de humedad del árido | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CARENADO  37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Carenado de la tolva orientada de acuerdo con los vientos dominantes | | | |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA  41 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la descarga del producto, si es factible - Accionado automáticamente o por un operario | | | |
| CAPTADORES DE POLVO  47 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la descarga del producto, si es factible | | | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO  60 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vigilancia de la operación de descarga de los dumpers para prevenir atascos y derrames - Ventajas: Es efectivo; Favorece un correcto proceso - Inconvenientes: Ninguno | | | |
| DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Centralizar los mandos de la instalación en una cabina aislada dotada de sistemas de renovación de aire filtrado - Supervisión por control remoto - Ventajas: Es efectivo; Ayuda a prevenir los problemas derivados de la exposición al ruido; Alejamiento del operario - Inconvenientes: Coste de instalación | | | |
| LIMPIEZA EN HÚMEDO  61 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente | | | |

TOLVA DEL PRIMARIO *continuación*

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Arranque y parada de los sistemas de protección contra el polvo
 - Mantenimiento de los sistemas de protección contra el polvo
 - Control de derrames
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Dispositivo de atomización con sensores automáticos en la tolva del primario



Semicarenado de la tolva del primario

B. TRANSPORTE INTERNO CON CINTAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES

 Desplazamiento del material entre el frente y la planta o, dentro de ésta, entre los diferentes equipos

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|---|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - La alimentación del material - La propia cinta, en toda su longitud - Los puntos de transferencia - El retorno de la cinta | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (lineal) permanente durante las horas de producción | Medio-Alto | Medio |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento - La friabilidad de la roca - La granulometría del material transportado - Un bajo grado de humedad del árido - La velocidad de la cinta - Las alturas de caída en los puntos de transferencia y en los acopios - Un incorrecto dimensionamiento de la banda | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CAPOTAJE DE LAS CINTAS  38 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la alimentación, en toda la longitud de la cinta y en el punto de transferencia o de vertido | | | |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA  41 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la alimentación del material y en los puntos de transferencia o de vertido | | | |
| CAPTADORES DE POLVO  47 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - A lo largo de la cinta | | | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO  60 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención | | | |
| DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Centralizar los mandos de la instalación en una cabina aislada dotada de sistemas de renovación de aire filtrado - Supervisión por control remoto - Ventajas: Es efectivo; Ayuda a prevenir los problemas derivados de la exposición al ruido; Alejamiento del operario - Inconvenientes: Coste de instalación | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - El material ha de cargarse en el centro de la cinta y no en los bordes - Hay que asegurarse de que el material y la cinta viajan en la misma dirección y a la misma velocidad - Ha de evitarse que el material impacte contra la cinta - Debe impedirse que la cinta sufra deformaciones - Es aconsejable que los rodillos estén suficientemente espaciados (unos 30 cm) - Ventajas: Es efectivo; Favorece un correcto proceso - Inconvenientes: Ninguno | | | |

TRANSPORTE INTERNO CON CINTAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES *continuación*

PROTECCIÓN DE LOS LATERALES DE LAS CINTAS

- La incorporación de bandas de goma lisa en los laterales sirve de obstáculo contra la emisión de polvo
- Se consiguen mejoras si los límites de estas gomas se sellan
- Pueden emplearse realces laterales para reducir las pérdidas de material
- Los escudos de protección:
 - Favorecen que la carga se distribuya en una zona concreta de las cintas
 - Protegen a las bandas de goma de hipotéticos impactos del material
- **Ventajas:** Coste reducido; Es efectivo; Favorece un correcto proceso
- **Inconvenientes:** Ninguno

COLOCACIÓN DE BARRERAS

- Se usan para retener el polvo
- Se pueden instalar tanto a la entrada como a la salida de la cinta
- Suelen estar fabricadas en goma
- **Ventajas:** Coste reducido; Es efectivo
- **Inconvenientes:** Ninguno

USO DE LIMPIADORES DE CINTA

- También llamados raspadores o "scrapers" (de caucho, metálicos, ...), sirven para eliminar las partículas finas de polvo adheridas a la superficie de las cintas
- **Ventajas:** Permite reducir la emisión de polvo en el retorno y la caída de material al suelo; Se recupera el polvo cuando todavía está aglomerado
- **Inconvenientes:** Ninguno

CONTROL DE LA CAPACIDAD DE CARGA

- Las cintas deben trabajar en torno a un 75% de su capacidad
- Si se cargan en cantidades excesivas se producen derrames de material que originan polvo
- El ajuste de la capacidad de carga de las cintas supone aumentar su velocidad, cambiar el ángulo de los rodillos (de 20 a 35°) e incrementar su anchura
- **Ventajas:** Coste reducido; Es efectivo; Favorece un correcto proceso
- **Inconvenientes:** Ninguno

CONTROL DE LOS PUNTOS DE VERTIDO SOBRE APILAMIENTO

- Reducción de las alturas de caída libre del material y de la exposición al viento:
 - Cámaras telescópicas, en espiral o en escaleras
 - Regulación vertical de la altura de caída desde la cinta al apilamiento
 - Pantallas cortaviento
 - Sistemas empleados en los puntos de transferencia
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivos
- **Inconvenientes:** Algunos de estos sistemas (pantallas cortaviento) no siempre son factibles

LIMPIEZA EN HÚMEDO 61

- Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

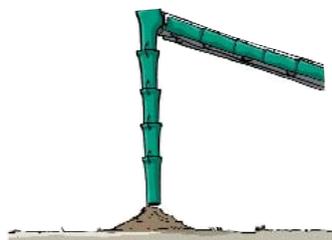
TRANSPORTE INTERNO CON CINTAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES *continuación*

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Cierre de los carenados y de los capotajes tras las intervenciones
 - Control de derrames
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Dispositivos descendentes del material: izquierda, cámara en escalera; derecha, cámara telescópica



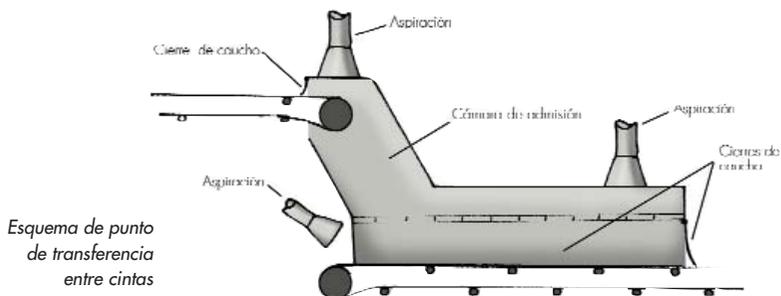
Estructura semi enterrada



Raspador de banda



Cámara de niebla en la alimentación de una cinta



Esquema de punto de transferencia entre cintas

C. TRITURACIÓN Y MOLIENDA

Las etapas de trituración y de molienda, por su propia naturaleza, son, en ausencia de medidas de control, **importantes fuentes de emisión de polvo**

La producción de polvo crece al disminuir la granulometría del árido



Instalación del primario compacta y cerrada



¿Cuáles son los principales equipos utilizados en las etapas de trituración y de molienda?:

- Machacadora de mandíbulas, trituradora giratoria y trituradora de cono
 - Operan por compresión
 - Generalmente realizan la primera reducción de tamaños
 - El polvo se produce por los choques y la fricción debidos a la compresión de la roca
 - El desplazamiento de las partes móviles origina corrientes de aire que favorecen la dispersión del polvo
 - La machacadora de mandíbulas produce menos polvo que las otras, ya que:
 - El movimiento de los componentes es más lento
 - Produce menos finos que, por ejemplo, la trituradora giratoria

- Trituradora de martillos y trituradora de impactos
 - Operan por choques
 - La geometría de la cámara de trituración y la velocidad de las partes móviles favorecen la dispersión de los finos
 - El coeficiente reductor de estos equipos es más elevado y se producen más partículas finas que en los anteriores
 - En el arranque y en la parada del equipo, se produce un efecto de ventilador que dispersa la nube de finos

- Molino de barras y molino de bolas
 - Operan por frotamiento, aplastamiento y percusión
 - Producen áridos finos y fillers, por lo que generan polvo de granulometría muy fina

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|---|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Alimentación del material - Descarga del producto - Orificios en el carenado | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (fija) permanente durante las horas de producción | Medio-Alto | Medio |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento - La friabilidad de la roca - La granulometría del árido - Un bajo grado de humedad del árido - El coeficiente de reducción del equipo de trituración - El tipo de equipo empleado - La posición del equipo en la cadena de producción (la producción de polvo es mayor en los equipos de molienda (3º) que en los de trituración primaria) | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CARENADO 37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Carenado individual de cada equipo, o de cada etapa, o del conjunto de la instalación - Reducción del número de aberturas y minimización de su tamaño - Estanqueidad del equipo mediante juntas o cortinas antipolvo en los puntos de carga y de descarga | | | |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA 41 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la alimentación del material y/o en los puntos de descarga del producto, si es factible | | | |
| CAPTADORES DE POLVO 47 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la alimentación del material y/o en los puntos de descarga del producto, si es factible | | | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO 60 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vigilancia de los puntos críticos para prevenir atascos y derrames - Ventajas: Es efectivo; Favorece un correcto proceso - Inconvenientes: Ninguno | | | |
| DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Centralizar los mandos de la instalación en una cabina aislada dotada de sistemas de renovación de aire filtrado - Supervisión por control remoto - Ventajas: Es efectivo; Ayuda a prevenir los problemas derivados de la exposición al ruido; Alejamiento del operario - Inconvenientes: Coste de instalación | | | |
| LIMPIEZA EN HÚMEDO 61 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente | | | |

TRITURACIÓN Y MOLIENDA

continuación

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Regulación del régimen de funcionamiento de los equipos para que la entrada de aire sea mínima
 - Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Cierre de los carenados y de los capotajes tras las intervenciones
 - Control de derrames
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Los carenados apenas presentan aberturas



Instalación con dispositivos de prevención del polvo en los diferentes equipos

D. ALIMENTACIÓN

 La alimentación de materiales a los diferentes equipos tiene una gran importancia a la hora de regular la carga del material de forma que sea homogénea, impidiéndose:

 Sobrecargas que produzcan derrames

 Trabajo en vacío que origine una mayor cantidad de polvo

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|---|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Entrada del material - Descarga del producto - Orificios en el carenado | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (fija) permanente durante las horas de producción | Medio-Alto | Medio |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - La presencia de viento - La granulometría del árido - Un bajo grado de humedad del árido - El tipo de equipo empleado - La posición del alimentador en la cadena de producción | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CARENADO  37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Carenado individual de cada equipo alimentador, o de cada etapa, o del conjunto de la instalación - Reducción del número de aberturas y minimización de su tamaño - Estandarización del equipo mediante juntas o cortinas antipolvo en los puntos de carga y de descarga | | | |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA  41 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la entrada del material y/o en los puntos de descarga del producto, si es factible | | | |
| CAPTADORES DE POLVO  47 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la entrada del material y/o en los puntos de descarga del producto, si es factible | | | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO  60 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención | | | |
| ELECCIÓN DEL TIPO DE ALIMENTADOR | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Elegir un tipo de alimentador que no agite excesivamente las partículas - Ventajas: Es efectivo; Favorece un correcto proceso - Inconvenientes: Puede no ser aplicable (depende de las características del material) | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vigilancia de los puntos críticos para prevenir atascos y derrames - Regular el equipo de forma que se evite que el material entrante caiga sobre la chapa, haciendo que lo haga sobre áridos en proceso - Ventajas: Es efectivo; Favorece un correcto proceso - Inconvenientes: Ninguno | | | |

ALIMENTACIÓN *continuación*

DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL

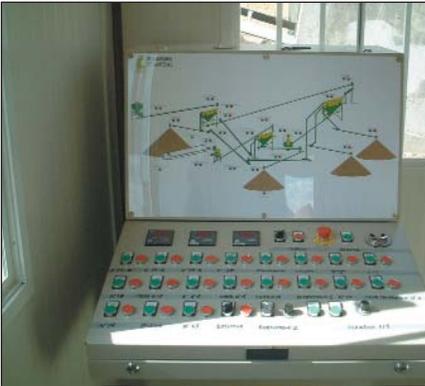
- Centralizar los mandos de la instalación en una cabina aislada dotada de sistemas de renovación de aire filtrado
- Supervisión por control remoto
- **Ventajas:** Es efectivo; Ayuda a prevenir los problemas derivados de la exposición al ruido; Alejamiento del operario
- **Inconvenientes:** Coste de instalación

LIMPIEZA EN HÚMEDO 61

- Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Cierre de los carenados y de los capotajes tras las intervenciones
 - Control de derrames
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno...



Cuadro de mandos en cabina aislada



Realces laterales en la alimentación

E. CLASIFICACIÓN

 Las operaciones de clasificación por cribado se intercalan entre las de trituración y molienda con objeto de separar el árido producido en fracciones granulométricas.

 Se produce por un movimiento vibratorio para poner en suspensión las partículas de forma que tengan mayor probabilidad de atravesar los orificios de una malla
- Este movimiento favorece la presencia de polvo

 Cuando el cribado se realiza en húmedo, las emisiones de polvo son poco importantes.

 Sin embargo, al cribar en seco, aumenta considerablemente la cantidad de polvo, conforme el cribado se realiza a áridos de menor granulometría.

