

# Importancia de la gestión de residuos en las explotaciones mineras a cielo abierto.

## Conceptos básicos

# 1

### 1.1 Introducción a los residuos de las explotaciones mineras a cielo abierto

La generación de residuos y la necesidad de su adecuada gestión constituyen uno de los retos ambientales más relevantes de las sociedades modernas, en particular de las más avanzadas e industrializadas. Se trata de un problema que debe ser considerado de forma integrada, por el creciente volumen generado y por la diversidad de tipos de residuos y de procesos donde se producen.

Residuo es algo no aprovechable destinado a su abandono, y con la capacidad de ser recuperado total o parcialmente, en algunos casos concretos. Desde un punto de vista legal, residuo es cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías recogidas en la Ley 10/1998 de Residuos, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse.

TABLA I	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS POR SU RIESGO POTENCIAL
<b>Peligrosos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aquellos que figuran como peligrosos para el hombre y el medio ambiente, en la Lista Europea de Residuos (LER), incluyendo los recipientes de envases que los hayan contenido. En su denominación se añade un asterisco (*).</li></ul>
<b>No peligrosos</b>	<p>Por exclusión son todos los restantes.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos Urbanos</li><li>• Residuos Inertes</li><li>• Residuos de Construcción y Demolición</li><li>• Etc.</li></ul>
<b>Inertes</b>	<p>Es una sub-categoría de los no peligrosos, de gran importancia para las industrias extractivas.</p> <p>No experimentan ninguna transformación física, química o biológica significativa. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan provocar la contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y, en particular, no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales ni subterráneas.</p>



Rechazos del proceso en la tolva del primario



Relleno del hueco de explotación con residuos

Las empresas extractivas a cielo abierto de La Rioja, por las características de las explotaciones y los establecimientos de beneficio, están clasificados como **pequeños productores de residuos**, por generar o importar menos de 10.000 kilogramos al año de residuos peligrosos. Para adquirir este carácter han de inscribirse en el registro que a tal efecto lleva la Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial.



Vertido incontrolado de residuos



Gestión de residuos

TABLA 2		CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS POR SU ORIGEN		
<b>Residuos urbanos</b>	Generados en las viviendas, comercios, oficinas. Normalmente, no son peligrosos.	• Papel	• Envases	• Materia orgánica
		• Cartón	• Vidrio	• Otros asimilables
<b>Residuos industriales</b>	Originados en un proceso productivo de una actividad industrial. Pueden ser peligrosos o no.			
<b>Residuos de construcción y demolición</b>	Producidos en obras de construcción, rehabilitación, derribo o demolición de edificios e infraestructuras. Pueden ser peligrosos o no.	• Elementos cerámicos (ladrillo, teja, etc.)	• Hormigón	• Plásticos
		• Cemento	• Escayola o yeso	• Metal
			• Madera	• Fibrocemento
<b>Residuos de industrias extractivas</b>	Resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento y del almacenamiento de recursos minerales, así como de la explotación de canteras o de graveras.			

En las explotaciones mineras a cielo abierto, se producen básicamente residuos de industrias extractivas, industriales y urbanos, además de ofrecer este tipo de industrias numerosas ventajas y sinergias para participar de la gestión de los residuos de construcción y demolición.

TABLA 3		CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS POR SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
<b>Líquidos</b>	Tienen una base acuosa.	• Aguas con o sin materias en suspensión	• Líquidos orgánicos (gasolinas, aceite mineral, disolventes, etc.)	• Lodos en suspensión
<b>Sólidos</b>		• Sólidos granulados	• Sólidos rígidos	• Pastas, floculantes, etc.
		• Lodos secos		
<b>Gaseosos</b>	Pese a estar excluidos del ámbito de aplicación en calidad de residuos, pueden, por precipitación o por disolución en agua, considerarse como residuos.	• Óxidos de carbono y de azufre	• Compuestos orgánicos volátiles	• Gases halogenados

Como en todos los ámbitos de la industria, una adecuada gestión es un factor decisivo a la hora de prevenir las afecciones al medio ambiente, en este tipo de actividades, por su ubicación, normalmente, en áreas rurales:

- Los **residuos mineros** que, en el caso de La Rioja, son inertes en prácticamente todos los casos, son los más numerosos en cuanto a su volumen. La correcta gestión integrada en el proceso productivo es uno de los aspectos más relevantes.

