



SIVM 2024
SIMPÓSIO INTERNACIONAL
DE VENTILAÇÃO DE MINAS



Control del Polvo y Posibilidad de Erradicar la Silicosis en Minería Subterránea con Transporte Mecanizado

Autores: Efraín Bozo Godoy, Ingeniero Civil Mecánico de la USACH
Gonzalo Bozo Nalli, Ingeniero Civil Mecánico de la UTFSM

Proconm

Primera Parte

Silicosis, Material Particulado, Estado del Arte y Recomendaciones para Supresión y Humectación

Presenta: Efraín Bozo Godoy

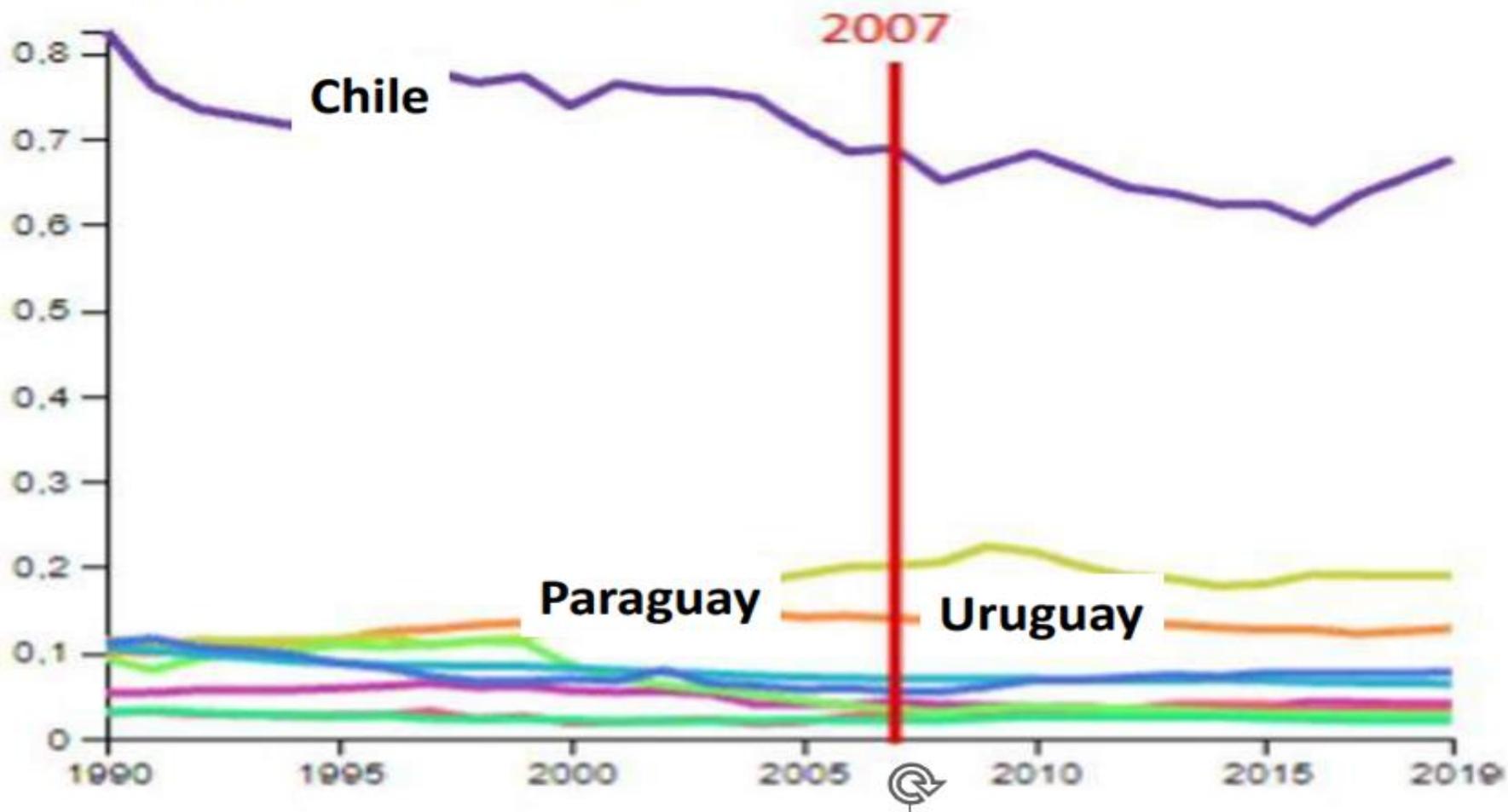
Realidad de la Silicosis en el Tiempo

Hace más de 60 años en la OIT ya visualizaban que las neumoconiosis y la silicosis eran uno de los más graves y costosos problemas de higiene del trabajo con que tiene que luchar la industria, y quizás el más difícil de resolver.

Fuente: [Guía para Prevención y Supresión de Polvo en Minas](#)

Silicosis. Realidad en América del Sur

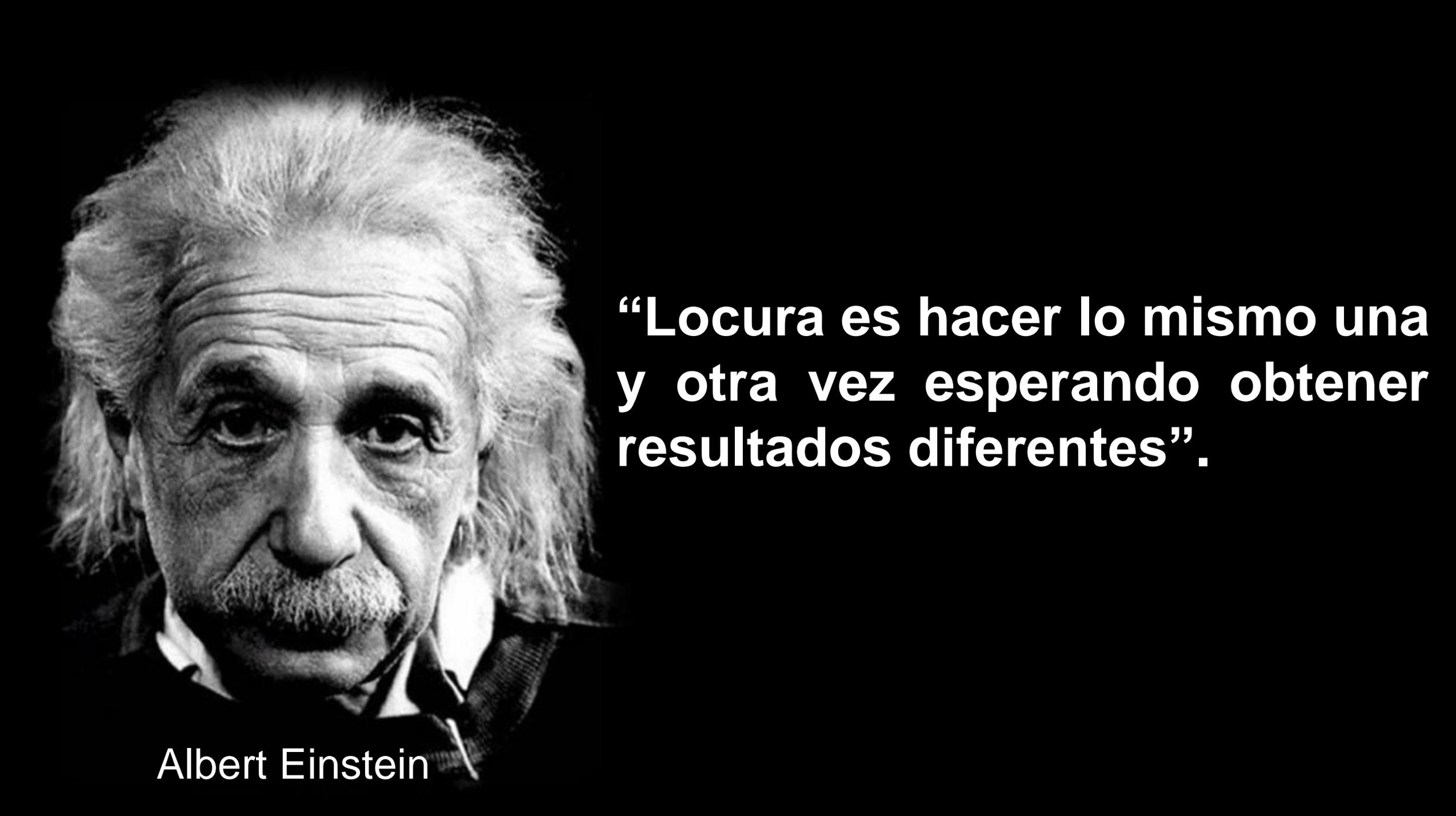
Muertes c/100K



POSIBILIDAD DE ERRADICAR LA SILICOSIS ¿ES REAL?

