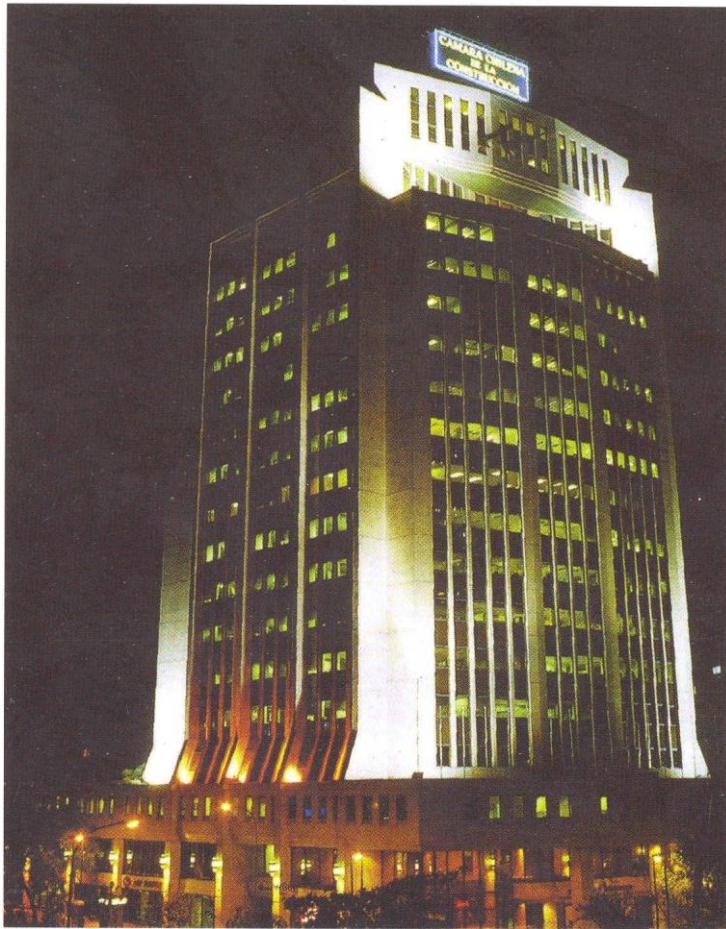


**MANUAL DE LA  
CONSTRUCCIÓN LIMPIA**

**TEMA N° 2**

**CONTROL DE POLVO  
EN OBRAS  
EN CONSTRUCCIÓN**



# **CONTROL DE POLVO EN OBRAS EN CONSTRUCCIÓN**

## **Índice**

- 1. Introducción**
- 2. Principios de Control de Polvo**
  - 2.1. Definiciones
  - 2.2. Identificación y Mediciones
- 3. Situación Legal Actual y Prospectiva**
- 4. Reducción del Material Particulado**
- 5. Principales Actividades y Control**
  - 5.1. Excavaciones
  - 5.2. Construcciones
  - 5.3.. Demoliciones
  - 5.4. Transportes
  - 5.5. Otros
- 6. Anexos**
  - 6.1. Sistemas Supresores Húmedos
  - 6.2. Opciones De Control Para Caminos Pavimentados
  - 6.3. Opciones De Control Para Caminos No Pavimentados
  - 6.4. Operaciones De Control Para Erosión Del Viento Sobre Los Amontonamientos
- 7. Bibliografía.**

## 1.- INTRODUCCIÓN

El polvo constituye un problema desde la antigüedad, por sus múltiples efectos sobre los seres humanos.

Desde las antiguas búsquedas de minerales y construcciones (oro, cobre, fierro, pirámides, etc.), los individuos se han expuesto a diversos polvos (cuarzo, silicato, lino, etc.) y hoy en día se suman los asbestos, los plásticos, los de combustiones y miles de orgánicos sintéticos.

En la actualidad la contaminación del aire, provocada tanto por agentes antiguos como nuevos, colocan al hombre en la encrucijada de proteger su salud, el entorno y a las autoridades en el deber de legislar sobre la materia.

La construcción con sus diversas actividades contribuye a aumentar dicha contaminación y debe, por lo tanto, sumarse a los esfuerzos de su control.

La contaminación por material particulado que puede ocasionar una obra en construcción, se caracteriza por ser del tipo clasificado como difusa o fugitiva. Se entiende, en general, por emisiones difusas aquellos contaminantes del aire que ingresan a la atmósfera sin pasar previamente por una chimenea o conducto de ventilación.