- Los **residuos industriales**, en algunos casos peligrosos, cuando tienen características tóxicas, persistentes o bioacumulativas, pueden por una incorrecta gestión, llegar a contaminar los suelos, las aguas, e incluso el aire.
- Los **residuos orgánicos biodegradables**, procedentes en las explotaciones mineras de las aguas sanitarias o de las instalaciones auxiliares, tales como los comedores, vestuarios, aseos, etc. Aunque son poco importantes en cuanto a su volumen, han de ser convenientemente tratados pues, en caso contrario, pueden generar amoníaco y metano.

Cuando no se gestionan adecuadamente, éstos pueden ser una fuente de afecciones y de problemas de mayor o menor gravedad:

- **Afección visual:** el almacenamiento de residuos industriales (chatarras, neumáticos, etc.), en áreas no dispuestas para ello, diseminados y expuestos a la vista, supone una mala imagen.
- **Afección del agua y del suelo:** la potencial contaminación por residuos industriales o derrames puede provocar, asimismo, la contaminación del suelo y de los acuíferos por sustancias nocivas, hidrocarburos, etc., poniendo en peligro los ecosistemas.
- **Afección del aire:** la fermentación y descomposición de residuos orgánicos (basuras) produce emanaciones de gases y olores desagradables.

## 1.2 Identificación de los residuos

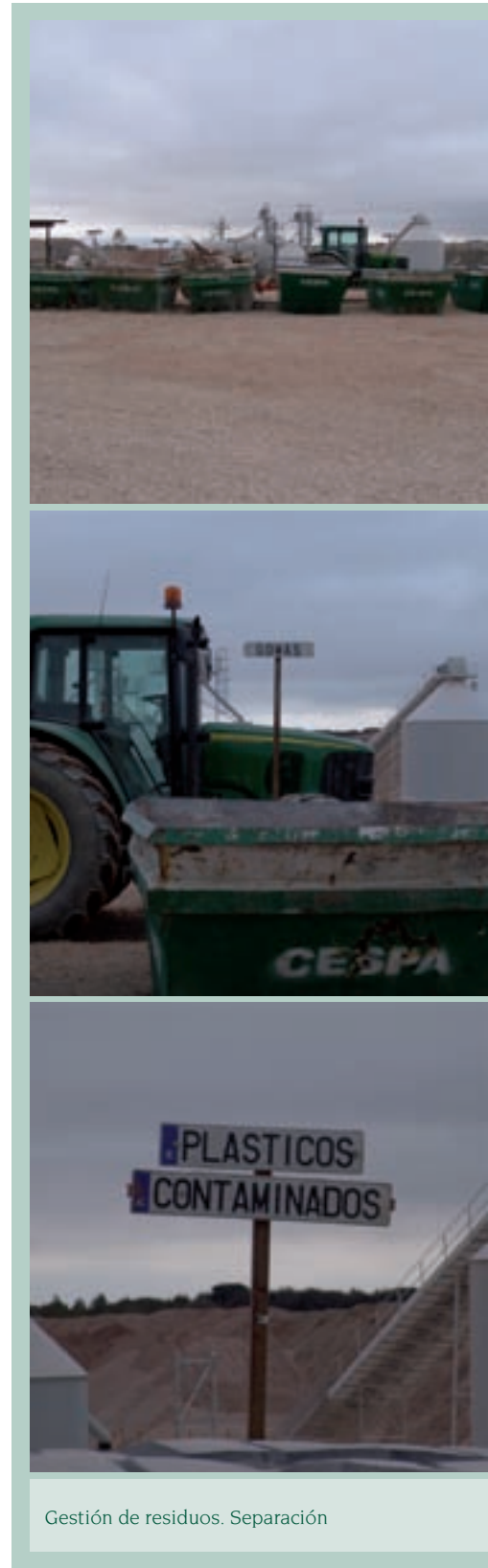
De acuerdo con la Orden 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente, que recoge la Lista Europea de Residuos (LER), éstos se identifican mediante un código de seis dígitos, en función de la fuente que genera el residuo. Es una forma sencilla de identificar cada tipología, en 20 categorías principales, con una designación común para toda Europa.

TABLA 4	EJEMPLO DE CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS
	01 01 02 Residuos de la extracción de minerales no metálicos

Los residuos que aparecen en la Lista Europea de Residuos señalados con un asterisco (\*) se consideran residuos peligrosos (o especiales) de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos a cuyas disposiciones estén sujetos a menos que se aplique el apartado 5 del artículo 1 de esa Directiva, relativo a las basuras domésticas.

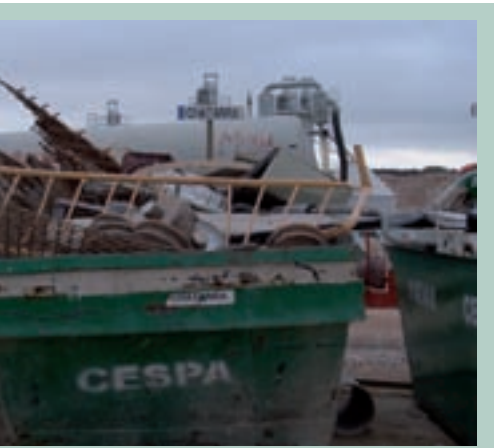
## 1.3 Principios básicos de la gestión de residuos

La gestión de residuos se recoge en una legislación extensa, compleja y cambiante de difícil seguimiento por aquellos que han de hacer frente al problema diario de gestionarlos en las empresas.



Gestión de residuos. Separación

Los principios fundamentales que inspiran la gestión de residuos son los que se exponen a continuación:



Contenedor de chatarra



Contenedor de maderas



Punto limpio

TABLA 5		PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS
<b>Principio de prevención</b>		Siempre que sea tecnológica y económicamente viable se deben aplicar las medidas disponibles para evitar o disminuir la generación de residuos, reducir sus contenidos en sustancias peligrosas, facilitar su reciclado y valorización.
<b>Principio de jerarquía</b>		<p>Principio básico de gestión de residuos, basado en una secuencia ordenada de modalidades de gestión de residuos, ordenadas de mayor a menor incidencia ambiental y que ayudan para decidir la mejor opción de gestión de residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir.</li> <li>• Reutilizar.</li> <li>• Reciclar.</li> <li>• Valorar.</li> <li>• Eliminar.</li> </ul> <p>Se trata, por tanto, de prevenir en la medida de lo posible, reutilizar lo que se pueda, reciclar lo que no se pueda reutilizar y valorizar energéticamente todo lo que no se pueda reutilizar o reciclar.</p> <p>La eliminación final en vertedero, escombrera, balsa o cualquier otro depósito, es la última opción y la menos satisfactoria, y es por ello que el objeto de cualquier sistema de gestión ha de ser el de minimizar las cantidades de residuos que van a eliminación.</p>
<b>Principio de la responsabilidad del productor</b>		Corresponde a quienes generan los residuos, es decir en el ámbito de esta guía, a las empresas propietarias o explotadoras de las actividades de extracción, la responsabilidad básica de la correcta gestión ambiental de los residuos generados en ellas.
<b>Principio de aplicación de las mejores técnicas disponibles (MTD)</b>		<p>La legislación comunitaria define Mejores Técnicas Disponibles - MTD - como la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas.</p> <p>A estos efectos, se entiende por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas: la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada.</li> <li>• Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España, como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.</li> <li>• Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.</li> </ul>

En términos generales, la gestión de residuos obedece a los siguientes principios generales, que se estructuran cronológicamente tal y como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 6		APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS
↓		Prevención y minimización de la generación de residuos.
		Implantación de la recogida selectiva en origen de fracciones reciclables previamente separadas, transporte y tratamiento posterior de las mismas.
		Reciclado de componentes que no hayan sido gestionados por la recogida selectiva.
		Tratamiento y reprocesado de las fracciones aprovechables recogidas para su posterior puesta en el mercado.
		Tratamiento de las fracciones no aprovechables mediante dos alternativas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorización energética.</li> <li>• Vertido controlado, considerándose ésta como la última opción a tener en cuenta.</li> </ul>
		Captación y aprovechamiento energético.
		Sellado, clausura e integración paisajística de los vertederos de residuos.

### 1.3.1. Prevención y minimización

La prevención es el conjunto de medidas destinadas a evitar que el residuo se genere, actuando en los procesos donde se origina.

La minimización considera, además de la prevención, el reciclado o la reutilización interna del residuo dentro de los procesos que tienen lugar en la propia explotación, y pudiendo llegar hasta la reducción en origen.

Este tipo de medidas son las que deben adoptar las empresas mineras como primer paso de gestión de residuos: la forma más efectiva de gestionar un residuo es no producirlo o hacerlo en las cantidades mínimas posibles.

Como técnicas de minimización más efectivas destacan las modificaciones del proceso, los cambios de los procedimientos de extracción, tratamiento y mantenimiento, la mejora de los parámetros de operación para elevar la eficiencia en la gestión de los recursos y la propia reutilización o reciclado dentro del proceso.