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|---|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Alimentación del material (la más importante) - Choques y frotamiento de las partículas - Saltos de las partículas - Desplazamientos de aire alrededor de las piezas en vibración - Puesta en marcha y parada de las cribas - Descarga del producto - Orificios en el carenado | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (fija) permanente durante las horas de producción | Medio-Alto | Medio |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento (las cribas suelen situarse a cierta altura) - La granulometría del árido - Un bajo grado de humedad del árido - El tipo de equipo empleado - La posición de la criba en el circuito de producción (la generación de polvo es mayor en la salida de los equipos de molienda (3ª) que tras los de trituración primaria) | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CARENADO  37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Carenado individual de cada equipo, o de cada etapa, o del conjunto de la instalación - Reducción del número de aberturas y minimización de su tamaño - Estanqueidad del equipo mediante juntas de goma o cortinas antipolvo en los puntos de carga y de descarga | | | |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA  41 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la alimentación del material y/o en los puntos de descarga del producto, si es factible | | | |

CLASIFICACIÓN *continuación*

CAPTADORES DE POLVO 47

- En la alimentación del material y/o en los puntos de descarga del producto, si es factible

REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO 60

- Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención

CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN

- Vigilancia de los puntos críticos para prevenir atascos y derrames
- **Ventajas:** Es efectivo; favorece un correcto proceso
- **Inconvenientes:** Ninguno

DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL

- Centralizar los mandos de la instalación en una cabina aislada dotada de sistemas de renovación de aire filtrado
- Supervisión por control remoto
- **Ventajas:** Es efectivo; Ayuda a prevenir los problemas derivados de la exposición al ruido; Alejamiento del operario
- **Inconvenientes:** Coste de instalación

LIMPIEZA EN HÚMEDO 61

- Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

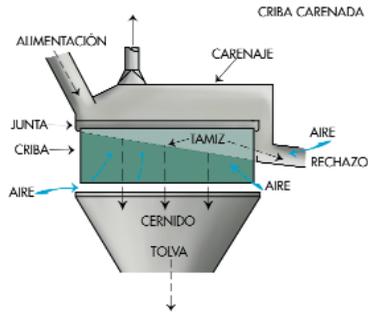
- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Cierre de los carenados y de los capotajes tras las intervenciones
 - Control de derrames
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Criba con realces laterales y sistema de pulverización de agua



Cierre de equipos con caucho



Carenado y aspiración en una criba



Mini pala cargadora para labores de limpieza



Riego con aspersores de las zonas de tránsito de la planta de tratamiento



Sistema de pulverización en una criba

F. LAVADO

Esta etapa únicamente tiene lugar en aquellas explotaciones donde el árido, por su origen geológico, se presenta con arcillas u otros materiales nocivos para la calidad del producto que es preciso eliminar.

Dado que se humedecen los materiales, en este proceso no se produce polvo

La medida más efectiva en el establecimiento de unas instrucciones de operación

Es importante controlar los lodos de lavado de forma que, una vez secos, no puedan ser un foco de polvo



Etapa de lavado y secado

G. ALMACENAMIENTO EN SILOS. CARGA DE CAMIONES

 El almacenamiento en silos de los áridos producidos es una de las etapas finales del proceso productivo

 Se aplica, generalmente, a aquellos áridos cuyas granulometrías son menores o que no deben estar expuestos a las inclemencias meteorológicas

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|--|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Operación de llenado del silo - Descarga del producto sobre camión (poco importante) | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (fija) semi permanente durante las horas de producción | Bajo | Bajo |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento - La granulometría del árido - Un bajo grado de humedad del árido | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CARENADO  37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Carenado del conjunto de silos o de la parte superior (se cierra el 90%) - Reducción del número de aberturas y minimización de su tamaño - Estanqueidad del equipo mediante juntas o cortinas antipolvo en los puntos de carga y de descarga | | | |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA  41 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la caída del árido en el silo, si es factible (atendiendo a la calidad del producto) | | | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO  60 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención | | | |
| CAPTADORES DE POLVO  47 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - En la la caída del árido en el silo, si es factible (depende de la granulometría del árido) | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vigilancia de los puntos críticos para prevenir atascos y derrames - Ventajas: Es efectivo; Favorece un correcto proceso - Inconvenientes: Ninguno | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE DESCARGA | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de canalizaciones telescópicas para la carga de los camiones - Ventajas: Es efectivo; Evita la acción del viento - Inconvenientes: Ninguno | | | |

ALMACENAMIENTO EN SILOS. CARGA DE CAMIONES *continuación*

DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL

- Centralizar los mandos de la instalación en una cabina aislada dotada de sistemas de renovación de aire filtrado
- Supervisión por control remoto
- **Ventajas:** Es efectivo; Ayuda a prevenir los problemas derivados de la exposición al ruido; Alejamiento del operario
- **Inconvenientes:** Coste de instalación

LIMPIEZA EN HÚMEDO 61

- Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo
 - Cierre de los carenados y de los capotajes tras las intervenciones
 - Control de derrames y limpieza
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Carenado de silos



Carga de camiones en silos



Protección de la caída de la cinta

H. ACOPIOS Y PARQUE DE ÁRIDOS. CARGA DE CAMIONES

 El almacenamiento de áridos en acopios es otra de las fuentes de producción de polvo.

 Este tipo de sistema se aplica, generalmente, cuando el tamaño del árido es grande o cuando hay grandes volúmenes

 Por encontrarse los acopios, generalmente, en las proximidades de los límites de la explotación, el polvo que se produce puede sobrepasarlos y afectar a terceros

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|---|---|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Operación de descarga del árido en acopio - Carga del producto sobre camión - Superficie de los acopios - Tránsito de vehículos | <ul style="list-style-type: none"> - Los acopios son fuentes puntuales (fijas) permanentes. - Durante las horas de producción, las operaciones de carga de camiones son una fente puntual (móvil) semi permanente | Medio | Medio |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento es el factor más importante - La ausencia de vegetación - La granulometría del árido - Un bajo grado de humedad del árido | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE VERTIDO SOBRE APILAMIENTO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de las alturas de caída libre del material y de la exposición al viento: <ul style="list-style-type: none"> · Cámaras telescópicas, en espiral o en escaleras · Regulación vertical de la altura de caída desde la cinta al apilamiento · Pantallas cortaviento · Sistemas empleados en los puntos de transferencia - Ventajas: Coste reducido; Son efectivos; Reducen el ruido - Inconvenientes: Algunos de estos sistemas (pantallas cortaviento) no siempre son factibles | | | |
| CARENADO  37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Carenado del conjunto de acopios o de los acopios con finos - Ventajas: Protege a los productos de la acción del clima - Inconvenientes: Coste | | | |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO  60 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención | | | |

ACOPIOS Y PARQUE DE ÁRIDOS. CARGA DE CAMIONES *continuación*

CREACIÓN DE PANTALLAS VEGETALES O ARTIFICIALES

- Plantación de cortinas de arbustos o árboles, o construcción de pantallas artificiales para reducir la acción del viento dominante
- Con un diseño adecuado, pueden emplearse edificios, la propia instalación o los propios acopios de áridos más gruesos para apantallar
- **Ventajas:** Eficaz para acopios de finos; Permite apantallar el ruido
- **Inconvenientes:** No siempre es factible

ALMACENAMIENTO DE FINOS EN SILOS

- Las fracciones más finas se almacenan en silos
- **Ventajas:** Sistema efectivo; Reduce la pérdida de material
- **Inconvenientes:** No siempre es posible (grandes volúmenes)

RIEGO DE LAS SUPERFICIES DE LOS ACOPIOS CON AGUA

- Empleo de sistemas de aspersión para mantener la humedad superficial
- **Ventajas:** Sistema efectivo
- **Inconvenientes:** Consumo de agua; Coste de operación; Puede afectar a la calidad del árido

TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE LOS ACOPIOS

- Aplicación de un aditivo (resinas derivadas del petróleo) que crea una costra superficial en el apilamiento
- **Ventajas:** Sistema efectivo; no modifica las propiedades del árido
- **Inconvenientes:** Afecta al aspecto del árido (suciedad) y puede dificultar su comercialización; El empleo de este sistema depende de la rotación de los acopios

RIEGO DE LAS SUPERFICIES DE TRÁNSITO CON AGUA

- Empleo de sistemas de aspersión o de camiones cubas (agua o agua + aditivos)
- **Ventajas:** Sistema muy efectivo; los sistemas de aspersión pueden acompañarse de mecanismos automáticos de puesta en marcha (detección o temporizadores)
- **Inconvenientes:** Consumo de agua (menor con los aspersores automatizados); Coste de operación; El empleo de camiones cuba supone disponer de personal al efecto

ACOPIO SOBRE SOLERA

- Creación de soleras de hormigón para los acopios, e incluso muretes de separación
- **Ventajas:** Favorece las operaciones de limpieza y la operación de carga; Se evita la mezcla de áridos
- **Inconvenientes:** Coste

MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA

- Realización de trabajos de conservación de las superficies de rodadura (compactación, eliminación de baches, retirada de piedras y bloques, etc.)
- **Ventajas:** Permite aumentar la vida útil de los elementos de rodadura de los equipos (neumáticos, amortiguadores, etc.); Disminuye los riesgos de accidentes de tráfico
- **Inconvenientes:** Ninguno

LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS EQUIPOS

- Establecimiento de instrucciones de operación y señalización limitando la velocidad; Vigilancia del cumplimiento
- **Ventajas:** Disminuye el riesgo de accidentes de tráfico
- **Inconvenientes:** Afecta al rendimiento del proceso de transporte, por lo que puede requerir su redimensionamiento

ACOPIOS Y PARQUE DE ÁRIDOS. CARGA DE CAMIONES *continuación*

CONTROL DEL VOLUMEN CARGADO EN LOS CAMIONES

- Control de las cantidades de material cargadas en los camiones y correcta distribución en la caja
- **Ventajas:** Evita la caída de material (pérdida de materia prima); Reduce la frecuencia de mantenimiento de las pistas
- **Inconvenientes:** Ninguno

CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO 40

- Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado

LIMPIEZA EN HÚMEDO 61

- Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Condiciones de permanencia en la zona de riesgo
 - Separación de la fuente
 - Empleo de EPIs y de señalización
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** Ninguno



Área de acopios: soleras de hormigón y asfalto de áreas de tránsito



Protección de un acopio de finos con pantalla cortavientos





Pantalla cortavientos



Pantalla vegetal en la planta de tratamiento



Descendedor telescópico



Tubo descendedor en acopio



Acopios bajo estructura de protección

I. EXPEDICIÓN

 La expedición de los áridos producidos es la última operación del proceso productivo.

 En España, el transporte de áridos se realiza, en un 99%, mediante camiones.

 Debe evitarse que los camiones dispersen el polvo en las vías públicas
- ¡Es uno de los principales motivos de quejas!

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVIGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - El peso de los camiones hace que se trituren los materiales de la capa de rodadura de las pistas, originándose finos - Los neumáticos de los camiones transportan pequeñas cantidades de partículas finas que se van depositando durante el recorrido - Si la carga es excesiva o si los materiales son muy finos pueden producirse derrames de material - El movimiento de aire que produce el paso de los camiones pone en suspensión los materiales anteriormente citados, además de los finos transportados en el propio vehículo | <ul style="list-style-type: none"> - Fuente puntual (móvil) semi permanente: la producción de polvo depende de la frecuencia de paso de camiones - Las pistas de salida son fontes puntuales (lineales) permanentes | Bajo | Bajo (Crece con la frecuencia de la operación) |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un clima seco - La presencia de viento - La carga de los camiones (cantidad, granulometría, etc.) - La velocidad de transporte - El tipo y el estado de la superficie de rodadura | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| SISTEMA DE LAVADO DE RUEDAS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Piscinas de lavado de ruedas; sistemas de lavado de bajos de camiones con agua a presión con puesta en marcha automática; rampas de lavado - Ventajas: Evita arrastrar polvo y materiales a las vías de acceso u públicas; Permite aumentar la vida útil de los elementos de rodadura de los equipos (neumáticos, amortiguadores, etc.); Disminuye los riesgos de accidentes de tráfico (rotura de lunas de vehículos) - Inconvenientes: Coste; Consumo de agua; Tratamiento de los efluentes; Retirada de los lodos | | | |
| ASFALTADO DE LAS VÍAS DE ACCESO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Ventajas: Permite aumentar la vida útil de los elementos de rodadura de los equipos (neumáticos, amortiguadores, etc.); disminuye los riesgos de accidentes de tráfico - Inconvenientes: Coste; Requieren de operaciones de limpieza; Mantenimiento frente al deterioro por el paso de vehículos muy pesados | | | |

EXPEDICIÓN *continuación*

ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA

- Impregnación de las pistas con agentes estabilizadores:
 - Agentes humidificadores
 - Sales higroscópicas tipo cloruro sódico o cloruro cálcico que captan la humedad del aire y forman una costra resistente
 - Agentes creadores de costra superficial: lignosulfatos, resinas sintéticas y compuestos derivados del petróleo, en vía húmeda. Mayor resistencia al paso de vehículos pesados
- **Ventajas:** Forman una costra que permite el control del polvo; Comodidad de conducción; Disminución de las vibraciones para los trabajadores; Aumento de la vida útil de los vehículos; Mejora de la seguridad; Economía de mano de obra y de agua
- **Inconvenientes:** Coste; Mantenimiento frente al deterioro por el paso de vehículos muy pesados

MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA

- Realización de trabajos de conservación de las superficies de rodadura (compactación, eliminación de baches, retirada de piedras y bloques, etc.)
- **Ventajas:** Permite aumentar la vida útil de los elementos de rodadura de los equipos (neumáticos, amortiguadores, etc.); Disminuye los riesgos de accidentes de tráfico
- **Inconvenientes:** Ninguno

LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS EQUIPOS

- Establecimiento de instrucciones de operación y señalización limitando la velocidad; Vigilancia del cumplimiento
- **Ventajas:** Disminuye el riesgo de accidentes de tráfico
- **Inconvenientes:** Afecta al rendimiento del proceso de transporte, por lo que puede requerir su redimensionamiento

CUBRICIÓN DE LA CARGA CON LONAS

- Recubrimiento del árido cargado en la caja de los camiones con una lona. Existen dispositivos automáticos para la extensión de la lona lo que simplifica la operación
- **Ventajas:** Evita la caída de material (pérdida de materia prima); Reduce la frecuencia de mantenimiento de las pistas
- **Inconvenientes:** Ninguno

SISTEMAS DE RIEGO DE LA CARGA

- **Ventajas:** Evita la emisión de polvo
- **Inconvenientes:** Puede afectar a la calidad del material; En trayectos largos no es suficiente

CONTROL DEL VOLUMEN CARGADO EN LOS CAMIONES

- Control de las cantidades de material cargadas en los camiones y correcta distribución en la caja
- **Ventajas:** Evita la caída de material (pérdida de materia prima; roturas de parabrisas de terceros); Evita multas de tráfico
- **Inconvenientes:** Ninguno

CREACIÓN DE PANTALLAS VEGETALES

- Plantación de cortinas de arbustos o árboles a lo largo de las vías de acceso
- **Ventajas:** Ayuda a confinar el polvo que se produzca e impide que el viento ponga en suspensión el material depositado en las pistas
- **Inconvenientes:** No siempre es posible

CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO 40

- Empleo de equipos móviles con cabinas presurizadas que dispongan de sistemas de ventilación con filtrado y aire acondicionado

