

IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES QUE PERMITAN LA GESTIÓN MINERA SUSTENTABLE DE LOS FOSFATOS DE LA FORMACIÓN NAVAY, ESTADO TÁCHIRA



Ingeniera Aurora B. Piña D.
Candidata a la Maestría en Ciencias Geológicas
Tutora de la Investigación Aplicada:
Profesora MSc. Alba J. Castillo

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer a partir de la información disponible indicadores de sustentabilidad ponderados que coadyuven en el proceso de gestión sustentable de la explotación de fosfatos de la Formación Navay, estado Táchira.

Objetivos específicos

1. Recopilar la información geológica y geoambiental disponible acerca de los fosfatos de la Formación Navay, estado Táchira.
2. Identificar las variables que aportan riesgo e incertidumbre al proyecto de explotación minera de fosfatos en la Formación Navay.
3. Aplicar las diferentes metodologías para identificación de indicadores de sustentabilidad para la minería de fosfatos en la Formación Navay.
4. Sistematizar indicadores de sustentabilidad reconocidos y ponderados para la toma de decisiones en la minería de fosfatos de la Formación Navay.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a las limitaciones de información disponible para este trabajo, esta investigación pretende llegar solamente hasta la identificación de indicadores de sustentabilidad para minería de fosfatos en la Formación Navay.

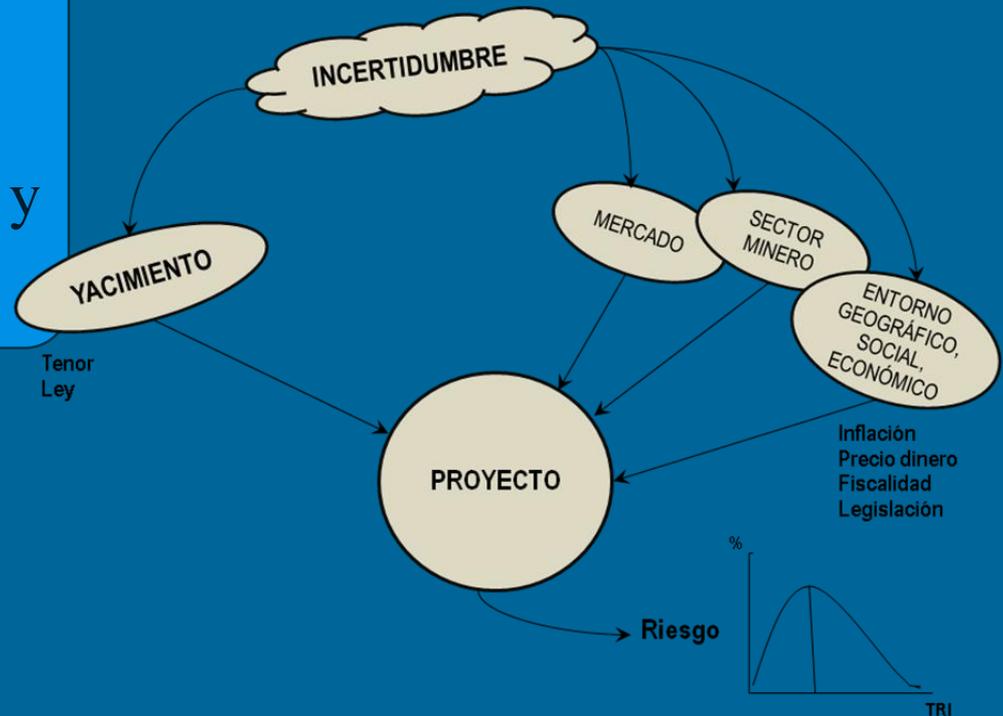
Este seminario de investigación comprende la identificación y clasificación de posibles indicadores de sustentabilidad, para minería de fosfatos en la Formación Navay, estado Táchira. La misma comprende la estimación con la información técnica disponible de los escenarios mineros posibles, la determinación de indicadores, algunas recomendaciones para la gestión integral minera de fosfatos con cierre de mina y la identificación de los escenarios que aportan riesgo e incertidumbre a este proyecto minero.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA



VARIABLES QUE APORTAN RIESGO E INCERTIDUMBRE EN PROYECTOS MINEROS

1. Vinculadas al yacimiento.
2. Vinculadas a la operación minera.
3. Vinculadas al mercado y al contexto exterior.



METODOLOGÍAS EXPLORADAS PARA TOMA DE DECISIONES Y LA IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD APLICABLES A LOS FOSFATOS DE LA FORMACIÓN NAVAY



Ventana de Johari

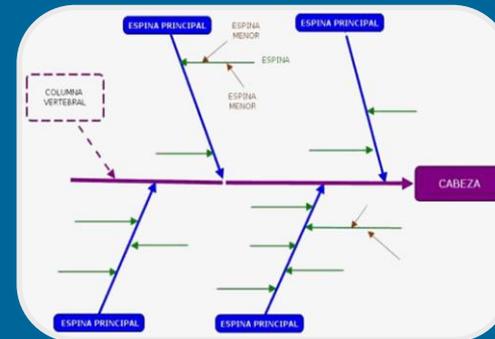


Diagrama de Ishikawa o espina de pescado

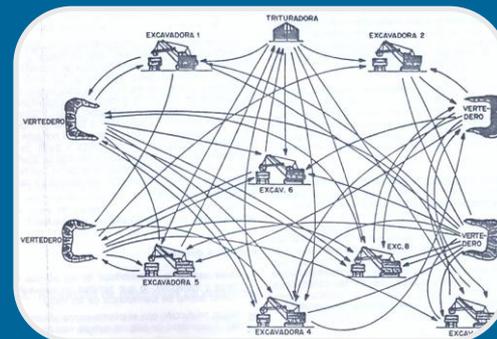


Diagrama de Alternativas



Diagrama de Ciclo de Vida de un producto

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES QUE APORTAN RIESGO E INCERTIDUMBRE AL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE FOSFATOS EN LA FORMACIÓN NAVAY, ESTADO TÁCHIRA

Vinculadas al yacimiento

1. Aguas subterráneas
2. Solubilidad de la mena o estéril
3. Distribución de los tenores
4. Comportamiento de las isocalidades.
Distribución de las calidades de la mena
5. Distribución de los elementos traza
6. Continuidad lateral de la mineralización
7. Espesores de mena y estéril
8. Fallas y pliegues
9. Parámetros geomecánicos
10. Reservas y recursos

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES QUE APORTAN RIESGO E INCERTIDUMBRE AL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE FOSFATOS EN LA FORMACIÓN NAVAY, ESTADO TÁCHIRA

*Vinculadas a la explotación
minera*

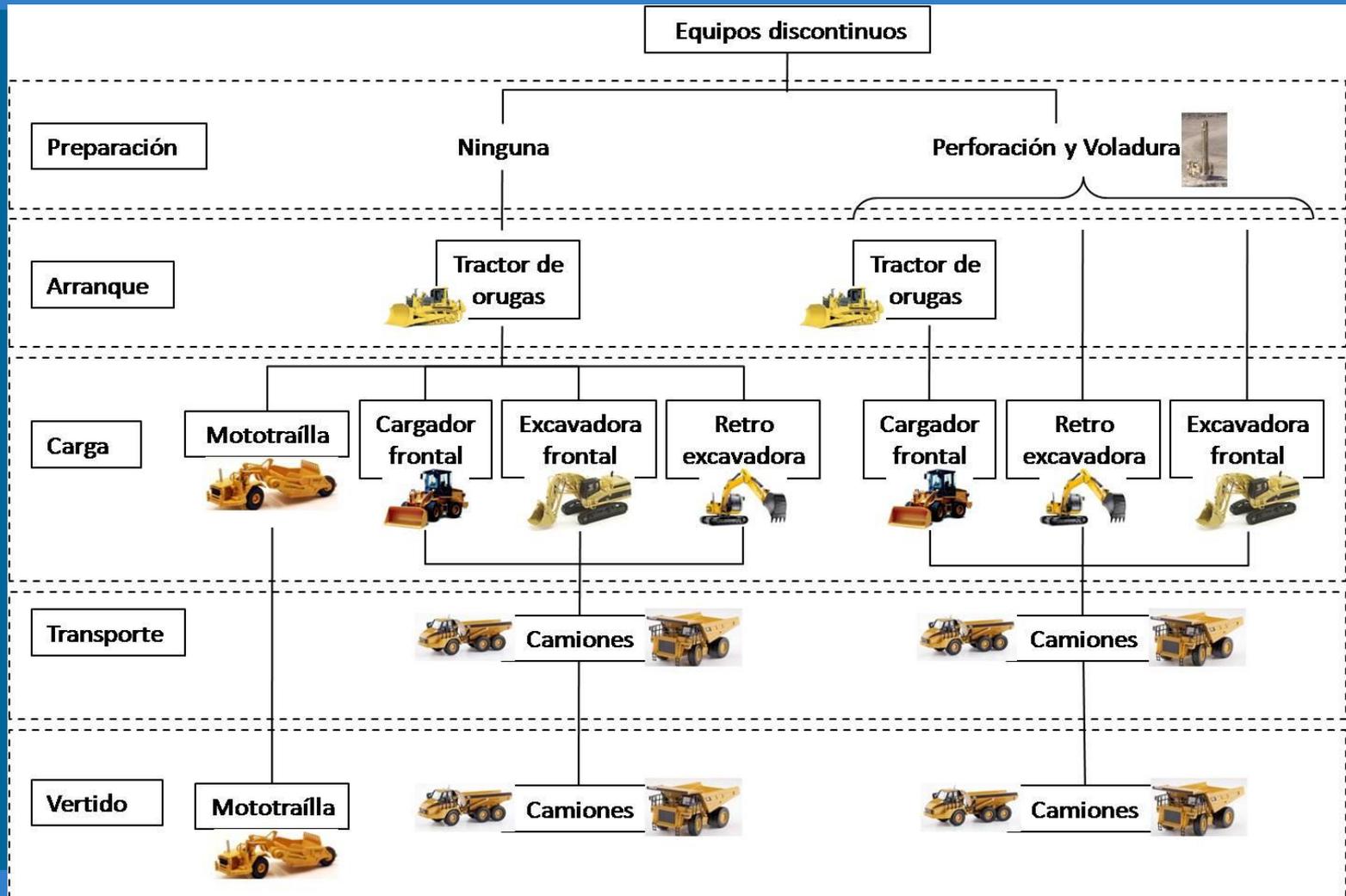
1. Método minero
2. Planificación de secuencia minera
3. Equipos mineros
4. Método de beneficio
5. Diseño y disposición de estériles
6. Diseño y disposición de lodos de beneficio mineral
7. Relación de remoción
8. Clase de inversiones mineras
9. Disponibilidades de equipos y uso de la disponibilidad
10. Planificación, diseño y ejecución de voladuras

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES QUE APORTAN RIESGO E INCERTIDUMBRE AL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE FOSFATOS EN LA FORMACIÓN NAVAY, ESTADO TÁCHIRA

Vinculadas al mercado y al contexto exterior

1. Legislación
2. Impuestos
3. Inflación interna y externa
4. Cambio de uso del territorio
5. Aceptación e impacto social
6. Financiamiento
7. Mercado (Distribución de la oferta y la demanda, Establecimiento del precio de venta)
8. Uso del producto obtenido
9. Relaciones internacionales
10. Escasez de repuestos
11. Disponibilidad de equipos internacionalmente con los fabricantes

GRAFICO DE COMBINACIONES DE EQUIPOS EN OPERACIONES UNITARIAS EN MINERÍA DE FOSFATOS



DIAGRAMAS DE ISHIKAWA APLICADOS A LA PRODUCCIÓN (OPERACIONES MINERAS) Y AL PROCESO DE BENEFICIO DE FOSFATOS

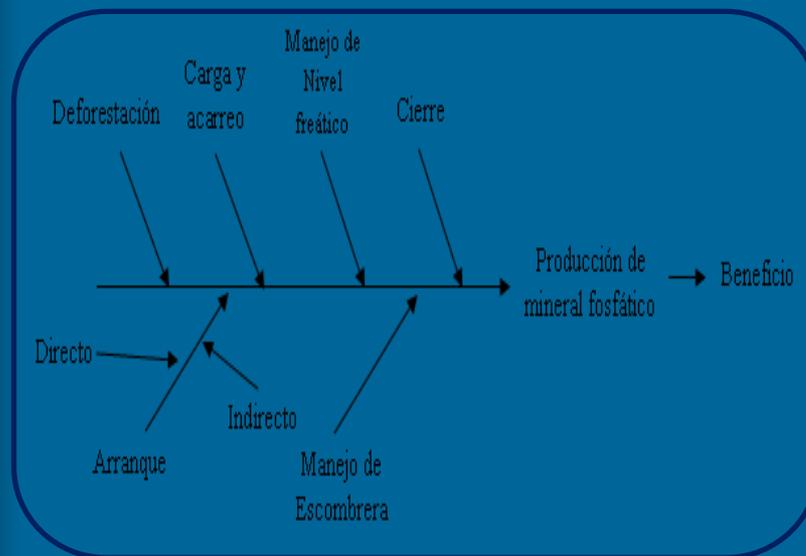


Diagrama de espina de pescado aplicada a las operaciones unitarias de producción de mineral fosfático

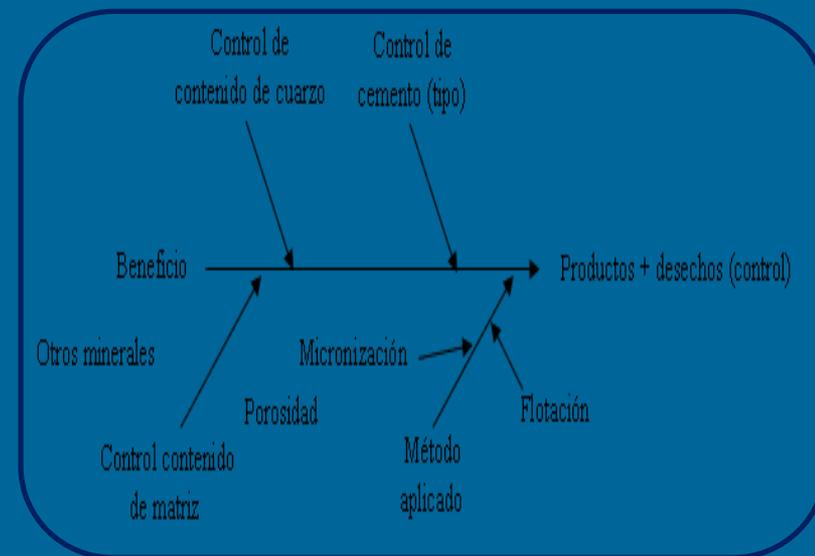


Diagrama de espina de pescado aplicada a las operaciones de beneficio del mineral fosfático

DIAGRAMA DE ALTERNATIVAS DE POSIBLES COMBINACIONES DE OPERACIONES UNITARIAS EN MINERÍA DE FOSFATOS

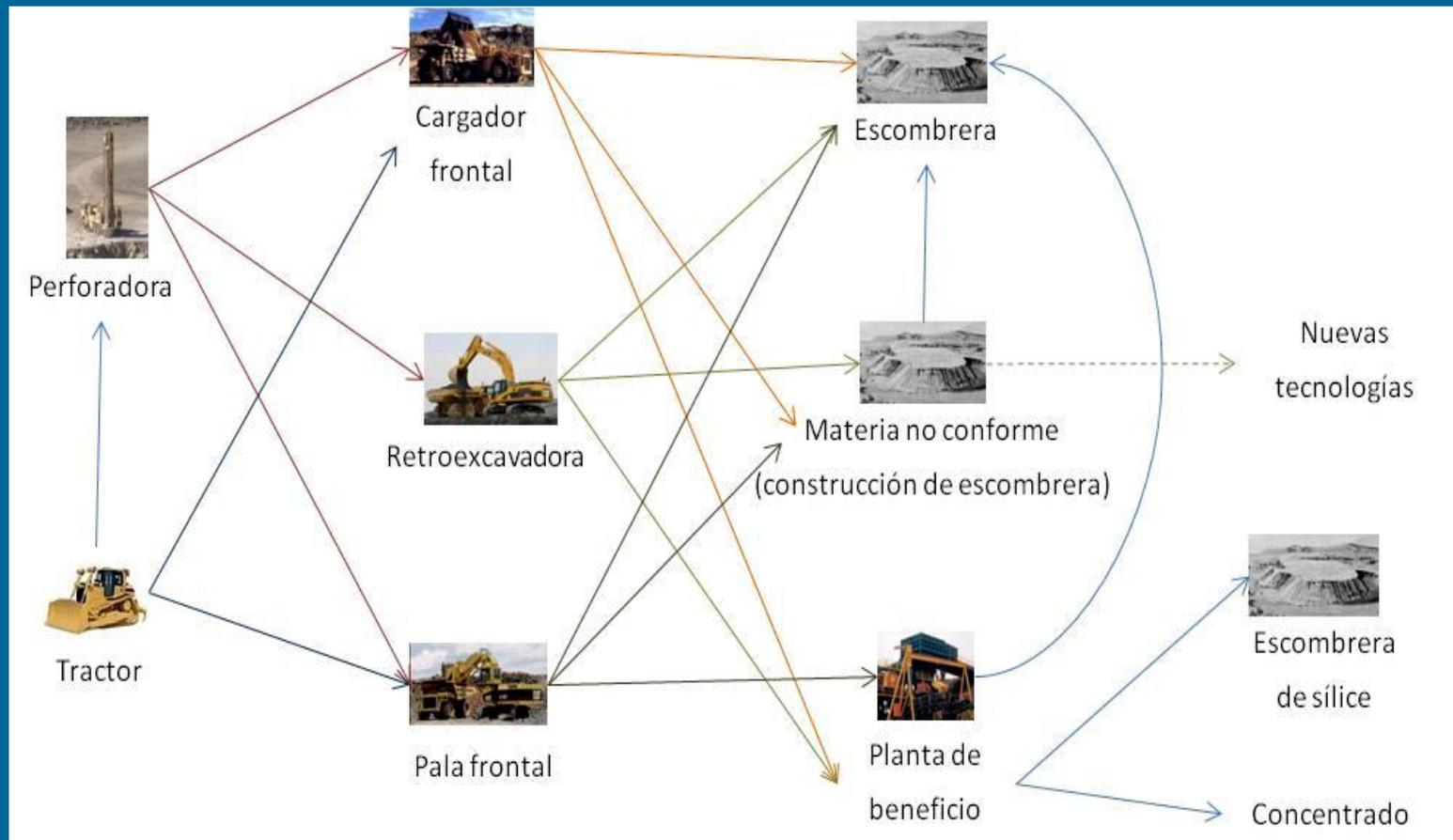
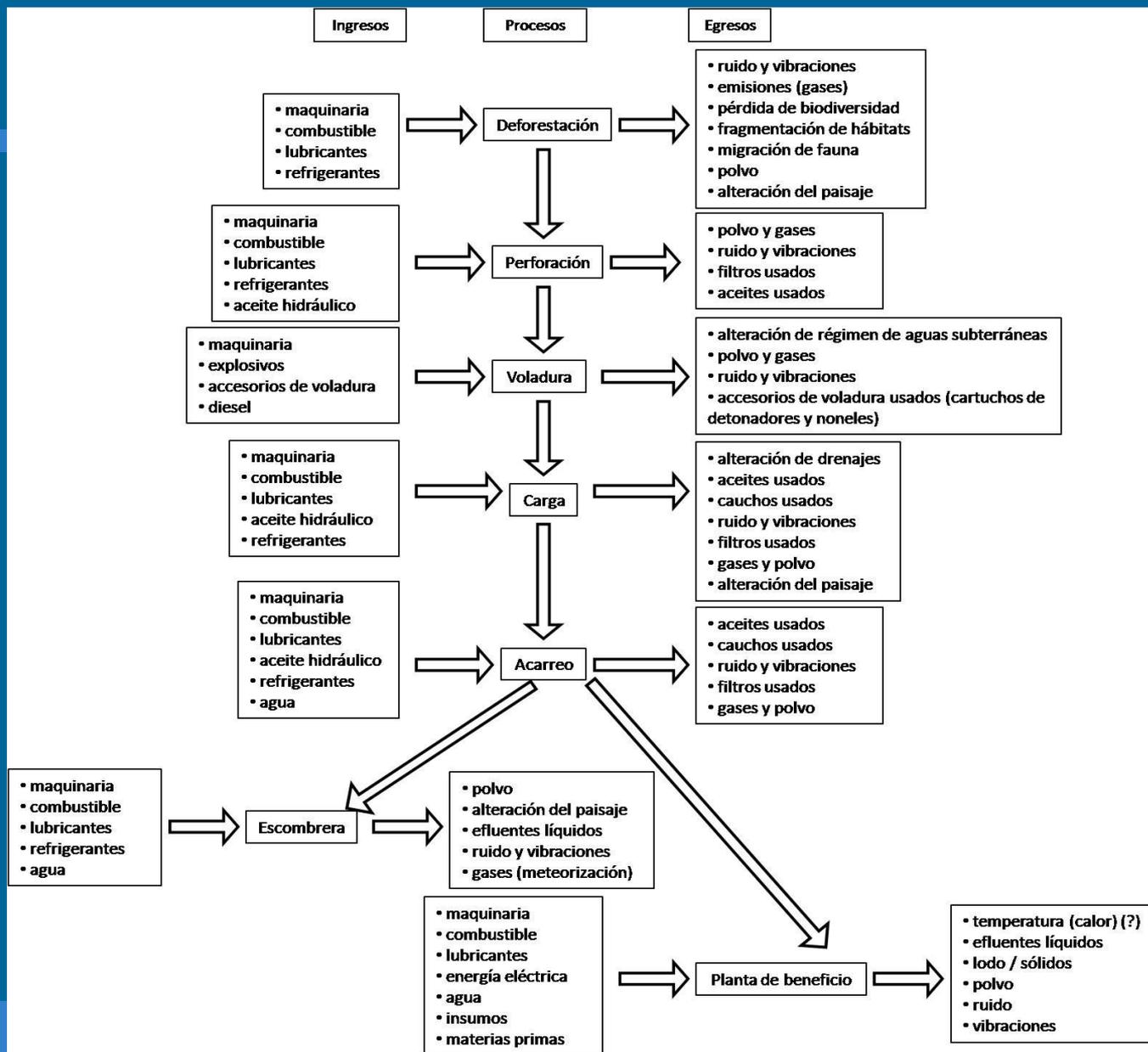


DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO APLICADO A LA EXPLOTACIÓN DE FOSFATOS



EGRESOS POR PROCESO Y COMPONENTE FÍSICO-BIOLÓGICO-SOCIAL AFECTADO

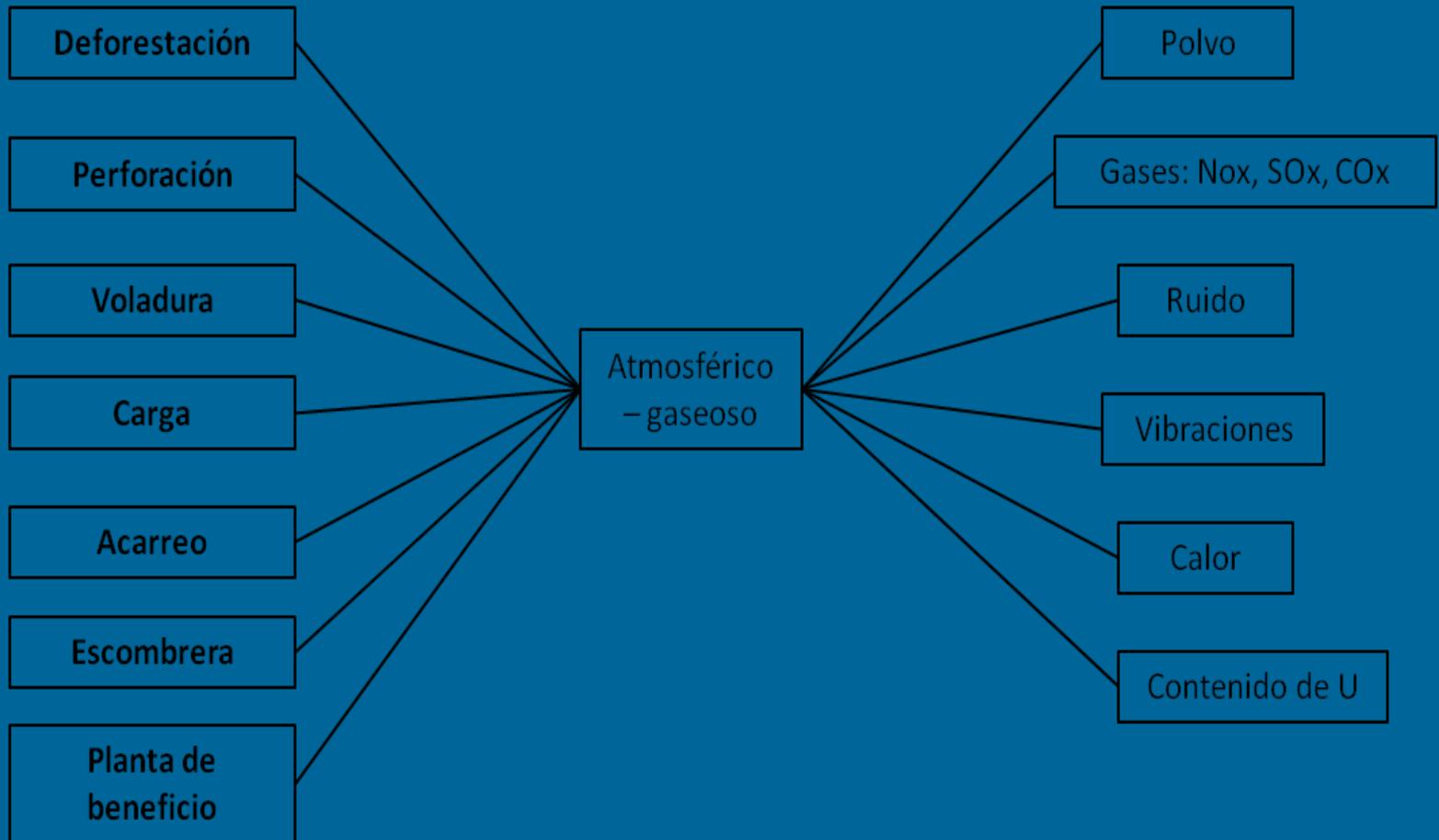
Proceso	Egresos (<i>output</i>)	Componente afectado
<i>Deforestación</i>	Ruido y vibraciones	Atmósfera / suelo - biológico
	Gases.	Atmósfera
	Pérdida de biodiversidad	Biológico
	Fragmentación de hábitats	Biológico
	Migración de fauna	Atmósfera
<i>Perforación</i>	Polvo	Agua - drenajes
	Alteración del paisaje	
	Polvo y gases	Atmósfera
	Ruido y vibraciones	Atmósfera
<i>Voladura</i>	Filtros usados	Suelo
	Aceites usados	Suelo - agua
	Alteración del régimen de aguas subterráneas	Agua
	Polvo y gases	Atmósfera
<i>Voladura</i>	Ruido y vibraciones	Atmósfera / suelo - biológico - social
	Accesorios de voladura usados (cartuchos de detonadores y noneles)	Atmósfera
		Suelos

<i>Carga</i>	Alteración de drenajes	Agua
	Aceite usado	Suelos - agua
	Cauchos usados	Suelos - agua
	Ruido y vibraciones	Atmósfera
	Filtros usados	Suelos - agua
<i>Acarreo</i>	Gases y polvo	Atmósfera
	Alteración del paisaje	Abióticos - biológicos - social
	Aceites usados	Suelos - agua
	Cauchos usados	Suelos - agua
	Ruidos y vibraciones	Atmósfera / suelo
<i>Escombrera</i>	Filtros usados	Suelos - agua
	Gases y polvos	Atmósfera
	Polvo	Atmósfera
	Alteración del paisaje	Abióticos - biológicos - social
	Efluentes líquidos / lixiviados	Suelos - agua
<i>Planta de beneficio</i>	Ruido y vibraciones	Atmósfera
	Gases (alteración química del estéril)	Atmósfera
	Temperatura (calor)	Atmósfera
	Efluentes líquidos	Suelos - agua
	Lodo / sólidos	Suelos - agua
<i>Planta de beneficio</i>	Polvo	Atmósfera
	Ruido	Atmósfera
	Vibraciones	Atmósfera
		Atmósfera

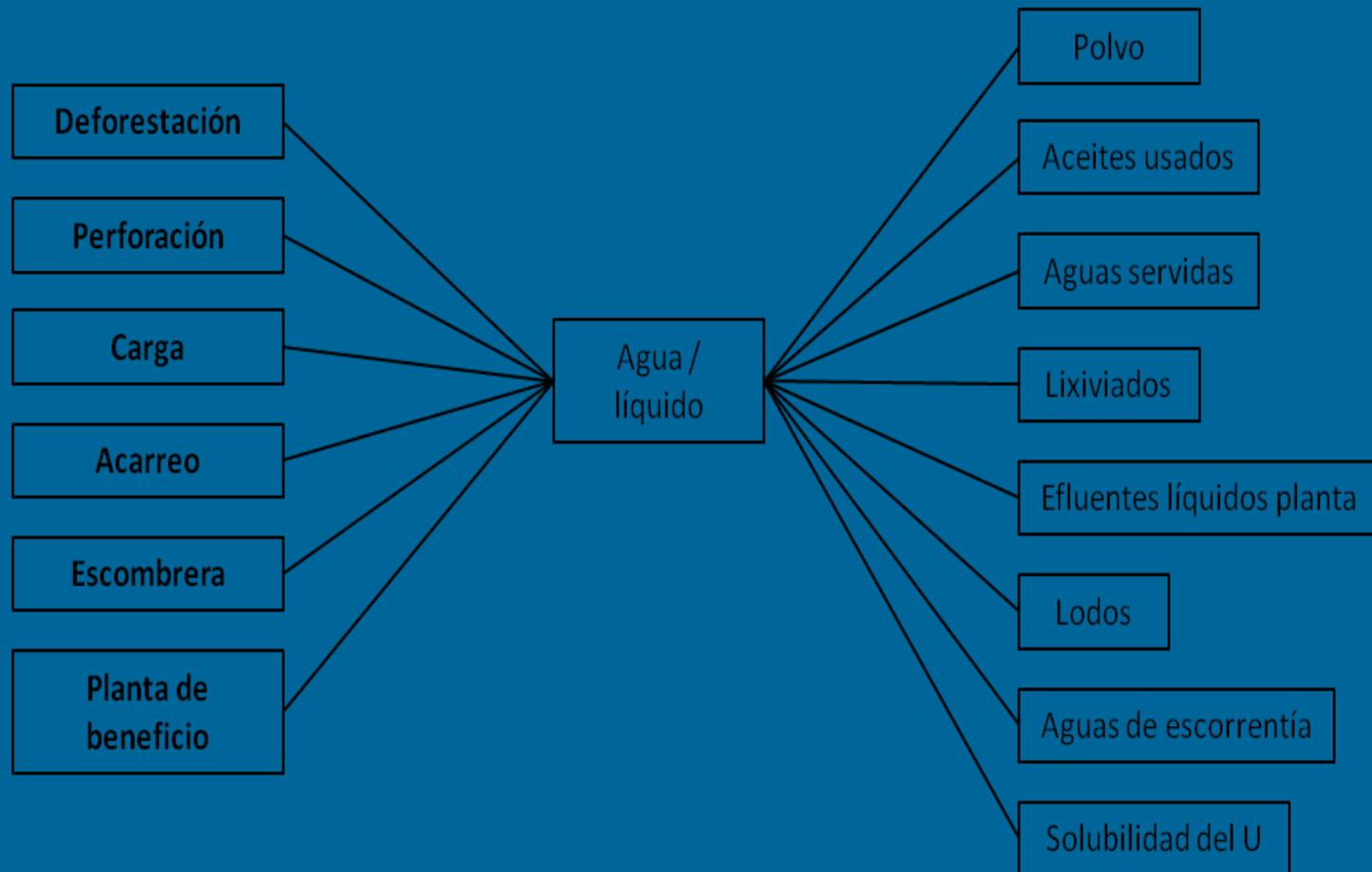
PROCESO Y FORMA DE AFECTACIÓN A LOS DIFERENTES MEDIOS SOCIO - NATURALES

Proceso en el ciclo de vida	Materiales utilizados	Medio sólido / suelo	Medio líquido / agua	Medio gaseoso / atmosférico	Medio social - biológico
<i>Deforestación</i>	Maquinaria. Combustible. Lubricantes. Refrigerantes.	Polvo.	Aceites usados.	Gases. Polvo.	Pérdida de biodiversidad. Fragmentación de hábitats. Migración de fauna. Ruido. Vibraciones.
<i>Perforación</i>	Maquinaria. Combustible. Lubricantes. Refrigerantes. Hidráulico.	Polvo. Filtros usados.	Aceites usados.	Gases.	Ruido. Vibraciones.
<i>Voladura</i>	Maquinaria. Explosivos. Accesorios de voladura. Diesel.	Polvo. Accesorios de voladura usados.		Gases.	Ruido. Vibraciones. Afectación de régimen de aguas subterráneas.
<i>Carga</i>	Maquinaria. Combustible. Lubricantes. Refrigerantes. Hidráulico.	Cauchos usados. Filtros usados.	Aceites usados.	Gases.	Ruido. Vibraciones. Alteración del paisaje.
<i>Acarreo</i>	Maquinaria. Combustible. Lubricantes. Refrigerantes. Hidráulico. Agua.	Cauchos usados. Filtros usados.	Aceites usados.	Gases. Polvo.	Ruido. Vibraciones.
<i>Escombrera</i>	Maquinaria. Combustible. Lubricantes. Refrigerantes. Agua.	Polvo.	Efluentes líquidos.	Gases (meteorización). Polvo.	Alteración del paisaje. Ruido. Vibraciones.
<i>Planta de beneficio</i>	Maquinaria. Combustible. Lubricantes. Energía eléctrica. Agua. Insumos. Materias primas.	Lodos. Sólidos. Polvo decantado.	Efluentes líquidos.	Temperatura. Polvo.	Ruido. Vibraciones. Percepción pública: minerales de uranio.

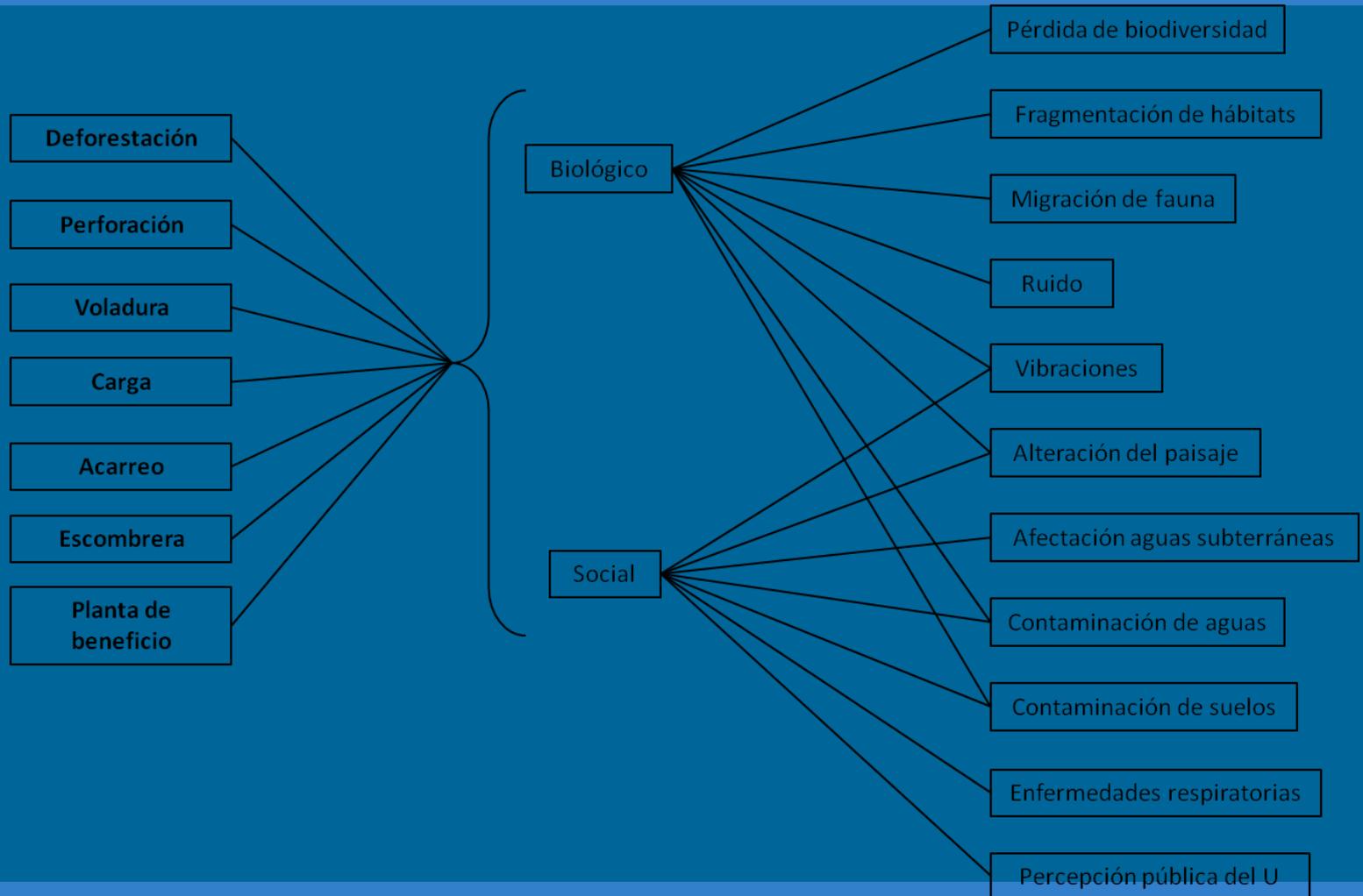
PROCESOS QUE AFECTAN AL MEDIO GASEOSO / ATMOSFÉRICO



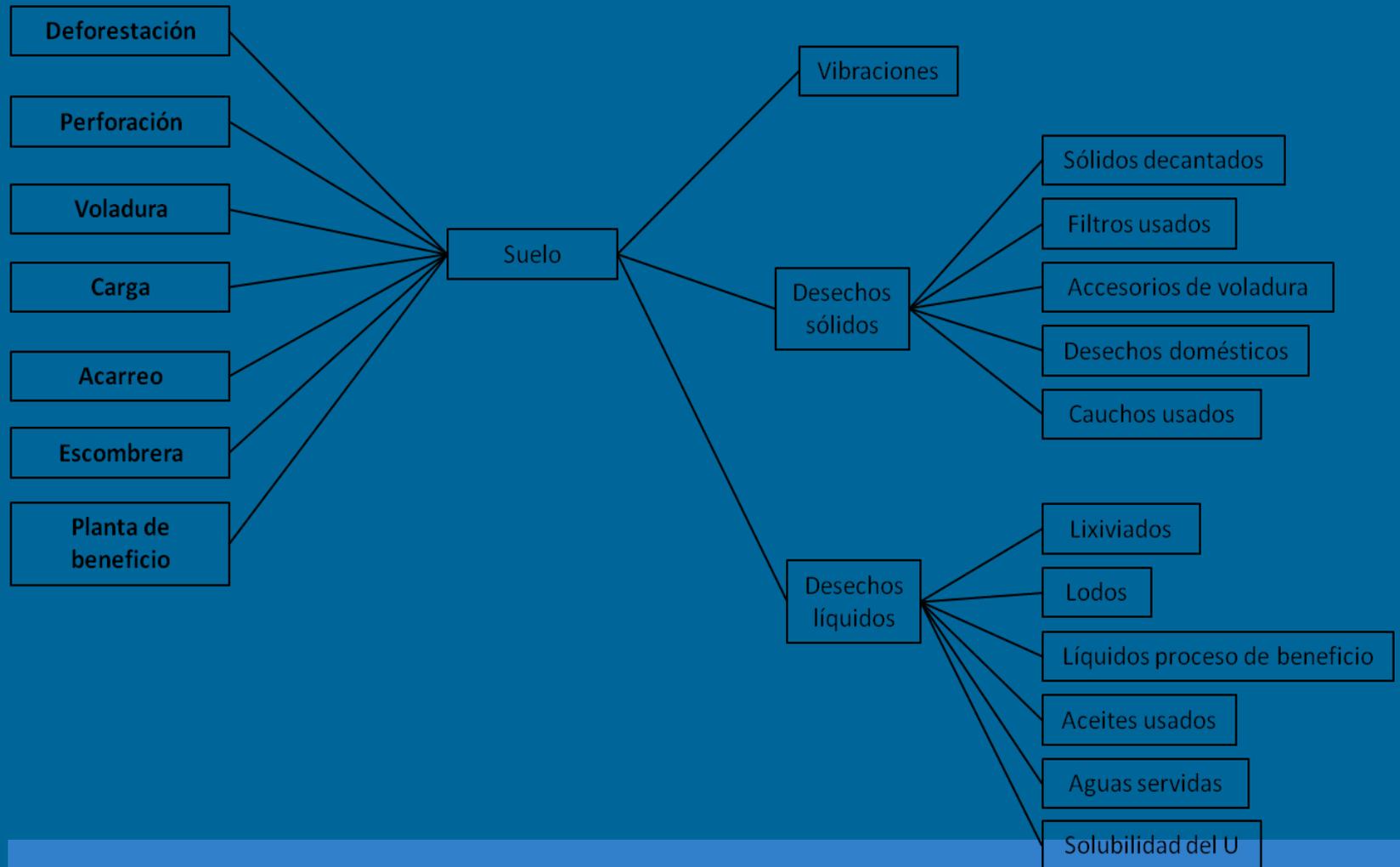
PROCESOS QUE AFECTAN AL MEDIO LÍQUIDO / RECURSO AGUA



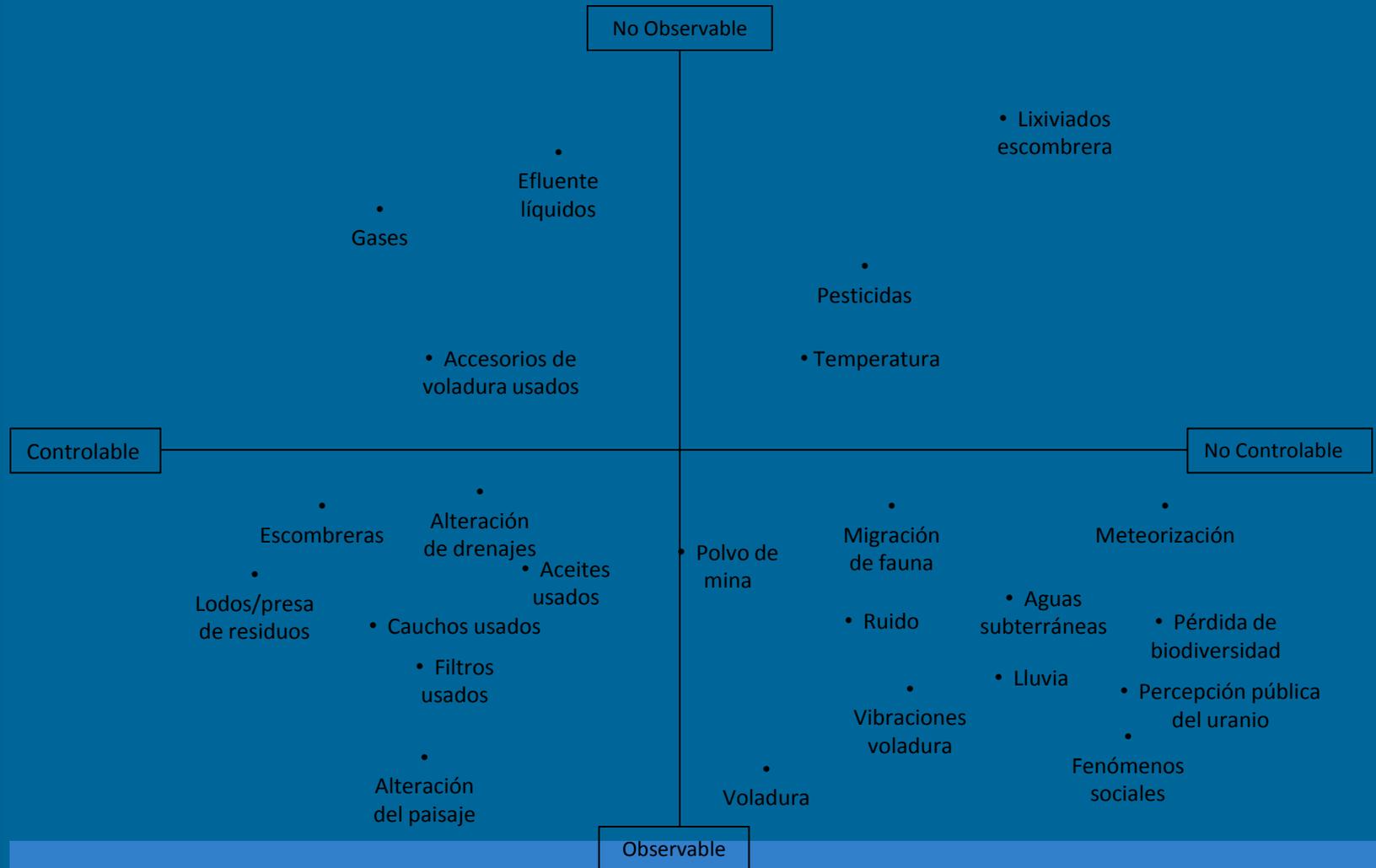
PROCESOS QUE AFECTAN AL BIOLÓGICO Y SOCIAL



PROCESOS QUE AFECTAN AL MEDIO SÓLIDO / SUELO



LOCALIZACIÓN DEL RIESGO EN EL “ESPACIO DEL RIESGO”. LOS EJES MUESTRAN EN QUÉ GRADO LAS VARIABLES DE RIESGO SON CONTROLABLES Y OBSERVABLES



RESUMEN DE RECOMENDACIONES Y MEDIDAS MITIGANTES A LAS AFECTACIONES IDENTIFICADAS PARA MINERÍA DE FOSFATOS

Medio afectado	Tipos de fuentes	Medida mitigante
<i>Agua</i>	Fija: Escombrera(s)	Construcción de drenajes
	Planta de beneficio	Planta de tratamiento – monitoreo
	Taller mecánico	Planta de tratamiento – monitoreo
<i>Aire</i>	Fija: Planta de beneficio Escombrera	Control de polvo – filtros Control de polvo – riego en vías de acarreo
	Móvil: Equipos mineros Voladura	Filtros para polvo – riego en vías Control de carga de los barrenos y diseño de patrones de voladura
<i>Suelo</i>	Fija: Desechos domésticos Estéril (escombrera) Presa de residuos	Recolección y tratamiento de lixiviados Diseño y construcción de drenajes Diseño y construcción con factores de seguridad adecuados
	Móvil: Fugas de aceites	Recuperación del suelo afectado y tratamiento adecuado
<i>Paisaje</i>	Fija: Dinámica – Escombrera(s)	Diseño de escombreras con integración paisajística
	Móvil: Explotación minera	Recuperación progresiva de niveles cerrados
<i>Biológico</i>	Fija: Escombrera(s)	Recuperación de niveles cerrados Construcción de viveros con planta autóctonas Apoyo a las universidades para fomentar la investigación y desarrollo para la efectiva reforestación de las áreas intervenidas
	Móvil: Deforestación Avance de mina	Depósitos adecuados y controlados de capa vegetal

CUADRO DE COMPONENTE PERTURBADO, FORMA DE AFECTACIÓN Y LEGISLACIÓN APLICABLE AL CASO PARTICULAR

Componentes afectados	Formas de afectación	Legislación y normativa aplicable
<i>Biológico</i>	Pérdida de biodiversidad Fragmentación de hábitats Migración de fauna	Ley Aprobatoria del Convenio sobre la Diversidad Biológica Ley de Diversidad Biológica Decreto 2219
<i>Agua</i>	Aguas aceitosas Lixiviados Afectación de aguas subterráneas Aguas servidas de uso doméstico	Decreto 883. Ley No.55 sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos Decreto 883 Decreto 883 Decreto 883
<i>Atmosférico</i>	Ruidos y vibraciones Temperatura Polvo Gases	Decreto 638 Decreto 638 Decreto 638 Decreto 638 + Decreto 2673
<i>Suelo</i>	Alteración del paisaje Lodos de beneficio Desechos domésticos	Decreto 2226 Ley Forestal de Suelos y Aguas Ley No. 55 sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos Ley de Residuos y Desechos Sólidos
<i>Social</i>	Polvo/afectaciones a la salud Cambio en el uso del territorio Calidad de vida Percepción pública	Decreto 638 Constitución Nacional/Ley de Ordenamiento del Territorio (LOT) Constitución Nacional Constitución Nacional

RESUMEN DE LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD IDENTIFICADOS PARA LA FUTURA EXPLOTACIÓN DE FOSFATOS EN LA FORMACIÓN NAVAY

Tipo de indicador	Característica que mide
<i>Indicadores sociales</i>	Percepción pública del contenido de uranio en la mena Número de conflictos generados por cambio de uso del territorio Número de empleos generados Número de enfermedades ocasionadas por la actividad minera directa o indirectamente
<i>Indicadores económicos y financieros</i>	Producción de fosfato en el país Número de empleos generados Número requerido de producción de fertilizantes para cumplir con los requerimientos internos del país Precios de venta del fosfato Demanda insatisfecha – comportamiento del mercado Tenor del corte
<i>Indicadores de calidad ambiental</i>	Geoquímica del yacimiento Generación de desechos/mes Contenido de uranio Pérdida de suelos Ruido Vibraciones Polvo/particulado atmosférico Tasa de deforestación Migración de fauna
<i>Indicadores geoambientales</i>	Distribución geoquímica de los minerales del yacimiento Comportamiento hidrogeológico del yacimiento Parámetros de la mena (cemento, porosidad, minerales asociados, composición de la matriz) Parámetros geotécnicos Distribución de elementos de geología estructural: fallas, pliegues, entre otros Otros parámetros geodinámicos (sismicidad)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se debe tener suficiente información geológica, geomorfológica y geomecánica que permita una adecuada y eficiente minería sustentable con una planificación de cierre de mina.
- Se hace necesario que a medida que avancen los estudios exploratorios dentro del estudio de viabilidad del proyecto, se vayan agregando o elaborando un mejor perfil de las variables, esto con la visión de mejorar la gestión a futuro del proyecto.
- Es de gran importancia la elaboración del modelo geológico como insumo de los estudios de viabilidad del proyecto que siguen luego de las fases conceptuales y exploratorias. El modelo geológico será de gran importancia porque está implicado en la posibilidad de manejar otras variables relacionadas con la explotación minera .
- Importante además es corroborar o desmentir la información sobre el contenido de uranio en las menas, su enriquecimiento y la gestión que se hará de los desechos posteriormente del beneficio de las mismas, para facilitar el manejo del tema de la percepción pública.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se requiere tener la información de la calidad del yacimiento y su comportamiento químico, pues se necesita para ampliar la identificación de variables en las operaciones de beneficio de minerales.
- Las variables identificadas tienen como fin permitir a los niveles gerenciales la toma de decisiones, así como las medidas necesarias en los escenarios visualizados.
- Se recomienda continuar con los estudios correspondientes en las Fases de Desarrollo de un Proyecto Minero, con el fin de disminuir el riesgo y la incertidumbre, variables naturales del proyecto desarrollado.
- Se recomienda la consideración de estas variables en los estudios de viabilidad del proyecto, con miras a incorporarlas a la planificación de cierre de mina desde el inicio y contemplar las partidas necesarias y suficientes para la ejecución de las medidas mitigantes y de investigación que correspondan.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda además dentro del ítem anterior establecer dentro de la planificación los cronogramas de ejecución de actividades en el marco del cierre de mina.
- Se recomienda realizar un estudio de mercado que permita estimar la cuantía de la demanda insatisfecha y la oferta existente. Estos datos serán de utilidad en el desarrollo de los estudios de viabilidad, durante la planificación minera y el establecimiento de la secuencia de explotación.



Gracias por su atención...

