

GESTIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA INDUSTRIA EXTRACTIVA ESPAÑOLA

Dr. *Arsenio González Martínez, Domingo Javier Carvajal Gómez,*
Grupo de Minería Ambiental para el Desarrollo
Universidad de Huelva, arsenio@uhu.es , djcarvaj@uhu.es

RESUMEN

En términos generales, es viable el equilibrio entre una explotación minera y el medio ambiente, pero esto requiere una concepción de la actividad extractiva que considere los factores ambientales de forma integrada en cada una de las fases de los procesos minero-metalúrgicos.

Toda explotación minera debe de constituir un proyecto de futuro a medio o largo plazo dentro de un marco legal de desarrollo sostenible, que contemple el equilibrio de la realidad geológica, que determina la ubicación de los yacimientos, con la explotación de los recursos y con la restauración de los terrenos adecuada a las prescripciones de la legislación ambiental.

La industria extractiva española, gestora de recursos mineros necesarios e insustituibles para el desarrollo de la sociedad y la mejora de la calidad de vida, es consciente de que debe conciliar la eficacia económica de la actividad con la calidad de la producción y con la preservación del entorno ambiental.

La gestión del impacto medioambiental de la industria extractiva española pretende conciliar buenas prácticas para integrar la prevención de las afecciones sobre el medio ambiente en las diferentes etapas de la actividad.

Palabras clave: buenas prácticas medioambientales, evaluación de impacto ambiental de minas y canteras, explotaciones a cielo abierto, cierre de minas, impactos provocados, caracterización de alteraciones, medidas correctoras, técnicas de restauración de zonas afectadas por actividades extractivas.

INTRODUCCIÓN

La extracción y aprovechamiento de recursos minerales (materias primas en general no renovables) son aspectos de gran incidencia en su disponibilidad futura.

La minería, es una de las actividades más antiguas realizadas por el hombre, cuya evolución se ha producido de manera paralela a los avances de la humanidad y tanto en el pasado como actualmente constituye un importante sector económico en España y en el resto del mundo.

Tradicionalmente la minería ha soportado sobre sí el baldón de actividad agresiva, que provoca grandes impactos ambientales, viéndose con frecuencia denostada y atacada desde casi todos los frentes ambientalistas, a pesar de ser imprescindible para el desarrollo y para el día a día de la humanidad. Este pasivo existe esencialmente como consecuencia de que, hasta tiempos recientes, los aspectos ecológicos no fueron objeto de preocupación, uniéndose a ello el que en la minería los efectos perduran por un largo plazo (si no se actúa a tiempo).

Todo ello ha conducido a la mayoría de los países industrializados a la necesidad de dar una respuesta efectiva a estos problemas con el fin de evitar cualquier atentado contra la naturaleza y proteger la calidad de vida. Hoy en día existen suficientes conocimientos y técnicas disponibles para corregir, e incluso mejorar, aquellos impactos que no haya sido posible prevenir o evitar durante y tras el cierre de la actividad extractiva, y forman parte de lo que se ha dado en llamar "tecnologías limpias" o "buenas prácticas medioambientales en la industria extractiva", de las que Europa tiene una experiencia que se ha ido consolidando en los últimos años (Brodkom, 2002).

Actualmente existen normativas muy estrictas sobre el impacto que puede producir una explotación minera, que incluyen una reglamentación de la composición de los vertidos líquidos, de las emisiones de polvo, de ruidos, de restitución del paisaje, etc., que ciertamente a menudo resultan muy problemáticos de cumplir por el alto costo económico que representan, pero que indudablemente han de ser asumidos para llevar a cabo la explotación. La legislación medioambiental española en materia de minería se puede considerar pionera con respecto a otros sectores pues arranca desde la vigente Ley de Minas (Ley 22/1973 de 21 de julio), ya que en relación con los problemas medioambientales que venían produciéndose en las explotaciones mineras, adopta una postura exigente y ambiciosa que, sin embargo y como la realidad ha mostrado, no ha conducido a dotar de un marco íntegro que diera satisfacción a la doble visión del desarrollo de las actividades mineras y de respeto al medioambiente.

La Ley de Minas, en el artículo 81, responsabiliza al explotador de los daños y perjuicios ocasionados con sus trabajos al infringir las prescripciones establecidas para proteger el medioambiente. Pero habría de ser la Comunidad Autónoma Catalana, la que mediante la aprobación de una Ley 12/1981 de Protección de espacios de especial interés afectados por actividades extractivas, llegaría a cubrir la laguna originada por la Ley de Minas tratando de compatibilizar el medioambiente y el desarrollo económico. Tras esta Ley, el Estado, con objeto similar al previsto en la Comunidad de Cataluña, aprueba las siguientes normas:

- Real Decreto 2994/1982 de 15 de octubre sobre restauración del espacio natural afectado por actividades mineras.

- Orden de 20 de noviembre de 1984 por la que se desarrolla el Real Decreto 2994/1982 sobre restauración del espacio natural afectado por actividades mineras.
- Real Decreto 1116/1984 de 9 de mayo sobre la restauración del espacio natural afectado por las explotaciones de carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos energéticos.
- Orden de 13 de junio de 1984 sobre normas para la elaboración de los planes de explotación y restauración del espacio natural afectado por las explotaciones de carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos energéticos.

Estas normas obligan a restaurar el suelo afectado, así como garantizar que de la ejecución de los trabajos de restauración se haga a cargo de la empresa explotadora y regula el depósito de avales para poder hacer frente a las labores de restauración.

Posteriormente el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y el Real Decreto 1131/1998, de 30 de septiembre, Reglamento para la ejecución de la Evaluación de Impacto Ambiental, completó y normalizó este importante procedimiento administrativo trasponiendo la Directiva comunitaria 85/377/CEE, de 27 de junio de 1985. En estos se establece el procedimiento a seguir en la EIA y su contenido. La Evaluación de Impacto Ambiental es un informe vinculante sobre la conveniencia o no de autorizar la explotación minera y, en caso afirmativo, fija las condiciones en que debe realizarse la actividad en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales. El trámite de iniciación y consultas previo a la redacción del estudio de impacto y la obligatoriedad de someter el estudio a información pública con antelación a la Declaración de Impacto, permiten la posibilidad de una intervención social. Quedan sometidas a la EIA tan solo aquellas explotaciones mineras que reúnan alguno de los requisitos que establece, en cuanto a tipología, volumen y ubicación.

La Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los espacios naturales y de la fauna y flora silvestres (Disposición Adicional) introduce un nuevo supuesto: el caso de actividades que supongan alteraciones en el uso del suelo que impliquen la eliminación de la cubierta vegetal arbustiva o arbórea, especialmente cuando afecten a superficies superiores a 100 hectáreas.

Posteriormente este Real Decreto fue modificado por: Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre y la Ley 6/2001, de 8 de mayo de Evaluación de Impacto Ambiental, que traspone la Directiva 97/11/CEE, de 3 de marzo, quedando recogidos en el Anexo I Grupo 2: Industria extractiva, aquellas actividades extractivas que requieren EIA y en el

Anexo II Grupo 3: Industria extractiva, aquellas que se dejan a juicio del órgano ambiental

Por su parte, las diferentes Comunidades Autónomas, una vez efectuadas las transferencias en materia de medioambiente y minería, han ido completando el panorama legislativo, dictando regulaciones específicas para las actividades mineras o para la protección del medioambiente. Así, en Andalucía está vigente la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental y sus tres desarrollos reglamentarios, Decretos 292/1995 y 153/1996 de 12 de diciembre y de 30 de abril, respectivamente, que recogen aquellas actividades sometidas a Evaluación e Informe Ambiental.

Los recursos minerales se clasifican según la Ley de Minas en cuatro secciones (A, B, C y D) atendiendo al tipo de recurso geológico o minero y su tratamiento. Según la obtención de los recursos naturales, existen dos principales tipos de extracción:

- Explotación subterránea. La agresividad de la minería subterránea es, en líneas generales, menos grave que la de superficie. Tiene sin embargo mayor incidencia en lo que se refiere a la salud y condiciones de trabajo de las personas.
- Explotación superficial o a cielo abierto. Ofrece un mayor impacto en el medio ambiente. En este grupo se incluyen las canteras de materiales para construcción y rocas ornamentales y de áridos para carreteras.

La legislación de principios de los años 80 obliga a las industrias mineras a asumir la restauración del entorno afectado por la explotación, pero existe una cantidad importante de explotaciones cerradas (o abandonadas) antes de esa fecha cuya rehabilitación ha quedado a cargo de la Administración. Un ejemplo típico de esta situación son las numerosas escombreras de antiguos estériles abandonadas por toda la geografía del sector de la Faja Pirítica Ibérica en la provincia de Huelva.

El estado de abandono de las explotaciones se ve agravado en muchos casos por la proliferación de uso vertederos de residuos urbanos y escombros. La restauración de estas áreas por las Administraciones públicas, a pesar del interés de las mismas y de la existencia de disponibilidad presupuestaria, se ve imposibilitada en muchas ocasiones porque la titularidad del terreno la ostentan empresas o particulares. Los mecanismos legales para la expropiación de estos terrenos serían los urbanísticos, delimitando estas zonas en los planeamientos municipales como áreas de recuperación minera y de uso o de equipamientos públicos, de forma que los espacios restaurados o rehabilitados pudieran destinarse a uso público. La actividad extractiva deja en el territorio abundantes señas de su paso, que su restauración y puesta en valor puede constituir un importante motor de desarrollo económico a través de museos o parques.

En la clausura de una explotación minera, además de los correspondientes problemas medioambientales que surgen, hay que sumar los socioeconómicos debidos a las personas que pierden su trabajo por la dependencia industrial y económica de los pueblos mineros de la explotación de la mina y la pérdida del valor patrimonial del territorio.

BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES EN LA INDUSTRIA EXTRACTIVA ESPAÑOLA

La industria extractiva española opera en un marco de reglas estrictas y directivas legales en todas las etapas de su actividad. En este aspecto incide el estudio preparado para asociaciones mineras, conocido como Guía de Buenas Prácticas Medioambientales en la Industria Extractiva Europea, con el apoyo de la Dirección General de Empresas de la Comisión Europea (Brodtkom, 2002), de la que se hizo eco la Dirección General de Política Energética y Minas de España, y que se está aplicando (o al menos se pretende) en la minería española.

En base a ello, los empresarios de la minería española han venido implementando en los últimos años un número creciente de medidas para reducir al mínimo todos los efectos y perturbaciones producidos por la actividad extractiva. Estas medidas comprenden, entre otras, los estudios de impacto ambiental (EIA), los procedimientos de autorización, los planes de restauración, las inversiones en tecnologías limpias y en equipos de mejor rendimiento, el control de los valores límite de emisión de ruido y polvo, las nuevas rutas de transporte para desviar el tráfico de las zonas urbanizadas, etc.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) constituye hoy una técnica generalizada en la que se analiza a través de parámetros cuantitativos y cualitativos el estado del medioambiente antes, durante, y después de la actividad extractiva propuesta. Esto significa en términos prácticos, que los proponentes de la actividad deberán predecir los cambios que se producirán en el medio, y sugerir medidas correctoras que impidan o mitiguen en lo posible los inherentes trastornos que serán causados, incluyendo un plan que permita restaurar el medio físico y biológico a su estado original o según el caso rehabilitar el medio para otros usos.

En la puesta en marcha de una actividad extractiva se pueden diferenciar claramente cinco etapas: exploración, instalación, explotación, clausura y post-clausura. Los proyectos mineros son diferentes a los del resto de las actividades industriales en dos aspectos principales:

- a) La localización de una mina viene predeterminada por la localización del recurso mineral explotable. Podemos construir una fábrica en el mejor sitio posible bajo el punto de vista ambiental, sin embargo una mina tiene una sola localización posible (la que le impone la geología del yacimiento).

b) El comienzo de la actividad minera viene precedido por un largo proceso de exploración regional y evaluación local. Este proceso puede tardar entre 10 y 15 años.

Bajo la legislación española y Comunitaria actual, una compañía minera con serias intenciones de establecerse en una región y desarrollar actividades mineras, deberá empezar a recabar datos ambientales durante la fase de exploración, y contemplar el proyecto de cierre en el proyecto general de explotación minera.

Una vez que un depósito mineral ha sido descubierto como resultado de la campaña de exploración, se pasa a la EIA propiamente dicha. En la EIA tenemos que distinguir tres apartados:

- 1) Inventario ambiental, o estudio de Línea Base (Baseline), es decir, una "auditoria" del "estado del medioambiente", antes de que empiece la actividad minera.
- 2) Descripción y análisis de los potenciales impactos ambientales derivados del proyecto minero (análisis predictivo).
- 3) Plan de rehabilitación y uso final del terreno tras el cierre de actividades.

La EIA tiene que estar completada antes de que empiecen las labores mineras; este será el requisito fundamental para solicitar el permiso de explotación del recurso mineral a las autoridades pertinentes.

Si la campaña de exploración ha dado sus frutos (localización de un cuerpo mineralizado económico), la compañía minera deberá empezar la investigación de Línea Base, que permite desarrollar un marco de referencia para poder controlar adecuadamente los cambios medioambientales generados durante y después de la actividad minera.

Los aspectos a considerar en un inventario ambiental son diversos y en algunos casos complejos. La importancia de unos y otros variará en función de las características del proyecto minero y del medio donde se desarrollará. En términos generales, deberán cubrirse los siguientes aspectos: paisaje, hábitat, clima, geología y suelos, flora y fauna, aguas de superficie y subterráneas, usos del suelo, socioeconómico, y cultural y científico.

En definitiva, el principal objetivo de este tipo de estudios es el de indicar los elementos y características medioambientales susceptibles de ser afectados por la explotación minera, sobre los que se establecerán las recomendaciones de acciones correctoras, temporales o permanentes, y la definición de los criterios generales y específicos de restauración (Land reclamation) y recuperación de terrenos o de otros usos alternativos de rehabilitación.

Siempre es de gran interés delimitar, dentro del ámbito general de la explotación, las distintas acciones que producen impacto (acciones

impactantes: excavaciones, voladuras, emisión de gases y efluentes líquidos, creación de vías de transporte, etc.), así como establecer sobre qué aspectos concretos del medio se produce cada impacto (factores impactados: vegetación, fauna, paisaje).

Por definición, todo proyecto minero causará un severo impacto en una zona. Una vez completada la Línea Base, la EIA debe incluir un listado de los impactos ambientales que podría generar el proyecto minero, y, por supuesto, deberá incluir además un listado de las medidas correctoras que se adoptarán:

- Impacto visual. A menudo la visión de una mina y sus instalaciones es el único contacto que tiene la gente con la actividad minera. Así el EIA deberá dejar claro cual será la extensión de dicho impacto y las medidas correctoras que se adoptarán, entre ellas la implantación progresiva de una cobertura vegetal estable, pantallas arbóreas, control de formas o geometrías, reducir y/o eliminar los riesgos de erosión, diseño de taludes y pendientes estables, etc., de modo que se logre una integración paisajística.
- Hidrología. Las actividades mineras llevan consigo una modificación de los cauces. Producen importantes cambios en el balance de agua, al modificar la infiltración y escorrentía. Las escombreras se convierten en peligrosos focos de contaminación para las aguas superficiales y subterráneas, produciéndose pérdida de su calidad por procesos de lixiviación. El control y tratamiento de aguas se debe realizar a través de canales de desvío para escorrentías evitando mezclas con aguas de zonas de trabajo, disminuyendo el tiempo de residencia en los materiales de la mina y llevándola a los lugares adecuados para su almacenamiento temporal y posterior tratamiento, utilizando balsas de decantación. Deberá contemplarse también la capacidad de almacenamiento y reutilización de agua para las actividades de mina y planta de tratamiento de minerales.
- Flora y fauna. Por definición las actividades mineras impactarán negativamente en la flora y fauna debido a la pérdida de suelo, presencia humana, maquinaria, movimiento de vehículos, o ruido. Las medidas a tomar pasan por la regeneración de la calidad del medio, sobre todo, de los suelos y aguas, de modo que pueda reinstalarse la vegetación y la fauna.
- Ruido. El ruido puede ser importante si las operaciones mineras se desarrollan cerca de núcleos urbanos. Para eliminarlos, se deben introducir barreras sónicas con pantallas naturales o artificiales.
- Vibraciones - estabilidad del terreno. Si la actividad minera se desarrolla cerca de centros urbanos, la voladura de rocas puede inducir vibraciones inaceptables. A este problema debemos agregar el de las ondas de choque generadas por las explosiones. El EIA deberá

entregar datos predictivos de dichos impactos. Otro factor a considerar, esta vez en relación a la minería subterránea, es la subsidencia del terreno debido al desarrollo galerías y cámaras de extracción.

- Polvo y otras emisiones a la atmósfera. El polvo puede ser un problema si existen centros urbanos en las cercanías de la explotación minera. Aun si la zona no está habitada el polvo afectará a la vegetación. Este impacto puede ser corregido mediante el riego de las zonas de trabajo y las pistas de acarreo. También se ha de proceder a una revegetación rápida de las zonas en las que se abandonan las actividades de forma permanente o temporal y la formación de pantallas arbóreas que capten el polvo en las proximidades de los focos de producción. Además las plantas de tratamiento deberán estar localizadas en naves e instalaciones construidas y equipadas a tales efectos. Otras emisiones relacionadas con la actividad minera incluyen las generadas por la combustión de los motores de los vehículos y maquinaria minera, y, muy importante, las producidas por las fundiciones. Las medidas correctoras incluirán el tratamiento de los gases.
- Tráfico. El movimiento de camiones y otros vehículos causa trastornos en las comunidades locales, generando ruidos, pérdida de seguridad vial, y problemas con el mantenimiento de las carreteras. El EIA deberá incluir los siguientes puntos: tipo y volumen de tráfico antes de la actividad minera, identificación de las rutas a utilizar y tipo de vehículos que circularán por ellas, evaluación del impacto ocasionado por el aumento de tráfico rodado y proyecto de mantenimiento de las rutas.
- Manejo de productos químicos, hidrocarburos, y explosivos. Las actividades mineras utilizan una amplia gama de este tipo de productos. El informe deberá incluir un listado de los mismos y cumplir con la ley de manejo de sustancias tóxicas y peligrosas. Además deberá dejar claro como se almacenarán dichas sustancias.
- Manejo de riesgos. A pesar de todas las precauciones que se puedan tomar, siempre existirá la posibilidad de accidentes. El EIA deberá incluir un listado de riesgos y detallar los planes de emergencia en caso de accidente. Eliminar los riesgos de accidentes y de impactos exteriores implica señalización, corrección de áreas peligrosas (cortes, taludes inestables), etc.
- Manejo de materiales de desecho. Por definición las actividades mineras generan una gran cantidad de desechos químicos provenientes de las plantas de tratamiento, pilas de lixiviación, presas y escombreras de estériles, etc. El informe deberá explicitar los siguientes aspectos:

- Las características químicas de los desechos, concentraciones estimadas de los compuestos tóxicos, y el potencial de éstos para generar lixiviados.
 - Una estimación del volumen de desechos y una demostración de que la empresa dispone de la capacidad física para acumularlos.
 - Estabilidad geomecánica de las presas de residuos.
 - Un plan para el vertido controlado de otros desechos, por ejemplo, aguas de alcantarillas, desechos orgánicos, materiales de construcción, etc.
- Impacto social y económico. La actividad minera tiene un carácter económico que puede incidir de manera importante en las comunidades locales. El informe deberá incluir los siguientes puntos:
- Una estimación del valor de la producción.
 - Empleo directo e indirecto, número estimado de gente local que será empleada, impacto en la tasa de paro (desempleo) local.
 - Estimación de inversiones en infraestructuras adicionales en las comunidades locales.
 - Impacto en el estilo y medio de vida de las comunidades locales.

El Plan de restauración de una actividad extractiva debe tender a evitar la degradación de los terrenos durante o una vez finalizada la actividad minera, asegurando además el mejor uso posterior de acuerdo con las circunstancias naturales, socioeconómicas, urbanísticas, de paisaje, etc. de la zona donde se encuentre ubicada.

Según el R.D. 2994/1982 de 15 de octubre sobre Restauración del espacio natural afectado por actividades mineras, los planes de restauración deberán contener al menos:

- Información detallada sobre el lugar previsto para la labor minera y su entorno, con descripción del medio físico, vegetación, paisaje, medio socioeconómico, características del aprovechamiento minero y de sus servicios e instalaciones.
- Medidas previstas para la restauración del medio natural afectado por la explotación (acondicionamiento de la superficie, medidas contra la erosión, de protección del paisaje, de almacenamiento de los residuos mineros, etc.).
- Calendario de ejecución y coste estimado de los trabajos de restauración.

La definición de restauración, en sentido estricto, implica reproducir las condiciones exactas anteriores a la explotación, después que

esta concluya. Debido a que muchos valores se pierden de manera irreversible (por ejemplo, los minerales extraídos), la restauración completa es prácticamente imposible. Más realista es contemplar el término restaurar como sinónimo de recuperar o rehabilitar.

Si no es posible conseguir integrar un espacio en el paisaje, puede tener otros valores que lo hagan más útil para la sociedad. Así las minas pueden tener un alto valor didáctico (como aulas/museo naturales) o con valores ornamentales y paisajísticos (por ejemplo, Las Medulas, León). Una alternativa para su recuperación también puede ser la rehabilitación como "anfiteatros" (por ejemplo, canteras en Marbella, Málaga).

Hemos de tener siempre presente que dentro de la actividad minera cada subsector es completamente diferente, las soluciones de un sitio no son extrapolables al resto ya que es una actividad en la que influyen muchísimos factores, lo cual exigirá un mayor esfuerzo de aproximación a los condicionantes reales de cada caso.

Es necesario considerar que los problemas medioambientales pueden ser también problemas diferidos en el tiempo que requerirán, por lo general, una vez clausurada la mina, de un programa de seguimiento y vigilancia (Follow-up) de la explotación minera creado durante el desarrollo de la actividad.

Así mismo para este seguimiento y verificación es posible realizar auditorias de gestión ambiental basándose en la norma ISO 14000. El objetivo principal de la auditoria sería la identificación de cualquier problema existente o potencial relacionado con el medio ambiente. A partir de este momento, se deberá establecer un programa para la resolución de los problemas que se hayan detectado en un periodo de tiempo razonable.

Se considera conveniente también realizar una auditoria, previa a la clausura de las explotaciones, que pueda asegurar que la instalación minera no vaya a suponer en el futuro una merma o degradación de la situación ambiental de la zona.

La auditoria deberá proporcionar un conocimiento de la situación medioambiental en que queda la explotación, los riesgos potenciales futuros una vez corregidos los problemas previos que hayan podido ser identificados y las responsabilidades también futuras. Se asegura con ello que, en el caso de producirse un acontecimiento medioambiental negativo, se estará en condiciones de gestionar el control del incidente con una información útil y con unas máximas garantías de éxito.

Las estrategias de desarrollo de los municipios mineros requieren como objetivos prioritarios, necesarios para la promoción de la actividad empresarial y mantenimiento de los niveles demográficos: la recuperación urbanística de las comarcas y los núcleos mineros a través de planes de ordenación, urbanización y tratamiento de fachadas; la recuperación de la

calidad de las aguas de los ríos, la recuperación ambiental de los cauces y riberas, ocupados con estructuras mineras y edificaciones y cierres particulares; la recuperación de suelos e instalaciones abandonadas, como escombreras, parques de materiales, áreas de acopio, pozos abandonados, etc., dándoles nuevos usos mediante planes de rehabilitación, integrando los elementos de patrimonio industrial y la recuperación del paisaje. Todas estas actuaciones de recuperación de espacios degradados, junto con la adopción de las medidas de prevención y restauración en las explotaciones en funcionamiento, deben posibilitar la sostenibilidad de la explotación de los recursos naturales con la conservación del medio natural y el desarrollo socioeconómico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, M. (1999). Guía práctica para la prevención y control del polvo en canteras y graveras. Ed. Entorno Gráfico. Madrid.
- Ayala, F. y Rodríguez, J.M. (1986). Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros. Serv. Public. ITGE. Madrid.
- Brodkom, F. (2002). Guía de Buenas Prácticas Medioambientales en la Industria Extractiva Europea. Aplicación al Caso Español. Dirección General de Política Energética y Minas. Ministerio de Economía. Madrid.
- Bustillo, M. y López Jimeno, C. (2000). Recursos Minerales: tipología, exploración, evaluación, explotación, mineralurgia e impacto ambiental. Ed. Entorno Grafico. Madrid.
- Duque, R.A.; Rodríguez, T.; Pérez, J.I. y Molina, C.(1997). Minería y Medio Ambiente. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Guitián, F. (1995). Recuperación de las escombreras de la mina de lignitos de Meirama (A Coruña). Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Santiago de Compostela.
- ITGE (1989). Manual de Restauración de terrenos y evaluación de Impactos Ambientales de Minería. Serv. Public. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- ITGE (1991). Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales. Serv. Public. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Madrid.
- ITGE (1996). Guía de Restauración de Graveras. Servicio Public. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- Junceda, J. (2001). Minería, medioambiente y ordenación del territorio. Ed. Cívitas. Madrid.

- Santiago, J.C. (1999). Guía práctica para el control del ruido ambiental en canteras y graveras. Ed. Entorno Gráfico. Madrid.
- Sengupta, M. (1993). Environmental impact of mining: Monitoring, restoration, and control. Lewis Publishers. USA.