LIMPIEZA EN HÚMEDO 61

- Operación de retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente

EXPEDICIÓN *continuación*

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Establecer, entre otras, una serie de instrucciones de operación relativas a:
 - Medios para evitar la producción de polvo en el transporte
- **Ventajas:** Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias
- **Inconvenientes:** El transporte externo está subcontratado en muchas ocasiones



Pantalla vegetal



Piscinas para lavado de ruedas. A la izquierda, arco de riego para la carga



Accesos a la explotación asfaltados y sin rastros de polvo



Pasarela para colocación de la lona en la caja de los camiones



Sistemas automáticos de lavado de camiones



Riego de la carga



Riego de la zona de acceso con aspersores



Riego de las pistas con camiones cuba

J. LABORATORIO

 El análisis de la calidad de los áridos producidos es una operación complementaria al proceso productivo.

| FUENTES DE EMISIÓN | TIPO DE FUENTE | RIESGOS PULVÍGENOS PARA LOS TRABAJADORES | IMPACTO MEDIOAMBIENTAL POR EL POLVO |
|--|---|--|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Operaciones de trituración - Análisis granulométricos - Análisis de las propiedades mecánicas | - Fuente puntual (fija) intermitente | Bajo | Bajo |
| FACTORES QUE PUEDEN AGRAVAR LA EMISIÓN DE POLVO | | | |
| - Espacio cerrado | | | |
| MEDIDAS COLECTIVAS DE LUCHA CONTRA EL POLVO | | | |
| CARENADO  37 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento de cada equipo - Reducción del número de aberturas y minimización de su tamaño - Estanqueidad del equipo mediante juntas de goma | | | |
| CAPTADORES DE POLVO  47 | | | |
| - Sistema de aspiración en las proximidades de los equipos, si es factible | | | |
| DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Dotar al laboratorio de sistemas de renovación de aire filtrado - Ventajas: Es efectivo; - Inconvenientes: Ninguno | | | |
| INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Establecer una serie de instrucciones de operación relativas a: <ul style="list-style-type: none"> · Arranque y parada de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo · Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo · Separación de la fuente · Empleo de EPIs y de señales - Ventajas: Coste reducido; Son efectivas y sobre todo, son obligatorias - Inconvenientes: Ninguno | | | |



MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA EL POLVO EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS
CUADRO RESUMEN

| | TOLVA DEL PRIMARIO | TRANSPORTE INTERNO CON CINTAS TRANSPORTADORAS Y ELEVADORES | TRITURACIÓN Y MOLIENDA | ALIMENTACIÓN | CLASIFICACIÓN | LAVADO | ALMACENAMIENTO EN SILOS Y CARGA DE CAMIONES | PARQUE DE ÁRIDOS Y CARGA DE CAMIONES | EXPEDICIÓN | LABORATORIO |
|--|--------------------|--|------------------------|--------------|---------------|--------|---|--------------------------------------|------------|-------------|
| CONFINAMIENTO (CARENADO Y/O CAPOTAJE) | X | X | X | X | X | | X | X | | X |
| SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA | X | X | X | X | X | | X | | | |
| CAPTADORES DE POLVO | X | X | X | X | X | | X | | | X |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN | X | X | X | X | X | | X | | | |
| DISEÑO DEL PUESTO DE CONTROL / CABINAS PRESURIZADAS CON AIRE ACONDICIONADO | X | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL PROCESO | X | X | X | X | X | | X | X | | |
| LIMPIEZA EN HÚMEDO | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| PROTECCIÓN DE LOS LATERALES DE LAS CINTAS | | X | | | | | | | | |
| COLOCACIÓN DE BARRERAS | | X | | | | | | | | |
| USO DE LIMPIADORES DE CINTA | | X | | | | | | | | |
| CONTROL DE LA CAPACIDAD DE CARGA | | X | | | | | | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE VERTIDO SOBRE APILAMIENTO | | X | | | | | | X | | |
| ELECCIÓN DEL TIPO DE EQUIPO DE ALIMENTACIÓN | | | | X | | | | | | |
| CONTROL DE LOS PUNTOS DE DESCARGA | | | | | | | X | | | |
| CREACIÓN DE PANTALLAS VEGETALES O ARTIFICIALES | | | | | | | | X | X | |
| ALMACENAMIENTO DE FINOS EN SILOS | | | | | | | | X | | |
| RIEGO DE LAS SUPERFICIES DE LOS APILAMIENTOS CON AGUA | | | | | | | | X | | |
| TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE LOS APILAMIENTOS | | | | | | | | X | | |
| RIEGO DE LAS SUPERFICIES DE TRÁNSITO CON AGUA | | | | | | | | X | | |
| ACOPIO SOBRE SOLERA | | | | | | | | X | | |
| MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA | | | | | | | | X | X | |
| LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS EQUIPOS | | | | | | | | X | X | |
| CONTROL DEL VOLUMEN CARGADO EN LOS CAMIONES | | | | | | | | X | X | |
| SISTEMAS DE LAVADO DE RUEDAS | | | | | | | | | X | |
| ASFALTADO DE LAS VÍAS DE ACCESO | | | | | | | | | X | |
| ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA | | | | | | | | | X | |
| CUBRICIÓN DE LA CARGA CON LONAS | | | | | | | | | X | |
| SISTEMAS DE RIEGO DE LA CARGA | | | | | | | | | X | |

8. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL -EPIs- CONTRA EL POLVO

De las **medidas de protección colectiva** mencionadas en capítulos anteriores, cabe destacar, por su **aplicación directa a los trabajadores**:

- El **aislamiento de las cabinas de vehículos**, así como los **puestos de mando de máquinas e instalaciones**, para reducir nivel de polvo al que estén expuestos los trabajadores
- La **separación** de los trabajadores **de los focos** productores de polvo mediante la utilización de mandos a distancia
- Las medidas de **organización del trabajo**

Además de éstas, y **cuando los niveles de protección alcanzado con las anteriores no sean suficientes**, se pondrán a disposición de los trabajadores los equipos de protección individual -EPI- contra el polvo.



Los equipos de protección individual no sustituyen a los de protección colectiva



Recuerda que los EPIs te protegen de los riesgos que no se han podido evitar

El empresario tiene que:

- Adquirir **EPI adecuados al riesgo** y que cuenten con **marcado CE e instrucciones**
- Suministrar** los EPI **gratuitamente**
 - Se recomienda conservar **constancia escrita de la entrega** del EPI

- 👷 **Consultar** a los trabajadores sobre la elección de los EPI
- 👷 Proporcionar **formación** a los trabajadores sobre el **uso** de los EPI
- 👷 Asegurarse de que se efectúe un **correcto mantenimiento**

👷 Los **trabajadores** han de:

- 👷 **Utilizar** y cuidar los EPI de manera **responsable**
- 👷 Colocar y ajustar correctamente el EPI siguiendo las instrucciones del fabricante y la formación e información recibida
- 👷 Comprobar el entorno en el que lo va a utilizar
- 👷 Conocer las **limitaciones de uso** que presenta y emplearlo únicamente en los casos permitidos
 - Al sobrepasar dichas limitaciones el EPI no es eficaz frente al riesgo
- 👷 **Llevarlo puesto** mientras dure la exposición al riesgo



Utiliza los EPIs cuando te lo indica la señalización



Utiliza los equipos de protección individual

 Colocar el EPI después de su utilización en el lugar destinado al efecto

 **Informar** de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier **defecto, anomalía o daño** apreciado en el EPI utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora

 ¿Cuándo deben usarse los EPI de protección contra el polvo?:

 Cuando el aire esté contaminado por partículas

 Cuando lo indique la señalización

 Cuando lo especifique alguna instrucción de trabajo

 ¿Cuáles son las **características** de los equipos de protección personal del aparato respiratorio?

 Los equipos de protección del aparato respiratorio tienen que reunir las siguientes condiciones:

- Destinarse al **uso individual**
- Ser del tipo apropiado al riesgo
- **Ajustarse** completamente al **contorno facial** para evitar filtraciones
- Presentar las **mínimas molestias posibles** al trabajador
- Las partes en contacto con la piel deberán ser de goma especialmente tratada o de neopreno, para evitar la irritación de la epidermis
- La **limpieza y desinfección** debe realizarse después de su empleo, cuando no sean desechables
- Se vigilará su **conservación y funcionamiento** con la necesaria frecuencia y en todo caso una vez al mes
- Se almacenarán en compartimentos amplios y secos, con la temperatura adecuada



Señal de uso obligatorio de mascarillas protectoras

 ¿Cuáles son las pautas a seguir en la adquisición de los equipos respiratorios?

 Es aconsejable **antes de adquirir** un equipo de estas características, seguir los **pasos**:

- Evaluación del contaminante (polvo) y de su concentración
- Estudio de ofertas
- Verificar que el EPI cuenta con marcado **CE** y que el nivel de protección es el adecuado
- Solicitud de muestras para que puedan ser probadas por el usuario en su puesto de trabajo
- Consulta a los trabajadores
- Elección

 ¿Cómo se clasifican los EPI de protección respiratoria?:

| EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS | | |
|--|---|---|
| EQUIPOS FILTRANTES | Dependientes de la atmósfera ambiente | El aire pasa a través de un filtro que retiene las impurezas antes de ser inhalado Son los que se emplean para la protección frente a partículas en explotaciones de áridos |
| EQUIPOS RESPIRATORIOS (No se emplean contra partículas en canteras y graveras) | Independientes de la atmósfera ambiente | Se alimenta de aire respirable a partir de una fuente no contaminada Permiten al usuario el respirar independientemente de la atmósfera ambiente |

 ¿Cuáles son los EPI de tipo filtrantes?:

 **Equipos filtrantes contra partículas:** son los EPIs empleados para la protección contra el polvo en explotaciones de áridos

- **Mascarilla autofiltrante** contra partículas
- Filtro contra partículas + Adaptador facial

 Equipos filtrantes contra partículas, gases y vapores

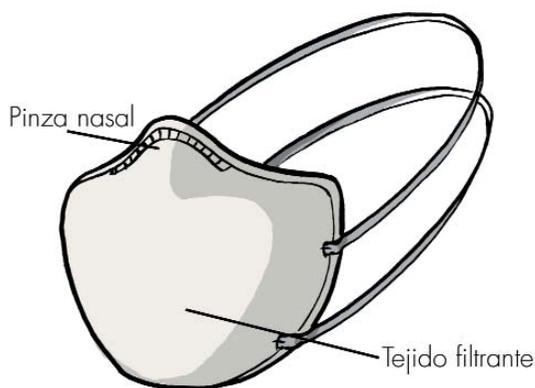
- Filtro Mixto + Adaptador facial
- Mascarilla autofiltrante mixta

¿Qué adaptadores faciales se usan?:

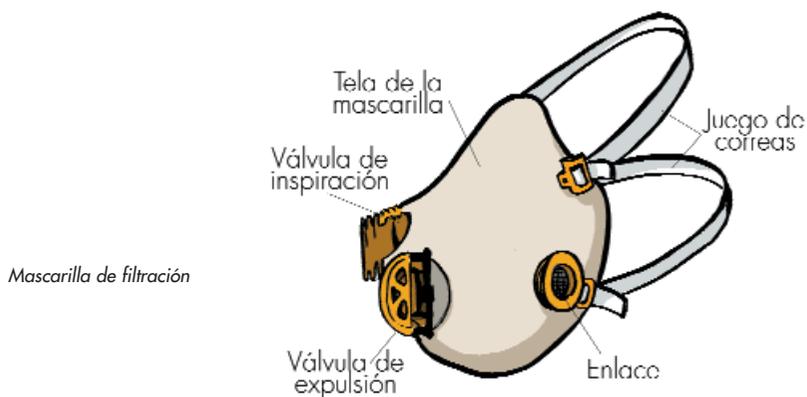
Mascarilla autofiltrante: adaptador facial realizado con materiales autofiltrantes

Mascarilla: adaptador facial que cubre la nariz y la boca

Máscara: adaptador facial que cubre la boca, nariz, ojos y mentón (poco empleada en explotaciones de áridos)



Mascarilla autofiltrante

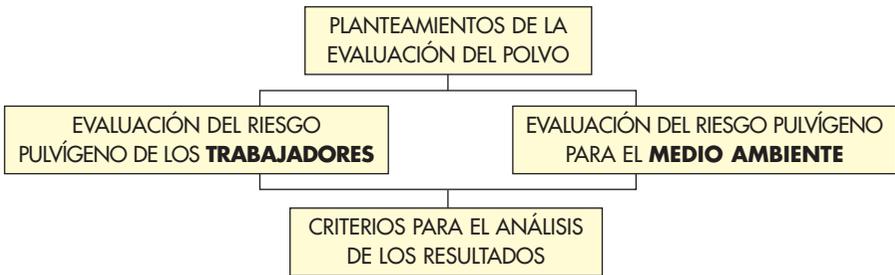
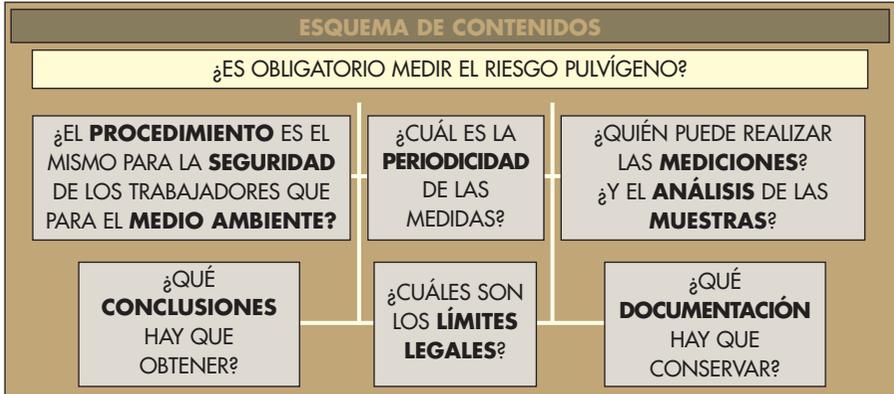


Mascarilla de filtración

 Las características de estos equipos son:

| TIPO DE EPI | | Concentración máxima de utilización (Exposición diaria ¹) | Tiempo de utilización continuado | Mantenimiento | Precio aproximado | Ventajas e inconvenientes |
|---|--|---|----------------------------------|--|-------------------|--|
| MÁS HABITUALES | | | | | | |
| Mascarilla autofiltrante |  | FFP1: 40 mg/m ³ FFP2: 120 mg/m ³ FFP3 500 mg/m ³ | Hasta 4 horas | Desechable | 0,2-0,3 € | Cómodos para el usuario El ajuste correcto (crucial para asegurar la protección) puede ser más complicado que en otro tipo de equipos |
| Mascarilla autofiltrante con válvula |  | | | | 0,10-1,50 € | |
| Mascarilla + Filtro |  | P1: 40 mg/m ³ P2: 120 mg/m ³ P3 500 mg/m ³ | Menos de 2 horas | Cambio de filtros cuando se observe dificultad al respirar o al final de la vida útil indicada por el fabricante | 10-15 € | Más incómodos El ajuste correcto (crucial para asegurar la protección) puede ser más complicado que en otro tipo de equipos |
| POCO HABITUAL | | | | | | |
| Mascarilla + Filtro |  | P1: 50 mg/m ³ P2: 200 mg/m ³ P3 ² 10000 mg/m ³ | Menos de 2 horas | Cambio de filtros cuando se observe dificultad al respirar o al final de la vida útil indicada por el fabricante | > 40 € | Son los más incómodos Se puede lograr un mejor ajuste Protegen los ojos |
| <p>1: Basadas en valores del Factor de Protección Nominal extractados de la guía del Comité Europeo de Normalización CEN CR 529:1993</p> <p>2: Se recomienda no utilizar por encima de 500 mg/m³</p> | | | | | | |

9. EVALUACIÓN DEL RIESGO PULVÍGENO



A. PLANTEAMIENTOS DE EVALUACIÓN Y CONTROL DEL POLVO EN CANTERAS Y GRAVERAS

 La evaluación del riesgo pulvígeno es una **obligación del empresario**, desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales y de la protección del medio ambiente

 Las **mediciones** de polvo en la explotación tienen una **finalidad preventiva**:

 Se busca conocer el grado de control que se tiene sobre ese problema...