## **2.- PRINCIPIOS DEL CONTROL DE POLVO**

### **2.1. Definiciones**

- 2.1.1. Aerosoles.- " Dispersión de un material finamente dividido en un medio gaseoso". El medio gaseoso normalmente es el aire. También puede definirse como "Cualquier sustancia sólida o líquida aerotransportable" .
- 2.1.2. Polvo.- Aerosol sólido formado por disgregación, molienda, acarreo o cualquier acción mecánica sobre los sólidos (roca, minerales, carbón, madera, plásticos, granos).
- 2.1.3. Polvos respirables.- Son aquellos menores de 10 micrones que llegan a los alvéolos (pulmones) en cantidad mayor a medida que disminuye su tamaño. Se les llama, también, polvos de significación respiratoria o polvo fino.

Dentro del universo de partículas menores de 10 micrones (PM10), las autoridades locales le han dado importancia a las menores de 2,5 micrones que provienen de combustiones de fuentes fijas y móviles (1 micrón = 1  $\mu$ m = 1 milésima de milímetro).

### **2.2. Identificación y Mediciones.**

- 2.2.1. Se les identifica según su acción sobre el organismo en cuatro grupos:
- a) Polvos neumoconiógenos.- Son los que producen daño al depositarse en el pulmón, tales como Sílice o Cuarzo, Asbesto, Carbón, etc.
  - b) Polvos tóxicos.- Son aquellos que llegan al pulmón y la sangre los distribuye dentro del organismo produciendo otros daños, entre los cuales se encuentran Mangan~so, Selenio, partículas del Plomo, etc.
  - c) Polvos Alergénicos.- Son aquellos que al ingresar al pulmón producen reacciones alérgicas y/o asmáticas, ejemplo de estos son los componentes para hacer plásticos, polen, semillas, madera, etc.
  - d) Polvos inertes.- Estos producen una acumulación en los alvéolos, sin las características de los anteriores y su presencia obstruye el intercambio gaseoso normal en el pulmón.

2.2.2. Medición.- Existen en la actualidad innumerables equipos de medición de polvo. Cada instrumento está adecuado a lo que se desea medir y por cierto ello dependerá de la acción que los polvos provoquen. Hasta hace poco tiempo se les midió en partículas por litro de aire o metro cúbico de aire. Hoy en día la tendencia es medir en miligramos por metro cúbico de aire ( mg/m<sup>3</sup> ), señalando si se trata de polvo total o respirable. En el caso de los asbestos se indica medir fibras por centímetro cúbico de aire (f.c.c.a)

### **3.- Situación Legal Actual y Prospectiva**

- 3.1. Existe una legislación aplicada en Salud Ocupacional con Reglamentos basados en el Código Sanitario y la Ley N° 16.744.. Específicamente lo que señala en el Art. N° 60 sobre Agentes Químicos del Reglamento N° 745 del 23 de julio de 1992, titulado " Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo ".
- 3.2. En lo concerniente a contaminación que afecta a toda la población se puede destacar lo siguiente:
- a) Ley N° 19.300 "Bases Generales del Medio Ambiente" Diario Oficial, 09.04.94.- CONAMA.
  - b) Normas de Calidad del Aire N° 1215 del 22 de junio de 1978 y N° 369 del 12 de abril de 1988, Ministerio de Salud (MINSAL).
  - c) índice de Calidad del Aire de Partículas (ICAP), para particulado menor de 10 micrones (PM10) Red MACAM.

<b>ICAP</b>	<b>PM 10 (24 horas) µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Categoría</b>
0	0	Bueno
100	150	Regular
500	330	Crítico

El porcentaje de partículas de diámetro inferior o igual a 2,5 Jlm con respirabilidad equivalente a un 75% es del orden de 40% de las partículas totales en suspensión medida con muestreador de alto volumen en cualquier época del año.

- d) La Norma de Calidad del Aire es 150 Jlg/m<sup>3</sup>/24 hrs. para partículas menores de 1 O Jlm.
- e) La Norma de Calidad del Aire para partículas totales en suspensión (PTS) es de 75 Jlg/m<sup>3</sup> media geométrica anual y de 260 Jlg/m<sup>3</sup> promedio aritmético móvil de 24 horas.
- f) Decreto Supremo N° 144. Diario Oficial, 18.05.61. " Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza" (MINSAL).
- g) Código Sanitario N° 725 Diario Oficial, 31.01.68. MINSAL.  
(tiene aplicación sobre Higiene Ambiental en todos sus aspectos).
- h) Resolución N° 7.077.28.09.76, " Prohibe Incineración" (MINSAL).
- i) Resolución N° 1215 del 22.06.78. "Previene y Controla Contaminación" (MINSAL).
- j) Decreto N° 4 de 1992. Resolución 15.027 de AIRVIRO, CONAMA R.M.
- k) Decreto N° 812 DE 1995 "Compensaciones entre Fuentes Fijas" (MINSAL).
- l) Resolución N° 611 del 09.03.79. ídem anterior para Región Metropolitana. (MINSAL).
- m) Decreto Supremo N° 279 del 15.07.83. Reglamento para Control de Emisiones Vehicular (MINSAL).