Fuente: PLANESI ¿Meta Real o Utopía?

Proconm

A black and white close-up portrait of Albert Einstein, showing his characteristic wild, white hair and a mustache. He is looking directly at the camera with a serious expression. The background is dark, making his face the central focus.

“Locura es hacer lo mismo una y otra vez esperando obtener resultados diferentes”.

Albert Einstein

Conceptos Importantes

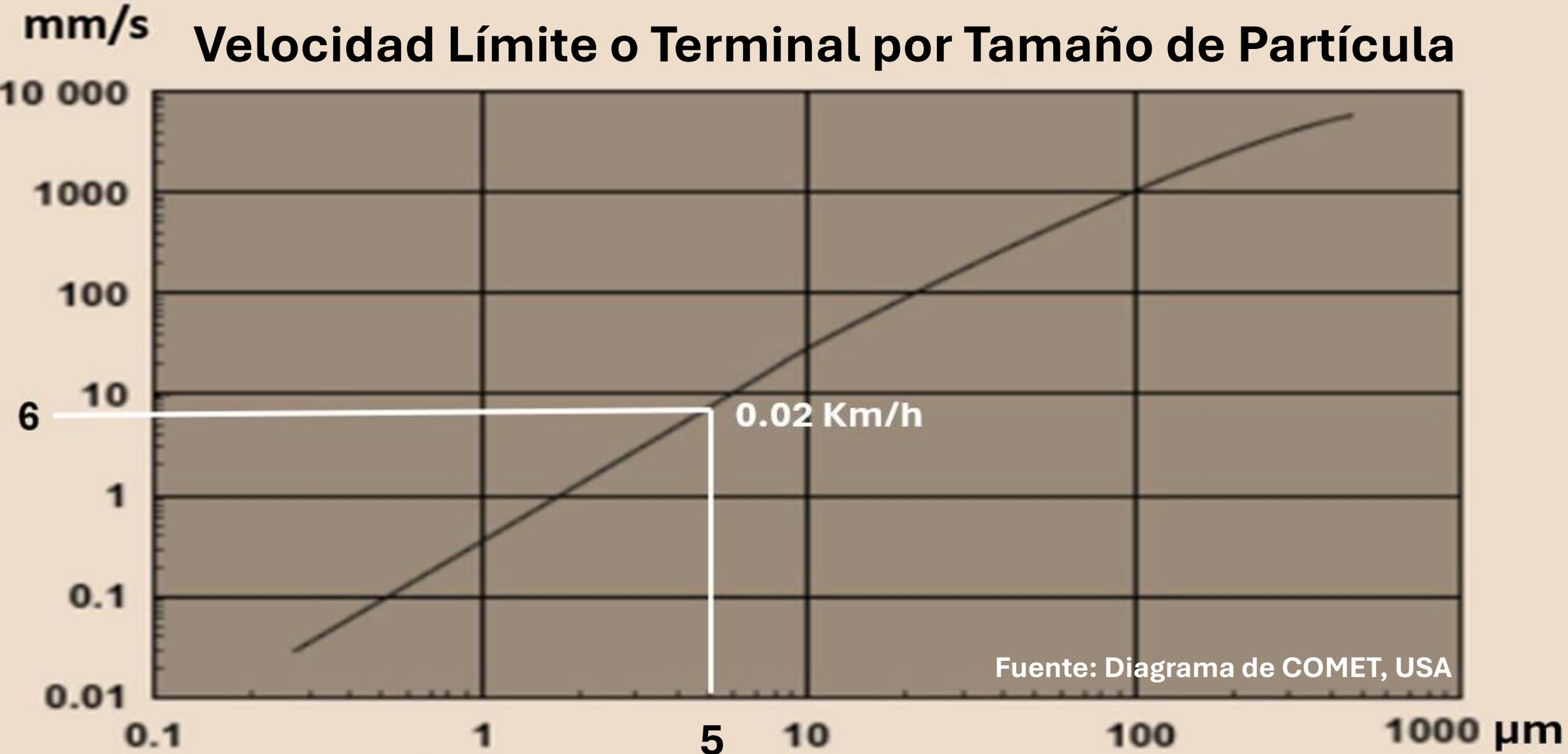
La Sílice Cristalina Respirable (sílice) es la fracción respirable, PM5 (menos de 5 μm), de sílice cristalina, SiO_2 , el elemento más abundante en la naturaleza.

Ambiente Silicógeno es aquel que tiene el 1% o más de sílice. Las personas expuestas a este ambiente pueden adquirir silicosis en pocas semanas o en años, dependiendo de la concentración.

La silicosis es una enfermedad fibrótica-pulmonar de carácter irreversible y progresiva, considerada enfermedad profesional incapacitante, que demora años en ser detectada.