 ... para poder adoptar las medidas preventivas que sean necesarias, respecto a los trabajadores y al medio ambiente

 El control del nivel de polvo en una cantera y/o gravera se realiza desde **dos perspectivas distintas:**

 **Prevención de riesgos laborales**

 **Protección del medio ambiente**

 Las mediciones de polvo **por seguridad de los trabajadores son diferentes de las mediciones por medio ambiente**

 Y por lo tanto los **equipos de medición son distintos**

 En cuanto a la **prevención de riesgos laborales**, es necesario evaluar:

 El punto cero (diseño y apertura de la explotación)

 El **riesgo para los trabajadores**, durante la fase de explotación
- Esta medición se hace de **forma periódica**

 **Medioambientalmente**, ha de evaluarse:

 El estado inicial (antes de la existencia de la explotación)

 El punto cero (diseño y apertura de la explotación)

 La fase de explotación, de forma periódica

 Para ello, **es preciso:**

 Disponer de los **equipos de medición** requeridos, debidamente calibrados o contratar una entidad que cuente con ellos

 Decidir las **frecuencias de las mediciones**
- Las frecuencias mínimas han de ajustarse a las de la legislación

 Analizar las **características de la explotación** (pluviometría, viento, temperatura, humedad, topografía)

 **Identificar** los **focos de emisión** de polvo

 ¿Cuáles son los **objetivos?**:

 **Cuantificar** las principales **fuentes de emisión** de polvo

 **Proponer medidas correctoras** de dichas emisiones

-  Estudiar la **eficacia de esas medidas** para evitar que se produzca contaminación atmosférica
-  **Determinar el riesgo pulvígeno de cada trabajador** y de cada puesto de trabajo
-  **Prevenir enfermedades pulmonares** en los trabajadores

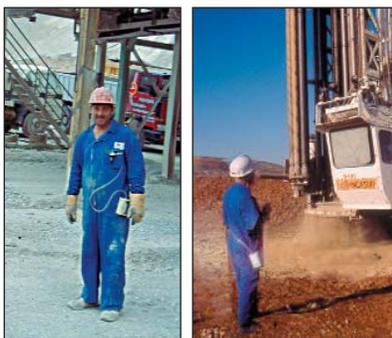
B. EVALUACIÓN DEL RIESGO PULVÍGENO DE LOS TRABAJADORES

 El empresario tiene la **obligación** de **realizar mediciones** de polvo de **todos los puestos de trabajo**.

 ¿**Quién** puede hacer esta **toma de muestras**?

 Las **empresas** pueden realizar la toma de muestras **si cuentan con los equipos necesarios y personal** capacitado

 **Entidades especializadas** que dispongan de los medios precisos
 - Dichos **equipos** deben estar **autorizados**



Trabajadores equipados con dispositivos de toma de muestras individual

 ¿**Qué valores hay que medir**?

 Desde un punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores, **el riesgo pulvígeno se define** a partir de:

- **La concentración en mg/m³ de la fracción de polvo respirable**
- **El contenido en sílice libre en % de SiO₂**

 ¿Cuál es la **periodicidad** de los muestreos?

 Las empresas están obligadas a hacer **una toma de muestras por puesto de trabajo al trimestre**

¿Hay posibilidades de **reducir el número de tomas de muestras**?

Se puede **reducir a 1 al año** en el caso de que los resultados de las **4 últimas muestras** trimestrales no hayan **sobrepasado la mitad de los valores límite**, siempre contando con la **aprobación de la autoridad minera**, para la **explotación**, para **una zona de la misma** o para un **puesto de trabajo**

En el caso de que los **valores** de las muestras estuvieran **por debajo del 25% de los valores límite**, dicha autoridad puede **eximir de la toma de muestras** hasta que se produzca una variación sensible en las condiciones de trabajo

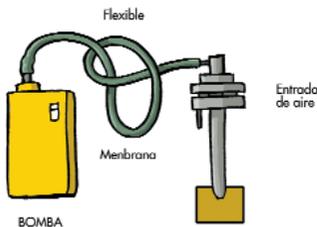
¿Cómo se realiza la toma de muestras?

Las mediciones para determinar el riesgo pulvígeno a que está expuesto cada trabajador se realizan **de forma individual**.

- A un **trabajador representativo** de cada puesto
- Los **aparatos de medida individuales** se colocan en el trabajador cuyo riesgo a la exposición al polvo se quiere estimar

La toma de muestras de polvo normalmente comprenderá la totalidad de la **jornada de trabajo**

Los **aparatos de medición** consisten en un dispositivo que permite separar la fracción respirable del polvo a través de un **ciclón** (Ver ANEXO)



Aparato de toma de muestras personal



La parte del aparato que contiene al **motor** y a la **bomba** de aspiración se sitúan **en la cintura del trabajador**

- El **ciclón** lo más cerca posible de las vías respiratorias superiores

 La muestra es recogida en una **membrana de PVC** de 37 mm de diámetro

 Realizada la toma de muestras, **se retira la membrana y se limpia el ciclón**

 ¿**Quién analiza** las membranas?

 Deben ser analizadas por los **técnicos de Laboratorios Competentes**, como es el caso del **Instituto Nacional de Silicosis (INS)** que, según la ITC 07.1.04, es el centro nacional de referencia

 La **determinación de la sílice libre** se hará, preferentemente, por **difracción de rayos X** o por **espectrofotometría de infrarrojos**



Sala de balanzas

 ¿**A quién se comunican los resultados?**

 El **empresario** ha de **informar** a:

- Los **trabajadores**
- La **administración minera**
- Al **Instituto Nacional de Silicosis**. Cuando envíen muestras por primera vez al Instituto Nacional de Silicosis, debe cumplimentar y enviar una ficha (Ver ANEXO) con los datos de la misma, al INS, para que este Organismo pueda asignarle el código correspondiente

 ¿Qué **documentación** hay que conservar?

 Los **registros** de las **mediciones**

 Los **resultados** de las **determinaciones**

 Los **registros** de la **comunicación** a los trabajadores y al INS

🐸 ¿Para qué sirven los resultados obtenidos?

🐸 Para **identificar el riesgo** y adoptar las **medidas preventivas** que procedan

🐸 Para efectuar más adecuadamente la **vigilancia de la salud**

🐸 ¿Pueden producirse errores en las mediciones?

🐸 El **método** utilizado es **muy fiable**

🐸 Sin embargo **pueden darse casos de anomalías** por:

- **Parada accidental** del aparato
- **Colmatación** de la **membrana**
- **Error** en las determinaciones en **laboratorio**
- **Manipulación intencionada** del equipo de medida

LÍMITES LEGALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

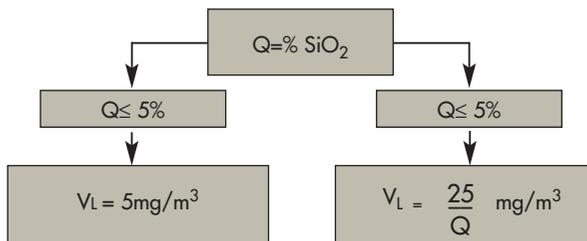
🐸 Para las concentraciones de la fracción respirable de polvo con **contenido en sílice libre no superior al 5%**, el valor límite V_L , medido o calculado para un período de referencia de 8 horas **será de 5 mg/m³**

🐸 Para las concentraciones con un **contenido en sílice libre superior al 5%**, dicho V_L se calculará por la ecuación siguiente:

$$V_L = \frac{25}{Q}, \text{ donde}$$

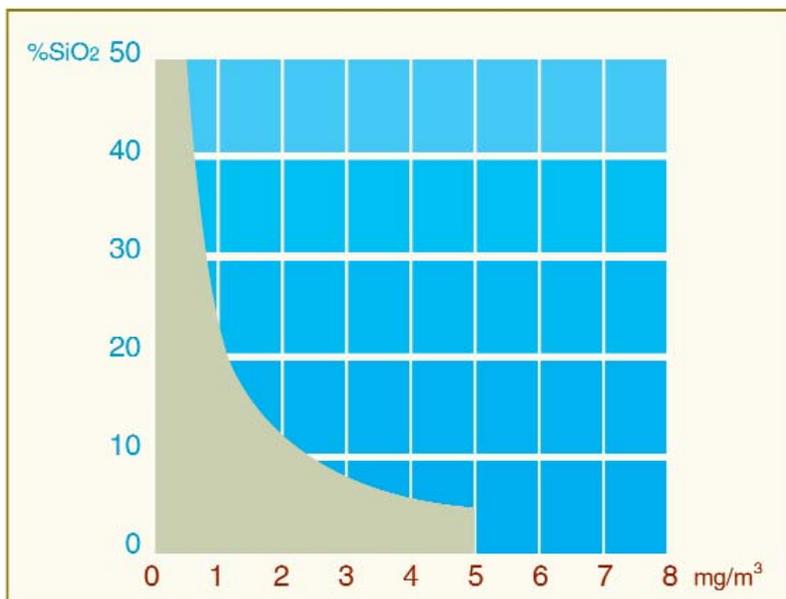
V_L = Valor Límite

Q = Porcentaje (%) de Sílice de polvo



Ejemplo: Si el porcentaje de sílice libre es 12,5, el valor límite será

$$V_L = \frac{25}{12,5} \text{ mg/m}^3 = 2 \text{ mg/m}^3$$



Curva del valor límite para la concentración de polvo en función del contenido en sílice



En ningún caso, la concentración máxima de polvo será superior a 5 mg/m³



¿Quién determina el valor límite?



Tras los análisis, y si no existen variaciones sensibles en las características de los materiales explotados, **las empresas podrán solicitar a la autoridad minera**, la fijación de un valor de la sílice libre para la explotación, **para una zona** de la misma o **para un puesto de trabajo**, lo que determina el valor límite

C. EVALUACIÓN DEL RIESGO PULVÍGENO PARA EL MEDIO AMBIENTE



La medición de las emisiones de polvo a la atmósfera permite ver cómo afecta la actividad extractiva al entorno próximo.

 El R.D. 1073/2002 indica, acerca de la toma de muestras:

 La **ubicación** de los **puntos de muestreo**

 Los criterios de determinación del **número mínimo de puntos** de muestreo

 Los **objetivos de calidad** de los datos y presentación de resultados

 Los **métodos de referencia** para la evaluación de las concentraciones:

- Para el muestreo y análisis de PM_{10} : la norma UNE-EN 12341 (u otro método que dé resultados equivalentes)
- Método de referencia provisional para el muestreo y análisis de $PM_{2,5}$: muestreo por aspiración en filtros seguido de determinación gravimétrica

MEDICIÓN DEL POLVO SEGÚN LA LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL

 ¿Cómo se realizan las mediciones de polvo?

 Para el control de la afeción al medio ambiente, se realizan las mediciones de manera colectiva

 ¿Cuál es la **frecuencia** de muestreo?

 La legislación establece que las empresas de áridos deberán efectuar **controles periódicos**:

- **Una vez cada 3 años** si son industrias clasificadas en el grupo B
- **Una vez cada 5 años** si son industrias clasificadas en el grupo C

 Dentro del **grupo B** del catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, se encuentran:

 La **“extracción** de rocas, piedras, gravas y arenas (canteras)“

 Las **“instalaciones de tratamiento** de piedras, guijarros y otros productos minerales (machaqueo, desmenuzado, triturado, pulverizado, molienda, tamizado, cribado, mezclado, limpiado, ensacado) cuando la capacidad es **superior a 200.000 toneladas anuales**, o para cualquier capacidad cuando la instalación se encuentre a menos de 500 m de un núcleo de población“

 Las **“instalaciones de manutención y transporte en las explotaciones mineras”**

 El “almacenamiento a la intemperie de productos minerales...”

 Asimismo, en el **grupo C** se hallan las “**instalaciones de tratamiento** de piedras, guijarros y otros productos minerales (machaqueo, desmenuzado, triturado, pulverizado, molienda, tamizado, cribado, mezclado, limpiado, ensacado) cuando la capacidad es inferior a 200.000 toneladas anuales”

 ¿**Quién** puede realizar la toma de muestras?

 Las instalaciones calificadas como potencialmente contaminadoras de la atmósfera serán **inspeccionadas por entidades acreditadas**

 Las propias **empresas** pueden realizar sus tomas de muestras de **autocontrol** o recurrir a una entidad acreditada

 ¿**Dónde** se sitúan los puntos de medición?

