

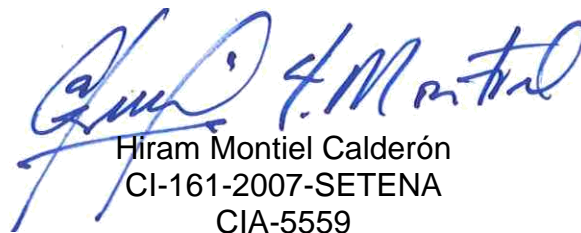
**CONTRATO DE PRESTAMO N° 3071/OC-CR y 3072/CH-CR**

**PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PIT)**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES**

**UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA-UEP**

**Medidas ambientales para el manejo y el control de polvo  
Ruta Nacional N°.1 Interamericana Norte.  
JULIO 2016**

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Hiram Montiel Calderón".

Hiram Montiel Calderón  
CI-161-2007-SETENA  
CIA-5559

## Contenido

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>ALCANCE.....</b>	<b>6</b>
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL.....</b>	<b>6</b>
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>8</b>

## INTRODUCCION

El material particulado que se genera durante las obras de construcción de carreteras (desmonte, movimientos de tierra, demoliciones, establecimiento de vías, etc), es comúnmente conocido como “polvo”. Se presenta en tamaños que varían entre 1 y 1000  $\mu\text{m}$ ; y su composición varía en función de las características del material del cual se desprende. Debido a su bajo peso, se deposita en la superficie terrestre y sobre la vegetación por acción de la gravedad.

El polvo causa serias molestias a las personas que se encuentran expuestas a los niveles de inmisión habituales de un proyecto de infraestructura realizado en zonas con bajas precipitaciones y alta incidencia del viento, puede ocasionar molestias a las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia de la operación, al disminuir la calidad del aire respirable. La vegetación se afecta seriamente por la concentración de polvo sobre su superficie foliar, obstruyendo los estomas y disminuyendo su capacidad para tomar el dióxido de carbono atmosférico, el agua y la energía solar, necesarias para la realización de la fotosíntesis.

Tanto las escombreras, como las pilas de suelo conservadas para restaurar (capa vegetal), son superficies que, por estar conformadas por material suelto, permanecen expuestas a la acción del viento o erosión eólica, la cual se ve favorecida por la velocidad y turbulencia del viento, dando lugar a tres tipos de movimientos de las partículas: saltación, deslizamiento superficial (reptación) y suspensión. Cualquiera de estos movimientos se ve agravado por los climas secos, ausencia de vegetación, tráfico de vehículos, etc.

La erosión eólica es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido y transportado por el viento. Algunos investigadores consideran la abrasión producida por el impacto de las partículas removidas por el viento, como parte del proceso de erosión eólica. La acumulación del material removido puede ocurrir a distancias variables de la fuente de origen, dependiendo principalmente de la erosividad del viento y del tamaño de las partículas removidas.

La erosión eólica, al igual que la erosión hídrica, involucra tres procesos: desprendimiento, transporte y depósito. El flujo de aire produce parte del desprendimiento de partículas pequeñas. Cuando el flujo del aire incorpora partículas de suelo, su capacidad erosiva se incrementa significativamente.

Como se mencionó anteriormente, las partículas removidas por el viento pueden ser luego transportadas mediante tres mecanismos diferentes; saltación, reptación y suspensión (Fig. 1). El modo en que son transportadas las partículas dependerá de sus propiedades aerodinámicas (tamaño, forma y densidad) y de la capacidad de transporte según su turbulencia, viscosidad y densidad.

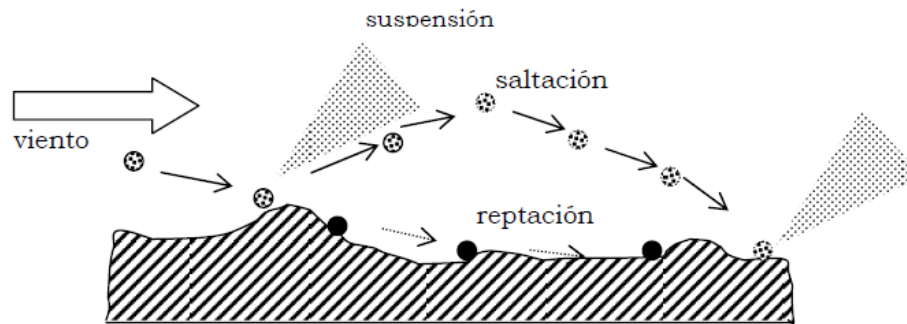


Fig. 1. Representación esquemática de los tres modos de transporte de partículas por el viento.

**Saltación:** Es el modo de transporte más importante. Las partículas que se mueven por saltación permanecen relativamente cerca de la superficie del suelo, generalmente a menos de 30 cm. El tamaño de las partículas que se mueven por saltación varía de 0.05 a 0.50 mm (arenas muy finas a arenas medias)

**Reptación (deslizamiento superficial):** El proceso de reptación, descrito como el rolado y deslizamiento de las partículas de mayor tamaño sobre la superficie del suelo, es favorecido por el impacto de las partículas que se desplazan por saltación y puede presentar entre el 5% y el 25% de los sedimentos removidos de un área determinada. El tamaño de partículas arrastrado mediante este proceso se encuentra entre los 0.5 y 2 mm.

**Suspensión:** Es el proceso de transporte más visible y describe el movimiento de las partículas más pequeñas, generalmente <0.2 mm de diámetro, a gran altura y distancias muy largas. Las partículas más finas pueden permanecer suspendidas en el aire durante largos períodos.

La erosión eólica se produce por los siguientes mecanismos:

- **Detrusión:** Dislocamiento de las partículas de roca proyectadas desde la superficie y bombardeo de las partículas erosivas impulsadas por el viento.

- Efluación: Remoción de las partículas con diámetros entre 0.005 y 0.5 mm causada principalmente por saltación
- Extrusión: Empuje activo de las partículas de suelo que son demasiado gruesas para ser removidas por saltación.
- Eflación: Remoción de las partículas finas susceptibles de ser transportadas en suspensión, dejando los granos más gruesos en el terreno.
- Abrasión: Destrucción de las partículas bajo el impacto de otras partículas que se mueven por saltación.

### ***Fuentes de emisión de polvo***

Durante la construcción de una carretera, existe una gran variedad de fuentes de emisión de polvo, relacionadas fundamentalmente con los frentes de trabajo, áreas de servicio y la infraestructura de soporte. Estas fuentes se encuentran en:

- Desmonte y movimiento de tierras
- Eliminación de cobertura vegetal
- Procesos de voladura
- Establecimiento de escombreras
- Patios de acopio de áridos
- Plantas de concreto

### **OBJETIVO**

- Proteger la salud humana, generando condiciones ambientalmente sanas dentro del Área de Proyecto.
- Proteger los ecosistemas circundantes al Área de Proyecto, evitando el deterioro del medio físico y conservando las condiciones de equilibrio ecológico prevalentes.

## ALCANCE

Personal del CONTRATISTA, Subcontratistas y todos los involucrados que realicen trabajos de ejecución de obras de infraestructura vial en el Área de Proyecto.

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

- a. Aplicación de riego de manera periódica de acuerdo con las condiciones de viento y radiación solar, además del potencial de molestia hacia terceros (cercanía de viviendas, escuelas, otros). En el Cartel de Licitación estará indicado que el Contratista deberá tener de manera permanente en el Área de Proyecto (AP), dentro de la maquinaria prevista, una tanqueta para el control de riego durante todo el proceso constructivo. Puede utilizarse el agua generada durante el lavado de las autohormigoneras (chompipas) para este fin.
- b. Sera de carácter obligatorio el uso de toldos y/o lona para el transporte de materiales desde y hacia el AP. El Encargado de Seguridad Ocupacional en coordinación con el Gestor Ambiental (ambos del contratista) deberán implementar todas las acciones requeridas para velar por el cumplimiento de esta medida.
- c. Almacenamiento de los materiales polvosos o de granulometría fina (áridos), en condiciones tales que los protejan de la acción del viento o la lluvia. Se solicitará al Contratista que en el área de acopio, se implemente un sistema de micro aspersores (tipo niebla) que mantengan los áridos húmedos, de manera que la acción del viento sobre ellos no genere arrastre de partículas en suspensión. De igual forma todo material que sea retirado de la obra (escombros), deberán ser irrigados para prevenir que por la acción del viento se puedan generar nubes de polvo.
- d. Colocar mallas cortaviento, utilizando Sarán o Geotextiles, evitando la disipación de materiales polvosos y la eventual molestia a los transeúntes y vecinos. La colocación de malla se realizará en aquellos sitios donde por la acción del viento y las obras a realizar se determine que existe una alta probabilidad de afectación a terceros.
- e. Cubrir con plástico los apilamientos de tierra que por fuerza mayor no se puedan eliminar el mismo día, o estén destinados a ser reutilizados dentro del AP. Todo apilamiento de tierra generado por los procesos de desmonte, corte/relleno y/o voladuras que se encuentre dentro del AP, deberá ser cubierto con plástico hasta su uso o retiro definitivo del área, principalmente en las áreas cercanas a poblados.
- f. Para el tránsito de vehículos (camiones, equipo pesado y vehículos de servicio) se recomienda la implementación de alguno de los métodos que a continuación se describen, o, cuando así se requiera, la combinación de dos o más de los mismos:

- *Control de velocidad.* Deberá contarse dentro del AP con una adecuada señalización (preventiva e informativa), con el fin de regular la velocidad de desplazamiento de los vehículos. Junto con esta acción se deberá implementar un programa de sensibilización y de educación a los diferentes niveles de la organización empresarial, con el fin de que los objetivos perseguidos para estos efectos, sea el más eficaz.
  - *Riego con agua.* Es un método bastante económico y efectivo, aunque en zonas áridas y en época seca su implementación presenta serias restricciones debido a la poca disponibilidad de agua; sin embargo, para garantizar un suministro continuo de agua para riego, podría contarse con tanques de almacenamiento. Para la operacionalización de este método es necesario implantar un programa de riego, el cual deberá considerar como mínimo, los siguientes aspectos: áreas a regar, requerimientos de agua, fuentes de captación, equipo necesario, rutas y frecuencia de aplicación (ciclos). Cabe mencionar que este Programa de Riego, deberá ser preparado por el Contratista a través de su Gestor Ambiental una vez iniciadas las labores de construcción. Dicho Programa será revisado tanto por la Supervisión de la obra, la Regencia Ambiental, la Unidad Ejecutora del Programa de Infraestructura del Transporte y el Proceso de Gestión Ambiental y Social del MOPT antes de poder ser puesta en marcha. El agua usada para este proceso no debe ser de alta calidad, inclusive puede ser la generada del lavado de chompipas, tomada directamente de la fosa de sedimentación de concreto.
  - *Láminas filtrantes sintéticas.* Estas láminas, también llamadas geotextiles, se utilizan en la estabilización de suelos, drenaje, control de erosión, etc. Extendiendo el geotextil sobre las pistas y cubriéndolas con material granular grueso se disminuye la cantidad total de partículas suspendidas en un 58% y de partículas respirables en casi un 46% dependiendo de la naturaleza del material subbase y de la capa de rodadura
- g. *Revegetación de áreas aledañas a las vías.* Estas áreas corresponden a las islas entre ambas vías y a los taludes generados por los procesos de corte y relleno, estas áreas quedan desprovistas de vegetación durante el desarrollo de las obras y por lo tanto son una fuente potencial para el arrastre de sedimentos. Podría inclusive tenerse en cuenta el proceso de hidrosiembra, que permite por medio de equipo especializado, dotar de vegetación taludes y áreas desprovistas de una manera muy rápida y eficaz. Cabe mencionar que la posible vegetación a utilizar en estas áreas, corresponden a césped o pastos de los cuales el zacate Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) ha dado excelentes resultados, debido principalmente a las siguientes razones:
- El Vetiver está considerado como el principal recurso vegetal en el combate de la erosión en trópicos y subtrópicos.
  - La tecnología Vetiver consiste en el establecimiento de barreras vegetales de Vetiver.
  - Sus principales aplicaciones son: conservación de agua y sedimentos, estabilización de pendientes, recuperación de suelos y la prevención de catástrofes naturales.

- Las barreras de Vetiver son también de gran utilidad para proteger excavaciones, cañerías, cursos de agua, estabilización y delimitación de caminos y carreteras, reforzamiento de estructuras de todo tipo y prevención de deslizamientos de tierra.
- Otras aplicaciones son:
  - Barrera contra la erosión
  - Cortavientos
  - Barrera visual y acústica
  - Barrera anti contaminación atmosférica
  - Control de sedimentos
  - Protección y delimitación de vías y caminos
  - Etc.

## CONCLUSIÓN

La aplicación de estas medidas es de carácter obligatorio y permanente por parte de los Contratistas durante la ejecución de obras del proyecto.

Estas medidas deberán ser revisadas, sin omitir lo propuesto del presente documento y en su caso ampliar o mejorar, por el o los profesionales responsables atinentes de su aplicación. Revisado por el Gestor ambiental, de la supervisión, posteriormente, entregado a la Regencia Ambiental para su revisión y aprobación.

Una vez aprobado, la Regencia Ambiental lo presentará, para comunicación de aplicación, con copia al Desarrollador y Unidad Ejecutora del Programa (UEP) y al Proceso de Gestión Ambiental y Social (ProGAS) del MOPT.

El Contratista a través de los encargados de Gestión Ambiental y Salud Ocupacional dará el seguimiento a los profesionales contratados para la aplicación de estas medidas.

Toda actividad relacionada con estas medidas, deberá entregar documentado al Regente ambiental, para su incorporación al Informe de Regencia, con copia al Desarrollador, a la UEP y al ProGAS, para conocimiento.