- n) La Reglamentación que afecta a las "Fuentes Difusas" está enmarcada en la Ordenanza General de Urbanismo, a las que se le han introducido modificaciones, reemplazándose el Artículo 5.8.2, eliminándose el Título "Demoliciones" por otro Artículo 5.8.2 que establece medidas de control para mitigar el efecto de las emisiones de polvo y material particulado( Diario Oficial de la República del 20 de Julio de 1998).

No olvidar que las fuentes difusas de la construcción son transitorias y las mediciones son ambiguas, luego hay que optimizar el control de polvo.

- o) La legislación a futuro tendrá que ver con las normas de calidad del aire: PM-10 Y PM-2,5 ; revisión de la primera y estudio e implementación de la segunda. También queda mucho por normar en cuanto a estándares de emisión para las diferentes fuentes de material particulado

#### **4.- REDUCCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO**

- 4.1. No se tiene antecedentes de la cuantía del material particulado en el tiempo. Sólo se ha prestado atención al polvo de combustiones de fuentes móviles y fijas, luego se puso atención al polvo generado en caminos pavimentados y sin pavimentar, lo que apunta específicamente a la movilización de vehículos. También ha sido preocupante la participación de moliendas de minerales (Cuarzo para vidrio, loza, jabones abrasivos, etc. que poco a poco se han ido alejando de la ciudad ).



## **5.- PRINCIPALES ACTIVIDADES Y CONTROL. {\*}i**

### 5.1. Excavaciones.

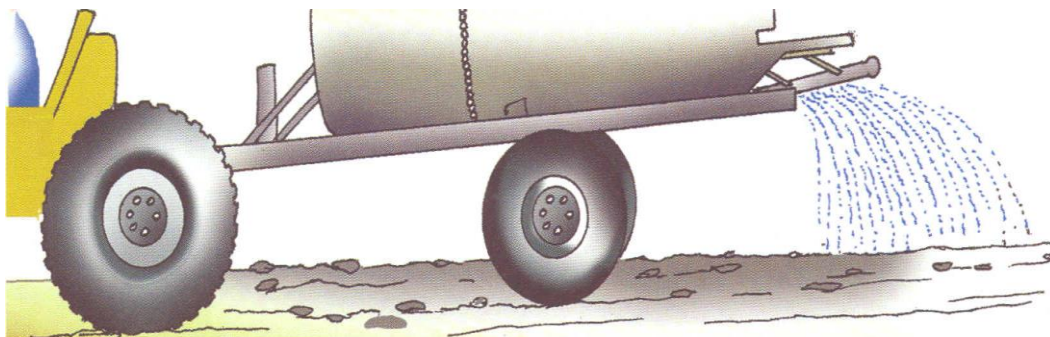


- a) Usar mallas protectoras en el entorno, de preferencia polietileno, o Rachel. Se evita generar polvo fugitivo por el aire. (Ver Anexo N° 6.4).
- b) Humectación del terreno con agua y aditivos que impidan su evaporación
- c) Los acopios de materiales deben cubrirse con lonas de material plástico o textil, previo a su retiro. Usar humectación si es necesario. No cubrir si se está trabajando temporalmente (Ver Anexo N° 6.1)
- d) Durante el retiro de escombros, los camiones deben llevar su carrocería cubierta (Ver 5.4.)
- e) Los equipos y maquinarias usadas en el proceso, deben ser manejadas con precaución y con velocidad moderada con el objeto de minimizar la emisión de material particulado (Ver Anexo N° 6.3).
- f) Minimizar la distancia de descarga del material al utilizar cargadores frontales.

- g) Limitar, mediante una adecuada programación de actividades, el tiempo de exposición del material removido.
- h) Lavar las ruedas de los vehículos antes de abandonar la obra. El lavado debe realizarse una vez recorrido el camino no pavimentado, caso contrario la medida no sirve.

