



Proyecto demostración: ECO-MINING

Modelo innovador de extracción de gravas y áridos basado en tecnologías limpias, generador de escenarios medioambientales positivos.

LIFE04 ENV/ES/000251



Sociedad "Carrascal, Tomillar,
Llanos, Cuesta y Otros"



Proyecto: Eco-Mining
LIFE04 ENV/ES/000251

LIFE04 ENV/ES/000251

Programa: LIFE-Medio ambiente

Proyecto europeo de demostración: **Eco-Mining**
Cofinanciado por la Unión Europea

Entregable-VI

“Análisis de ratios coste / beneficio ambiental”

[www.life-ecomining.org]



Promotor: **Hormisoria, S.L.**

(Soria - España)

Socios:

- **Sociedad “El Carrascal, Tomillar, Llanos, Cuesta y Otros”**
Dombellas y Santervás de la Sierra - Garray (Soria - España)
- **Eco4Ward**
Graz (Austria)

Colaboradores:



Excmo. Ayuntamiento de Garray (Soria)

Zona de actuación: Dombellas y Santervás de la Sierra Término municipal de Garray (Soria)

Fecha de inicio: Segundo semestre de 2004

Fecha de finalización: Primer semestre de 2007

[Junio de 2007]



INDICE DE CONTENIDOS

1.	Criterios aplicados para el análisis de las ratios:	3
2.	Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la “Gestión del comportamiento ambiental”:	4
3.	Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la implantación del “Prototipo experimental basado en tecnologías limpias combinadas”:	4
4.	Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la “reducción de impactos, mejora del entorno de la explotación y creación de espacios para la biodiversidad”:	5
5.	Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la “reducción de emisiones y gestión de residuos”:	7
6.	Ratio coste/beneficio ambiental vinculado al modelo de “conciliación de intereses”:	8
7.	CONCLUSIONES:	9
8.	TABLAS DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL:	11

1. Criterios aplicados para el análisis de las ratios:

Se pretende con este informe ofrecer una visión del coste medio de implantación de las tecnologías, técnicas y medidas que han sido objeto de demostración en este proyecto, en contraste con el beneficio que para el medio ambiente representan las mismas.

El ámbito de la extracción de áridos tiene la peculiaridad de que pueden existir tantas tipologías de explotación como explotaciones propiamente dichas, por dimensión, tecnología, proximidad o no a cursos fluviales, núcleos habitados, etc.; es por ello por lo que se ha procurado uniformar los criterios de valoración, ponderando los sobre-costes propios de toda acción demostrativa con lo que serían los costes reales de acciones tipo; huyendo de incurrir en excesivo detalle o demasiada abstracción, de cara a mostrar parámetros que orienten a priori acerca de los costes aproximados de implantación, que habrán lógicamente de ser evaluados en cada caso concreto.

Las ratios se han estructurado tanto por líneas de actuación del proyecto (tecnología, sostenibilidad, mejora, restauración y conciliación) como por categoría de indicadores (ICG: comportamiento de la gestión; IEM: indicadores de estado ambiental; ICO: comportamiento operacional) que siguen la Recomendación 532/2003/CE para implantación de EMAS en organizaciones.

Se han tomado en consideración y seguido para ello los siguientes criterios:

- Cuando ello ha sido posible se ha realizado la extrapolación de costes y beneficio, a extensiones-patrón de Ha. o M², según extensión de la actuación; para facilitar su comprensión.
- Se han tomado como referencia los precios de mercado en España, descontando los sobre-costes de estudios, investigación y ensayos que toda acción demostrativa conlleva.
- Para el caso de las energías renovables, las ratios de beneficio se basan en los equipos efectivamente implantados y atendido a su potencia de generación en la zona de actuación que será aprovechada en su totalidad; por lo que para cada caso concreto en que vaya a reproducirse la experiencia habrá de realizarse un estudio previo de rendimientos que tengan en cuenta la orografía, climatología y necesidades.
- En general, el cálculo del beneficio ambiental se ha realizado siempre, aun en los casos de extrapolación de resultados, con base en la información contrastada durante el desarrollo del proyecto; y siempre actuando desde una perspectiva prudente de cuantificación de resultados con el fin de no mostrar escenarios que pudieran resultar poco realistas para contextos con diferente tipología.
- Tanto los costes como los beneficios ambientales, si bien se muestran por medidas o acciones concretas; adquieren toda su relevancia si son valorados en su conjunto, ya que en proyectos de dimensión similar, los unos y los otros se vendrán a compensar si se piensa en clave de "beneficio ambiental". No es conveniente pues considerar y/o descartar a priori una medida aislada atendiendo exclusivamente a sus ratios; sino ir más allá y valorar cómo incide dicho coste y su beneficio asociado en el conjunto de la explotación.

2. Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la “Gestión del comportamiento ambiental”:

Son los vinculados al control de las medidas medioambientales adoptadas por la organización y su seguimiento en el tiempo.

Adoptada por la empresa una política de mejora ambiental (ISO14000, EMAS, ...) las medidas orientadas a su seguimiento y evaluación de resultados no han de suponer un sobre-coste sobre el que ya debería asumir la organización al haber adoptado dicha decisión.

El beneficio ambiental en este caso es de difícil cuantificación directa, en la medida en que viene a establecer una herramienta que favorecerá la mejora de los ratios del resto de medidas ambientales a implantar; y es transversal a todas ellas.

3. Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la implantación del “Prototipo experimental basado en tecnologías limpias combinadas”:

Es tan diversa la tecnología susceptible de aplicación y tan diferentes las condiciones de explotación de una gravera a otra, que los patrones tipo de coste / beneficio ambiental pueden ser diferentes para cada caso. En concreto, la implantación de una batería de hidrociclado, una centrifugadora, filtro prensa, etc, en unos casos puede suponer un sobre-coste por ser una medida principalmente orientada a objetivos medioambientales como puede ser el ahorro de agua; pero en otros puede ser una necesidad impuesta por el propio proceso productivo (atendiendo por ejemplo a la caracterización del material de la explotación) sin que por ello deje de generar los beneficios ambientales que sean inherentes a dicha tecnología concreta; si bien cuando su implantación surja de dicha necesidad derivada del propio proceso productivo, la “medida” no representará sobre-coste alguno, pues en cualquier caso habría de ser implantada.

En el caso concreto que nos ocupa, su implantación sí ha ido orientada a obtener mejoras medioambientales vinculadas al ahorro de agua, por lo que se contempla como un sobre-coste:

- Con un incremento de la inversión de aproximadamente el 6% por lo que a la batería de hidrociclones se refiere y otro adicional del 1% en relación con los “depósitos de decantación natural forzada” sobre el coste total del equipamiento típico de una gravera y trabajos propios de la misma:
 - o Se obtienen ahorros de agua próximos e incluso superiores al 80%.
 - o Se reduce la necesidad de transporte pesado para el relleno de huecos de explotación con lodos procedentes de las balsas de decantación; reducción que puede ser prácticamente total, con la consiguiente reducción de emisiones a la atmósfera derivadas del uso de hidrocarburos (0,98 Kg CO₂/Tn de producto procesado).
 - o Se acelera el ritmo de restauración y mejora de los terrenos explotados, al disminuir la extensión necesaria para mantener las balsas de decantación, que ahora desaparecen. Esto es lo mismo que decir que terrenos antes estériles son ahora susceptibles de reforestación y mejora, lo que permite acelerar el volumen de fijación de carbono (1,60 Tn CO₂/Ha y año) en lo que viene a ser la aplicación efectiva de una “minería de transferencia”.

Para apreciar el efecto compensatorio que equilibra el beneficio ambiental en su conjunto, consideremos tan solo y entre otros los siguientes aspectos que ilustran la aplicación práctica de criterios medioambientales globales:

- Batería de hidrociclones: Si bien es cierto que el consumo eléctrico derivado de su implantación aumenta y por tanto también sus emisiones asociadas, este se ve

compensado por un lado, por la reducción de consumo eléctrico de los grupos de bombeo de lodos, por el material que ahora se recupera y que ya no es necesario bombear en forma de lodo; por otro, por el aumento de la durabilidad de las balsas de decantación, que hace que los intervalos de vaciado de las mismas con maquinaria pesada sean cada vez mayores, lo que reduce las emisiones de CO₂ a la atmósfera derivadas del transporte; y por último por la tecnología que puede venir a sustituir y que por lo general sería más contaminante por su menor eficiencia energética, atendida la antigüedad de los equipos.

- Depósitos de “decantación natural forzada”: El sobre-coste de esta medida es mínimo en el conjunto de la explotación y los beneficios ambientales extraordinarios, pues la nueva necesidad de energía para el bombeo de agua a reutilizar, se compensa con la implantación del sistema de energía renovable; la reducción de la necesidad de transporte desde las balsas de decantación, que es prácticamente total y en igual medida el volumen de emisiones derivado del tráfico pesado ahora suprimido para este fin.
- En la actual situación mundial de “falta de agua”, el aprovechamiento de este recurso resulta de vital importancia atendiendo a su futuro “precio objetivo” y al gran volumen de agua necesaria para el “lavado de áridos”; con independencia de las fuentes de las que se nutra la explotación. El proyecto ha demostrado que es posible recuperar hasta el 80% del agua utilizada, que antes se evaporaba; con un coste perfectamente asumible por una explotación tipo.
- Si bien es cierto que ahora surgen nuevas necesidades de utilización de maquinaria pesada: transporte de estériles recuperados a zonas de compostaje, tratamiento mecánico de éste compost y labores de enriquecimiento y mejora de suelos; sus emisiones derivadas se compensan por el aumento en el ritmo de fijación de carbono en las plantaciones que ven aumentado su ritmo de cultivo y crecimiento vegetativo.
- Por otro lado, la situación inicial de captación de carbono de las áreas dedicadas a balsas de decantación tradicional ahora suprimidas era cero, por tratarse de terreno estéril; como dicha superficie en la nueva situación puede ser restaurada bajo criterios de mejora, el beneficio ambiental se puede cuantificar en volumen de carbono fijado a un ritmo medio de 1,60 toneladas de CO₂ por hectárea y año.

4. Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la “reducción de impactos, mejora del entorno de la explotación y creación de espacios para la biodiversidad”:

El beneficio que supone para las empresas que han de convivir con el estigma de que son potenciales generadoras de impactos negativos sobre el medio ambiente y la población próxima, el trabajar en entornos pacíficos derivados de que la población perciba los resultados del esfuerzo realizado por aquéllas en la línea de reducir los impactos negativos y generar otros positivos a favor del medio ambiente en el entorno de actuación; es de directa apreciación.

Medidas como la agrupación racional de los acopios de material y compactado de las zonas de tránsito, que implican un sobre-coste de mantenimiento de 0,9 €/m²/año, generan un beneficio ambiental muy importante; así por ejemplo, el hecho de situar los acopios ordenadamente en la línea de los vientos dominantes, frena la propagación de partículas en suspensión, reduciendo la contaminación derivada del “polvo en suspensión”.