 La toma de datos se realiza por medio de equipos situados:

- **En el límite de la explotación** para determinar el impacto sobre el medio ambiente
- **En puntos del exterior** de la explotación (en un núcleo habitado, en una industria próxima, etc.) para estudiar las posibles molestias a terceros

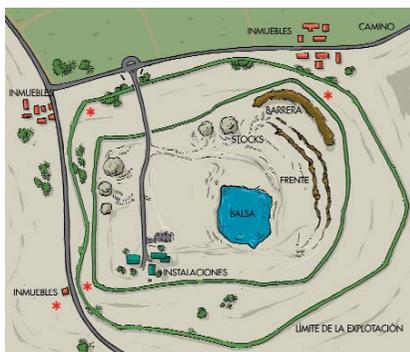
 ¿**Cómo se eligen los puntos de muestreo?**

 En función del **objetivo de control** (impacto sobre el medio ambiente, relación con núcleos habitados, etc.)

 En función de la **dirección de los vientos** dominantes, de las fuentes de emisión, de las pantallas naturales, etc

 Los equipos **deben estar alejados entre sí** y colocados a la misma altura (entre 1,5 m y 8 m) sobre el nivel del suelo

 Han de colocarse **lejos de fuentes locales** para evitar penachos

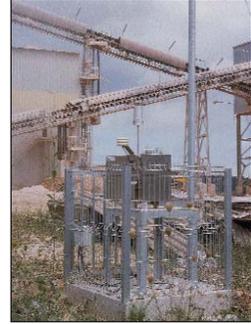


* Colocación de puntos de medida del polvo

¿Qué **aparatos** se utilizan?

Captadores PM10 LVS de bajo volumen

- El polvo en suspensión se aspira a través del armazón y la tapa superior
- El aire se acelera hacia el portafiltro donde se halla un filtro circular de fibra de vidrio, de entre 47 y 50 mm de diámetro.
- La bomba de vacío de paletas proporciona un caudal constante de constante de $(2,3 \pm 2 \%) \text{ m}^3/\text{h}$
- Son equipos caros (más de 3500 €) y requieren suministro eléctrico



Captador LVS PM 10

Captadores PM10 HVS de alto volumen

- El polvo en suspensión se aspira a través del armazón y la tapa superior
- El aire se acelera hacia el portafiltro donde se halla un filtro circular de fibra de vidrio
- La bomba de vacío de paletas proporciona un caudal constante de constante de $(68 \pm 2 \%) \text{ m}^3/\text{h}$
- Son equipos caros (más de 4500 €) y requieren suministro eléctrico



Captador HVS PM 10

Otros dispositivos empleados son:

- **Captadores** de alto volumen con gasómetro o con caudalímetro (Orden de 10 de agosto de 1976)
- **Colectores**: receptáculos cilíndricos donde queda la muestra de **polvo sedimentado**
- **Plaquetas fijadoras**: el **polvo sedimentado** se adhiere a la silicona de la plaqueta
- **Medidores direccionales** de polvo en suspensión (mg/m^3): cabezas colectoras de plástico con una serie de aberturas laterales para la entrada de aire. El polvo, penetra dentro de la cabeza colectora y es depositado en un recipiente
- **Perfiles de exposición**: Ofrecen una medida directa de la emisión fugitiva en una sección transversal gracias a una toma de muestras múltiple

LÍMITES LEGALES RELATIVOS AL MEDIO AMBIENTE

 Los **valores límite admisibles** (vigentes **hasta el 1 de enero de 2005**), para la **inmisión de partículas en suspensión**, que se recogen en la legislación medioambiental son los siguientes:

| | PERIODO | CÁLCULO | $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ |
|---|--|---|----------------------------------|
| Valor límite Método de medición del humo normalizado | Anual | Mediana de los valores medios diarios registrados durante un año | 80 |
| | 1 Octubre - 31 de Marzo | Mediana de los valores medios diarios registrados durante ese periodo | 130 |
| | Anual (compuesto por unidades de periodos de 24 horas) | No debe sobrepasarse más de 30 días consecutivos Percentil 98 de todos los valores medios diarios registrados durante un año | 250 |
| Valor guía Método de medición del humo normalizado | Anual | Mediana aritmética de los valores medios diarios registrados durante un año | 40 - 60 |
| | 24 horas | Medio diario | 100 - 150 |

 Los valores límite de partículas en suspensión totales correspondientes al método gravimétrico, establecidos en la tabla B de Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, se aplicarán hasta el 1 de enero del 2005. Sin embargo y hasta ese momento se podrán utilizar los métodos de medición para PM_{10} del Real Decreto 1073/2002 para demostrar dicho cumplimiento, si bien, los datos así recogidos habrán de multiplicarse por un factor de 1,2.

 Los **valores límite para las partículas PM_{10}** según el Real Decreto 1073/2002 son los siguientes:

 PM_{10} son las partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 micrómetros con una eficiencia de corte del 50 por 100

 **Estos valores se miden en el perímetro de la explotación o en el punto exterior afectado**

| | Período de Promedio | Valor límite | Margen de tolerancia sobre el valor límite |
|---|---------------------|--|---|
| FASE 1 | | | |
| Valor límite diario para la protección de la salud humana | 24 horas | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año | 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2003 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2004 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2005 |
| Valor límite anual para la protección de la salud humana | 1 año civil | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} | 3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2003 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2004 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2005 |
| FASE 2 | | | |
| Valor límite diario para la protección de la salud humana | 24 horas | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año | Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la fase 1 |
| Valor límite anual para la protección de la salud humana | 1 año civil | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2005 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2006 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2007 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2008 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2009 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 01/01/2010 |

¿Cuál es el **protocolo operativo**?

-  Decidir la metodología de medida (tipo de aparato, número de medidores, duración de las medidas).
-  Elegir el emplazamiento de los medidores
-  Implantar los medidores
-  Controlar la meteorología
-  Realizar un seguimiento de las actividades de la explotación
-  Efectuar los registros

 ¿Qué **documentación** debe conservarse?

 Libro registro de las mediciones

 Los resultados de las determinaciones

EVALUACIÓN PREVENTIVA DEL RIESGO PARA EL MEDIO AMBIENTE DEBIDO A LA EMISIÓN DE POLVO EN UNA EXPLOTACIÓN

 **Para prevenir el riesgo para el medio ambiente** debido a la emisión de polvo, es necesario actuar de acuerdo con el siguiente esquema:

 Evaluación del Estado Inicial

 Caracterización de la Explotación

 Definición de los Objetivos

 Campaña de Muestreo

 Mediciones de Control y Seguimiento

 Análisis de los Resultados

 Estudio del caso. Conclusiones Generales

 ¿En qué consiste la **evaluación inicial** del nivel de polvo en una explotación?

 Se trata de realizar una evaluación del nivel de polvo producido durante las labores llevadas a cabo en una explotación

 Es el paso previo a la caracterización de la cantera o gravera con vistas de la propuesta de medidas correctoras

 La **caracterización** de una explotación para el control del nivel pulvígeno ha de incluir información sobre aspectos técnicos, medioambientales, topográficos y geográficos:

 Aspectos **técnicos**:

- Conocimiento de las distintas etapas que constituyen el proceso llevado a cabo en la explotación
- Evaluación del riesgo pulvígeno a escala general y particularizándolo en cada actividad
- Revisión de los equipos y procedimientos utilizados para decidir si han de modificarse para reducir la emisión



Aspectos **medioambientales**:

- Conocimiento de los elementos naturales (fauna, flora, acuíferos, núcleos de población, otras actividades, etc.) que puede verse afectados por emisiones excesivas de polvo



Aspectos **topográficos**:

- Características topográficas (barreras naturales, depresiones) definidores del lugar en que se halla la explotación y que pudieran ser factores negativos (limitan) o positivas (potencian) la emisión de polvo
- Integración de estos accidentes topográficos en el plan de control del polvo



Aspectos **geográficos**:

- Proximidad a la explotación de núcleos urbanos
- Red de carreteras exteriores a la explotación
- Ubicación de la explotación atendiendo a los sistemas direccionales preferentes de vientos
- Regímenes de lluvia y climatología de la explotación



¿Cuáles son los **objetivos en una campaña de evaluación del polvo**?:

| FASE | OBJETIVO | FASE | OBJETIVO |
|---------|---|---------|---|
| Primera | Evaluar el estado inicial (punto cero) | Segunda | Vigilar y realizar seguimientos periódicos |
| | | | Contrastar los valores obtenidos con los disponibles en el punto cero |
| | | | Evaluar las distintas etapas que componen la explotación |
| | Comprender los fenómenos de emisión del polvo | | Estudiar el impacto ambiental sobre el entorno humano (hábitat, agricultura) y natural (vegetación) |
| | Realizar propuestas de mejora y reducción del nivel pulvígeno | | |

D. CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

 Independientemente de si se trata de una medición relacionada con los trabajadores o con el medio ambiente, en primer lugar, hay que **comprobar que los valores medidos están por debajo de los límites legales aplicables**.

 El análisis de resultados debe basarse en una **comparación con** los resultados obtenidos en **otras campañas**, para:

 **Estimar si** el nivel de polvo **se mantiene estable, ha aumentado o disminuido** respecto de los valores tomados en campañas realizadas con anterioridad

 **Estudiar si** las **medidas correctoras** que se asumieron **están siendo** suficientemente **aceptables** en la reducción del polvo o si, por el contrario, hay que modificarlas

 ¿Qué **condiciones** deben cumplirse **para** que estas **comparaciones entre** distintas **campañas** sean válidas?:

 Las campañas han de realizarse de igual manera para que los datos obtenidos sean reproducibles y comparables

 Los lugares donde se sitúen los medidores han de ser los mismos (medición medioambiental)
- De esta manera se podrán estimar las variaciones producidas en el nivel de polvo a lo largo del tiempo

 Han de incluirse los datos meteorológicos reinantes en el momento de las medidas
- De esta manera se podrán inferir las relaciones entre emisión y climatología

 Deben registrarse las actividades de la explotación y las ajenas a la misma que están relacionadas con las mediciones de polvo

 ¿Qué **aspectos** hay que **comparar entre** diversas **campañas**?

 Las características (**concentración, % en sílice**, etc.)

 **Distribución** en la **explotación**

 **Relación** entre los **resultados** y el **tipo de actividad** desarrollada

 Influencia de las variaciones climatológicas (viento, temperatura, humedad, ...)

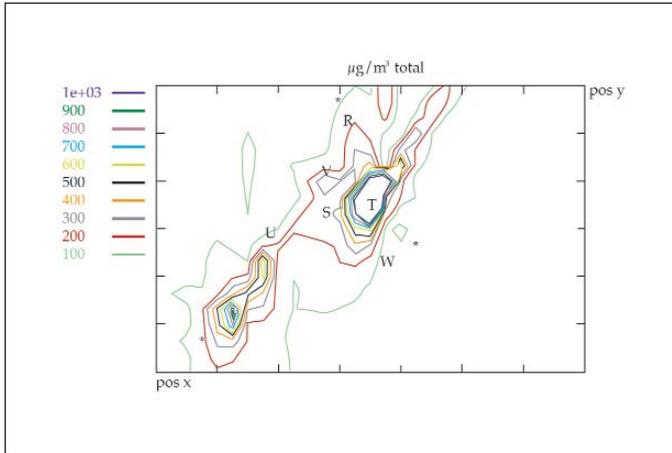


Diagrama de isoplefas de la explotación

 ¿Qué **conclusiones** pueden extraerse de una campaña de muestreo?

 Puede ser preciso adoptar **decisiones** en relación con:

- **Revisión** de las **medidas de protección colectiva** -o diseño de nuevas medidas- en una o en varias de las etapas del proceso de producción de áridos o en un determinado equipo
- **Mejoras en la utilización y /o en el mantenimiento** de las medidas existentes
- **Modificación** de las **instrucciones de trabajo**
- **Suministrar nuevos EPIs**

10. VIGILANCIA DE LA SALUD

ESQUEMA DE CONTENIDOS

¿ES OBLIGATORIO VIGILAR LA SALUD DE LOS TRABAJADORES?

¿CUÁNDO HAY QUE REALIZAR LA REVISIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES?

¿TODOS LOS TRABAJADORES SON APTOS PARA TRABAJAR CON POLVO?

¿EN QUÉ CONSISTEN LOS EXÁMENES MÉDICOS?

¿CUÁLES SON LAS OBLIGACIONES DE LOS EMPRESARIOS?

¿QUÉ ES LA NEUMOCONIOSIS?
¿Y LA SILICOSIS?

¿QUÉ DOCUMENTACIÓN HAY QUE CONSERVAR?

¿CUÁNTOS CASOS SE HAN REGISTRADO EN 2001?

¿QUÉ GRAVEDAD TIENE?

 El **empresario** tiene la **obligación** de realizar la **vigilancia de la salud** de los trabajadores

 Ha de prestarse especial atención a la influencia de la exposición al polvo sobre el organismo



SI

La vigilancia periódica de tu salud te ayuda a prevenir problemas del aparato respiratorio

 Los trabajadores con riesgo por exposición a ambientes polvorientos han de pasar **exámenes médicos previos a su admisión en el trabajo y reconocimientos periódicos**

 **Exámenes médicos previos** a la admisión al trabajo:

 **Sólo podrán ser admitidos** a trabajar en actividades con riesgo de Neumoconiosis **las personas que superen un examen médico** según lo establecido en el Reglamento de Enfermedades Profesionales

 **El examen médico debe constar de:**

- Radiografía de tórax
- Electrocardiograma
- Espirometría

 **No serán considerados aptos** los trabajadores que:

- En reposo realicen respiración por boca
- Padezcan bronconeumopatía crónica
- Presenten lesiones residuales pulmonares o pleurales
- Padezcan deformaciones torácicas o mediastínicas (con reducción de su capacidad respiratoria en más de un 20% de su valor teórico normal)
- Padezcan tuberculosis traqueobronquial o pleuro-pulmonar activa o de sospechosa actividad
- Padezcan cardiopatía orgánica en grado funcional II (Clasificación de la Asociación Americana de Cardiología)

 **Reconocimientos médicos periódicos:**

 Reconocimiento **semestral** para los trabajadores expuestos al chorro de arena y tallado y pulido de rocas síliceas en lugares cerrados

 Reconocimiento **cada dos años** para los trabajadores de la minería de lignito, industrias de tejas, ladrillos y balsosas de arcilla común

 Reconocimientos **anuales** a todos los trabajadores de labores no especificadas en los casos anteriores

- Este es el caso de los **trabajadores del sector de los áridos**

 **En los puestos de especial riesgo los reconocimientos pueden ser más frecuentes**

 El Instituto Nacional de Silicosis recomienda:

 **Reconocimientos radiológicos cada tres años en minería a cielo abierto y canteras** que explotan sustancias **con porcentajes en sílice libre inferior al 15%** (caliza, dolomía, dunita, picón, fonolita, ofita, etc.)