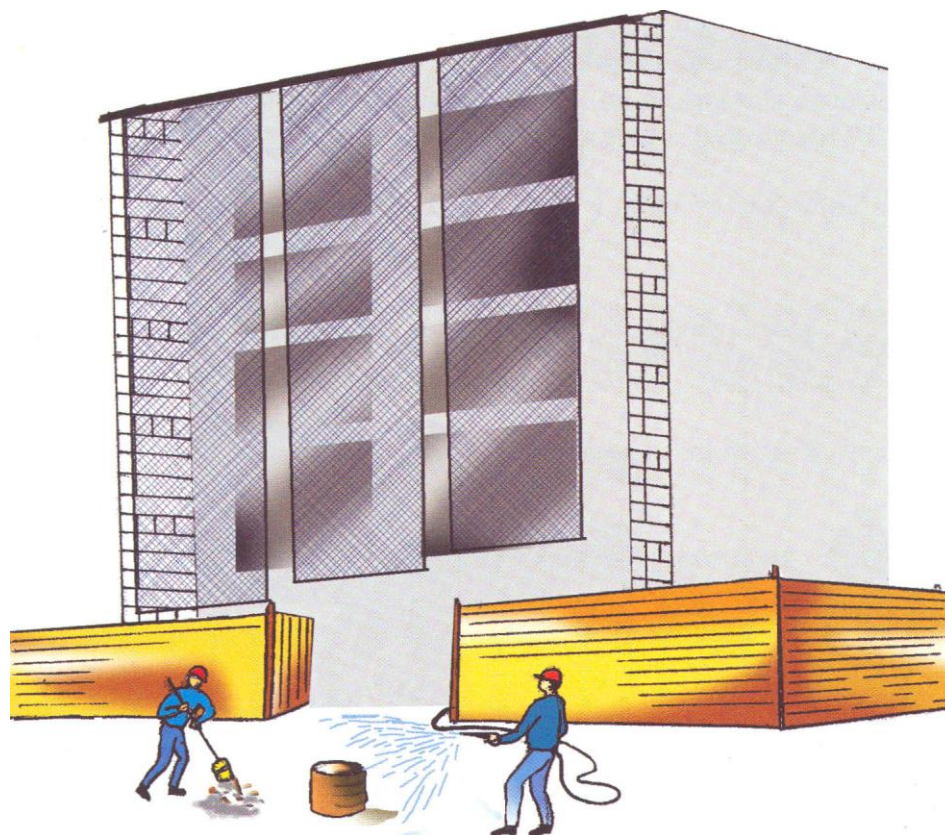


- i) Mojar caminos no pavimentados con vehículos estanques equipados con ducha de rocío



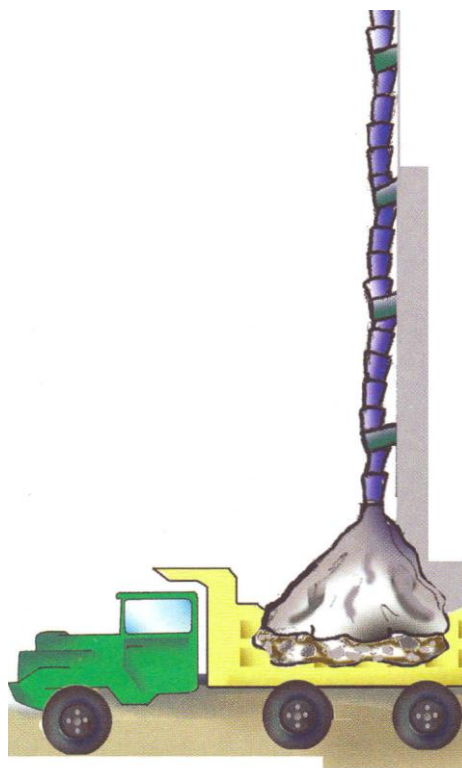
## 5.2. Construcciones.

- a) Todas aquellas fuentes que generan emisión de material particulado deben ser humectadas y cubiertas. (Ver Anexos N° 6.1 Y 6.4)
- b) Las faenas de corte y pulido de materiales (ladrillos y otros) deben efectuarse bajo techo. En subterráneo si es posible y humedecer. (Ver 5.5.)
- c) Las construcciones en el terreno deben estar protegidas en su entorno con malla rachel con el objeto de evitar fugas de emisiones de polvo.
- d) Mantener calles limpias y aceras circundantes a la obra, previa humectación. ( Ver Anexo N° 6.2).



- e) La eliminación de residuos o escombros desde los pisos de edificios en altura, debe realizarse a través de un conducto cerrado el que preferiblemente debe ser plástico, con buzones de recepción a lo menos de uno por cada 2 pisos y con tapa.