La compactación o asfaltado de las zonas de más habitual tránsito de vehículos pesados, minimiza los impactos y acelera el ritmo de transporte o tareas de mejora. Si estas labores de compactación se realizan en paralelo a la creación de las pistas de acceso a zonas de explotación

o espacios mejorados, el coste adicional de su construcción es mínimo y representa menos del 1% del total de la actuación; con importantes efectos favorables sobre la durabilidad y eficiencia de la maquinaria y reducción de emisiones (polvo en suspensión).

Además, la ordenación de las zonas de tránsito, acopios, y explotación plantea un modelo que permite la permanencia en el tiempo del uso a que se ha destinado cada zona. Esto permite que las áreas restauradas puedan permanecer ejerciendo su función ambiental al no ser invadidas por acopios de materiales o zonas de paso de maquinaria; para que esto ocurra, es necesario realizar un mantenimiento periódico de las zonas de tránsito y acopio, que justifica el ligero sobre-coste y cuyo beneficio ambiental puede cuantificarse en toneladas de carbono fijado en plantaciones.

La aplicación de criterios de mejora frente a restauración supone un innovador cambio en la concepción típica de la restauración. El sobrecoste, debido fundamentalmente a que en una restauración típica la reforestación se realiza con planta a 1 savia y por lo general con escasa variedad, resultará por lo general asumible para una explotación tipo; atendida la obligación legal que las explotaciones mineras tienen de “restaurar”.

En términos de “mejora”, ésta consiste en planificar la restauración desde criterios de beneficio medioambiental, creando espacios que favorezcan la biodiversidad y llevando a cabo plantaciones con diversidad de especies, de distinta talla y en marcos de plantación no uniforme.

La acción demostrativa ha puesto de manifiesto el relevante beneficio ambiental que la aplicación del concepto de “mejora” representa; cuantificable en dos líneas bien diferenciadas:

- Primero sobre la reducción de impactos negativos, que se estima en un prudente porcentaje de reducción del 25% de los impactos visuales, acústicos y del polvo en suspensión, cuando las barreras vegetales alcancen su desarrollo vegetativo, siendo necesario para ello diseñar las pantallas en los perímetros de la explotación y en las líneas de vientos dominantes para proteger los entornos cercanos que puedan verse más afectados por dichos impactos.
- Segundo, sobre la generación de saldos ambientales positivos a través del aumento de la capacidad de fijación de carbono y aumento de espacios a favor de la biodiversidad que permitan el aumento de la flora, la fauna y su periodo de pervivencia, por elección de plantas autóctonas o alóctonas más adecuadas a cada entorno y con mayor capacidad de fijación de carbono.

Especial mención requiere los sistemas de riego por goteo de alta frecuencia, pues al beneficio ambiental que se ha constatado en el periodo de experimentación, caracterizado eso sí por una pluviometría superior a la media anual, se ha conseguido ahorrar hasta el 80% del agua que hubiera tenido que aportarse con otros sistemas de riego; hay que añadir su menor coste respecto de un riego por aspersión implantado en la misma extensión. La ratio es por tanto excelente, pues a un menor coste hay que unir importantes ahorros de agua como beneficio ambiental directo; sin olvidar que el sistema de riego entre plantones fortalece el sistema radicular de la planta y favorece a la larga su desarrollo vegetativo.

Si a un sistema de riego eficiente se le une la impulsión a través de sistemas basados en energías renovables, se consigue otro logro medioambiental que puede cuantificarse en toneladas de emisiones evitadas por consumo de energía (4,4 Tn/CO₂/año en este caso).

La planificación de sistemas de escorrentía natural forzada orientada al aprovechamiento de pluviales, permite, con un mínimo incremento de coste atendido el volumen de tierras que se mueven en una explotación minera, dirigir la práctica totalidad de las aguas pluviales hacia zonas en las que interese crear sistemas lacustres, evitar las escorrentías que pudieran poner en peligro

los taludes y la vegetación en ellas existentes; reduciendo también la necesidad de riego en algunas zonas, haciendo que el agua permanezca cautiva en las proximidades del cultivo.

La utilización de lodos y material inservible de desmonte es una fórmula habitual de restauración en minería, por lo que su aprovechamiento racional no representa incremento relevante en su coste; ahora bien, un sistema de relleno directo como el planteado en este proyecto reduce las necesidades de transporte y acelera el proceso de restauración y mejora en el contexto de una efectiva minería de transferencia, con los beneficios ambientales ya mencionados.

El proceso de elaboración de compost con restos procedentes de poda y desbroce que se ha desarrollado en el marco del proyecto, ha permitido, con un coste de 21€ por tonelada de residuo tratado, consolidar una captura de carbono es el principal objetivo de esta medida, además de llevar a cabo la valorización del residuo; desde 2004 se han procesado 104 Tn de residuos, fijado al compost 42 toneladas de carbono y mejoradas más de 16 hectáreas de terreno estéril.

El resultado de la experimentación ha demostrado pues importantes beneficios ambientales a un coste razonable, atendiendo que el convenio establecido con la empresa que realiza las podas en la ciudad de Soria, permite como se ha dicho la valorización de estos residuos, el aprovechamiento de las arenas ultra-finas obtenidas de la batería de hidrociclado y favorecer el desarrollo vegetativo de las plantaciones que se realizan sobre suelo ya enriquecido, con el consiguiente aumento de su potencial de fijación de carbono.

La alternancia planificada de cultivos extensivos en regadío es una estrategia que favorece la mejora de suelos, aumenta el potencial de captación de carbono y permite a la par interrumpir los ciclos de vida de malezas, plagas y enfermedades; evitando su propagación y permanencia. Con un incremento del coste de entre un 5 y un 10% respecto al que supone una plantación que no contemple la rotación, se mejora la fijación anual de carbono llegando a las 0,7 toneladas por hectárea.

