

# La Dimensión Ambiental en el Aprovechamiento Minero:

## Planificación de Operaciones Auxiliares

Profesora Aurora Piña

Departamento de Minas



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# Contenido

Introducción

Operaciones Auxiliares

Planificación de operaciones  
auxiliares

Aportes a la dimensión ambiental

Ejemplo de la internalización de los costos ambientales: control de sedimentos

Propuesta

Reflexión



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# Introducción

---

Internalización de la "dimensión ambiental".

---

A través de la "Planificación de la producción".  
Visibilización sistemática y ordenada.

---

Tradicionalmente, el objeto en minería es el logro de las "Metas de producción".

Constituyen la respuesta a la necesidad de integración de las variables ambientales en la producción de materias primas minerales.

Problemáticas derivadas de la producción mineral

Integración de las dimensiones ambientales en la "Planificación Minera".



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# En la planificación de las operaciones auxiliares

Se constituyen en la respuesta a la necesidad de integración de las variables ambientales en la producción de materias primas minerales.

Atiende a las problemáticas derivadas de la producción mineral.

Integración de las dimensiones ambientales en la "Planificación minera".

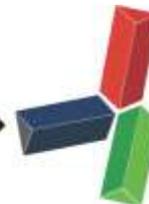
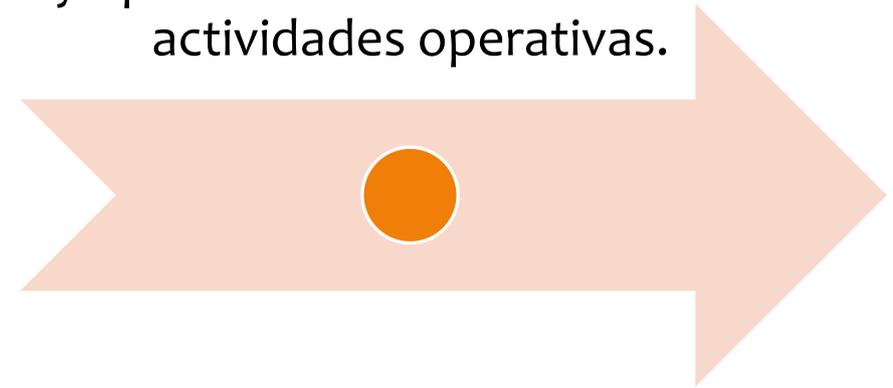


# Operaciones auxiliares

Permiten la toma de decisiones en espacios operativos (a cielo abierto) en ámbitos como planificación y campo.

Busca integrar una visión interrelacionada de minería sustentable-responsable.

Las operaciones auxiliares, de soporte o de servicio de mina, permiten el apoyo en el regular y óptimo funcionamiento de las actividades operativas.



# Explicación breve de las actividades de soporte de mina a cielo abierto

# Aportes a la Dimensión Ambiental y a la Internalización de los Costos de Producción

# Canalización de agua de mina

Construcción y mantenimiento de obras para el drenaje y desague de mina

Cunetas: retroexcavadoras, motoniveladoras y tractor de orugas.

Desague: bombas, sumideros-retroexcavadoras.

Mantenimiento de sumideros: perfilado de paredes con retroexcavadoras, limpieza-retroexcavadoras.

Construcción y mantenimiento de drenajes.



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# Acercamiento a la Dimensión Ambiental

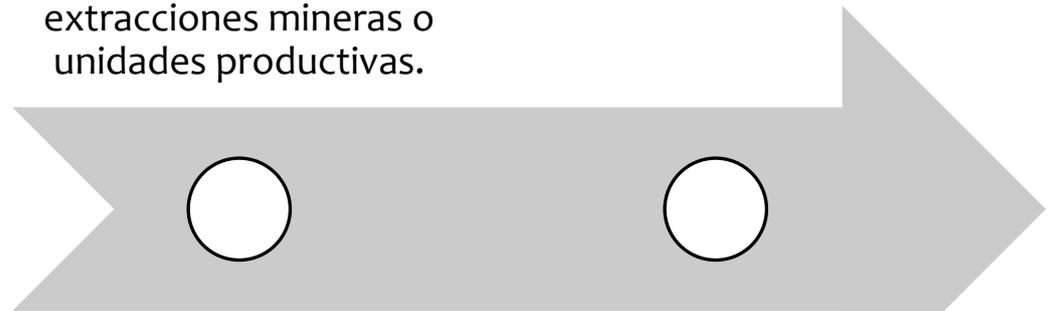
---

Existencia de esfuerzo de actividades mineras para el control de sedimentos.

---

Identificación de los atributos del contexto físico-socio-económico para una adecuada planificación minera.

La actividad minera en general produce la remoción directa o indirecta de material de la corteza terrestre donde se emplazan las extracciones mineras o unidades productivas.