1. PARA ERRADICAR LA SILICOSIS ES NECESARIO DISMINUIR EL PM5

Velocidad Límite o Terminal por Tamaño de Partícula



Fuente: Diagrama de COMET, USA

2. EL PM5 NO SEDIMENTA, SE LIBERA EN EL PROCESO

Fuentes Liberadoras y Emisoras de Sílice en Minería Rajo Abierto

**PERFORACIÓN
Y TRONADURA**

**CHANCADO
PRIMARIO**

**CHANCADO PEBBLES O CHANCADO
SECUNDARIO Y Terciario**

MOLIENDA

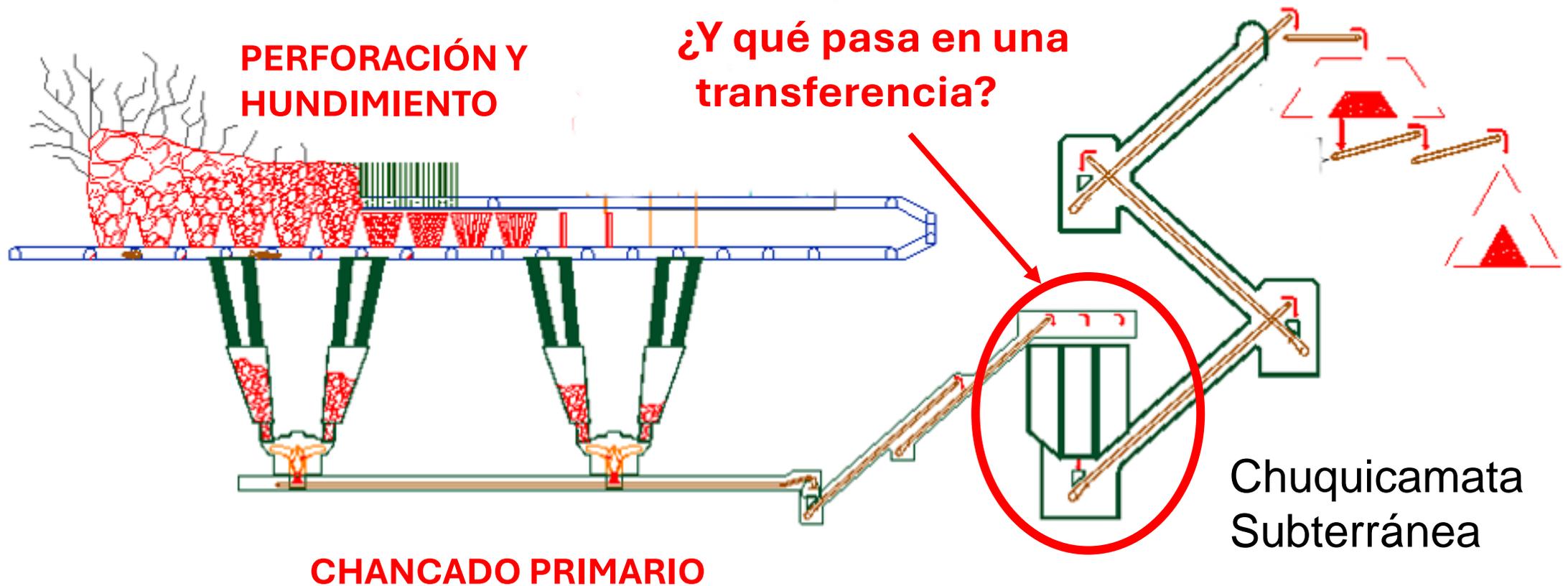
REMOLIENDA

**3. EN MINERÍA EL PM5 SE LIBERA EN
EL PROCESO DE CONMINUCIÓN**

**PROCESO MINERO
PARA SULFUROS**



Fuentes Liberadoras y Emisoras de Sílice en Minería Subterránea



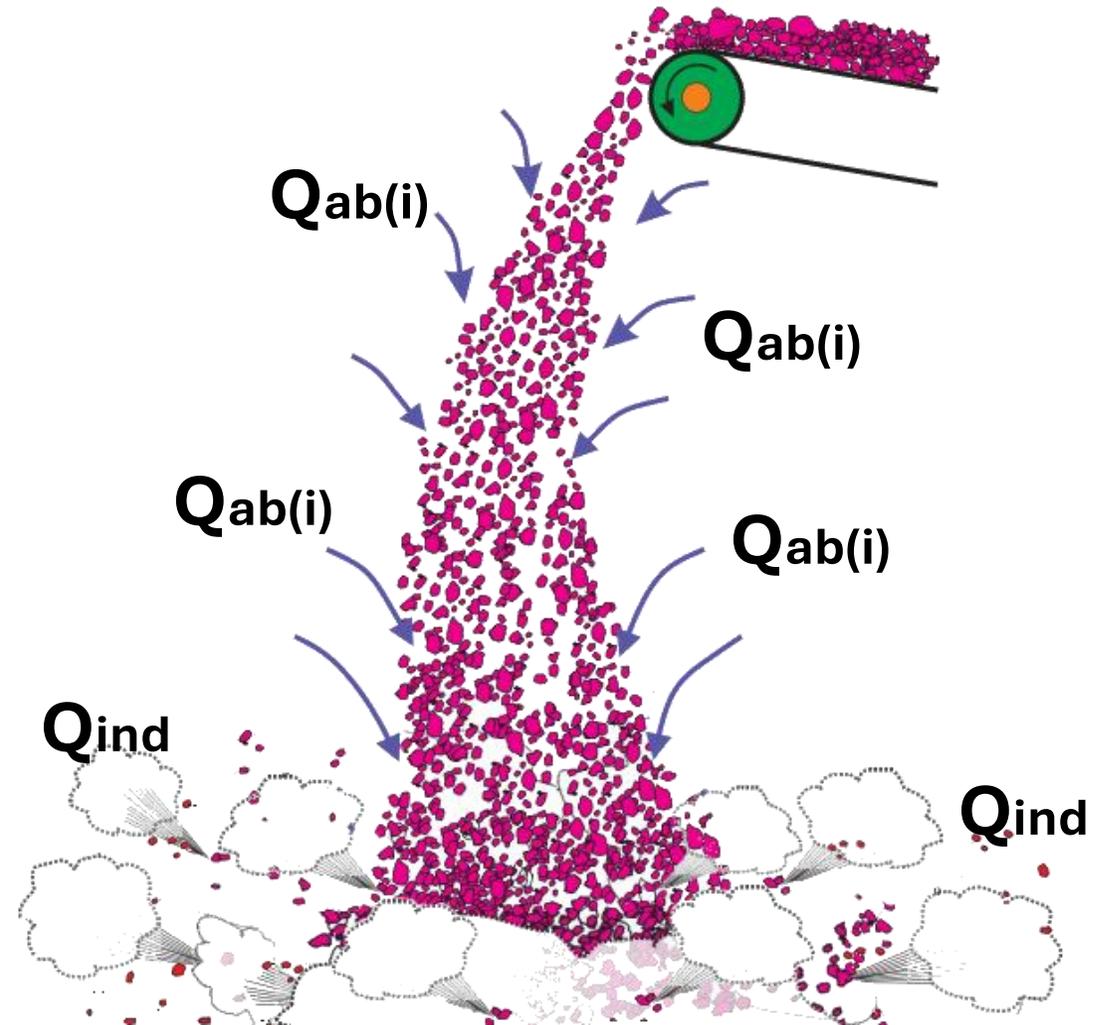
4. EL PM5 ES TRANSPORTADO ATRAPADO EN EL MINERAL O ADHERIDO A COLPAS O AGLOMERADO

Aire Inducido – Concepto Físico

$$Q_{ind} = \sum Q_{ab(i)}$$

No existe ecuación para estimar el aire inducido sin confinamiento o con confinamiento amplio (tolvas o domos). Nosotros hemos desarrollado un modelo matemático que fue seleccionado por ASME como innovación para IMECE 2024.