El escombros y residuos deben ser previamente humectados y recibidos en contenedores cerrados o camiones para su posterior disposición.



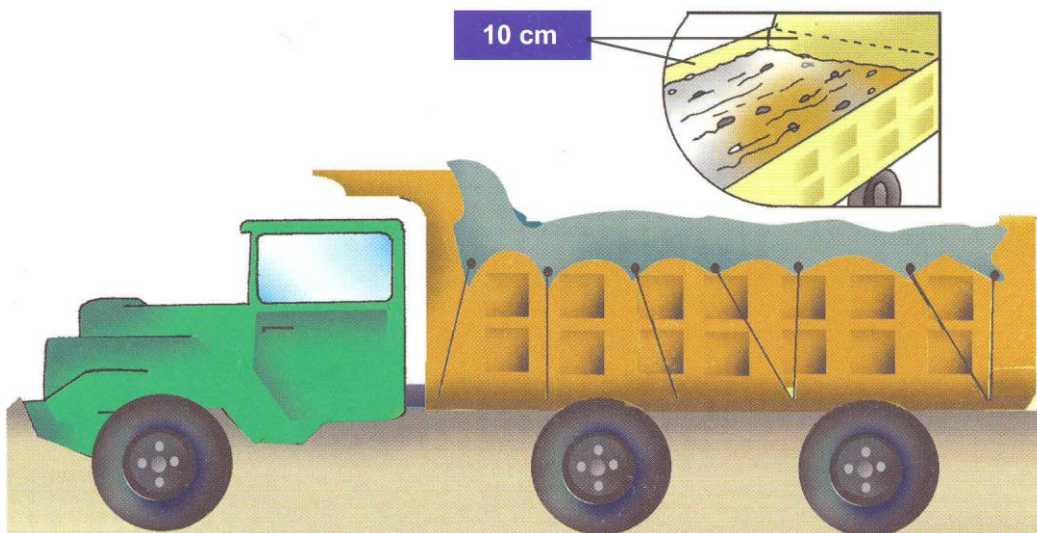


### 5.3. Demoliciones.

- a) Humectar las zonas de trabajo que generen mayor emisión de material particulado, incluyendo el piso del lugar. (Ver Anexo N° 6.3).
- b) Los acopios de escombros deben permanecer cubiertos y ser retirados del lugar en el menor tiempo posible. (Ver 5.1.c)
- c) El sector de trabajo debe ser aislado y señalizado.
- d) Las maquinarias y equipos deben ser manejados con velocidad reducida (Ver Anexo N° 6.3)

### 5.4. Transportes.

- a) Los vehículos de transporte de materiales, escombros y residuos deben mantener su carrocería cubierta, manteniendo una distancia mínima de 10 centímetros entre la superficie de la carga y la cubierta.



- b) Especial cuidado se debe tener con la carga y descarga de materiales a través de conductos de evacuación en edificios de altura, tapando las bocas libres de descarga. No olvidar la humectación en forma permanente. .

### 5.5. Otros.



- Cortado de ladrillos.

Realizar el corte de ladrillos en húmedo, mojando al material antes de cortar. Existen en el mercado dispositivos de corte con sistema de humectación incorporado.

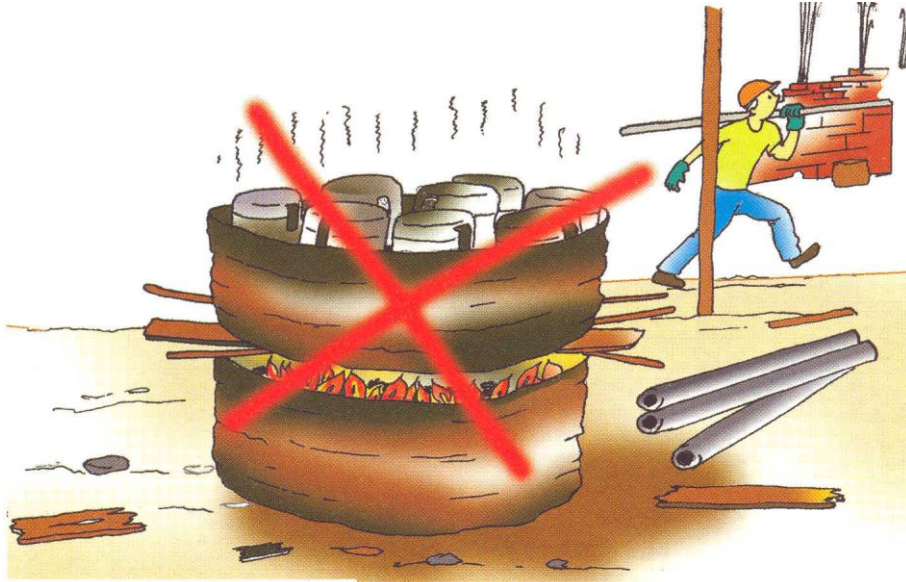
Para disminuir el número de cortes y por ende la emisión de polvo y material de desecho se recomienda estudiar la posibilidad de utilizar también 1/2 ladrillo ya que las fábricas de aquellos están en situación de proveerlos.