En las actividades extractivas, el proyecto de explotación ha de considerar la minimización de los residuos mineros producidos y su reutilización eficaz dentro de los trabajos de restauración, además de otras posibles formas de valorización.

Aparte de las obligaciones legales, entre los factores que impulsan la aplicación de técnicas de minimización destacan los siguientes:

- Económicos: la gestión de residuos es costosa para la empresa, en lo concerniente a su tratamiento y eliminación. Además, la minimización puede repercutir positivamente en la calidad del producto resultante y en los costes del propio proceso.
- Imagen de la empresa, ante la sociedad, que adquiere tintes positivos cuando la gestión es adecuada.
- Reducción de las responsabilidades legales y del riesgo de sanciones.

Las técnicas de minimización que pueden aplicarse en las explotaciones mineras son:

- Optimización del consumo de materias primas y materiales.
  - Proyecto de explotación que integre medidas de minimización de residuos.
  - Control de las materias primas.
  - Control de materiales.
- Modificación del proceso productivo.
  - Modificación de los equipos de proceso y del propio flujo de los materiales.
  - Introducción de buenas prácticas.
  - Mejora de los procedimientos operativos.
  - Mantenimiento más eficaz.
  - Sustitución de materiales.
- Reducción del volumen.
  - Separación en origen.
  - Recogida selectiva.
  - Concentración.
- Recuperación / reciclado.
  - In situ, como es el caso de los residuos de industrias extractivas.
  - Externo.

Para el caso de los residuos peligrosos, las empresas están obligadas a elaborar unos planes de minimización de residuos peligrosos, con el propósito de prevenir, o en su defecto minimizar la cantidad de residuos y emisiones generadas en la actividad.



Depósito de aguas residuales



Construcción de una cubeta para derrames de hidrocarburos

En el Anexo I, se recoge el procedimiento a seguir para la elaboración de un plan de minimización de residuos peligrosos. En el caso de los pequeños productores de residuos, que son la mayoría de las explotaciones mineras de La Rioja, no es necesario elaborar el plan de minimización de residuos.

### 1.3.2. Reutilización, recuperación, valorización y reciclado

La **reutilización** es el empleo de un producto usado para el mismo fin u otro similar para el que fue diseñado originariamente. En el caso de las industrias extractivas, un ejemplo puede ser el uso de los estériles de cobertera para la reconstitución de la morfología del terreno, dentro de las labores de restauración de las explotaciones.

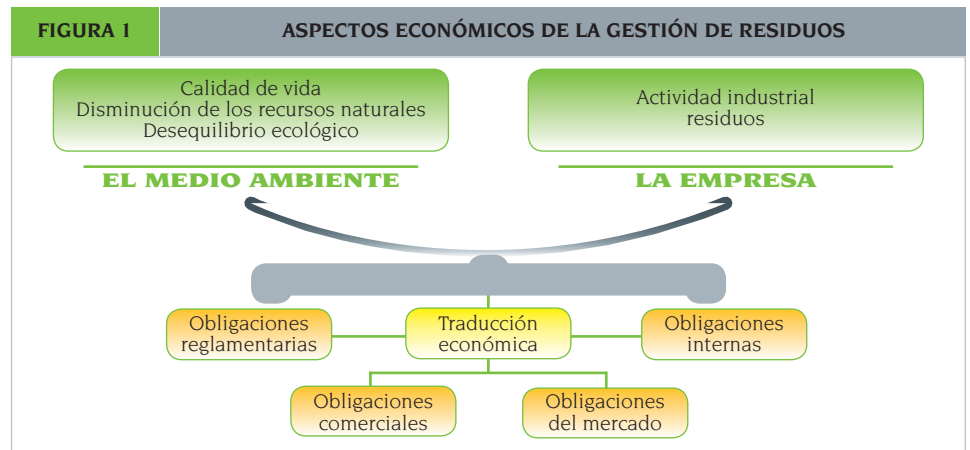
La **recuperación** es el uso de un residuo o de un subproducto de un proceso industrial dentro del marco de otro proceso industrial, para el que tenga valor. Se consigue una reducción de los costes derivados de la gestión del residuo y una minimización del consumo de materias primas en otros procesos.



Balsa de aguas limpias con solera de geotextil y vallada



Sistemas de clarificación de las aguas de proceso



La **valorización** permite el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente. En todo caso, estarán incluidos en este concepto los procedimientos enumerados en el Anexo II. B de la Decisión de la Comisión (96/350/CE), de 24 de mayo de 1996:

- R1. Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía.
- R2. Recuperación o regeneración de disolventes.
- R3. Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidas las operaciones de formación de abono y otras transformaciones biológicas).
- R4. Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
- R5. Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- R6. Regeneración de ácidos o de bases.
- R7. Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
- R8. Recuperación de componentes procedentes de catalizadores.
- R9. Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.
- R10. Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.

- R11. Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.
- R12. Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R11.
- R13. Acumulación de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R12 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de la producción).

El **reciclado** es la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, pero excluyendo la incineración con recuperación de energía. Así, los residuos se convierten en materia prima de otros procesos industriales. En las industrias extractivas a cielo abierto, un ejemplo de lo anterior es la fabricación de áridos a partir de materiales del proceso de producción de la roca ornamental.

### 1.3.3. Eliminación

La **eliminación** de residuos es la opción de gestión que debe considerarse en último lugar, cuando las anteriormente mencionadas han sido descartadas.

Entre las alternativas de eliminación figuran:

- D1. Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo, vertido, etc.).
- D2. Tratamiento en medio terrestre (por ejemplo, biodegradación de residuos líquidos o lodos en el suelo, etc.).
- D3. Inyección en profundidad (por ejemplo, inyección de residuos bombeables en pozos, minas de sal, fallas geológicas naturales, etc.).
- D4. Embalse superficial (por ejemplo, vertido de residuos líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etc.).
- D5. Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente, etc.).
- D6. Vertido en el medio acuático, salvo en el mar.
- D7. Vertido en el mar, incluida la inserción en el lecho marino.
- D8. Tratamiento biológico no especificado en otro apartado y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante alguno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12.
- D9. Tratamiento fisicoquímico no especificado en otro apartado y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12 (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, etc.).
- D10. Incineración en tierra.
- D11. Incineración en el mar.
- D12. Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.).
- D13. Combinación o mezcla previa a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D12.
- D14. Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D13.
- D15. Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D14 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de producción).



Reducción de consumo de agua por clarificación



Gestión adecuada de las materias primas. Los residuos de la extracción de roca ornamental son materia prima para áridos

## 1.4 Razones para implantar una adecuada gestión de residuos

Las razones potenciales para la gestión diaria de los residuos son:



Depósito de recirculación del agua de proceso



Remodelación morfológica del suelo

TABLA 7	RAZONES PARA REALIZAR UNA CORRECTA GESTIÓN DE RESIDUOS
<b>Respuesta a las disposiciones administrativas y reglamentarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener las autorizaciones.</li> <li>• Evitar las sanciones administrativas.</li> <li>• Disponer de proyectos y documentos previstos en la normativa.</li> <li>• Aplicar los principios de protección de las personas, los bienes y el medio ambiente.</li> </ul>
<b>Control de los costes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar los costes derivados del tratamiento.</li> <li>• Reducir los productos no conformes.</li> <li>• Optimizar los consumos energéticos por evitar procesar materiales no aptos.</li> <li>• Disminuir los costes ligados al tratamiento de los residuos.</li> <li>• Evitar transportes innecesarios.</li> </ul>
<b>Mejora de los procesos de trabajo y de la eficiencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la productividad.</li> <li>• Mejorar las condiciones de trabajo.</li> <li>• Implicar a la dirección y al personal en un proyecto de empresa.</li> </ul>
<b>Mejora de la imagen de empresa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probar su saber-hacer.</li> <li>• Asegurar la imagen de calidad de la explotación frente al cliente.</li> <li>• Dar un buen ejemplo frente al proveedor.</li> </ul>
<b>Fomento del reciclado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir los productos no conformes.</li> <li>• Utilización de subproductos.</li> </ul>
<b>Recuperación de materias primas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir al desarrollo sostenible.</li> </ul>
<b>Prevención de la contaminación del suelo y del agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir los vertidos.</li> <li>• Recircular las aguas del proceso.</li> <li>• Evitar vertidos y derrames accidentales.</li> <li>• Gestión preventiva de la contaminación de los suelos.</li> </ul>
<b>Control del impacto visual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear barreras visuales (residuos de industrias extractivas).</li> <li>• Integrar paisajísticamente la explotación con el entorno (residuos de industrias extractivas).</li> <li>• Evitar la imagen de desorden en la explotación.</li> </ul>
<b>Relaciones con el entorno social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir las quejas.</li> <li>• Orientar positivamente la opinión pública.</li> <li>• Mantener relaciones cordiales con los vecinos, con las asociaciones locales y con organizaciones no gubernamentales que actúen en el entorno.</li> </ul>