Fuente: <https://event.asme.org/IMECE>



5. EL AIRE INDUCIDO ESTÁ PRESENTE EN TODA TRANSFERENCIA

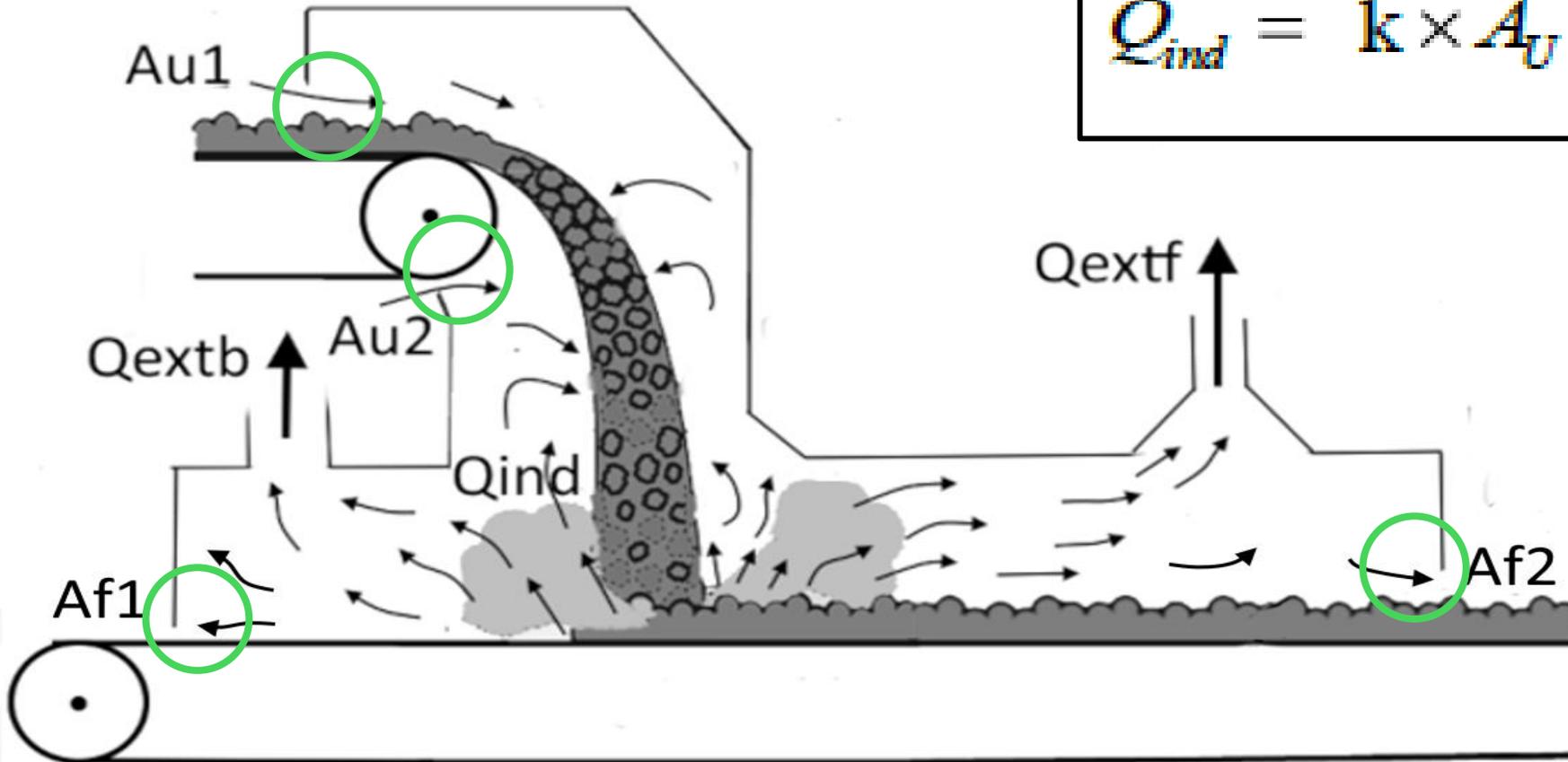
Aire Inducido en una Transferencia y Control Pasivo

El control pasivo o confinamiento.

Fuente: [Tecnica para el control pasivo](#)