- Accesos a la obra.

Se debe disponer de accesos adecuados a las faenas con pavimentos estables.

- a) Optar por algunas de las alternativas contempladas en el Art. 3.2.6. de la "Ordenanza General de Construcciones y Urbanismo.
- b) Optar por depositar:
  - a) grava
  - c) tablonces de madera
  - d) c) planchas de fierro

- c) Caminos no pavimentados y pavimentados. Ver Anexos N° 6.2 Y 6.3.
- Contaminación por humos de combustión



Con el fin de evitar la emisión de humos y gases tóxicos o molestos, no se permitirá la presencia de ningún material en obra que pueda ser utilizado como combustible. El constructor deberá proveer a los trabajadores de los medios necesarios para calentar sus colaciones sin contravenir la anterior indicación.

### **6.- Anexos: Medidas Específicas de Control**

Las medidas de control para la emisión de polvo difuso o fugitivo son, en la mayoría de los casos, específicas para cada situación y por lo tanto algunas de ellas pueden ser integradas más fácilmente que otras a las operaciones de la obra. Por ejemplo, el límite de velocidad de los vehículos de carga puede disminuir la productividad y en este caso un programa de humectación de la ruta podría resultar más conveniente.

A continuación se entrega información adicional para el control de polvo en obras de construcción.

**ANEXO N° 6.1****SISTEMAS SUPRESORES HÚMEDOS (\*)ii****DEFINICIÓN.**

Sistemas de supresión húmedos son los que emplean agua o soluciones químicas las que son aplicadas en manejo de materiales para prevenir emisiones de polvo y así incrementando el contenido de humedad y/o adhesión entre partículas.

- **Agua.-** El supresor más común para procesos y polvo fugitivo. Se aplica como rocío o niebla.

- **Agentes humectantes.-** Tensoactivos (jabón). Agregando al agua rociada para mejorar la grado de humedad. Usado en concentración baja. Relativo bajo costo.

- **Espumas.-** Soluciones de agentes espumantes son expandidos dentro de espuma con aire comprimido. Usado para reducir consumo de agua y mejorar la distribución del agente, pero ocasiona costos mayores.

- **Ligantes.-** Incluye una amplia variedad de agentes, tales como látex que se usan para estabilizar caminos o superficies de amontonamientos (pilas)

- **Aceites.-** Usados para estabilizar caminos no pavimentados, pero prohibido en varios países debido a que contienen hidrocarburos y contaminantes.

- **Soluciones Salinas.-** Permitidas usar en algunos países para caminos no pavimentados. Las sales ayudan a retener humedad.

- **Ventajas de Supresores Químicos.**

Mayor eficacia de control

Diferentes alternativas de uso para algunas fuentes.

- **Desventajas.**

Alto Costo

Derrames potenciales o goteo

Efectos secundarios adversos (p. ej. dispersión de agentes químicos a la atmósfera)

"(\*) NOTA: EXISTEN NUMEROSOS FABRICANTES DE PRODUCTOS SUPRESORES DE POLVO PARA APLICAR EN CAMINOS Y ACOPIOS. EN EL MANUAL "HOW TO CONTROL DUST EMISSION" ES POSIBLE CONSULTAR NOMBRES DE PRODUCTOS, METODOS DE APLICACIÓN, DILUCIÓN. ETC. (CENTRO DE DOCUMENTACIÓN C.CH.C.).



**ANEXO N° 6.2****OPCIONES DE CONTROL PARA  
CAMINOS PAVIMENTADOS**

1. **LIMPIEZA MANUAL.-** Bueno para secciones cortas o entrada a la construcción, pero labor muy intensiva.
2. **BARRIDO MECÁNICO.-** El más común pero generalmente inafectivo porque el barrido no remueve partículas finas. EPA asigna una eficiencia de control de menos de 50%.
3. **BARRIDO CON VACÍO.-** El método más eficiente de limpiado de superficie pavimentado. La eficiencia de control estimada de 90% a 92% por EPA.
4. **CHORREADO.-** Usado para lavar sedimento del camino. Frecuentemente combinado con barrido. La eficiencia de control está entre 40% a 50%.
5. **LIMPIEZA.-** Tomar medidas para prevenir derrames o limpiarlas inmediatamente.