 **Reconocimientos radiológicos anuales en minería a cielo abierto y canteras con porcentajes superiores al 15% en sílice libre** (sílice, cuarcita y arenisca, granito, etc.)

 Los reconocimientos constarán de exploración radiográfica de tórax y de aquellas solicitadas por el médico

ENFERMEDADES PROFESIONALES PRODUCIDAS POR EL POLVO

 La **neumoconiosis** es un **conjunto de enfermedades pulmonares causadas por la inhalación prolongada de polvo fino**.

 La acumulación de polvo en los pulmones produce una reacción del tejido pulmonar y lesiones (fibrosis) que alteran irreversiblemente las funciones pulmonares.

 La variedad de neumoconiosis producida por el polvo de sílice se denomina silicosis

 La silicosis es la enfermedad profesional que con mayor frecuencia afecta a los trabajadores de las explotaciones a cielo abierto y de las plantas de tratamiento



Izquierda: Silicosis simple; Derecha: Silicosis complicada



La silicosis puede clasificarse desde el punto de vista médico y desde el punto de vista legal:

| CLASIFICACIÓN | TIPO DE SILICOSIS | EFECTOS |
|--|-------------------|---|
| MÉDICA | SIMPLE | <ul style="list-style-type: none"> - Se forman pequeños nódulos de 1 cm de diámetro - Las alteraciones pulmonares son mínimas y la esperanza de vida es similar a la de la población general - Puede derivar, a lo largo del tiempo, en la silicosis complicada |
| | COMPLICADA | <ul style="list-style-type: none"> - Aparecen sombras pulmonares mayores de 1 cm de diámetro - Según el tamaño de las sombras, se clasifica en los tipos A, B o C - En los tipos B y C, las alteraciones son importantes y disminuye sustancialmente la esperanza de vida |
| LEGAL ¹ | DE PRIMER GRADO | <ul style="list-style-type: none"> - No origina ninguna disminución en la capacidad para el trabajo - No es considerada como caso de invalidez |
| | DE SEGUNDO GRADO | <ul style="list-style-type: none"> - Inhabilita al trabajador para desempeñar su profesión - Es catalogada como incapacidad permanente y total para su trabajo habitual |
| | DE TERCER GRADO | <ul style="list-style-type: none"> - La enfermedad se manifiesta al menor esfuerzo físico y resulta incompatible con cualquier trabajo - Se equipara a una incapacidad absoluta y permanente para todo tipo de trabajo |
| 1: Los tres grados de silicosis pueden equipararse entre sí cuando el trabajador sufra otras enfermedades cardiopulmonares | | |



No hay que olvidar que la silicosis:



Se manifiesta a largo plazo

- En los comienzos de la presentación de la enfermedad, el trabajador no detecta ningún síntoma



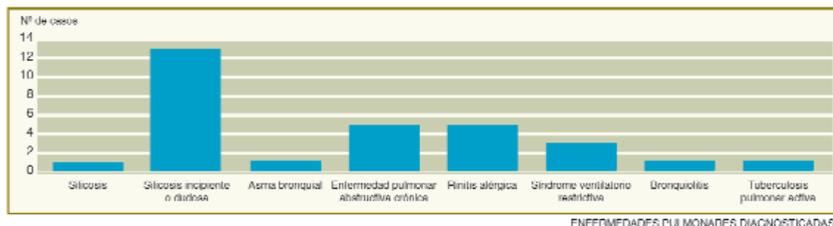
Es una enfermedad incurable, irreversible y degenerativa

 En 2001 se han diagnosticado 205 nuevos casos en España

| CASOS DE NEUMOCONIOSIS DIAGNOSTICADOS EN ESPAÑA | | | | |
|--|---|---|---------------------------------|--------------|
| 1995 - 2001 | | | | |
| AÑO | NEUMOCONIOSIS SIMPLE | | NEUMOCONIOSIS COMPLICADA | TOTAL |
| | SIN alteraciones de la función pulmonar | CON alteraciones de la función pulmonar | | |
| 1995 | 88 | 128 | 47 | 263 |
| 1996 | 91 | 96 | 33 | 220 |
| 1997 | 85 | 88 | 41 | 214 |
| 1998 | 123 | 111 | 48 | 282 |
| 1999 | 101 | 96 | 49 | 246 |
| 2000 | 96 | 86 | 30 | 212 |
| 2001 | 89 | 75 | 41 | 205 |
| TOTAL | 673 | 680 | 289 | 1642 |

Fuente: Instituto Nacional de Silicosis

 Los resultados del Estudio Técnico Médico realizado por el Instituto Nacional de Silicosis en canteras y graveras del Principado de Asturias, durante el año 2002, sobre una muestra de 385 trabajadores se recogen en la gráfica siguiente:



 Todos los esfuerzos para erradicar esta enfermedad profesional son pocos

11. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA CON EL CONTROL DEL POLVO

 Tanto desde el punto de vista de **prevención de riesgos laborales** como de **medio ambiente**, el **empresario tiene la obligación** de asegurarse de que se elabore una serie de **documentación**

A. DOCUMENTACIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES RELACIONADA CON EL POLVO

 **Memoria Anual de lucha contra el polvo**, constituida por la siguiente relación de documentos:

-  Equipos de lucha contra el polvo en la maquinaria fija y móvil
-  Sistemas y medios para reducir, diluir, asentar y evacuar el polvo
-  Aparatos de medición de polvo utilizados por la empresa
-  Resultados de las mediciones realizadas en el año anterior, efectuadas en la forma y con la periodicidad que se indica en el apartado 2 de la ITC 07.1.04.
-  Relación nominal de los trabajadores diagnosticados de neumoconiosis en el último año, con sus diferentes grados
-  Se enviará una copia de la Memoria Anual al Instituto Nacional de Silicosis

 **Contrato** con la **entidad** que realiza la **toma de muestras** y los **análisis** de las mismas

 **Registro** de los **resultados** obtenidos en las **mediciones** realizadas. **Fichas de toma de muestras.**

 **Registro** que acredite que se ha **informado** a los **trabajadores** sobre los resultados de la medición en su puesto de trabajo.

 Registros que acrediten la **información, formación y consulta de los trabajadores** en relación con la adopción de medidas de prevención contra el polvo.

 **Partes** de entrega de los **equipos de protección individual**.

 **Documento de Seguridad y Salud (DSS)**.

 **Conclusiones** obtenidas en los **controles del estado de salud** de los trabajadores.

 No hay que olvidar que estos datos **son confidenciales**

 **Relación** de los accidentes de trabajo y **enfermedades profesionales** que hayan causado al trabajador incapacidad laboral superior a un día.

 **Disposiciones internas de seguridad**.

 **Declaraciones de conformidad y manuales de instrucciones** de los equipos de trabajo relacionados **con el polvo**.

 **Parte de revisión de aparatos**. Lista de piezas de recambio.

B. MEDIO AMBIENTE

 **Contrato** con la **entidad** que realiza la **toma de muestras** y los **análisis** de las mismas.

 **Registro** de los **resultados** obtenidos en las **mediciones** realizadas.
Fichas de toma de muestras.

 **Lista** de **aparatos de medición del polvo**.

 **Lista** de **equipos de lucha contra el polvo** en la maquinaria fija y móvil.

 **Sistemas para reducir, diluir, asentar y evacuar el polvo**.

 Documentos correspondientes a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), en caso de que sea preceptiva.

12. CONCLUSIONES

El control del polvo en las explotaciones de áridos es un aspecto cada día más importante, desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales y de la protección del medio ambiente.

Cada cantera o gravera, dependiendo de sus características particulares, ha de elegir los dispositivos más adecuados y eficaces para lograr los fines perseguidos, compatibilizando la aplicación de las medidas con la propia gestión del proceso productivo.

Partiendo del necesario **compromiso del empresario** en cumplimiento de sus obligaciones impuestas por la legislación, la mejora de las condiciones ambientales requiere un gran **esfuerzo colectivo** de formación y sensibilización de los trabajadores.

A lo largo de la publicación se han enumerado multitud de **dispositivos** y de **medidas organizativas** que pueden aplicarse a las distintas etapas del proceso productivo.

Algunas de estas **medidas** son **muy sencillas y baratas de poner en práctica** y precisan únicamente de la voluntad de hacerlo. El **sentido común** a la hora de complementar las diferentes alternativas existentes en cada caso reportará, sin duda, unos buenos resultados en lo que a control del polvo se refiere.

Otras medidas son más costosas y pueden ser más difíciles de integrar sin una **reflexión previa** acerca de los beneficios que se pueden lograr y de los inconvenientes que pudieran acarrear.

En los últimos años las empresas del sector de los áridos están tomando conciencia de la necesidad de controlar el problema de la producción de polvo en el proceso de fabricación de áridos y están adoptando numerosas medidas en ese sentido. Aún así, todavía queda camino por recorrer.

Finalmente, es preciso resaltar, los **aspectos favorables relacionados con una buena gestión del problema del polvo**: reducción de la contaminación del medio ambiente, minoración del riesgo de que los trabajadores contraigan enfermedades respiratorias, aumento de la vida útil de las instalaciones y de los equipos de trabajo, mejora de la imagen de la empresa ante la opinión pública y obtención de productos de calidad. Sin olvidar el cumplimiento de una doble –seguridad y medio ambiente– obligación legal.

13. DECÁLOGO

PARA PREVENIR EFECTOS NEGATIVOS DEL POLVO, ¡RECUERDA! ... SIEMPRE ...

 ... **Cumple** las **normas de prevención** que se establezcan para el **control del polvo**. Respeta también la señalización

 ... **Conserva limpio** tu **lugar de trabajo** para evitar acumulaciones de polvo

 ... **Utiliza** correctamente los **dispositivos de prevención colectiva contra el polvo**

 ... **Conoce las instrucciones del fabricante** de los equipos para informarte de las medidas previstas **para el control del polvo**

 ... **Revisa** el estado de los **sistemas de control del polvo** (cerramientos, cortinas antipolvo, etc.)

 ... **Participa** en las campañas de **vigilancia de la salud**, ya que **prevenir es lo que cuenta**

 ¡La **silicosis** es una enfermedad que se **manifiesta a largo plazo!**

 ... **Emplea correctamente** los equipos de protección individual -EPI- y, en particular, los medios de protección de las vías respiratorias facilitadas por el empresario

 ... **Coopera** con el empresario **para conseguir** unas **condiciones de trabajo** que sean **seguras**, donde el polvo esté controlado

 **Contribuye** al **cumplimiento** de las **obligaciones** establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la salud de los trabajadores frente al polvo

 ... Si hay algún **riesgo de producción de polvo**, **comunícaselo** de inmediato a tu **superior**

 ... En relación con el polvo, **conseguir la seguridad colectiva es** lograr la **seguridad individual**.

 ¡La fracción de polvo más dañina es la que no ves!

PARA PREVENIR EFECTOS NEGATIVOS DEL POLVO... ... NUNCA OLVIDES ...

 ... **Limitar** tu **tiempo de permanencia** en la **zona de riesgo** polvígeno. No permanezcas más tiempo del necesario en lugares mal ventilados

 ... **Alejarte** del **foco**, trabajando desde cabinas aisladas y ventiladas. ¡Te protegen del polvo!

 ... Realizar, si es posible, los trabajos de **mantenimiento** con la **planta parada** y esperando a que el **polvo** se **disperse**

 ... Que la **formación** sobre cómo prevenir este riesgo **te ayuda a vivir mejor**

 ... Las **condiciones de seguridad** para la permanencia en la **zona de riesgo**

 ... **Controlar** el **arranque, la parada** y el **régimen de funcionamiento** de los equipos y de los sistemas de protección contra el polvo

 ... **Cerrar** los **carenados** y los **capotajes** tras las intervenciones de mantenimiento

 ... La importancia de **evitar los derrames** y de realizar periódicamente las **labores de limpieza**

 ... **Conservar operativos** los **sistemas** de lucha **contra el polvo**

 ... Que **la prevención** es tu **mejor aliado** contra el polvo

14. PRUEBA DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

- 1 **Señalar las frases que cree que son ciertas:** El polvo:
- a) Sólo se produce durante las etapas de molienda
 - b) Se genera en la mayoría de las operaciones de una cantera o gravera
 - c) Puede originar enfermedades respiratorias irreversibles
 - d) No influye en la imagen que tenga la empresa en la opinión pública
- 2 **Señalar las frases que son ciertas:**
- a) Los trabajadores han de recibir formación acerca de cómo prevenir los riesgos laborales derivados de la exposición al polvo...
 - a.1 Sólo cuando lleven trabajando más de 3 años en una cantera
 - a.2 Al iniciar su actividad laboral
 - a.3 Al iniciar su actividad laboral y de forma continuada
 - b) La formación sobre la lucha contra el polvo...
 - b.1 Debe incluir datos sobre las características y propiedades del polvo
 - b.2 No debe ofrecer información sobre los riesgos para la salud
 - b.3 Ha de dar información sobre los EPI
 - c) El trabajador tiene derecho a estar informado por la empresa de los riesgos laborales debidos al polvo...
 - c.1 Cuando la cantera y/o gravera lleve más de 5 años de funcionamiento
 - c.2 Siempre
 - d) Los trabajadores deben...
 - d.1 Acudir al trabajo en buenas condiciones físicas y psíquicas
 - d.2 Ser responsables
 - d.3 Realizar cualquier trabajo, estén o no autorizados
 - d.4 Utilizar los EPI cuando les apetezca
- 3 **Señalar las respuestas correctas:**
- a) El polvo es...
 - a.1 El conjunto de partículas sólidas y no solubles en agua que se producen al disgregar las rocas
 - a.2 El conjunto de partículas de más de 2 metros de tamaño
 - a.3 Beneficioso para la salud
 - a.4 un agente de riesgo para los trabajadores
 - b) El polvo inerte es el más frecuente en las canteras
 - c) Existen cuatro tipos focos de emisión de polvo: lineales, móviles, fijos y no puntuales
- 4 **Responder SÍ o NO a cada una de las siguientes frases:**
- a) Cuanto mayor sea la humedad, menor cantidad de polvo se produce
 - b) A mayor volumen de producción, hay mayor probabilidad de generación de polvo
 - c) Las medidas preventivas sólo se aplican a los nuevos equipos
 - d) Es importante identificar los focos que pueden producir polvo