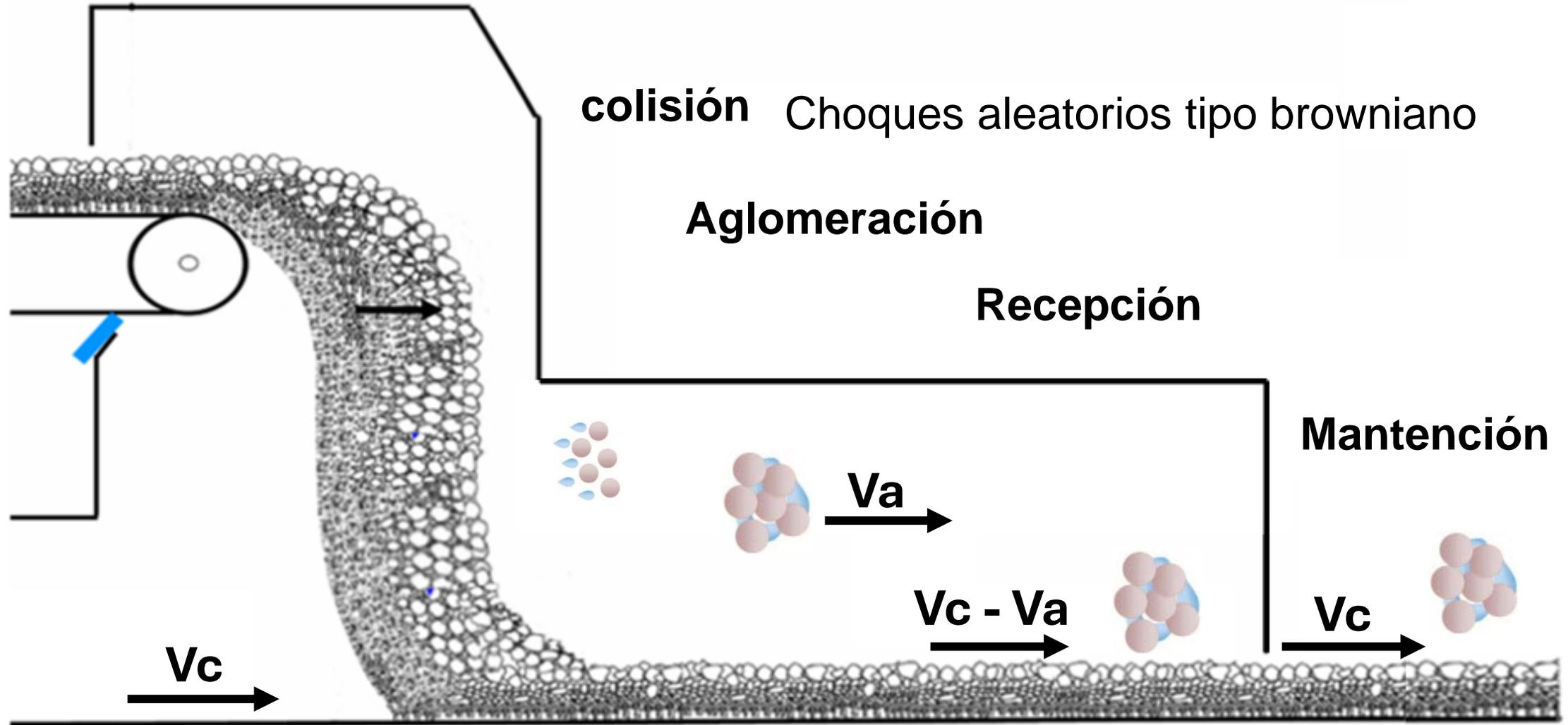
Ecuación del Dr. David Anderson

$$Q_{ind} = k \times A_v \sqrt[3]{\frac{RS^2}{D}}$$



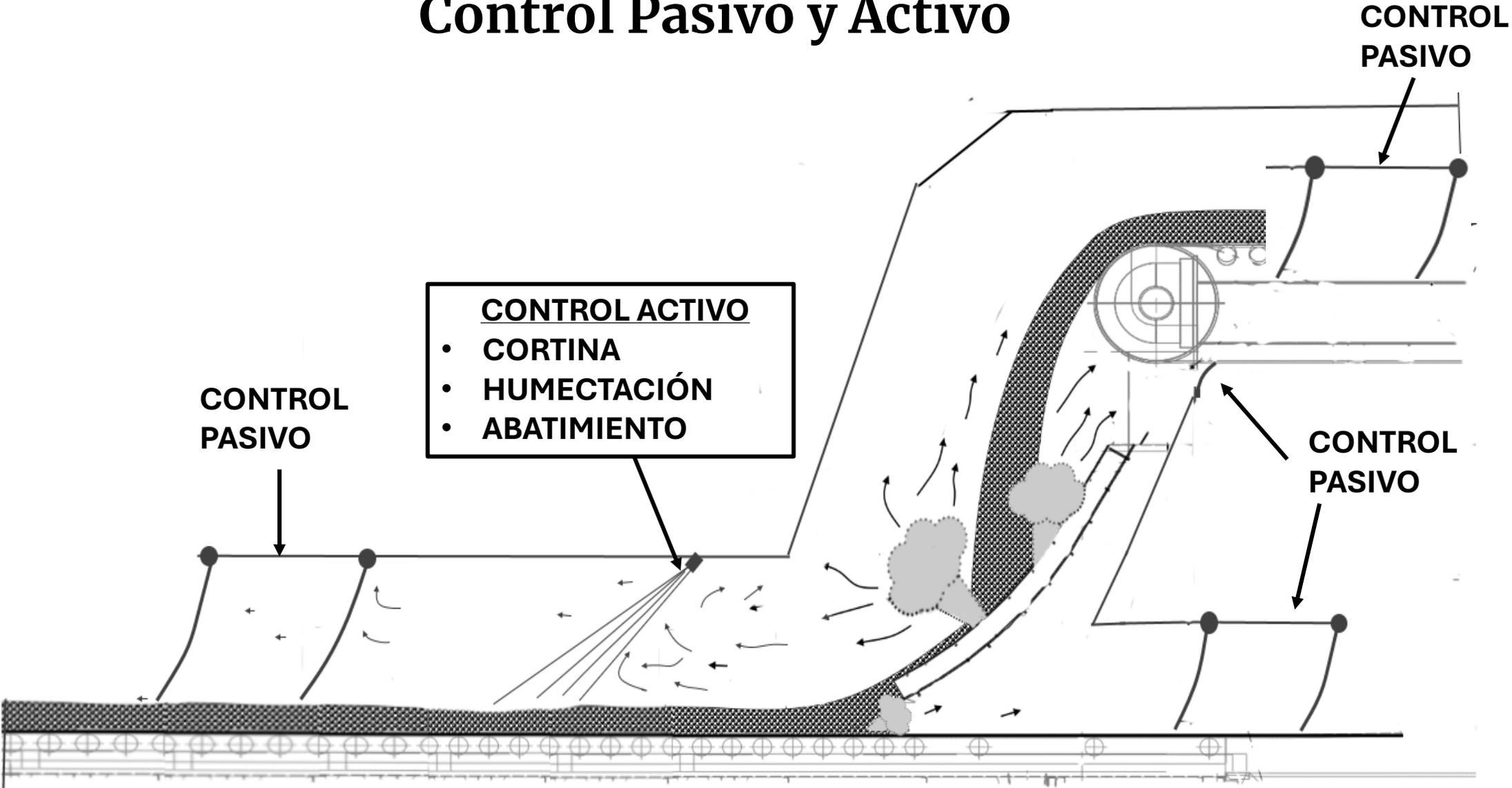
6. EL CONTROL PASIVO DEBE ESTAR PRESENTE EN TODA TRANSFERENCIA

Abatimiento o Supresión



7. LA SUPRESIÓN POR SI SOLA ES INEFICIENTE

Control Pasivo y Activo



8. EL CONTROL PASIVO + ACTIVO ES EFICIENTE

Humectación Total

Ventaja:

- **Poco polvo visible**

Desventajas:

- **No disminuye el PM5 ni el PM10 ni la sílice**
- **Acumulación de polvo en el piso**
- **Perjudica la fluidez en el acopio**
- **Adherencia de material en componentes mecánicos y estructurales**

▪

10. HUMECTACIÓN TOTAL NO SE RECOMIENDA

Humectación Total
Más de 15 km de correas
7 m/s y 11.000 t/h

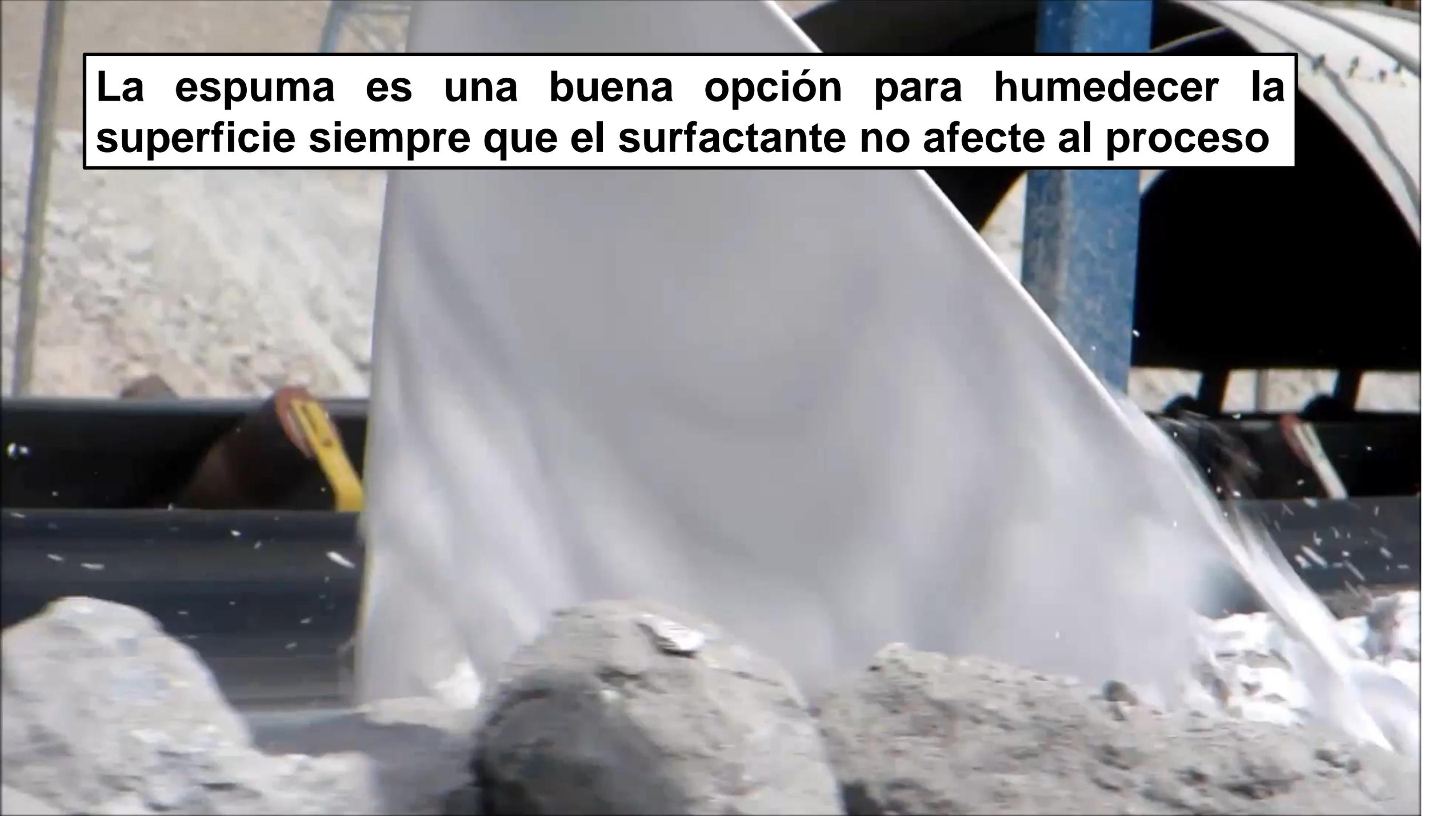


Humectación Superficial o sólo de Colpas

- **Adhiere los finos superficiales, incluido el PM5, a las colpas**
- **Evita desprendimiento de partículas desde la superficie**
- **Mejora el control de polvo aguas abajo**
- **Disminuye la segregación en acopios**
- **Mejora la fluidez en pilas, tolvas y acopios**

9. EN CORREAS TRANSPORTADORAS ES ABSOLUTAMENTE NECESARIO APLICAR HUMECTACIÓN SUPERFICIAL

La espuma es una buena opción para humedecer la superficie siempre que el surfactante no afecte al proceso