**RECOMENDACIONES EPA.-** Primero Vacío, luego chorreado con agua. No usar barrido en seco.

**ANEXO N° 6.3****OPCIONES DE CONTROL PARA CAMINOS  
NO PAVIMENTADOS****6.3.1. Dosificación Adecuada para Alcanzar Compactación Conveniente**

El polvo fugitivo de una ruta no pavimentada esta formada de pequeñas partículas del suelo. los supresores de polvo actúan en el sentido de mantener compactadas estas partículas unas con otras. Dicha compactación es altamente dependiente de la distribución por tamaño del material agregado al camino. la superficie de un camino no compactará al menos que la distribución por tamaño del material de pequeño a grande se encuentre en la proporción correcta. la distribución por tamaño correcta para la superficie de un camino no pavimentado se muestra en la Tabla 1; los resultados de una dosificación impropia se indican en la tabla 2

Tabla 1.- Distribución por Tamaño Adecuado

Tamaño de Malla	% Peso	Tipo de Suelo
1 pulgada	- 100	GRAVA
$\frac{3}{4}$ pulgada	85 - 100	
$\frac{3}{8}$ pulgada	65 - 100	
Nº 4	55 - 85	ARENA
Nº 10	40 - 70	
Nº 40	25 - 45	ARCILLA, SEDIMIENTO
Nº 200	10 - 25	

**Tabla 2. Resultados de tamaños impropios de dosificación**

MATERIAL EN EXCESO	CAPACIDAD DE ASENTAMIENTO	CANTIDAD DE POLVO	MOJADO	ACCION SUPRESIÓN DE POLVO (AGUA O QUIMICO)
GRAVA	BUENA	POCA	BUENO	DRENAJE A TRAVÉS DEL NIVEL SUPERIOR DELSUELO PROVEE POCO CONTROL
ARENA	POBRE	ALGO	BLANDO	DRENAJE A TRAVÉS DEL NIVEL SUPERIOR DEL SUELO PROVEE POCO CONTROL
SEDIMENTO/ ARCILLA	MUY POBRE	GRANDE	FRANGO/ BACHES/ RESBA- LADIZO	PUEDE NO PENETRAR, AUMENTAR FANGO, RODADOS Y CONDICIONES DE SEDIMENTO

### 6.3.2. CONTROL DE VELOCIDAD.

Estudios han mostrado que el factor de emisión es proporcional a  $S/30$ , donde  $S$ = velocidad media del vehículo, MHP. Como ejemplo, reduciendo la velocidad de 30 a 20 MPH, se produciría un 33% de reducción de polvo. No ocurren apreciables emisiones bajo 15 MPH.

Nota: 1 milla = 1,609 Km.

Tomando como base una velocidad no controlada de 64 Km.lhr, la reducción de velocidad produciría la siguiente reducción estimada de polvo fugitivo en una ruta no pavimentada

Velocidad Vehículo (Km.lhr)	Reducción Estimada (% )
64	0
48	25
32	65
24	80



### 6.3.3. SUPRESORES.

**AGUA.-** El más común supresor, bajo costo pero se evapora. Requiere aplicación frecuente.

**SALES.-** Compuestos higroscópicos que extraen humedad desde el aire y mojan la superficie de la carretera, por ej. Cloruro de Calcio, Oxido de Calcio hidratado, Silicato de Sodio.

**TENSOACTIVOS.-** Reducen la tensión superficial del agua aplicada al camino y permiten al agua mojar más partículas de mugre por unidad volumen.

**ADHESIVOS.-** Compuestos que son mezclados con la superficie del camino para formar una nueva superficie, por ej. ligno Sulfonatos, bitúmenes.  
La eficiencia de control depende de la frecuencia de aplicación.

Productos químicos, sólo tiene sentido si con ellos se ahorra dinero al reducir la frecuencia de aplicación.

### 6.3.4. PAVIMENTADO.

EPA, asigna una eficiencia de control de 98,5%. Mas eficiente que cualquier otro control (Si se mantiene limpio). No viable, sin embargo, para caminos transitorios.

### 6.3.5. ORDEN Y ASEO.

Incluye medidas para minimizar fugas, derrames, evitar sobrecargas, uso de toldos y mantener las medidas.