La específica restitución o recreación de hábitats y sistemas lacustres a favor de la biodiversidad supone un coste asumible en el contexto de una explotación minera, cuantificado en 212 € por hectárea y año en beneficio del medioambiente. En el contexto de un compromiso empresarial para con el medio ambiente, resulta ser una medida de gran impacto que permite apreciar a muy corto plazo el incremento de especies que los habitan y su periodo medio de pervivencia.

5. Ratio coste/beneficio ambiental vinculado a la “reducción de emisiones y gestión de residuos”:

Son estas un conjunto de medidas, que si bien alguna de ellas son ya de obligado cumplimiento (gestión de residuos contaminantes y/o peligrosos), pueden llevarse más allá de lo que la propia legislación exige con tan solo un sobre-coste que representa el 1% sobre el habitual de este tipo de instalaciones, por los vinculados a tareas de mantenimiento y ordenación permanente del espacio. Los beneficios medioambientales son directa constatación y por todos conocidos, siendo elemento clave su toma en consideración cuando la empresa aspira a ser referente válido en materia medioambiental frente al resto de la competencia, respaldadas por certificaciones medioambientales de referencia internacional (ISO14000 o registro EMAS, por ejemplo).

De otra parte, la planificación y pautado de los mantenimientos de la maquinaria y sus componentes, permitirá reducir el número de paradas por estancia en taller, aumentar su durabilidad y la eficacia energética de los equipos y maquinaria que favorece el óptimo equilibrio de volumen de emisiones.

6. Ratio coste/beneficio ambiental vinculado al modelo de “conciliación de intereses”:

A la hora de valorar los ratios de este modelo, que busca la “conciliación de intereses entre población y empresa con base en el medio ambiente”, es necesario partir de la premisa de que el esfuerzo inversor no puede sólo recaer en una de las partes (empresa) y que lógicamente será mayor para el segundo agente implicado (la sociedad en su conjunto), considerando que por lo general la población, organizada en asociaciones o aisladamente considerada no parten del ejercicio de actividad económica alguna y que por tanto no disponen de maquinaria ni métodos que les permitan internalizar en su organización, si existe, las actuaciones a desarrollar.

No obstante, todo colectivo humano aspira a garantizar su pervivencia y continuidad organizándose en torno a núcleos de población medioambiental, económica y socialmente sostenibles. Para ello es fundamental fijar la población evitando la emigración, garantizar la sostenibilidad del entorno y favorecer la aparición de líneas de actividad que garanticen la subsistencia de los individuos que los integran.

Así pues, toda inversión realizada en las líneas apuntadas no vendrá sino a garantizar la consecución de los objetivos primarios de todo asentamiento humano, por lo que resulta lógico e inteligente aprovechar las oportunidades que ofrece a la población la implantación de actividades mineras en los entornos de asentamiento.

Por lo general estos asentamientos se ubican en entornos rurales y con frecuencia en zonas desfavorecidas, víctimas de la despoblación y la falta de alternativas.

Para mitigar siquiera en parte esta situación desfavorable en punto de partida, las Administraciones Públicas juegan un papel de vital relevancia de cara a garantizar la existencia de recursos considerados de “utilidad pública”, como el agua y los áridos entre otros; favorecer la implantación de actividades que garanticen una mínima capacidad de subsistencia de los ciudadanos en su entorno; y armonizar en un ambiente pacífico los legítimos intereses de las empresas y los ciudadanos.

Es por tanto necesario planificar adecuadamente los objetivos que pretenda alcanzar toda inversión que haya de realizar directamente la población en aras de garantizar su sostenibilidad y pervivencia; en el marco del proyecto estos objetivos han sido los siguientes:

- Generar atractivos que favorezcan las inversiones en la zona y el inicio de potenciales nuevas líneas de actividad que tiendan a fijar la población.
- Empezar campañas de sensibilización que desde la práctica hagan consciente a la población de las oportunidades que ofrece la implantación de actividades económicas en su entorno.
- Sensibilizar a la población acerca de la necesidad de conservar el entorno natural de implantación, favoreciendo el medio ambiente.

Espacios como el creado en la finca “El Comodruelo”, basado en la recuperación de un antiguo vertedero y su posterior uso como finca forestal (plantación de cerezo) y espacio demostrativo del freno a la erosión y fijación del carbono; si bien requiere de una fuerte inversión en términos relativos (7.000 €/Ha), genera un beneficio medioambiental directo derivado del previo sellado del vertedero y la fijación de carbono en cantidad estimada en 280 toneladas en dicho periodo; y el servir de espacio para la sensibilización medioambiental pretende ser foco de generación de sinergias tendentes a incentivar el desarrollo de actividades que sean alternativa a los cultivos agrícolas y actividades ganaderas que están desapareciendo en la zona.

Con una inversión de 28 €/m², la creación en el “Prado de San Sebastián” de un espacio para la sensibilización medioambiental, el uso de las energías renovables y la convivencia intergeneracional, que incluye una instalación solar fotovoltaica de 5 kW; permitirá evitar la emisión de 4,90 toneladas de CO₂ a la atmósfera y perseguir las mismas finalidades indicadas anteriormente.

En el mismo “Prado de San Sebastián” y con el fin de favorecer la convivencia intergeneracional, desarrollar labores de sensibilización e impulsar visitas a la zona como fórmula de dinamización; se impulsará la visita de escolares en colaboración con las Administraciones Públicas con competencias en materia educativa, en las que se les dará a conocer los beneficios y el funcionamiento de las energías renovables, la necesidad y aspectos a tener en cuenta para conservar el medio ambiente; favoreciendo el contacto con la naturaleza en distintos espacios naturales del entorno.

En el periodo de experimentación la población ha aumentado en un 20%, se ha iniciado la construcción o rehabilitación de 12 casas, se han alcanzado más de 46.000 impactos directos para la sensibilización, llevado a cabo la contratación de 3 trabajadores en el marco del proyecto e iniciado actividades de turismo rural en la zona; algo impensable hace apenas 3 años.

Por parte de las Administraciones se han llevado a cabo importantes mejoras en los accesos, rehabilitación de edificios y puesta en valor de terrenos públicos anteriormente abandonados.

7. CONCLUSIONES:

En este proyecto convergen beneficios ambientales de directa cuantificación y otros intangibles y sociales en los que tales beneficios son de directa apreciación, deducidos de la interpretación de los indicadores indirectos establecidos.

A escala internacional la problemática vinculada a la actividad minera es muy similar y generalizada en toda Europa, si bien pueden existir diferencias en algunos aspectos, especialmente vinculados al uso del agua y al punto de partida en materia de conservación del medio ambiente, entre los países del Norte y del Sur Europa; con una cultura medioambientalista más consolidada y menores carencias hídricas en el caso de los primeros.

La relación coste/beneficio ambiental de los distintos modelos, tomando como base los resultados de la experimentación llevados a un dimensionamiento que permite su fácil extrapolación por quien pretenda reproducir actuaciones similares, resulta excelente en todos los casos.

Desde un punto de vista empresarial, los sobre-costes se consideran asumibles por una explotación tipo y se ven compensados por la garantía del cumplimiento legal por parte de las explotaciones mineras, la “ventaja competitiva” que a estas confiere la identificación con políticas de empresa comprometidas con el medio ambiente y la responsabilidad social corporativa, junto a la renovación de la imagen del sector y la garantía de trabajar en contextos de “paz social”; lo que hace altamente recomendable para las empresas la internalización de las prácticas demostradas en este proyecto.

La compensación de los sobre-costes en las inversiones relacionadas con el tema del agua, estará condicionada por la existencia o no de recursos hídricos suficientes en la zona, realidad y tendencia pluviométrica y aplicación del futuro precio objetivo del agua; si bien el beneficio ambiental resulta innegable con independencia de aquellos.

Especial mención requiere el caso del riego por goteo en el que a los importantes ahorros de agua hay que unir el menor coste de instalaciones respecto de otros sistemas de riego.

Todas las actuaciones en mayor o menor medida han ido orientadas al ahorro de agua, reducción de emisiones y a la conservación y mejora del medio ambiente; es aquí y en su conjunto donde las ratios obtienen su excelencia:

- En el caso del agua, la escasez del recurso especialmente en los países del sur de Europa es una realidad constatada y el proyecto ha demostrado que con pequeñas o moderadas las inversiones necesarias en un ámbito como el de la minería en que los consumos son muy elevados y el potencial de ahorro muy relevante (80 – 90%).
- La reducción de emisiones derivada de la generación limpia de energía y reorientación en el uso de transporte pesado, favorecerán la inversión de tendencia del cambio climático y el cumplimiento del Protocolo de Kioto.

El aumento del potencial de fijación de carbono demostrado, derivado de la “mejora” de los terrenos explotados; reconducirán al sector de la minería hacia las líneas apuntadas en los párrafos anteriores.

8. TABLAS DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL:

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
VINCULADOS A LA GESTIÓN DEL COMPORTAMIENTO MEDIOAMBIENTAL					
1 (ICG)	Renovación de la certificación ISO 14001 y planificación de auditoría.	Auditoria anual	Sin coste adicional	Asegurar el cumplimiento de la política medioambiental de la empresa	Internalizada la política medioambiental como aspecto diferencial que beneficia la posición de la empresa en el mercado, su gestión no representa costa adicional alguno; y sí permite constatar los avances realizados en materia medioambiental y la identificación de los puntos débiles de la política medioambiental de la empresa; lo que permite avanzar en la corrección de dichos puntos débiles y la planificación de nuevas mejoras con base en los resultados obtenidos.
	"Legal Compliance" en materia de Medio Ambiente: Registro medioambiental.	Revisión anual			
	Cumplimiento de las disposiciones legales establecidas en materia de explotación.	Cumplimiento plan de labores anual			
VINCULADOS A LA IMPLANTACIÓN DEL PROTOTIPO EXPERIMENTAL					
2 (IEM)	Sistema en ciclo cerrado para máxima recuperación y reutilización del agua en el proceso de lavado (Batería de hidrociclones).	M3 agua consumida / Tn de zavorra lavada	Δ 6,45%	25 - 50 % Ahorros de agua Reducción de emisiones Δ -36%	Con una sobre-coste del 6,45% del total de inversión de una planta de lavado, se logra reducir entre un 25 a un 50% el volumen de agua necesaria para el transporte de lodos en el conjunto del proceso de lavado. Hay que considerar que en determinadas explotaciones esto no supondrá incremento alguno, pues dependiendo del tipo de proceso su implantación puede ser necesaria a priori por "mejor tecnología", sin que necesariamente tenga que estar vinculada al objetivo específico de recuperación de agua. Dicho sobre-coste, de ser considerado así, permite igualmente prolongar la durabilidad de los grupos de bombeo por la reducción de lodos a bombear. Se reducen las emisiones en el mismo porcentaje en el que aumenta la durabilidad de las balsas de decantación, por incremento del tiempo de llenado; ya que será necesario actuar sobre ellas con intervalos de tiempo mayores (36%).
		Nº de horas de trabajo máquinas balsas barros/1.000 Tn zavorra lavada			

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
3 (IEM)	Sistema de depósitos de decantación forzada en ciclo cerrado; para recuperación de agua en el proceso de lavado y supresión de las balsas de decantación.	M2 balsas / Tn zahorra lavada	Δ 1 - 2% sobre el coste de construcción habitual de balsas, escolleras o depósitos	Fijación de carbono 1,60 Tn CO ₂ /Ha y año	La superficie anteriormente destinada a balsas de decantación, puede ser ahora restaurada. El beneficio ambiental se cuantifica en volumen de CO ₂ captado, según media del potencial de fijación de diferentes cubiertas vegetales tipo.
		Volumen de agua recuperada (m ³ y %)		300 m ³ /día Ahorros de agua: (80-90%)	Mediante el sistema de trasvase se recupera la práctica totalidad del agua decantada. Las aguas iniciales tras la creación de un depósito no son recuperables hasta que se crea una columna de agua que permita su trasvase; existiendo otras pequeñas pérdidas por evaporación y reboses.
		Nº de horas de trabajo máquinas balsas barro/1.000 Tn zahorra lavada		Reducción emisiones 0,98 Kg CO ₂ /Tn de producto procesado	Es este un beneficio ambiental añadido, derivado de haber eliminado la necesidad de transportar los lodos desde las balsas a otras zonas de la explotación.
VINCULADOS A LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS, MEJORA Y RESTAURACIÓN DEL ENTORNO Y CREACIÓN DE ESPACIOS PARA LA BIODIVERSIDAD					
4 (ICO)	Almacenamiento planificado del material bajo criterios ambientales y de seguridad, evitando desprendimientos y deslizamientos.	Superficie agrupada, dedicada a la ordenación del material	Coste de mantenimiento de las áreas de acopio, tránsito, y gestión ordenada de espacio y materiales = Δ 0,9 €/m ² y año	Permite mantener intactas 10,33 Has restauradas, capturando una media de 0,25 Tn CO ₂ /Ha y año	Estas medidas permiten: Reducir el espacio destinado a los acopios, el potencial de fuga de "polvo en suspensión", servir de barrera natural a su dispersión reduciendo también la propagación del ruido; si se atiende al flujo e intensidad de los vientos dominantes; aumentando además la seguridad en la explotación y reduciendo los tiempos de expedición y acceso a las áreas mejoradas..
	Asfaltado de accesos y compactación de pistas para el tránsito de maquinaria pesada.	Extensión tramos asfaltados			
		Extensión tramos compactados			

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
5 (IEM)	Creación de cordones de tierra, nivelaciones, linderos y "pantallas verdes", que sirvan como pantallas visuales, acústicas, contra el polvo, para fijación de CO2 y enriquecimiento de suelos. Revegetación con especies autóctonas y otras bajo criterios de sostenibilidad, aprovechando la orografía del terreno y geoformas resultantes de la explotación.	Superficie de barreras y/o pantallas verdes creadas	50 % de incremento sobre el coste medio tipo de una restauración convencional	En 20 años, el volumen de carbono fijado en planta y suelo será de 32 Tn/Ha. Las emisiones se (polvo, ruido y vistas) se verán reducidas en un 25%, cuando la vegetación haya alcanzado su madurez.	Se ha aplicado un principio de prudencia para el cálculo del beneficio ambiental, no habiendo tenido en cuenta el que la capacidad anual de fijación de carbono no es uniforme y aumenta progresivamente, especialmente en los primeros años de desarrollo. Se ha contrastado que en dos ciclos vegetativos se han fijado más de 30 Tn de CO2; por lo que la capacidad de fijación puede establecer inicialmente en 1,6 Tn/Ha/año. La reducción efectiva de los impactos será óptima cuando la vegetación haya alcanzado su desarrollo vegetativo. En este sentido, la elección de especies perennes y frondosas favorecerá esta ratio, que resultará de más directa apreciación en aquellas explotaciones próximas a zonas habitadas.
		Superficie total en las que se ha actuado con labores de mejora, reforestación o cultivo			
		Superficie mejorada con plantas autóctonas			
		Tn de carbono/año fijado			
6 (IEM)	Implantación de sistemas de riego localizados y eficientes, basados en el uso de las energías renovables	Técnicas de riego eficiente.	Menor coste valorado en 11.200 € por implantar un riego por goteo respecto de otro por aspersión en una misma extensión de 2,4 Has aproximadamente de especies boscosas y arbustivas	Ahorros de agua: 13.900 m ³ 70- 80 %.	En este caso la ratio es doblemente ventajosa, pues a una menor inversión hay que añadir los importantes ahorros de agua que se generan por la implantación de este sistema de riego. Combinado además con un sistema de generación energética renovable se obtiene una reducción adicional de emisiones de CO2. Se podría pensar que usando energías alternativas da igual el sistema de riego ya que su alimentación energética es "limpia"; nada mas lejos de la realidad. Un sistema ahorrador de agua permite una menor inversión en sistemas energéticos, o bien el aumento de la superficie regada con un sistema mayor
		M3 de agua/Ha (eficiente y tradicional).			
		Kwh/año de energía renovable generada			
		Tn emisiones/año evitadas (CO2)			

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
7 (IEM)	Planificación de sistemas de "escorrentía natural-forzada", mediante base arcillosa e inclinación adecuada; depósitos de decantación forzada y escollera para almacenamiento y distribución de aguas limpias..	Superficie de "escorrentía natural forzada"	Δ 1 - 2% sobre el coste de construcción habitual de balsas, escolleras o depósitos	33 l/m2 de agua directamente aprovechable, atendida la pluviometría del periodo de experimentación	Los costes de excavación, compactado y nivelado representa un pequeño porcentaje sobre los trabajos que habitualmente se desarrollan en una explotación tipo, puesto que por ejemplo, la excavación de depósitos frente a balsas (excavación profunda frente a superficial) permite utilizar maquinaria que no precisa en ninguno de los casos de obra auxiliar hasta los límites de profundidad de los depósitos, necesidad esta que sí elevaría sustancialmente los costes. En el periodo de ejecución del proyecto, se han captado y dirigido por escorrentía forzada: 68.000 m ³ de aguas pluviales; y aprovechado directamente más de 4.000 m ³ . Hay que considerar que el agua drenada por los sistemas de escorrentía favorecen los espacios para la biodiversidad y reducen la necesidad de riego de las especies plantadas; aun no siendo directamente aprovechadas como las captadas en escollera y depósitos de decantación.
		M3 de aguas pluviales captadas en superficie compactada			
8 (IEM)	Utilización de lodos y material inservible de desmonte para restauración del terreno, cubrimiento de escombreras, rectificación de faldas y como base para recultivos y recuperación de suelos con fines agrícolas y forestales.	M ³ de tierra y lodos aportadas a restauración y recuperación de suelos. (% sobre el disponible)	Δ 1 - 2% sobre el coste de construcción habitual de balsas, escolleras o depósitos	Fijación de carbono 1,60 Tn CO2/Ha y año Ahorros de agua: 300 m3/día (80-90%) Reducción emisiones 0,98 Kg CO2/Tn de producto procesado	En relación con el relleno de huecos con material inservible, los costes y el beneficio ambiental han de permanecer prácticamente invariables; por ser una tarea intrínseca a toda explotación. La mejora proviene del prototipo implantado, en el que se favorece la minería de transferencia, se "mejoran" los espacios destinados anteriormente a balsas de decantación, se procede al relleno directo de huecos de explotación (depósitos de decantación natural forzada) con la consiguiente reducción de emisiones y potencial de recuperación de aguas para reintroducción al circuito de lavado.

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
9 (IEM)	Recogida y aplicación útil de restos de poda y desbroce para valorización de residuos biogénicos.	Tn de residuos biogénicos	21 €/Tn residuos	Procesadas 104 Tn de residuos. Fijadas al compost 42 Tn de carbono Mejoradas más de 16 Has.	La captura de CO2 a partir del aprovechamiento de fuentes de materia orgánica externas (residuos de jardines de la ciudad de Soria), acarrea unos costes en la manipulación, transporte y tratamiento El gasto se justifica con base en que la cantidad de CO2 capturada por esa materia orgánica es la misma que si no se compostara, pero la mejora del suelo se acelera, ya que el compostaje predispone a la materia orgánica para una rápida incorporación de la misma al suelo, mejorando su fertilidad y por tanto la precocidad de los cultivos y áreas restauradas para la fijación del carbono. En un planteamiento de conjunto, el coste se compensa si quiera en parte, por la reducción de los tiempos hora/máquina dedicados anteriormente al traslado de lodos desde las balsas de decantación ahora suprimidas.
	Volteo y aireación de la materia orgánica para preparación de suelos (abono de cultivos) y como medida para reducción del CO2.	Superficie de suelos mejorada			
10 (IEM)	Planificar alternancia de cultivos en fase de mejora y restauración, para enriquecimiento de suelos (alfalfa, cereal, ...); y aplicación de otras BP,s relacionadas con las labores agro-forestales.	Superficie a la que se aplica la rotación de cultivos	Δ 5 10% respecto a una plantación que no contemple la rotación	Δ 0,7 Tn CO2/Ha y año	Los cultivos extensivos en regadío frente a áreas restauradas con herbáceas en cultivos extensivos de secano, supone un incremento de captura de CO2 por aumento de materia seca anual producida gracias a la acción de los sistemas de riego y a los procesos de preparación y mejora del terreno. La cuantía de la inversión/año se ha calculado para el periodo de vida útil de una instalación de riego.
		Número variedades rotadas			
		Tn/año de carbono fijado, por variedad considerada			

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
11 (IEM)	Creación de hábitats y pequeño lago; reutilización de aguas, plantación de árboles, plantas acuáticas y atención a la fauna autóctona (bioindicadores); bajo criterios de sostenibilidad.	Superficie mejorada como "espacios para la biodiversidad"	Δ=212 €/Ha y año	Δ 12-15 especies en periodo de experimentación, con aumento de su pervivencia	Desde el punto de vista del aumento de la biodiversidad; comparando un simple tratamiento con cultivo de esparceta con otro en que se utilice una variedad de especies vegetales, estructuras de apoyo a la fauna como cajas nidadoras y movimientos de tierra para acondicionamiento del espacio (Ej. La laguna); supone para el segundo caso el incremento de coste/ha indicado, considerando un periodo de pervivencia de las plantaciones de 25 años. El incremento de bioindicadores conseguido es algo visible a mas largo plazo, pero se ha constatado el incremento y asentamiento de hasta 15 especies animales, acuáticas, terrestres o aves, frente a una pobre biodiversidad del monocultivo de 2-3 especies significativas.
		Número de bioindicadores y periodo medio de pervivencia			
VINCULADOS A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES Y GESTIÓN DE RESIDUOS					
12 (ICO)	Utilización de maquinaria y vehículos que respondan al último estado de la técnica en materia de emisiones (clase EURO II-III).	Número total de vehículos	Sin coste adicional	Δ - 52% de emisiones de CO2 - 970 Tn/año	Sólo considerando maquinaria pesada, de las 6 máquinas existentes 4 son de clase euro III. Eso supone que el 72% de las horas de trabajo de todo el parque de maquinaria de la explotación son "limpias", con una reducción del 30% de emisiones por máquina respecto de las convencionales. No se estima sobre-coste, dado que en la actualidad la gran mayoría de las existentes en el mercado cumplen la especificación.
		Número de clase EURO II - III			
		Tn/año de emisiones evitadas			
13 (ICO)	Utilización de maquinas silenciosas (maquinas clasificadas CE).	Número de máquinas nuevas con marcado CE de conformidad	Sin coste adicional	Cumplimiento de la normativa de prevención y aumento de la seguridad	No se contemplan costes adicionales, pues todas las nuevas máquinas tanto orientadas a la explotación como a la gestión, han de disponer de dicho marcado en el ámbito comunitario. Ha sido por ejemplo el caso de la adquisición de la batería de hidrociclado que es energéticamente eficiente y dispone de dicho marcado.

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
14 (ICO)	Optimizar intervalos de mantenimiento para filtros de aire y aceite y/o utilización de dispositivo de limpieza que permita mejorar la eficacia y prolongar el tiempo de vida útil de los filtros de aire y aceite.	Tiempos medios mantenimientos realizados / recomendados	No se identifican costes adicionales relevantes	Reducción de emisiones por permanente buen estado de los vehículos, mejora en su durabilidad y espaciado de los tiempos de parada por mantenimiento integral.	Se consideran mantenimientos en taller, los mantenimientos realizados por talleres en las instalaciones adaptadas de la explotación. Los costes por tiempos dedicados a la limpieza periódica de los filtros de aire (aire comprimido) y utilización de filtros de aceite con doble intervalo de mantenimiento, se compensan con el aumento del periodo en que los vehículos habrán de ser sometidos a tareas de mantenimiento integral. La espacios en que se realiza la revisión y mantenimiento en planta, es aneja a la de recogida de residuos peligrosos, por lo que su adecuación tampoco implica costes significativos.
	Realizar reparaciones y mantenimiento de vehículos en taller; respetando las disposiciones medioambientales y de vertido.	Mantenimientos en taller o espacio habilitado / total de mantenimientos			
15 (ICO)	Acondicionar espacios de recogida selectiva de residuos. (metales, plásticos, papel, aceites, baterías, ...; y adecuado destino de los mismos a través de empresas autorizadas si fuera exigible.	Nº de recogidas al año	Δ 1% sobre el coste por tareas de mantenimiento y ordenación permanente del espacio	Se reduce el riesgo de contaminación, la tala de árboles y se favorece la consolidación de un ciclo integral de todos los materiales susceptibles de reciclado.	Si bien el número de recogidas se mantiene, se ha duplicado la capacidad de los depósitos para recogida de aceites y aumentado y ordenado la tipología y capacidad de los contenedores para reciclaje de diversos materiales. A la par, sirve como medida de concienciación de los trabajadores en materia medioambiental.

TABLA DE RATIOS COSTE / BENEFICIO AMBIENTAL POR IMPLANTACIÓN DE (BP,s) y (MTD,s) < Recomendación 532/2003/CE >					
Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
MODELO DE "CONCILIACIÓN DE INTERESES"					
16	Espacios demostrativos del freno a la erosión y captura de carbono	Has. Creadas	7.000 €/Ha	En 40 años, el volumen de carbono fijado en planta y suelo puede alcanzar las 280 Tn/Ha.	En dos ciclos vegetativos se han fijado 15 Tn de CO ₂ ; por lo que puede estimarse una capacidad media de fijación de 7 Tn/Ha/año. Estimando un periodo de 40 años, el coste por Tn de carbono fijado sería de 25€/Tn.
		Tn de carbono fijadas			
17	Espacios para la sensibilización y la convivencia	M ² generados	28 €/m ²	3.000 M ²	El coste se ha establecido considerando el coste total de la actuación descontado el propio de toda acción experimental y tan sólo los 3.000 M ² del "Prado de San Sebastián". Estimando una vida útil de las instalaciones de 25 años, se habrá evitado la emisión de más de 122 Tn de CO ₂ ; y generado innumerables sinergias y nuevas conductas beneficiosas para el medio ambiente. Hay que considerar que el verdadero valor añadido a favor del medio ambiente en el contexto global del proyecto, se encuentra en el potencial de generación de sinergias y de impactos para la sensibilización medioambiental alcanzados entre la población; pues gracias a ello, cabe esperar que se produzca un efecto multiplicador en el número de conductas respetuosas con el medio ambiente que favorezcan el desarrollo endógeno de zonas deprimidas, como así lo demuestran los resultados alcanzados en dos años de experimentación.
18	Emisión gases invernadero	Tn / año evitadas (generación limpia)		4,90 Tn CO ₂ /año	
19	Aplicaciones, dispositivos y técnicas basadas en energías renovables	Núm.de aplicaciones/dispositivos		12	
20	Evolución de conductas	Núm. de impactos para la sensibilización alcanzados	46000		
		Núm. de colaboraciones y reuniones de la Sociedad con Administraciones, empresas e Instituciones	Δ 42		
		Actuaciones derivadas de sinergias generadas	Δ 6		
21	Construcción/rehabilitación de casas en la zona	Núm. de casas rehabilitadas o construidas	28,7 €/m ²	Δ 12	
22	Evolución del número de habitantes	Núm. de habitantes	Δ 9		
23	Empleo directo generado	Núm. de trabajadores contratados	Δ 3		