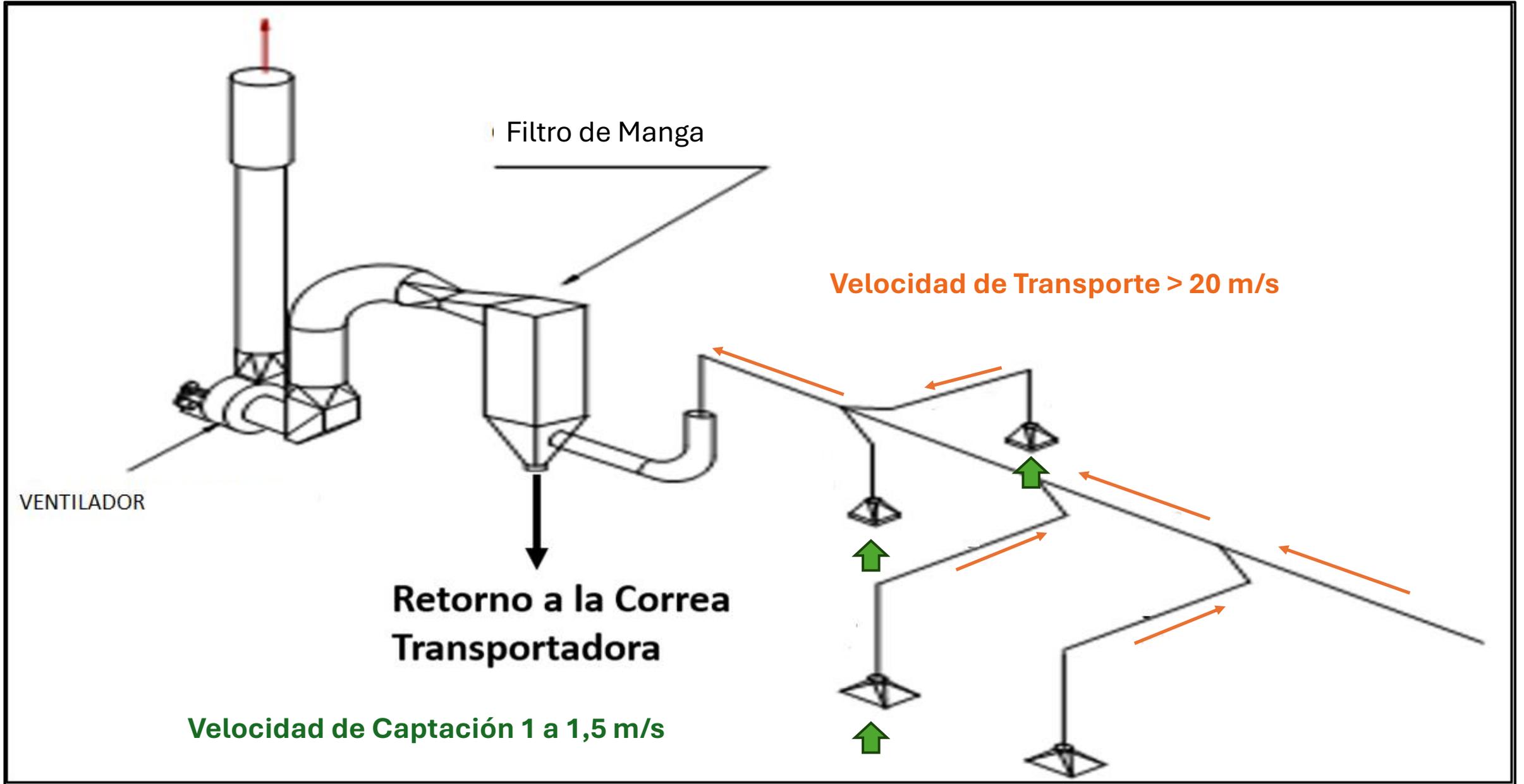


Segunda Parte

Estado del Arte y Recomendación para Extracción Innovación para Eliminación Definitiva del PM10

Presenta: Gonzalo Bozo Nalli

Estado del Arte. Extracción Estándar a Alta Velocidad



Falla o Colapso por Rotura de Codo



Photos by NIOSH

¡Riesgo de colapso! por alta velocidad

Proconm

Falla o Colapso por Sedimentación de Finos

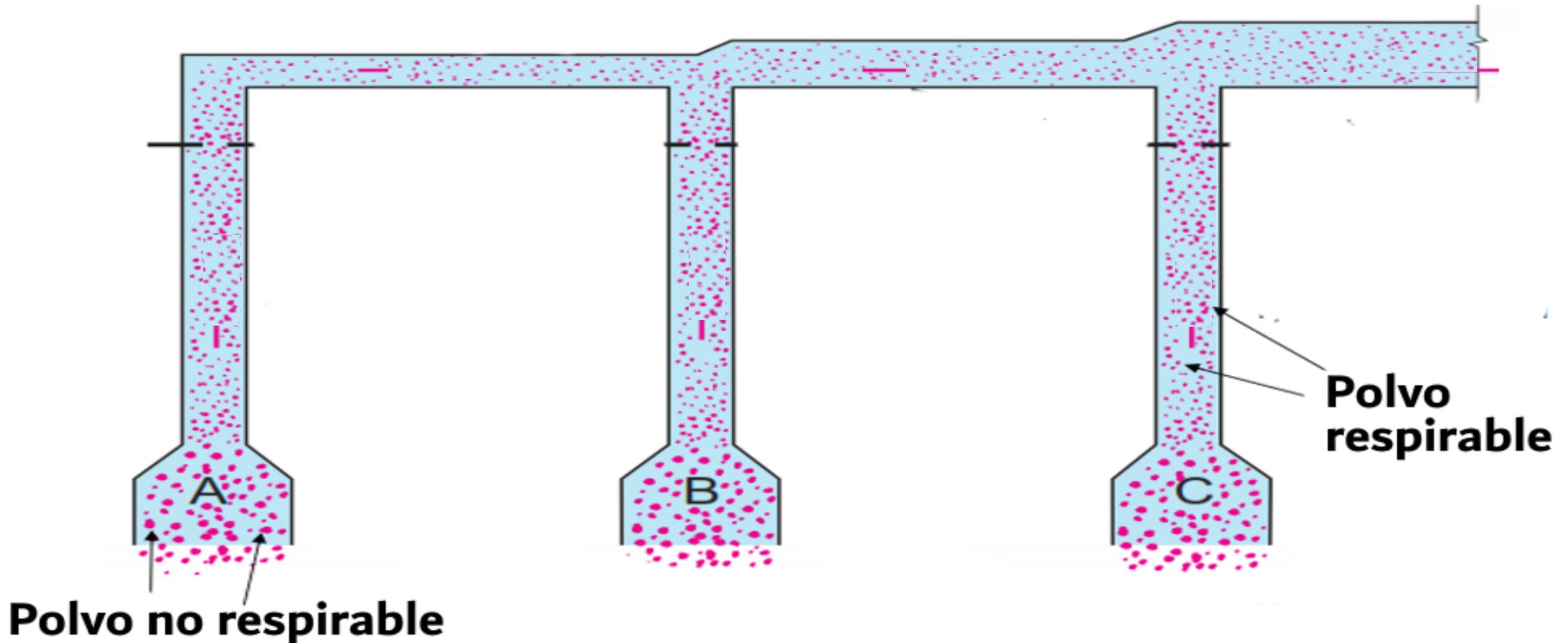


Foto de benchmarking. Minera Escondida



Foto de Donalson

Sistema Modificado a Baja Velocidad (MLV)



Fuente: [Dust Control Handbook NIOSH](#)

Proconm

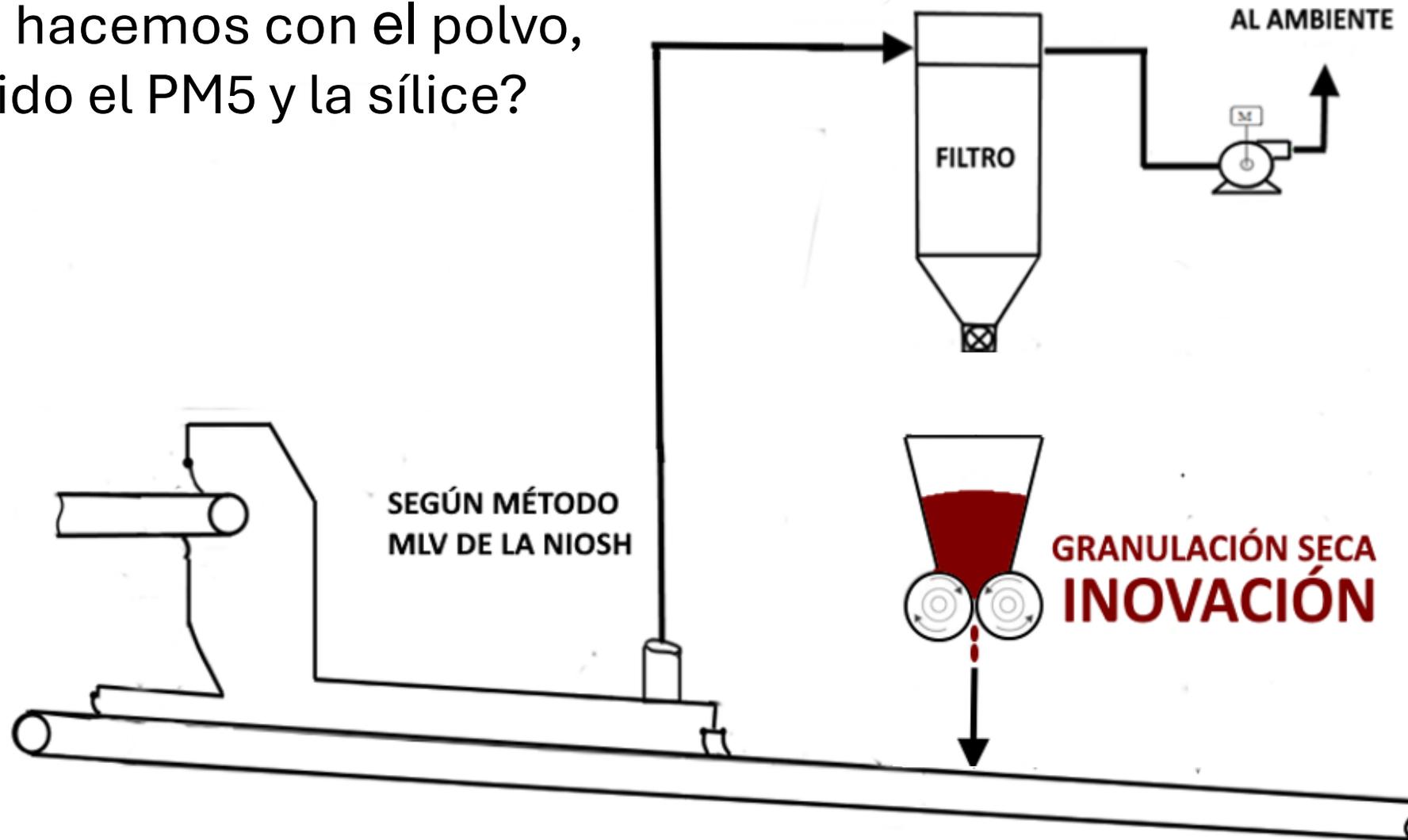
Extracción y Transporte

Ventajas Sistema Modificado a Baja Velocidad (MLV)

- Extrae menos polvo y partículas más pequeñas
- Elimina riesgo de colapso
- No desprende partículas adheridas a colpas durante la captación
- Consume menos energía

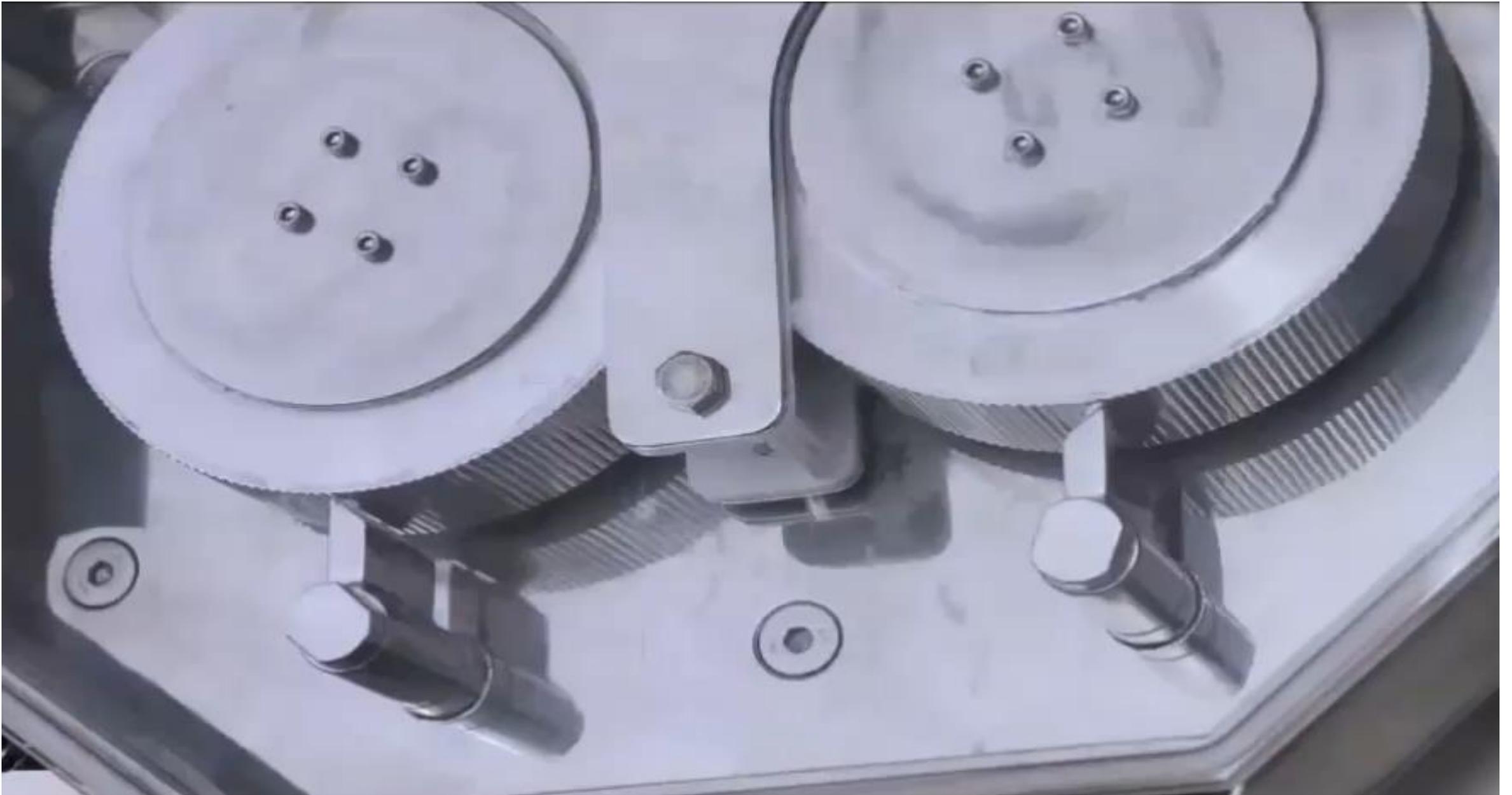
Retorno

¿Qué hacemos con el polvo, incluido el PM5 y la sílice?



Fuente: Granulación de MP10 = Calidad de Vida

Proconm



Fuente:Yenchen Machinery

Proconm

Aplicaciones de la granulación en otras áreas



Polvo EAF (Acero)



Alimentos



Fármacos



Fertilizantes

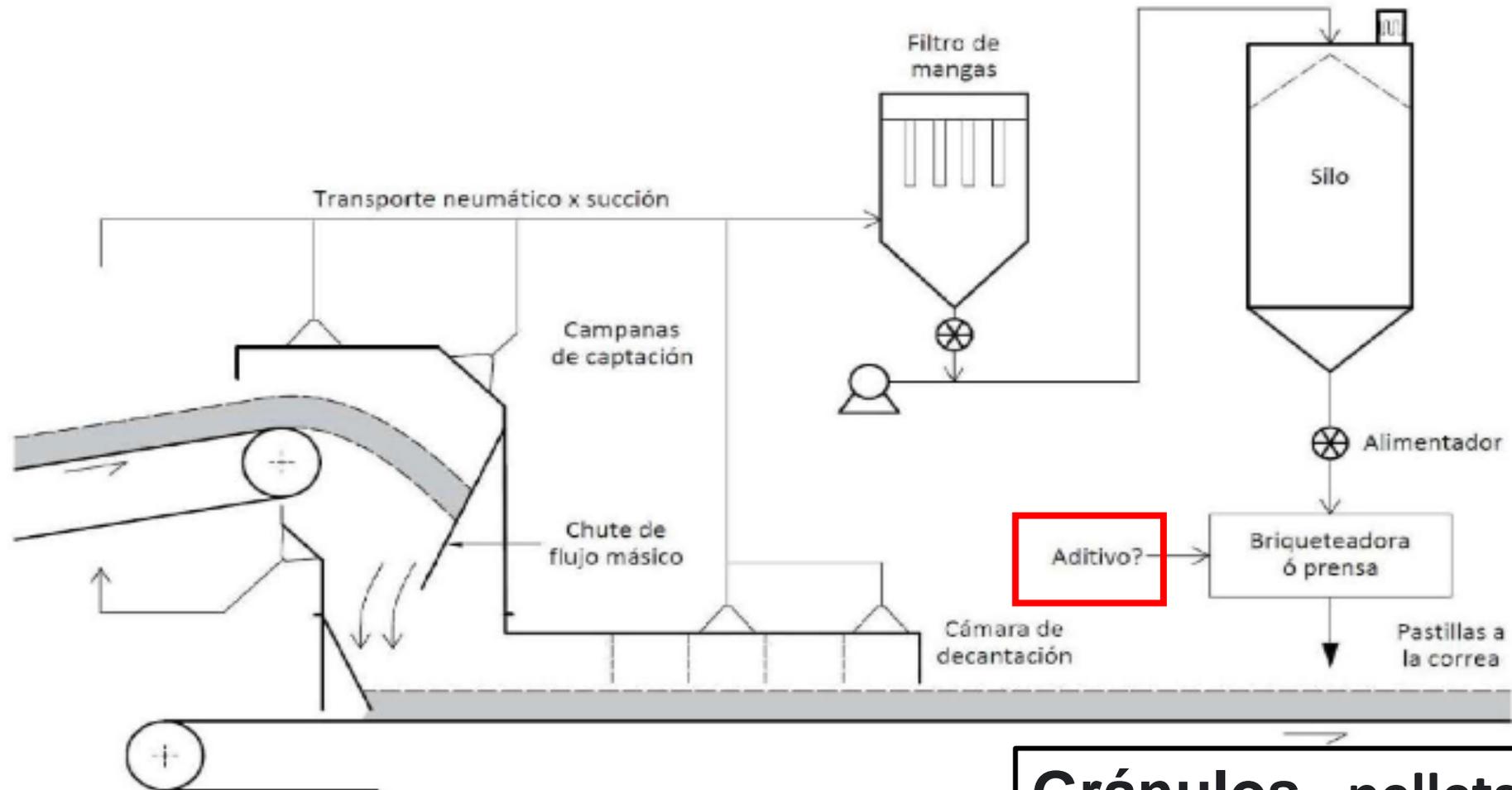


Escoria granulada



Briquetas de carbón

Alternativa de Jenike and Johanson: Francisco Cabrejos



Gránulos, pellets o pastillas compactas

J&J Incluye pruebas de laboratorio

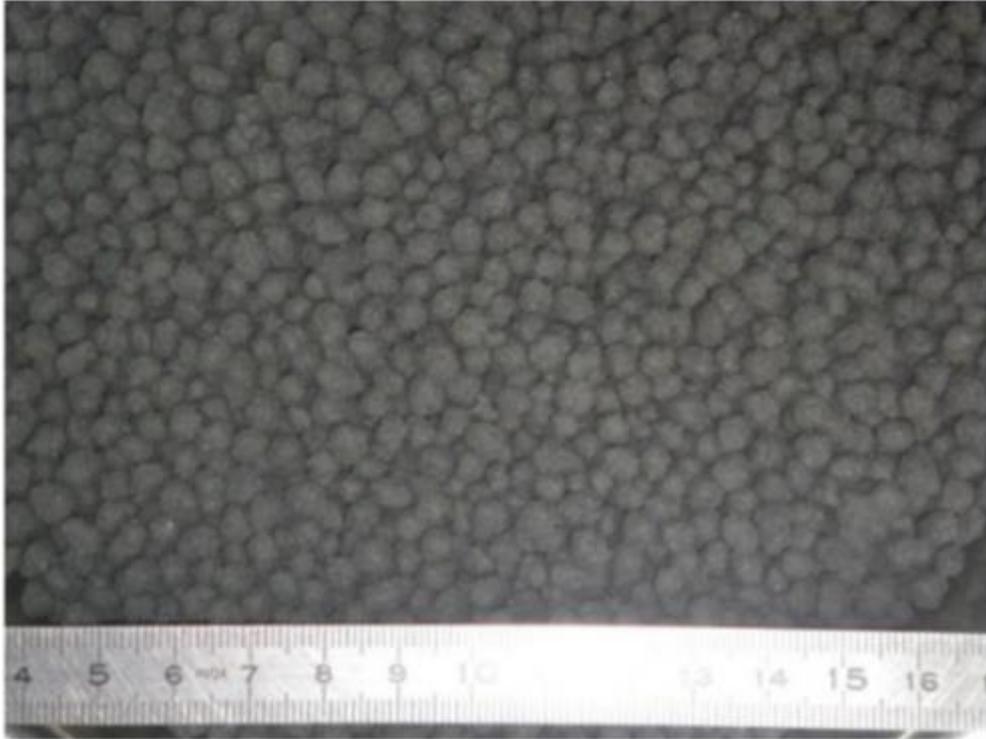


Equipo para fabricar pastillas compactas

Pastillas compactas y polvo de entrada



Estudio de laboratorio realizado por el IAM



Gránulos finos



Gránulos gruesos

Fuente: Technical and economic aspects of granulation of coal (International Coal Preparation Congress XVIII)

“Cuando la única herramienta que se posee es un martillo, cada problema empieza a parecerse a un clavo.”

Abraham Maslow





¡Muito Obrigado!

<https://proconm.com>



S I V M
SIMPÓSIO INTERNACIONAL
DE VENTILAÇÃO DE MINAS

PROCONM
TRANSPORTE LIMPIO

Procc