**ANEXO N° 6.4****OPERACIONES DE CONTROL  
PARA EROSIÓN DEL VIENTO SOBRE  
LOS AMONTONAMIENTOS****A. MÉTODO PARA REDUCIR LA VELOCIDAD DEL VIENTO****1. CUBIERTA.**

Con impermeables de género o vinilo. Útil solamente para amontonamientos inactivos

**2. LEVANTAR PANTALLAS (MALLAS) AL VIENTO.**

Las pantallas son efectivas solamente cuando la altura es 0,6 a 1,2 metros sobre el alto de la fuente y localizadas 3 a 5 veces la altura de pantalla en contra del sentido del viento. Una porosidad del 50% provee una optima mezcla de reducción de velocidad del viento, menor turbulencia y mayor área de control.

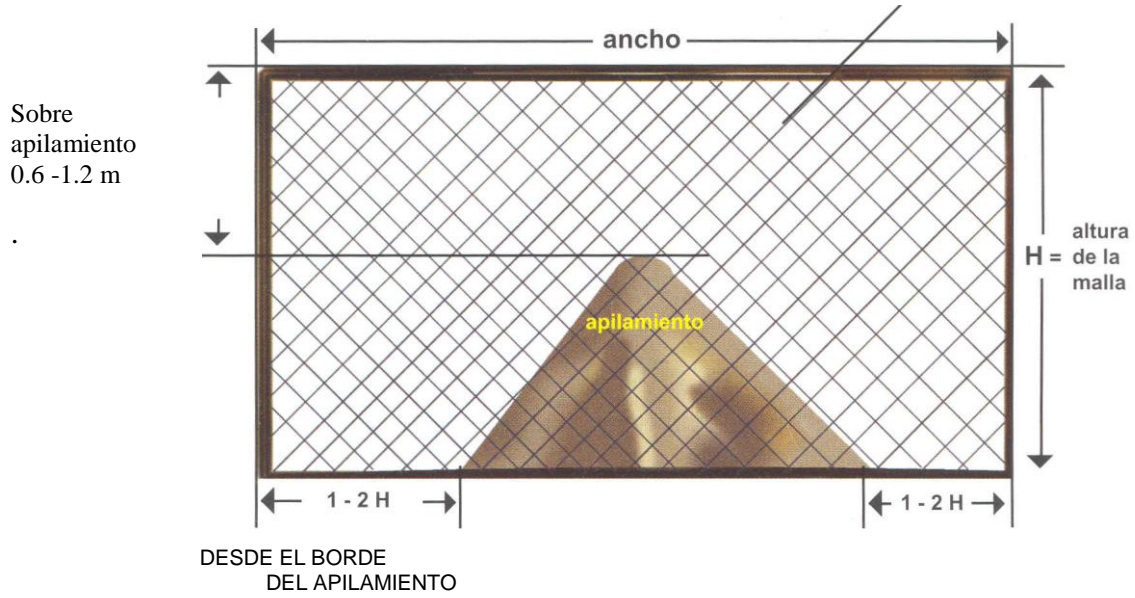
Las pantallas pueden ser permeables (p. ej. arboles, tejido) o impermeable (p. ej. madera, bloques de concreto, bermas). La eficiencia de control probablemente no excede el 60%.

El ancho de la pantalla debe ser el ancho de la pila mas una longitud aproximada de una o dos alturas en cada extremo

**3. ORIENTACIÓN DEL AMONTONAMIENTO (PILAS) y FORMA.**

Orientar de tal modo que la recuperación ocurra en el lado de sotavento. Evite superficies irregulares en los amontonamientos. Minimice el alto de pilas, etc.

### MALLA VISTA EN ELEVACIÓN



### MALLA VISTA EN PLANTA

""-1 ancho malla  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



**B. MÉTODOS PARA ESTABILIZAR SUPERFICIES**

1. Rociado con agua. La eficacia de control depende de la frecuencia de rociado.
2. Supresores químicos. Forman una costra útil solamente en el almacenaje o perímetros inactivos. Pueden tratarse todos los materiales en amontonamientos activos. Supresores incluyen cubierta de paja, látex, resinas de polímeros. EPA admite eficiencia de control de 50%.



## BIBLIOGRAFÍA

- How to Control Dust Emmissions. by M. Kestner, Ph.D. (Mutual de Seguridad Cámara Chilena de la Construcción)
- Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, 9 de Marzo de 1994.
- Decreto N° 30 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, 3 de Abril de 1997.
- Reglamento N° 745 sobre "Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo", Ministerio de Salud, 23 de Julio de 1992.
- Ordenanza General de Urbanismo.