"Evaluación de la pertinencia de un proceso ambientalmente sustentable para la limpieza del agua retenida en un tajo de carbón.

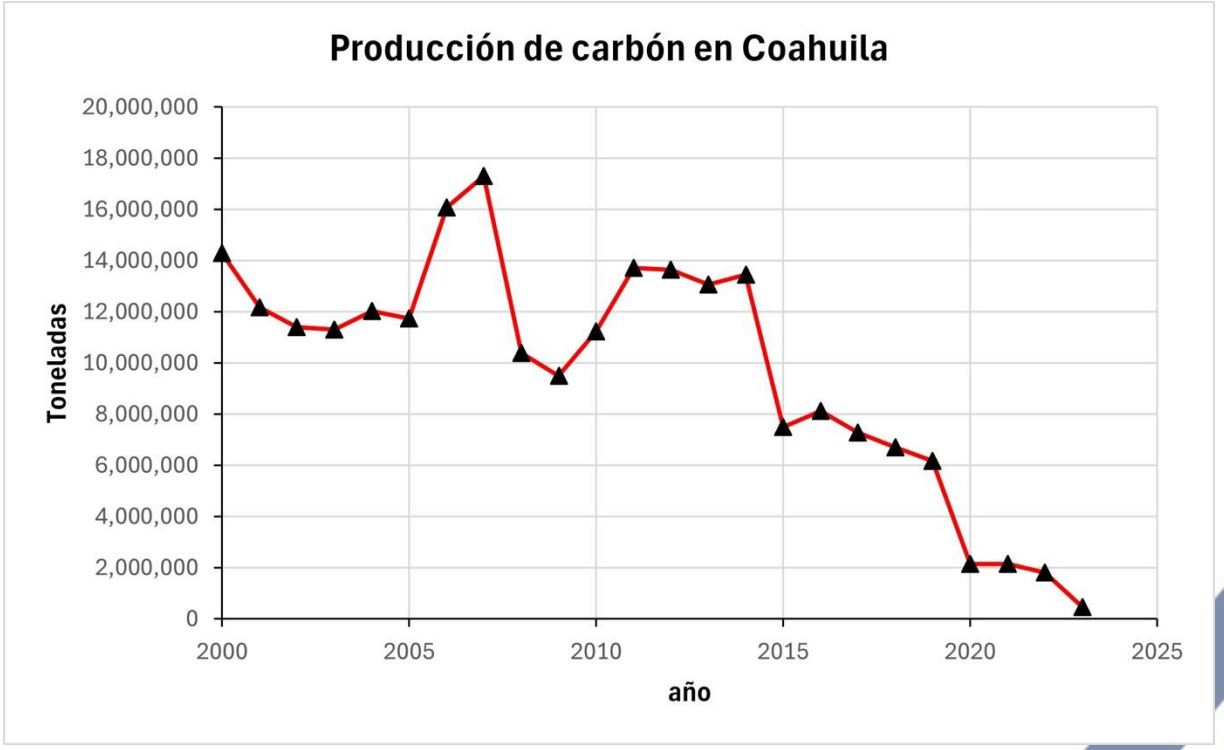
Dr. Diego Martínez Carrillo
Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas

CONTENIDO

- Introducción
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Agradecimientos

INTRODUCCIÓN.

La Región Carbonífera de Coahuila se ha destacado por su producción de carbón durante los últimos siglos, iniciando a principios del siglo XXIX y formalizándose a finales de 1886 (Contreras Delgado, 2001), actualmente el carbón se utiliza en la industria metalúrgica y térmica, aunque en los últimos años ha decaído su producción drásticamente (Figura 1).



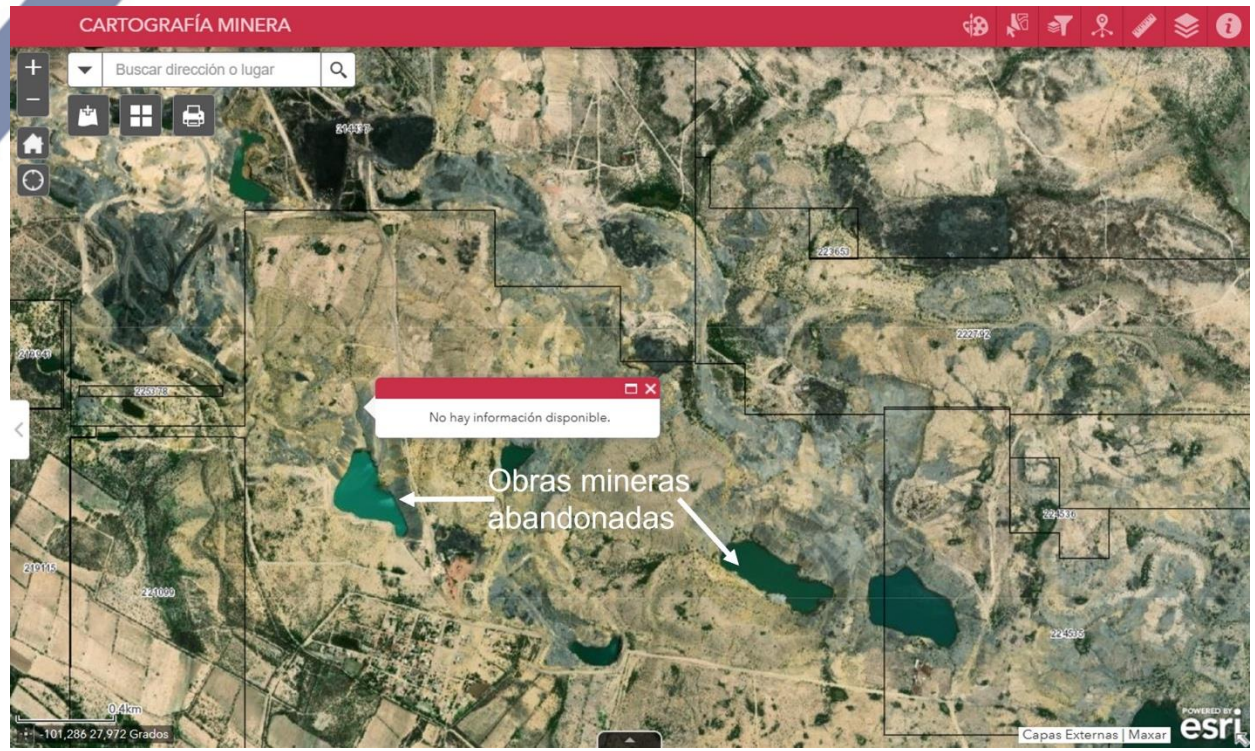
(Figura 1). Producción anual de carbón en este siglo.

INTRODUCCIÓN.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente plantea principalmente las siguientes obligaciones a las empresas mineras:

- Presentar MIA (Manifiesto de Impacto Ambiental) antes de iniciar operaciones.
- Realizar una consulta indígena si el proyecto afecta territorios indígenas.
- Manejo de residuos peligrosos.
- Cambio de uso de suelo en caso de afectar una zona forestal.
- Cumplimiento de las NOMs correspondientes a su actividad minera.
- Presentar un programa de cierre y post-cierre de mina.

INTRODUCCIÓN.



(Figura 2). Ejemplo de un predio minero sin información del concesionario.

Normalmente las medianas y grandes empresas cumplen cabalmente o en la medida de sus posibilidades con los compromisos de cierre de mina y restauración de las áreas para la protección del medio ambiente. Sin embargo, existen varios casos donde las obras mineras han sido abandonadas y no "existe" una figura legal responsable (Figura 2) pues la empresa que tenía adjudicada la concesión desapareció.

INTRODUCCIÓN.

Independientemente de la situación legal en la que estén los tajos de carbón señalados en la Figura 2, estos quedaron sin rellenar, no se hizo una remediación ambiental y probablemente se dejaron en contacto con un acuífero que los mantiene con un nivel de agua estable (Rodríguez, 2022).

De acuerdo con la ley, este terreno continúa siendo parte del Ejido Paso del Coyote ubicado en el Municipio de San Juan de Sabinas, en la localidad de Nueva Rosita, Coahuila. Por lo tanto, estas obras mineras afectan el uso de suelo que pudiera ser utilizado para cultivo o como agostadero para ganado, ofreciendo un reto importante tanto para el Ejido como para las autoridades locales el darle un uso productivo y coherente a este tipo de obras mineras abandonadas.

INTRODUCCIÓN.

Específicamente en esta zona rural del Ejido Paso del Coyote el abastecimiento de agua es a través de agua de pozos. El agua subterránea es un recurso esencial para la supervivencia humana y el desarrollo económico en regiones de clima seco o árido (Bosch, 2000), característico de la mayor parte del territorio de Coahuila.

El Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas de la Universidad Autónoma de Coahuila se ha dado la tarea de realizar una evaluación de la pertinencia de un proceso de limpieza del cuerpo de agua ubicado en un tajo de carbón cercano al poblado de Purísima del Ejido Paso del Coyote con la finalidad de utilizar el agua tratada para su uso agrícola o ganadero utilizando materiales existentes en la región.

METODOLOGÍA.

Independientemente la fuente de contaminación, la caracterización de aguas subterráneas es importante para la determinación del método o técnica de remediación a utilizar (Abed et al., 2024).

Para este caso se realizaron análisis de metales pesados y análisis fisicoquímicos como pH, conductividad eléctrica (C.E.) y sólidos totales.

Se realizaron pruebas de filtrado con dos tipos de materiales rocosos y con dos tipos de aguas contaminadas, una solución acuosa preparada en el laboratorio y otra proveniente del tajo.

Por último, se evaluaron las condiciones ambientales para el uso de energía limpia en el proceso de limpieza.

RESULTADOS.

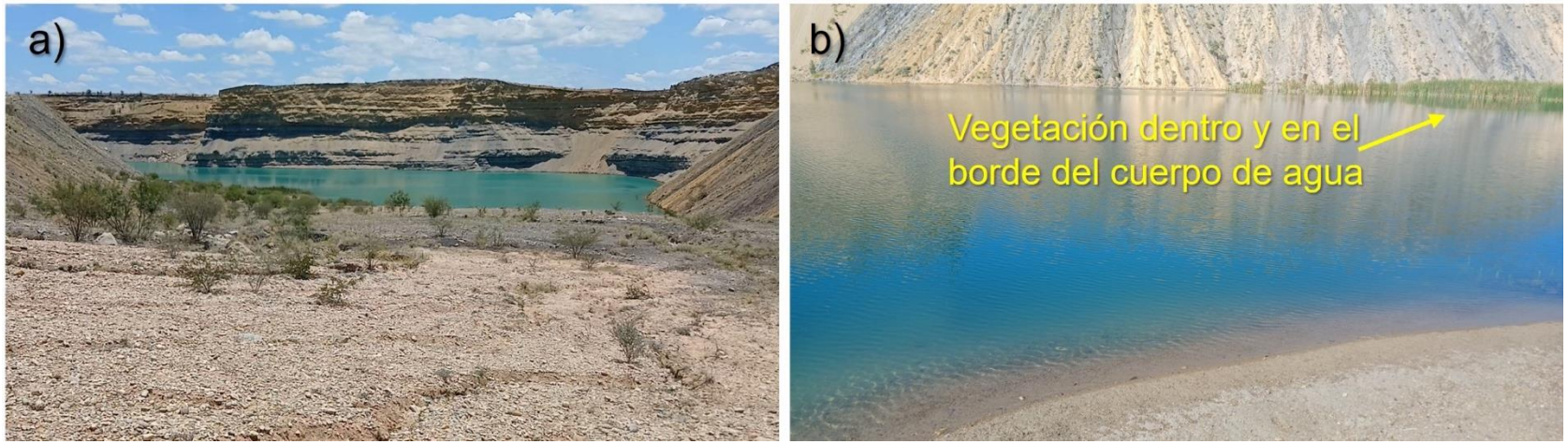
Se eligió uno de los tajos más cercanos a la población de Purísima para realizar la evaluación de la pertinencia de aplicar un proceso de remediación del agua, el tajo seleccionado es el que se muestra en la Figura 1. Primero se recolectó una muestra (Muestra 1) de agua someras, la cual se llevó al CIQA de Saltillo, Coahuila, para su análisis químico de metales pesados por ICP (Tabla 1).

Metal	ppm	(%)	Estandar Mínimo Utilizado
Hierro (Fe)	ND		0.05 ppm
Plomo (Pb)	ND		0.02 ppm
Arsénico (As)	ND		0.05 ppm
Cadmio (Cd)	ND		0.05 ppm
Aluminio (Al)	ND		0.02 ppm
Magnesio (Mg)	43.00	(0.0043)	0.05 ppm
Zinc (Zn)	ND		0.05 ppm

(Tabla 1).

RESULTADOS.

En la Figura 3a se muestra una panorámica del tajo, existe un pequeño ecosistema con arbustos de mezquites y huizaches característicos de la región. En la Figura 3b se puede observar que el agua está clarificada en la superficie y conforme toma profundidad el agua se torna turbia.



(Figura 3). Panorámica del tajo mostrando vegetación característica de la región. b) Fotografía cerca del borde del cuerpo de agua del tajo.

RESULTADOS.

Se recolectaron 3 muestras de agua del tajo a diferente profundidad. En la Tabla 2 se muestran los resultados.

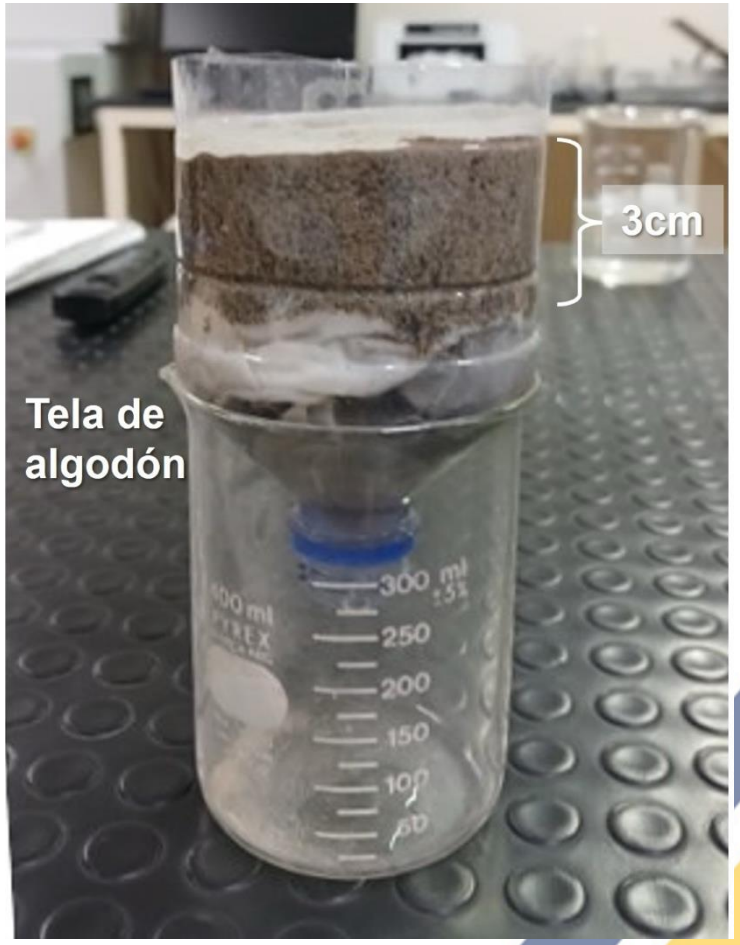
	pH	C.E., mS	ST, mg/L
Muestra 1	7.78	6.58	-
Muestra 2	8.01	6.65	1474.00
Muestra 3	7.98	6.65	979.67

De estas muestras solo se utilizaron las muestra 2 y 3 para las pruebas de filtrado.

RESULTADOS.

Se recolectaron 2 tipos de rocas en el área del tajo, una caliza y una arenisca. Durante las pruebas de pulverizado la arenisca era demasiado abrasiva y se contaminó con el metal del pulverizador. Por otra parte, la caliza dio buenos resultados en las pruebas preliminares y los experimentos se centraron con ese material rocoso.

El filtro elaborado con material reciclado, tipo casero con 3 cm de espesor de caliza fina (+0.045mm/-1mm).soportado en grava de caliza y separado por una tela de algodón.



RESULTADOS.

Se preparó una suspensión utilizando material de un ladrillo rojo, para dar color a la solución, y se tomó el sobrenadante para las pruebas de filtrado. La Tabla 3 muestra los resultados de la prueba de filtración del suspensión de agua con polvo de ladrillo.

	pH		C.E., mS		ST, mg/L		Q, L/hr
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	
Prueba 1	8.08	7.65	0.87	0.88	48.00	16.67	3.43
Prueba 2	8.02	7.70	0.88	0.86	39.67	12.00	3.76
Prueba 3	8.05	7.70	0.86	0.84	59.67	21.33	2.42
Promedio	8.05	7.68	0.87	0.86	49.11	16.67	3.20

Tabla 3. Resultados de las pruebas del filtrado de la solución acuosa preparada en el laboratorio con polvo de ladrillo rojo.

RESULTADOS.

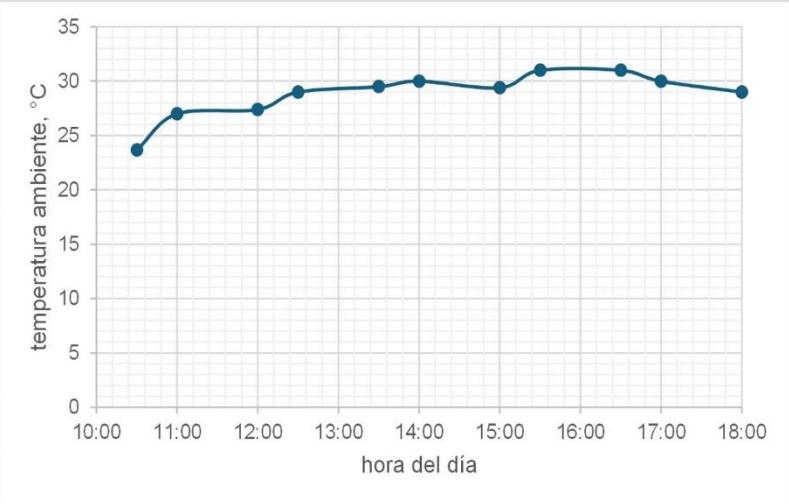
La Tabla 4 muestra los resultados de la filtración de las muestra 2 y 3.

	pH		C.E., mS		ST, mg/L		Q, L/hr
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	
Muestra 2	8.01	7.68	6.65	6.61	1474.00	581.00	1.72
Muestra 3	7.98	7.67	6.65	6.67	979.67	375.00	1.77

Figura 6. Fotografías de la solución acuosa preparada en el laboratorio antes y después del filtrado y la muestra de agua recolectada en el tajo.

RESULTADOS.

La radiación solar puede ser un aliado para apoyar un proceso de limpieza de agua por evaporación. Se hicieron mediciones de la radiación solar y temperatura durante varios días del mes de octubre del 2024, la Figura 7 muestra el promedio de la radiación solar y temperatura durante el día medido durante el mes de octubre.



RESULTADOS.

La evaporación es una de las soluciones innovadoras y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales, en la cual se puede instalar un proceso que permite la recuperación y purificación del agua a través de la eliminación de contaminantes mediante la evaporación.

El agua del tajo es muy dura, de tal manera que al incrementar la temperatura y evaporar el agua las sales presentes precipitarían y si esta agua pasa por el proceso de filtración aquí presentado la mayor parte de los sólidos precipitados se retendría en el filtro.

RESULTADOS.

Es claro que el filtro de roca caliza se tendrá que cambiar constantemente por la saturación de finos que no permitirán el paso del agua a través del filtro. La ventaja es que los residuos del filtro (rocas caliza y sales que lo conforman) son sustancias naturales de la zona, por lo que no serían una fuente de contaminación sus desechos.

Cabe mencionar que no se realizaron análisis microbiológico (coliformes fecales) ni bacteriológico pues es un entorno cerrado sin acceso libre, sin embargo, si existiera este tipo de contaminación con un proceso de clorinación se podría controlar.

CONCLUSIONES.

Las características fisicoquímicas que presenta el agua permiten el uso de filtros tipo casero de roca caliza, si bien se utilizó un filtro pequeño que podría suministrar hasta 1.7 L/hr este se puede escalar y tener mayor flujo de agua recuperada con propiedades para el uso de riego agrícola.

Si se combinaran el proceso de evaporación con el proceso de filtración se podría tener una calidad de agua para uso no solo agrícola, sino también ganadero.

CONCLUSIONES.

Las condiciones ambientales son propicias para la instalación de una estación solar para abastecer de energía eléctrica limpia que ayudaría a los procesos de limpieza. Además, los desechos generados por el filtro no serían contaminantes para esa zona, ya que son materiales o sustancias que existen en la naturaleza en esa región.

Por lo tanto, la evaluación de la pertinencia de un proceso de limpieza del cuerpo de agua contenido en el tajo por medio de evaporación y filtración con roca caliza es factible y ambientalmente sustentable..

Agradecimientos.

Los autores de este trabajo agradecen a la Universidad Autónoma de Coahuila y al Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas por las facilidades dadas para el desarrollo de este proyecto. También se agradece al Centro de Investigación en Química Aplicada por el apoyo recibido.

También se agradece SECIHTI por el apoyo recibido a través de becas de posgrado.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Dr. Diego Martínez Carrillo
Correo electrónico: diegomartinez@uadec.edu.mx
Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas
5 de febrero esq. Blvd. Simón Bolivar 303A, colonia Independencia, Nueva Rosita, Coahuila.
Tel. 861-614-7219