Transporte de sedimentos por medios aéreos o hídricos.



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# Planificación de operaciones auxiliares/sopORTE de mina

Se debe considerar variables propias de la localización de los yacimientos:

- Clima, pluviosidad, insolación, morfología, relieve, geología, velocidad y dirección del viento, topografía, vegetación (flora y fauna).

Variables operacionales:

- Metas a largo plazo.
- Alimentación de planta.
- Control de costos operativos.



# Planificación de Soporte de Mina

Ventanas de tiempo menor.

Relativa a las prácticas operativas.

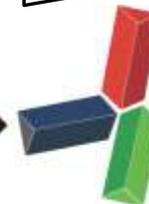
Empalmar variables controlables y no controlables.

Horas de lluvia.

Volumen-caudal-  
canalización.

Modificación  
topográfica.

Influencia  
climática de las  
superficies  
denudadas.



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# Variables a considerar en el Control de Sedimentos en Planificación de Soporte de Mina

---

Clima: pluviometría, velocidad del viento, insolación.

---

Relieve: morfología y modificación de la topografía (avance de las secuencias y construcción de obras de tierra).

---

Geología: configuración de las especies minerales, deslenabilidad y grados de liberación.

# VARIABLES

## Controlables:

Altura de banco. Número de bancos. Geometría de las excavaciones.

Ángulo de bancos de trabajo/Ángulo de talud final.

Longitud, amplitud, pendiente en vías de acarreo.

Densidad, litología (modelo geológico), manejo de agua de mina.

## No controlables:

Pluviometría, deslenabilidad, insolación, dirección y velocidad del viento.

Litología: resistencia a la erosión-meteorización, erosividad.  
Hidrogeología.



# Propuesta

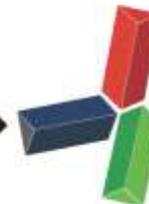
Exponer una aproximación más adecuada en el diseño y combinación de medidas mitigantes.

- En el control de sedimentos en minería a cielo abierto.

Incorporar (algunas) variables controlables y no controlables que permitan encontrar medidas que se acoplen a cada caso particular.

Internalizar la gestión ambiental en los procesos mineros a razón de un cambio de actitud en la industria.

Búsqueda de mejoras en los procesos de las operaciones unitarias.



# En la construcción de la propuesta

Evaluar en la conceptualización de la planificación de operaciones auxiliares, control de sedimentos, el empleo de herramientas de gestión integral e identificación de „cuencas“

Modificado de Castillo (2018)

## Fuentes de generación:

- Frentes de arranque.
- Pistas y vías de acarreo.
- Pilas de almacenamiento-remanejo/escombreras.



# En la construcción de la propuesta

## Forma de difusión y trayectorias para el diseño:

- Natural-Pendientes naturales.
- Diseñada/Construída.
  - Controlada-Baja, media, alta.
- Empírica-existente, inexistente.

## Disposición de los sólidos en la recepción/cercanía/periferia.

- Definitiva-lagunas de sedimentación, canales, alcantarillas, dren francés, diques, muros porosos.
- Transitoria (disposición temporal): canales, sumideros, tanquillas.



# Correlación entre la temporalidad de las obras y las secuencias de producción

---

Establecimiento de variables.

---

Identificación de variables a considerar en la Planificación de Operaciones Auxiliares:

---

*Manejo de agua de mina.*

---

*Control de sedimentos.*



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# VARIABLES A CONSIDERAR

Datos de la estación pluviométrica. Velocidad, temperatura ambiental, dirección del viento.

Conocimiento geológico: mineralogía, tamaño de grano, deslenabilidad, meteorización, solubilidad.

Topografía-morfología: diferencia de cotas.

---

Vegetación-alteración del microclima.

---

Reingeniería. Adaptación de la geometría de los canales, sumideros y lagunas de sedimentación (a los equipos mineros disponibles).

---

Disposición final de los sedimentos finos/Minería Urbana (aprovechamiento integral).



# Incluir aspectos del mantenimiento de equipos y disponibilidad de equipos

## Indicadores:

KPI (Índices claves de producción).

Disponibilidad física.

Uso de la Disponibilidad Física.

Utilización efectiva.

Horas (clasificación).

## Equipos en las operaciones auxiliares:

Retroexcavadoras (pequeñas) 1-2,5 m<sup>3</sup>

Retroexcavadora cargadoras.

Motoniveladoras.

Tractores de orugas.

Tractores de ruedas.

Bombas, mangueras, balsas, generadores eléctricos.

Camión aguatero o ballena/cisterna.

Lámparas.



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

# Temas de reflexión

- Congeniar el aprovechamiento mineral con la dimensión ambiental.

Ámbitos a ser estudiados:

Metas de producción

Planificación de Operaciones auxiliares

**\*\*Control de sedimentos en minería**



**JIFI2018**  
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN  
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV