



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Aplicación de la metodología SCAMPER para mejorar el monitoreo de biodiversidad en el sector minero

Corporación Universitaria Remington.
Ingenierías
Ingeniería Ambiental

Carolina Inés Martínez Blanquiset
Yerlis Yesenia Soto Doria
María Ángela Vélez Sotelo

Alejandro Arango Correa
Seminario Metodologías Ágiles
2025.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	3
Marco conceptual y contextual	4
Marco Conceptual.....	4
Marco Contextual.....	5
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	8
Fase 1 Sustituir.....	9
Fase 2 Combinar	10
Fase 3 Adaptar	11
Fase 4 Modificar	11
Fase 5 Proponer.....	12
Fase 6 Eliminar	12
Fase 7 Reordenar.....	12
Conclusiones.....	13
Referencias.....	14

Resumen

El trabajo aborda la forma en que la metodología SCAMPER puede utilizarse para revisar y mejorar aspectos del monitoreo de biodiversidad en el sector minero, donde es frecuente encontrar indicadores difíciles de aplicar, métodos poco prácticos y actividades que se duplican sin necesidad. A partir de cada fase de la metodología se analizaron los componentes del programa, lo que permitió reconocer qué elementos valía la pena reemplazar, cuáles podían unirse para hacer el proceso más ágil y en qué puntos era necesario ajustar rutas, frecuencias o métodos para que el monitoreo se ajustara mejor a las condiciones reales del territorio.

La aplicación de SCAMPER permitió generar ideas concretas para mejorar el monitoreo de biodiversidad. Por ejemplo, a partir de la fase de sustituir fue posible plantear el reemplazo de técnicas de monitoreo complejas por métodos más sencillos y fáciles de aplicar en campo. Asimismo, la fase de combinar evidenció que varias actividades que antes se realizaban por separado podían unificarse sin perder calidad en la información recopilada. También se identificó la necesidad de modificar ciertos apartados del programa para que su estructura resultara más clara y práctica para los equipos de trabajo. Las fases de proponer y eliminar facilitaron pensar en usos adicionales para los datos generados y descartar procedimientos que no aportaban valor. Finalmente, reordenar el flujo de actividades contribuyó a dar coherencia a todo el proceso, desde la planificación hasta la presentación de los resultados. En conjunto, SCAMPER hizo posible visualizar mejoras puntuales y aportar soluciones más prácticas a las

dificultades que suelen presentarse en el seguimiento de la biodiversidad dentro del sector minero.

Palabras clave

SCAMPER, Monitoreo de biodiversidad, Metodologías ágiles, Gestión ambiental, Sector minero

Marco conceptual y contextual

Marco Conceptual

El sector minero en Colombia tiene una presencia importante en distintas regiones del país debido a la extracción de minerales metálicos y no metálicos. Aunque esta actividad contribuye al desarrollo económico a través de la generación de empleo, la inversión social y el impulso a la infraestructura, también provoca cambios relevantes en los ecosistemas donde se realiza. Muchas de estas zonas cuentan con una gran diversidad biológica y con ecosistemas sensibles que cumplen funciones esenciales para mantener el equilibrio ambiental y para las comunidades que dependen de ellos (*Martínez, 2013*). Por esta razón, la normativa ambiental colombiana exige la elaboración de estudios de impacto ambiental, planes de manejo y programas de monitoreo que permitan evaluar cómo se relaciona la minería con su entorno natural (*Decreto 1076, 2015*).

A pesar de su importancia, los programas de monitoreo de biodiversidad no siempre logran cumplir plenamente su función. En algunos casos terminan siendo documentos extensos pero con poca utilidad real para la gestión ambiental, ya sea por la elección inadecuada de indicadores, por la aplicación de métodos tan rígidos que no reflejan la realidad del territorio o por la falta de conexión entre los resultados obtenidos y las decisiones que deberían guiar el manejo ambiental (*Lindenmayer et al., 2022*). Esto representa un reto para los proyectos industriales, que necesitan asegurar que estos programas no se limiten a ser un requisito administrativo, sino que funcionen como herramientas que permitan evaluar y controlar los cambios que genera la actividad minera en su área de influencia. Ante esta situación, se vuelve necesario revisar y mejorar estos instrumentos con enfoques que permitan actualizarlos de manera más práctica y acorde con las condiciones reales del territorio.

Marco Contextual

El sector minero reúne las actividades relacionadas con la exploración y extracción de recursos minerales y, por lo general, se desarrolla a través de proyectos industriales que requieren grandes inversiones y generan transformaciones directas en el territorio. En estos lugares, la biodiversidad ocupa un papel fundamental, pues incluye la variedad de especies, ecosistemas y formas de vida que mantienen el equilibrio natural y permiten que los procesos ecológicos funcionen correctamente *según la International Association for Impact Assessment (IAIA, 2019)*. Por esta razón, cualquier actividad minera debe tener en cuenta los cambios que

pueda causar en la flora, la fauna y los ecosistemas, lo que hace necesario contar con procesos de seguimiento constantes (*Decreto 1076, 2015*).

En este panorama, el monitoreo de biodiversidad se convierte en una herramienta clave para registrar y analizar cómo cambian las condiciones ambientales con el tiempo. Este seguimiento permite evaluar la magnitud de los impactos y determinar si las medidas de manejo realmente están funcionando. Sin embargo, en la práctica, muchos programas de monitoreo no cumplen completamente con su propósito, ya sea por metodologías poco claras o porque los resultados no se aprovechan de manera adecuada en la toma de decisiones (*CONABIO, 2022*). Ante estas dificultades, las metodologías ágiles ofrecen una alternativa útil, ya que permiten hacer revisiones frecuentes, realizar ajustes cuando es necesario y trabajar con mayor flexibilidad para adaptar los instrumentos de gestión ambiental a las condiciones reales del territorio (*Gutiérrez, 2016*).

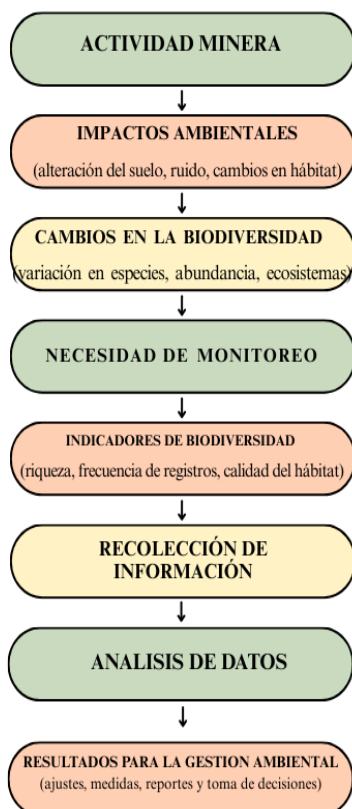


Ilustración 1 Esquema general del proceso de monitoreo de biodiversidad. Fuente:

CANVA

Dentro de este enfoque, la metodología SCAMPER se convierte en una herramienta valiosa para analizar y mejorar procesos ya existentes mediante acciones como sustituir, combinar, adaptar, modificar, buscar nuevos usos, eliminar y reordenar. Su ventaja es que no obliga a crear un instrumento desde cero, sino que ayuda a identificar qué partes pueden mejorarse y cómo hacerlo de manera práctica (Werner, 2018). En este proyecto, aplicar SCAMPER al programa de monitoreo permitió reorganizar su estructura, ajustar varios de sus

componentes y convertirlo en un instrumento más claro, funcional y coherente con las necesidades de gestión ambiental en el contexto minero.

Desarrollo e implementación del aprendizaje

El desarrollo e implementación del aprendizaje se planteó como un proceso práctico en el que cada acción de la metodología SCAMPER se aplicó directamente a un programa de monitoreo de biodiversidad del sector minero. El objetivo fue proponer mejoras reales y fáciles de implementar, empezando por reemplazar elementos que no aportaban información útil o que eran difíciles de aplicar en campo, integrar actividades similares para optimizar tiempos y costos, y adaptar rutas, frecuencias y métodos a las condiciones reales del territorio. A lo largo del proceso también se ajustaron instrucciones y objetivos para hacerlos más claros, se simplificaron protocolos extensos y se incorporaron ejemplos y criterios mínimos de calidad que facilitarían la recolección y el análisis de los datos.

Además de estas mejoras, se revisó cómo la información generada podía servir en otros procesos ambientales, evitando esfuerzos duplicados, y se eliminaron pasos innecesarios o repetidos que no aportaban al análisis. Finalmente, se reorganizó la secuencia de actividades para que el programa siguiera un orden lógico desde la preparación del equipo hasta la entrega de resultados, logrando así un instrumento más claro, funcional y ajustado a las necesidades reales de la gestión ambiental.

Previo al desarrollo, se incluye el diagrama 1, que muestra de forma detallada la metodología aplicada en el Proyecto

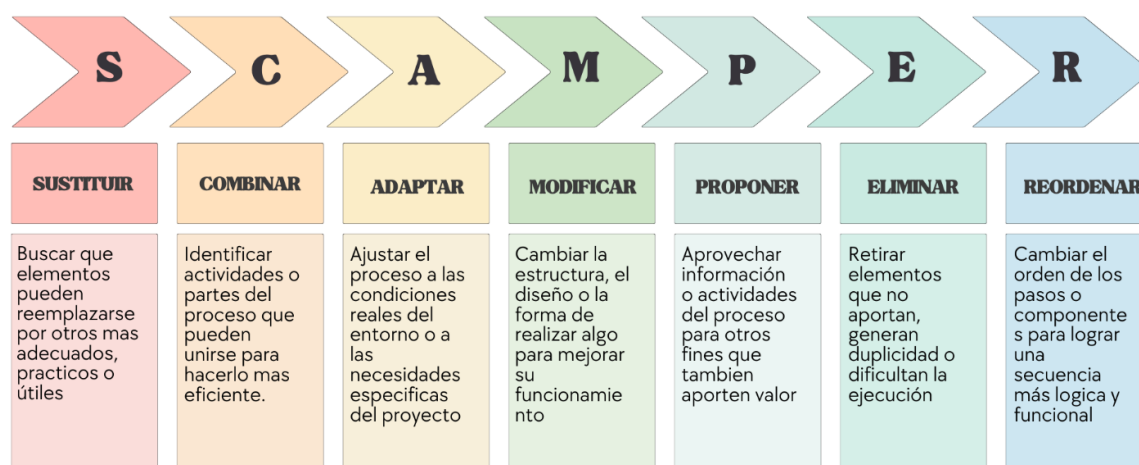


Ilustración 2 Metodología SCAMPER. Fuente: CANVA

Para el desarrollo e implementación del aprendizaje se llevaron a cabo una serie de pasos basados en la metodología SCAMPER, la cual permitió analizar el programa de monitoreo de biodiversidad y realizar los ajustes necesarios para mejorarlo. A través de este proceso fue posible identificar qué aspectos funcionaban bien, cuáles necesitaban ajustes y qué elementos debían reorganizarse o eliminarse. A continuación, se describe lo realizado en cada una de las fases que componen esta metodología.

Fase 1 Sustituir

En la etapa de sustituir, fue necesario cambiar algunos elementos del programa porque, tal como estaban planteados, no era posible aplicarlos de manera práctica en campo. Por ejemplo, se dejó de usar el indicador de “densidad poblacional por hectárea” para fauna menor,

ya que exigía un muestreo demasiado complejo y equipos que no se tenían disponibles. En su lugar, se optó por algo más realista: la “frecuencia de registros según el esfuerzo de muestreo”. También se reemplazaron algunas técnicas basadas en cámaras trampa de alta resolución (que no se podían usar durante todo el estudio) por métodos más directos, como los transectos lineales para aves o la búsqueda activa en el caso de herpetofauna. De la misma manera, se simplificaron los formatos de campo: antes tenían tablas con más de veinte variables por especie, y ahora se redujeron a plantillas con solo la información realmente necesaria, como el taxón, la ubicación, el método de registro, la hora, las observaciones y las condiciones ambientales.

Fase 2 Combinar

En esta fase se aprovecharon las actividades que podían desarrollarse al mismo tiempo para hacer el trabajo más eficiente y reducir el uso de recursos. Por ejemplo, las campañas de monitoreo de avifauna y herpetofauna, que al inicio estaban programadas en semanas distintas, terminaron realizándose en las mismas jornadas, ya que utilizaban las mismas áreas de muestreo. Algo similar ocurrió con las mediciones de cobertura vegetal y la evaluación rápida del hábitat: antes se trataban como tareas separadas, pero finalmente se unificaron en un solo recorrido de caracterización de microhábitats. Además, se decidió integrar dos formatos independientes (uno para fauna y otro para vegetación) en un único formato de “condiciones del sitio”, evitando así la repetición de datos y facilitando el registro en campo.

Fase 3 Adaptar

En esta etapa se ajustó el programa a las condiciones reales del territorio. Algunas rutas de muestreo previstas inicialmente atravesaban zonas de difícil acceso o con pendientes muy pronunciadas, por lo que se optó por utilizar senderos ya establecidos por la operación minera y caminos veredales conocidos por la comunidad. También se modificó la frecuencia de monitoreo: en lugar de registrar mamíferos medianos cada mes, lo que no reflejaba bien su dinámica, se pasó a realizarlo de manera trimestral, acorde con sus patrones de movimiento. De igual forma, los métodos para evaluar la calidad del hábitat se adaptaron a la matriz predominante del área, incorporando variables específicas como la presencia de zonas intervenidas por maquinaria, setos vegetales y cuerpos de agua temporales.

Fase 4 Modificar

En esta fase se reorganizó la estructura del programa para que fuera más claro y fácil de usar en campo. Los objetivos originales, que resultaban demasiado generales, se reformularon para centrarse en tres aspectos concretos: identificar cambios en la composición de especies, evaluar la integridad del hábitat y detectar señales tempranas de afectación por las actividades del proyecto. Los procedimientos también se ajustaron, dividiendo la sección de “Métodos generales” en protocolos específicos para cada grupo biológico, lo que facilitó su comprensión. Asimismo, los mapas y tablas, que antes se encontraban al final del documento, se incorporaron directamente en las secciones correspondientes, de manera que su consulta sea más rápida y práctica durante el trabajo de campo.

Fase 5 Proponer

En esta fase se encontraron nuevas formas de aprovechar la información obtenida del monitoreo. Por ejemplo, los registros de aves se incorporaron para actualizar la base institucional de biodiversidad del proyecto, mientras que las observaciones repetidas de especies sensibles se integraron a las matrices de riesgo ambiental. Además, algunas fotografías obtenidas durante las campañas se utilizaron en actividades de divulgación con las comunidades, especialmente en charlas sobre fauna local y conservación. De esta manera, el programa no solo cumplió su función principal, sino que también aportó un valor adicional dentro del proyecto.

Fase 6 Eliminar

En esta fase se eliminaron los elementos que resultaban innecesarios o redundantes. Se suprimieron indicadores que medían prácticamente lo mismo, como “número de especies observadas por campaña” y “riqueza específica”, y se descartaron actividades poco útiles, por ejemplo, la instalación de trampas Sherman para pequeños mamíferos, ya que el área intervenida no ofrecía las condiciones adecuadas para este tipo de muestreo. De igual manera, se redujeron los pasos administrativos, eliminando los reportes semanales que no aportaban información relevante y manteniendo únicamente los informes mensuales y trimestrales.

Fase 7 Reordenar

Finalmente, se reorganizó toda la secuencia de trabajo para que el programa resultara coherente y fácil de aplicar. Las actividades se estructuraron desde la planificación, incluyendo

la definición de rutas y la revisión de equipos, pasando por el trabajo de campo con métodos específicos para cada grupo biológico, hasta llegar al procesamiento de datos y la elaboración de informes. Asimismo, los anexos, como mapas, listas de especies y formatos de campo, se ubicaron directamente después de los métodos correspondientes, facilitando su consulta. Gracias a estos ajustes, el documento quedó más claro, ordenado y práctico para los equipos que lo utilizan en terreno.

Conclusiones

La aplicación de la metodología SCAMPER permitió analizar el programa de monitoreo de biodiversidad desde una mirada práctica, identificando aquellos elementos que podían simplificarse, reorganizarse o ajustarse a las condiciones reales del territorio. A partir de este ejercicio se lograron cambios concretos, como la sustitución de indicadores difíciles de aplicar, la integración de actividades que antes se realizaban por separado y la eliminación de pasos que no aportaban información relevante. Estos ajustes no solo facilitaron el trabajo en campo, sino que también dieron mayor claridad al documento, haciéndolo más accesible para el personal técnico que lo implementa.

Asimismo, el proceso evidenció la utilidad de las metodologías ágiles para mejorar instrumentos ambientales sin necesidad de construirlos desde cero. Adaptar y modificar ciertos apartados permitió que el programa respondiera mejor a las dinámicas propias del área minera, mientras que fases como proponer agregaron nuevas posibilidades de uso a la información recopilada. En conjunto, este ejercicio confirmó que una revisión estructurada, apoyada en

herramientas como SCAMPER, puede fortalecer la gestión ambiental y convertir los programas de monitoreo en instrumentos más coherentes, funcionales y alineados con las necesidades del proyecto y del territorio.

Referencias

CONABIO. (2022). *¿Qué es la biodiversidad?* Biodiversidad Mexicana.

Decreto 1076, Pub. L. No. 1076 (2015).

Gutiérrez, A. M. A. (2016). *EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE COGUACUNDINAMARCA Y SU INCIDENCIA EN EL TRATADO INTERNACIONAL SOBRE BIODIVERSIDAD FIRMADO POR COLOMBIA.*

IATA. (2019). International Association for Impact Assessment.

Lindenmayer, D. B., Woinarski, J., Legge, S., Maron, M., Garnett, S. T., Lavery, T., Dielenberg, J., & Wintle, B. A. (2022). Eight things you should never do in a monitoring program: An Australian perspective. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 701.

Martínez, A. (2013). *Estudio sobre los impactos socio-económicos del sector minero en Colombia: Encadenamientos sectoriales.*

Werner. (2018). *Monitoreo de la biodiversidad para la gestión de los recursos naturales. Un manual de introducción.* Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.