5 Señalar aquellas afirmaciones, referidas a cada una de las etapas de una cantera o gravera, con las que se está de acuerdo:

- a) Durante la descubierta del terreno no se libera polvo
- b) La perforación es la operación en la que menos polvo se produce
- c) En la voladura, se deben retacar los barrenos para controlar la emisión de polvo
- d) En el arranque y carga de materiales, sólo se produce polvo al recoger el material
- e) La velocidad de circulación no afecta a la producción de polvo
- f) Las pistas no hay que mantenerlas porque se van a deteriorar cada cierto tiempo

6 Tachar las afirmaciones que se consideran erróneas:

| OPERACIÓN | | 1 | 2 |
|---|----------|--|--|
| Tolva del Primario | A | El polvo se produce durante la alimentación y la descarga | No hay medidas de lucha contra el polvo |
| Transporte con cintas, elevadores y transportadores | B | Se puede realizar un capotaje en la alimentación | Un incorrecto dimensionamiento de la cinta aumenta el nivel de polvo |
| Trituración y Molienda | C | Para reducir el polvo conviene prevenir atascos y derrames | Es interesante centralizar los mandos en una cabina aislada |
| Alimentación | D | Conviene evitar excesivas agitaciones del material | No influye en la cantidad de polvo que el material choque contra las paredes del alimentador |
| Clasificación | E | Se produce polvo al poner en marcha las cribas | El polvo se produce principalmente en la alimentación del material |
| Almacenamiento en silos. Carga de Camiones | F | El polvo se origina sobre todo al llenar los silos | No hay que preocuparse por la manera en que se descarga el material |
| Acopios y Parque de Áridos | G | Las fracciones más finas hay que almacenarlas en silos | Interesa regar las superficies de circulación |
| Expedición | H | Lavar los neumáticos no influye en la producción de polvo | Si se asfaltan las pistas se reduce el polvo |
| Laboratorio | I | Los laboratorios deben tener sistemas de ventilación | No hacen falta protocolos de operación |

7 Acerca de los EPI se puede decir que... (Verdadero o Falso)

- a) Hay que emplearlos de forma responsable
- b) Hay que utilizarlos mientras dure la exposición al riesgo
- c) Una vez usados, se dejan en cualquier lugar
- d) La máscara cubre sólo la nariz

8 Completar el siguiente cuadro indicando las afirmaciones que se consideran ciertas (Verdadero o Falso):

- a) La evaluación del riesgo pulvígeno se realiza desde el punto de vista medioambiental y del de seguridad de los trabajadores
- b) Las empresas están obligadas a realizar muestreos de polvo cada 10 años
- c) Las medidas se realizan cuando no hay ningún trabajador en la cantera
- d) Las medidas se realizan de forma individual (un trabajador representativo de cada puesto)
- e) No hay que conservar ninguna documentación

9 Tachar las afirmaciones incorrectas:

| | 1 | 2 | 3 |
|----------|---|--|--|
| A | El empresario tiene que vigilar la salud de sus trabajadores | Los trabajadores con riesgo pulvígeno no deben someterse a ningún control médico | El reconocimiento médico sólo consta de un análisis de sangre |
| B | Las cabinas protegen a los trabajadores | Cuanto más alejado se esté del foco productor de polvo, menor es el riesgo | El confinamiento de los puestos de trabajo no sólo reduce el riesgo al polvo sino también al ruido |
| C | Los captadores de polvo limpian el aire a través de un ventilador | Las pistas de transporte son un foco no puntual de emisión de polvo | La estructura de la roca no influye en que se genere más o menos polvo |

PRUEBA DE AUTOEVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS. SOLUCIONES

1: b, c
 2: a,3; b,1 y b,2; c,2; d,1 y d,2
 3: a,1 y a,4; b; c
 4: a (si); b (si); c (no); d (si)
 5: c
 6: a,2; d,2; f,2; h,1; i,2
 7: a (V); b (V); c (F); d (F)
 8: a (V); b (F); c (F); d (V); e (F)
 9: a,2; c,2; a,3; c,3

15. GLOSARIO

- A** **Abrasión:** Desgaste de la superficie de los materiales rocosos, ya sea por fricción o por impacto, debido a la acción de los agentes erosivos
Adsorción: proceso por el cual las moléculas de un gas, de un líquido o de una sustancia disuelta se fijan a la superficie de un sólido por una unión química o física
Aerosol: Dispersión en un medio gaseoso de partículas sólidas o líquidas finamente divididas que tienen una velocidad de caída despreciable
Aire de los lugares de trabajo: Atmósfera a la cual una persona está expuesta, interior o exterior, durante las horas de trabajo en su lugar de trabajo
Ambiente exterior: Atmósfera en espacio abierto al cual pueden estar expuestos las personas, las plantas, los animales o los materiales
Ambiente interior: Atmósfera en lugares cerrados, tales como viviendas o edificios, o en recintos industriales
Ambiente pulvígeno: Atmósfera con materia pulverulenta en suspensión
Aspiración: Acción de atraer materia físicamente debido a la acción de una diferencia de presión creada en su entorno
- C** **Cámara de sedimentación:** Cámara diseñada para reducir la velocidad de los gases con objeto de potenciar la sedimentación de las partículas de la corriente de gas
Ciclón: Separador de partículas sólidas o gotas que utiliza esencialmente la fuerza centrífuga, derivada del movimiento propio del fluido
Cobertera: Conjunto superficial de terreno formado por la tierra vegetal, rocas más o menos alteradas y vegetación
Concentración de emisión: Concentración del contaminante atmosférico en el punto de descarga de una emisión
Contaminante: cualquier sustancia introducida directa o indirectamente por el hombre en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto.
Criterio de calidad del aire ambiente: Calidad especificada del aire ambiente que posee un valor legal, frecuentemente definida de modo estadístico, por el establecimiento de un límite a la concentración de un contaminante atmosférico en un tiempo determinado
Criterio de emisión: Tasa, factor o concentración de emisión especificado que posee carácter legal
Control continuo: Vigilancia permanente del ambiente atmosférico para verificar los cambios de los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera. También se aplica este término a la vigilancia continua de emisión de contaminantes por un foco de contaminación
- D** **Densidad:** Cociente entre una masa de materia y el volumen que ésta ocupa
Depósito: Acumulación en superficie de la piedra de materiales sueltos más o menos compactos y de extensión limitada
Depurador: Cualquier equipo captador de polvo
Difusión: Dilución, diseminación o dispersión de materiales gaseosos, líquidos, sólidos o geles, en un medio fluido
Dosis de inmisión: Cantidad de contaminante en el receptor durante el tiempo de exposición
- E** **Eficiencia de retención:** Cociente entre la cantidad de partículas retenidas por un separador y la cantidad entrante en el mismo. (Se expresa generalmente como un porcentaje)
Emisión: Descarga de sustancias a la atmósfera. El punto o área donde desde el cual la descarga tienen lugar se denomina "foco"
Espirometría: Medición de la capacidad respiratoria de los pulmones
Evaluación: Cualquier método utilizado para medir, calcular, predecir o estimar el nivel de un contaminante en el aire ambiente
- F** **Filler:** Fracción muy fina de material que representa una fuente importante de polvo
Finos: Fracción fina continua en los materiales, cuyo diámetro va hasta 40 micras
Flujo de emisión: Tasa de emisión por unidad de superficie del foco emisor
Flujo de inmisión: Tasa de inmisión referida a la unidad de superficie del receptor
Fragmentación: Acción de rotura de las rocas mediante el empleo de un equipo mecánico o la detonación de explosivos.
Frente: superficie de roca expuesta en una cantera, constituida por los bancos y las bermas en explotación
Fuente contaminante o foco: Punto emisor de contaminantes a la atmósfera
- G** **Gota:** Pequeña partícula líquida, de tamaño y densidad tales que caerá bajo condiciones de calma, pero que puede permanecer suspendida en condiciones turbulentas, principalmente en el rango de tamaños inferiores a 200 µm

- I Inmisión:** Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor" de modo temporal o permanente: por ejemplo contaminantes retenidos por los pulmones
Isopletas: Curvas imaginarias trazadas al unir puntos de igual concentración de polvo en el aire
- L Lavado:** Proceso usado en el muestreo o limpieza de gases en el cual los componentes de la corriente de gas son eliminados por contacto con una superficie líquida sobre un baño húmedo, sobre gotas pulverizadas, etc.
- M Margen de tolerancia:** porcentaje del valor límite o cantidad en que éste puede sobrepasarse con arreglo a las condiciones establecidas
Materia en suspensión: Toda materia pulverulenta que persiste en la atmósfera o en una corriente de gas durante largos periodos debido a que el tamaño de las partículas es demasiado pequeño para tener una velocidad de caída apreciable
Mediciones fijas: Mediciones de contaminantes realizadas en lugares fijos, ya sea de forma continua o mediante un muestreo aleatorio, siendo el número de mediciones suficiente para determinar los niveles observados.
Micra: Unidad de medida equivalente a la millonésima parte de un metro
Muestreo continuo: Muestreo, sin interrupciones, durante una operación o durante un tiempo predeterminado
Muestreo instantáneo o puntual: Toma de una muestra en un tiempo muy corto
- N Nivel:** La concentración de un contaminante en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento determinado
- P Partícula:** Parte de una materia sólida o líquida que se presenta finamente dividida
Partícula líquida: La que, aunque presenta un volumen definido, carece de consistencia rígida
Partículas microscópicas: Pequeñas masas discretas de materia sólida o líquida cuyo diámetro es inferior a 10 micras
Partículas visibles: Partículas de un diámetro superior a 10 micras, visibles a simple vista
Período de medida: Intervalo de tiempo entre la primera y la última medida
Plaza de cantera: Zona plana de la cantera situada bajo el frente de explotación, correspondiente al nivel más bajo de la cantera
PM₁₀: Las partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 µm con una eficiencia de corte del 50 por 100
PM_{2,5}: Las partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 2,5 µm con una eficiencia de corte del 50 por 100
Polvo alveolar silíceo: Fracción de polvo alveolar cuyo contenido en cuarzo excede del 1%
Polvo fino: Partículas de diámetro inferior a 1 micra, asimilables a emanaciones y a humo
Polvo grueso: Partículas de diámetro comprendido entre 10 y 40 micras
Polvo medio: Partículas cuyo diámetro está comprendido entre 1 y 10 micras
Polvo sedimentable: Partículas más gruesas de diámetro superior a 1 micra que tienen una velocidad de caída importante
Polvo en suspensión: Partículas cuyo diámetro es inferior a 1 micra que pueden quedar en suspensión en la atmósfera y formar un aerosol que se disperse con el viento
Punto de corte: Tamaño de las partículas al cual la eficiencia de retención de un separador es inferior a un valor especificado, bajo condiciones definidas
- S Sedimentación:** Acumulación de partículas sobre una superficie debido a la acción de la gravedad
Separador: Equipo diseñado para separar las partículas de un medio gaseoso
Silice: Dióxido de silicio, SiO₂
- T Tasa de emisión:** Masa de contaminante emitido a la atmósfera por unidad de tiempo
Tasa de inmisión: Masa de contaminación transferida por unidad de tiempo a un receptor
Tiempo de muestreo: Intervalo de tiempo a lo largo del cual se toma una muestra simple
Tiempo de promedio: Intervalo de tiempo durante el cual la calidad del aire se expresa como una media
Transmisión: Efecto combinado de transporte y reacción atmosférica en los contaminantes
- U Umbral de alerta:** Un nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana
- V Valor Límite:** Valor máximo que puede haber de miligramos de "polvo respirable" existente por metro cúbico, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto
Vapor: Fase gaseosa de una materia que puede existir simultáneamente en estado sólido y líquido

16. REFERENCIAS

A. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Análisis de las sustancias que enmascaran el contenido en sílice, falseando los índices de nocividad expresados en la ITC 07.1.04 Instituto Nacional de Silicosis. 2001
- Áridos: Guía de buena apariencia en canteras y graveras. ANEFA. 2002
- Código de Buenas Prácticas Medioambientales en Canteras y Graveras. ANEFA. 1998
- Control del polvo y del ruido en canteras y graveras. E. Fernández Bustillo - A. González Fernández. INS. 2002
- De la captation au dépoussiérage. J.F. Petitprez 1996
- EPA (1998), Technical Assesment Paper: Available Information for Estimating Air Emissions from Stone Mining and Quarrying Operations, May 1998.
- Estudio ambiental, desde el punto de vista pulvígeno, en el entorno de las explotaciones a cielo abierto. Instituto Nacional de Silicosis. 2002
- Estudio sobre la variabilidad en los análisis de la sílice para una mejor aplicación de la legislación vigente en el control pulvígeno de las canteras. Instituto Nacional de Silicosis. 2000
- Estudio técnico-médico de las Industrias extractivas de áridos y piedra natural del Principado de Asturias". Instituto Nacional de Silicosis. 2001
- Health and Safety Management in the Aggregate and Concrete Products Industry. Irish Concrete Federation. 2000.
- Guía de buenas prácticas medioambientales en la industria extractiva europea. MINECO. 2002
- Guía práctica para el control y prevención del polvo en canteras y graveras. Miguel Aparicio Muñoz.
- Intégration des carrières dans l'environnement. Mesure et contrôle des émissions de poussières. O. Blanchard 1998
- La Silicosis. Legislación, prevención y control de polvo. Minería a cielo abierto. Instalaciones de exterior. Instituto Nacional de Silicosis – Insalud
- Le dépoussiérage en carrière. J.Piedoue. 1996
- Manual de seguridad en explotaciones a cielo abierto. Instituto Tecnológico Geominero de España. 1991.
- Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. Serie: Ingeniería Geoambiental. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía.
- Prevención de riesgos laborales en la industria extractiva de los áridos. ANEFA. 2001.
- Protección de las vías respiratorias. Equipos de Protección Individual. Junta de Andalucía. Consejería de Trabajo y Asuntos Sociales. Dirección General de Trabajo y Seguridad Social.
- Seguridad en los equipos de trabajo de la Industria Extractiva de Áridos. ANEFA 2001.
- Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. José María Cortés Díaz. 1998

B. REFERENCIAS LEGISLATIVAS

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9.3.71).
- R.D. 3255/83 (de 21 de diciembre de 1983) sobre Minas. Estatuto del Minero
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.D. 863/1985, de 2 de abril)
- Instrucción Técnica Complementaria (ITC) 07.1.04 (publicada en el BOE nº 260, de 30 de enero de 1991)
- Ley 21/1992 (de 16 de julio de 1992) de Industria
- R.D. Legislativo 1/1995 (del 24 de marzo de 1995) por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del estatuto de los Trabajadores
- Ley 31/1995 (de 8 de noviembre de 1995) de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, sobre seguridad y salud en actividades mineras
- Borradores de Instrucciones Técnicas Complementarias. Comisión de Seguridad Minera. 1999-2001
- R.D. 39/1997 Reglamento de Servicios de Prevención
- R.D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas de señalización
- R.D. 773/1997 sobre utilización de equipos de protección individual
- R.D. 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad en equipos de trabajo
- R.D.L. 5/2000, texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social

COMUNIDADES AUTÓNOMAS

CASTILLA Y LEÓN

- Orden de 1 de marzo de 1986, sobre regulación de las condiciones ambientales de existencia de polvo en las actividades mineras

CATALUÑA

- Instrucción Técnica de la Dirección General de Calidad Ambiental ITVCA Junio 1997

PRINCIPADO DE ASTURIAS

- Decreto 93/1985, de 3 de octubre, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria ASM-2, regulando las condiciones ambientales, lucha contra el polvo, en las explotaciones mineras del Principado de Asturias

MEDIO AMBIENTE

ESTADO

- Decreto 2414/1961, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas
- Ley 38/1972 (de 22 de diciembre de 1972) de Protección del Medio Ambiente Atmosférico
- Decreto 833/1975, por el que se desarrolla la Ley 38/1971
- Orden Ministerial de 10 de agosto de 1976 (Ministerio de Industria), sobre normas técnicas para análisis y valoración de contaminantes de naturaleza química
- Orden Ministerial de 18 de octubre de 1976 (Ministerio de Industria), sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial
- Orden Ministerial de 22 de marzo de 1990 (Ministerio de Industria), por la que se modifica la Orden de 10 de agosto de 1976, método de referencia para humo normalizado
- Real Decreto 1613/1985, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975
- Real Decreto 1154/1986, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975
- Real Decreto 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con ... partículas ...

COMUNIDADES AUTÓNOMAS

ANDALUCÍA

- Decreto 74/1996, sobre Protección del Medio Ambiente. Reglamento de la Calidad del Aire Aragón
- Decreto 25/1999, sobre los informes de los organismos de control sobre contaminación atmosférica
- Orden de 17 de enero de 2001, sobre los modelos de libro registro de las emisiones contaminantes a la atmósfera en los procesos industriales

CATALUÑA

- Ley 22/1983, de protección del ambiente atmosférico
- Decreto 230/93, sobre ejercicio de las funciones de inspección y control en el ámbito de la protección del medio - ambiente
- Ley 7/1989, de modificación parcial de la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico
- Ley 6/1996, de modificación de la Ley 22/83
- Decreto 398/1996, regulador del sistema de planes graduales de reducción de emisiones a la atmósfera
- Orden de 7 de julio de 2000, por la que se fijan las tarifas que han de aplicar las entidades de inspección y control (EIC) en materia de controles reglamentarios de emisiones a la atmósfera

GALICIA

- Ley 12/1995, del impuesto sobre la contaminación atmosférica
- Decreto 29/2000, por el que se aprueba el Reglamento del impuesto sobre la contaminación atmosférica
- Ley 8/2002, de 18 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico de Galicia

C. NORMAS

- UNE 81550: 2003 Atmósferas en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracción respirable) con contenido en sílice libre cristalina, en aire. Método gravimétrico/espectrofotometría de infrarrojos.
- UNE-EN 13284-1:2002 Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de las partículas a baja concentración. Parte 1 Método gravimétrico manual
- UNE-EN 12341: 1999 Calidad del aire. Determinación de la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida a los de referencia
- UNE 77204: 1998 Calidad del aire. Aspectos generales. Vocabulario
- UNE 81599: 1996 Calidad del aire. Atmósferas en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracción inhalable y respirable) en el aire. Método gravimétrico.
- NTP-21 Toma de muestras de polvo inerte o molesto. INSHT
- NTP-60 Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico. INSHT
- NTP-127 Estación de trituración primaria. INSHT
- NTP-257 Perforación de rocas: eliminación del polvo. INSHT

17. ANEXO

A- NORMAS PARA REALIZAR LAS MUESTRAS DE ACUERDO CON LA I.T.C. 07.1.04 EN EL INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS.

NOTA: Los análisis realizados en el INS son sin cargos.

1. Disponer de un aparato de toma de muestras que esté de acuerdo con la I.T.C. 07.1.04.¹.
2. Depositar en el Instituto Nacional de Silicosis (INS) un número de membranas² y portamembranas equivalente a las que se desea tomar en una campaña (número de muestras seguidas que piensen realizar). Estos portamembranas, que son reutilizables, quedarán en depósito en el INS y le serán enviados con la membrana prepesada cuando lo solicite por escrito, por teléfono o por fax³.
3. Antes de comenzar la toma de muestras el INS enviará: Una copia de la ficha modelo de toma de muestras, que se ha de remitir cumplimentada junto con la membrana, una vez realizado el muestreo en el puesto de trabajo y una copia de los criterios de codificación de los campos que figuran en la ficha.
4. Cuando se solicite, se enviarán las membranas prepesadas.
5. Después de realizar el muestreo, enviarán las membranas al INS (por mensajería y sin costes para el INS). Una vez que se reciban y después de que sean analizadas, se devolverá la ficha cubierta con los resultados obtenidos: mg/m³ y % de SiO₂.
6. El INS se ofrece a formar, en su centro, a la persona o personas que estimen conveniente, en la toma de muestras, para lo que se han de poner de acuerdo en las fechas.
7. Todos los envíos realizados por el INS son por mensajería a portes debidos.
8. **Los análisis realizados en el INS son sin cargos.**

- 1) Los aparatos que actualmente están de acuerdo con la mencionada I.T.C. son:
 - Ecoequip Casella, c/ General Elorza 68- 1º, 33001 Oviedo T: 985112919, F::985115276 6 c/ Alonso Castrillo 24 -3º P, 28020 Madrid. T: 915707673-915703046,, Fax: 915705480.
 - MSA Española S.A. c/ Narcis Monturiol 7, Polígono Industrial, Apartado de correos 104, 08960 San Just Desvern, Barcelona, T:933725162.
 - Gillian Nusim. c/ Javier Ferrero 9. 28002 Madrid. T:915190575. F: 914168480.
 - Honorio Flórez.El único ciclón que actualmente está de acuerdo con la mencionada I.T.C. es el suministrado por Casella.
- 2) Membrana PVC Gelman, de 2 caras iguales, 37 mm de diámetro y 5 µm de porosidad (Refer.- GLA - 500) suministrado por las casas del apartado 1.

- 3) **Instituto Nacional de Silicosis. c/ Dr. Bellmunt s/n, 33006 Oviedo. T: 985108009
F: 985108009 - 985108043.**

B- FICHA PARA DAR DE ALTA EN EL INS A UNA NUEVA EMPRESA

La empresa que por primera vez envíe muestras al INS (tanto si las realiza directamente como si lo hace a través de una Mutua, servicio de prevención u otra entidad colaboradora que realice mediciones) deberá cumplimentar, para que se le pueda asignar un código, la siguiente ficha:

| |
|--|
| Nombre de la Empresa |
| Nombre de la Explotación |
| Dirección y Tfno |
| Municipio |
| Provincia |
| Nombre y Tfno del director facultativo |
| Materia prima que explota (roca o mineral explotado ej.: caliza, granito,...): |
| Uso a que se destina la materia prima (áridos, cementos,...): |
| Nº de personas trabajando en la explotación y producción aproximada |
| Método de explotación |

C- CÓDIGO PARA CUMPLIMENTAR LAS FICHAS

Cuando se toman muestras en una nueva empresa:

- 1) El Instituto Nacional de Silicosis le adjudica un código de empresa de seis dígitos, donde los primeros tres dígitos corresponden al código postal de la provincia y los otros tres a la empresa.
- 2) El código de puesto de trabajo tendrá 5 cifras. Las dos primeras se refieren a la materia prima manipulada (caolín, carbón, etc.), La 3ª y 4ª cifras se refieren al puesto de trabajo (Barrenista, Conductor de camión, Pulidor, etc.) La 5ª cifra será 1 si los trabajos se realizan a cielo abierto y 2 si los trabajos se realizan en nave o locales cerrados. Ejemplo: PUESTO DE TRABAJO 26 36 1 (caliza; molienda primaria; cielo abierto) La empresa, en cada ficha, debe codificar la materia prima y el puesto de trabajo con arreglo a las siguientes tablas:

| CODIGO MATERIA | CODIGO PUESTO DE TRABAJO |
|--|---|
| 13 DUNITA, OFITA, BENTONITA, TRAQUITA | 26 OPERARIO DE CLASIFICACION, CRIBAS, CINTAS |
| 16 CEMENTO, HORMIGÓN | 27 MECANICO MANTENIMIENTO, ELECTRICISTA |
| 23 PORFIDO, BASALTO, KIESELGUR, GNEIS, ANFIBOLES, FONOLITA, CORNEANA, PICÓN | 28 BASCULISTA, OFICINA, ALMACEN, LABORATORIO |
| 26 CALIZA, MARGA | 29 PEON DE LIEWEZA, DE VIGILANCIA |
| 27 MARMOL | 30 ENCARGADO, VIGILANTE |
| 28 DOLOMIA | 31 BARRENISTA DE CARRO PERFORADOR, TORRETA |
| 29 SILICE, CUARCITA, ARENISCA, GRAUWACA | 33 PALISTA DE FRENTE, BULLDOZER |
| 30 CANTO RODADO, GRAVA | 34 PALISTA CON MARTILLO ROMPEDOR |
| 33 GRANITO | 35 CONDUCTOR: CAMIÓN, MOTONIVELADORA, MOTOTRAILLA |
| 38 OTRAS MATERIAS (ALBERO, ANDESITA) | 36 MOLIENDA PRIMARIA |
| 25 CABINA DE CONTROL DE MANDOS | 37 MOLIENDA SECUNDARIA Y TERCIARIA |
| | 38 TOLVAS, CARGAS, DESCARGAS, BASCULADORES, ALIMENTADORES, SILOS |
| | 39 PALISTA DE ACOPIOS - RESTAURACION |
| | 40 PUENTE GRUA, SCRAPER, ROTOPALA, APILADORA |
| | 43 DOSIFICACION, MEZCLAS, AMASADO, PLANTISTA |
| | 45 ARTILLEROS |
| | 46 TRABAJOS DIVERSOS EN CANTERA |
| | 49 TRABAJOS DIVERSOS EN NAVE |
| | 50 OTROS SIN DEFINIR |

D- NORMAS PARA LA APLICACIÓN DE LA I.T.C. 07.1.04. EN SU PUNTO 2.3

La Empresa solicitante deberá:

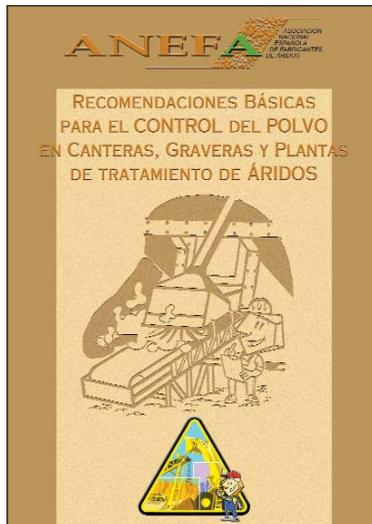
- 1) Cubrir los datos de identificación que figuran en la ficha que se adjunta.
- 2) Enviar los resultados de los cuatro últimos muestreos al INS, preferentemente fotocopias de las fichas de toma de muestras.
- 3) Si tiene contratada la toma de muestras, deberá indicar el servicio de prevención con el que lo tiene contratado.



INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS TOMA DE MUESTRAS DE POLVO

| | | | | | |
|----------------------------------|-------------|---------------------------------|------------|---------------------------|-------------------|
| EMPRESA | | PROVINCIA | CÓDIGO | FECHA | PERSONAL TOTAL |
| MATERIA PRIMA | | PUESTO DE TRABAJO | CÓDIGO | N° OPERARIOS EN EL PUESTO | |
| TIPO DE MAQUINARIA | | MEDIDAS DE PREVENCIÓN | | | OBSERVACIONES |
| % SiO ₂ (VALOR MEDIO) | | CAPTACIÓN DE POLVO | | | |
| | | PULVERIZACIÓN, RIEGO, INYECCIÓN | | | |
| | | CABINA AIRE ACONDICIONADO | | | |
| | | EXTRACTORES EN LOCAL | | | |
| | | NIEBLA | | | |
| | | AGUA CON TENSOACTIVOS | | | |
| | | NINGUNA | | | |
| | | TIEMPO TOTAL | | | |
| APARATO | N° MEMBRANA | HORA INICIAL | HORA FINAL | ASPIRACIÓN | mg |
| | | | | | mg/m ³ |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Para informar a los trabajadores...





Realiza y Edita



Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos (ANEFA)

Comité de Seguridad y Relaciones Laborales

Comité de Medio Ambiente y Ordenación Territorial

Supervisado por



INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS

Ilustraciones Aridito

Luis M. Doyague

Diseño, maquetación e ilustraciones



Agradecimientos

Francisco Díaz Martínez

Enrique Fernández Bustillo (INS)

Artemio González Fernández (INS)

Jesús Portillo García-Pintos (INSHT)

Belén Seguí Meco

Depósito Legal



Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos - ANEFA
Travesía de Tellez Nº4 / 28007 Madrid
Tel.: 915 021 417 · Fax: 914 339 155
<http://www.aridos.org> · E-mail: anefa@aridos.org

ANEFA

ASOCIACIÓN
NACIONAL
ESPAÑOLA
DE FABRICANTES
DE ÁRIDOS