

CAPÍTULO 3

Gestión del impacto medioambiental de la actividad extractiva

Todas las actividades humanas producen un impacto medioambiental. El simple hecho de escribir con un lápiz en una hoja de papel crea un impacto medioambiental ya que se genera calor. Dependiendo de las circunstancias particulares, el impacto medioambiental de una actividad dada podrá resultar completamente insignificante o, por el contrario, constituir una perturbación importante que requerirá un tipo de gestión adecuada a la magnitud del impacto.

Resulta evidente que, por su propia naturaleza, la industria extractiva es susceptible de generar numerosos impactos medioambientales. Sin embargo, puede precisarse que dichos impactos permanecen en su mayoría localizados y no tienen efectos a gran escala, más allá de las inmediaciones de la explotación.

Sería un error creer que las empresas de este sector disponen de carta blanca para operar donde y como quieran. También sería ilusorio suponer que las prescripciones pueden aplicarse de manera uniforme a las diversas industrias europeas de extracción de materias primas. Para gestionar esta clase de actividad industrial se necesita alcanzar un justo equilibrio entre las reglamentaciones establecidas, adaptadas a las particularidades locales, y las iniciativas de los empresarios de canteras locales. Resulta evidente que los efectos potenciales de la actividad extractiva varían considerablemente dependiendo de las características medioambientales particulares de cada paraje, por lo que será preciso dotar, a la gestión medioambiental, de un enfoque flexible adaptado a las circunstancias específicas de ese entorno.

En los capítulos anteriores, se ha descrito la complejidad inherente al desarrollo de un proyecto de explotación, donde es necesario tomar en consideración un gran número de variables como son la geología, la mineralogía, la geografía, los mercados, etc. En los casos relativamente poco frecuentes en los que el proyecto sobrevive a este proceso interno de selección, se hace todavía preciso someterlo a un procedimiento formal de autorización.

Este proceso de autorización es una puerta abierta a la reglamentación medioambiental, que es una parte integrante de toda actividad extractiva. En el pasado, las relaciones entre los empresarios de canteras y las autoridades locales estaban guiadas, exclusivamente, por la legislación minera existente

que, en algunos países, sigue regulando las cuestiones relacionadas con la propiedad y el acceso a los recursos del subsuelo. Por el contrario, en la actualidad, la extracción de minerales ya no puede limitarse a cubrir las necesidades de recursos, sino que también debe buscar ser aceptada por la sociedad en general, desde un punto de vista medioambiental.

El procedimiento de obtención de permisos consiste en una serie de gestiones complejas y de larga duración, durante las cuales el proyecto es presentado, por el empresario, a un número considerable de autoridades competentes en materia medioambiental y en otros ámbitos. En numerosos países europeos, los permisos de explotación se someten a encuesta y las autorizaciones se obtienen pasando a través de 2, 3 y, a veces, 4 niveles diferentes dentro de la administración, que van desde las autoridades locales hasta los ministerios nacionales.

Durante este largo procedimiento -que puede llevar de 2 a 5 años-, el empresario minero, a veces, debe dividir su proyecto en varios expedientes diferentes que corresponden a diversos impactos y a autoridades con distintas áreas de responsabilidad: recursos naturales, ordenación del territorio, transporte, confederaciones hidrográficas, medio ambiente y residuos, contaminación atmosférica, etc. En algunas regiones europeas, la extracción está reglamentada por leyes relativas a la gestión del agua o a la ordenación del territorio dependiendo de si los acuíferos subterráneos van a resultar afectados, o no, por la futura explotación. El permiso de explotación puede llegar a variar en función del tipo de material que será extraído, del procedimiento que se utilice o, incluso, del tamaño y la altura de las instalaciones previstas.

A lo largo de esta fase de consulta, el proyecto es analizado, clarificado y modificado hasta llegar a ser aceptado por todas las administraciones involucradas. El aspecto positivo de este proceso radica en que, generalmente, es muy interactivo, a menudo incluso a escala muy local. Esto aumenta las posibilidades de que el proyecto sea considerado sobre bases más prácticas que teóricas. Sin embargo existe una contrapartida negativa originada por el aumento de la concienciación medioambiental y por la profusión de reglamentos desarrollados al respecto, que hace que el tiempo necesario para llegar al final de un procedimiento se demore excesivamente (existe un ejemplo de una gestión que duró 15 años) [86].



A pesar del hecho de que los Estados Miembros de la UE puedan tener enfoques bastante diferentes sobre su aplicación, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se ha convertido en una herramienta muy utilizada en los procedimientos de autorización. Como se demuestra claramente en este capítulo, el denominador común de las industrias extractivas no metálicas es que, habitualmente, los impactos medioambientales producidos son temporales y localizados, de manera que no pueden considerarse como riesgos ecológicos importantes. Ello no quiere decir, por supuesto, que no puedan producirse impactos más significativos o que no se deba actuar sobre efectos de poca importancia.

El compromiso de la industria a favor de una gestión sostenible del medio ambiente ha crecido tan rápido como el desarrollo de las nuevas normas medioambientales (serie ISO 14000, EMAS, etc.). Dentro de este contexto, no es sorprendente que, por ejemplo, la primera industria francesa registrada bajo la norma ISO 14000, durante la fase de prueba de esta norma, fuera una cantera productora de carbonato cálcico.

Es preciso también insistir en que, de acuerdo con las prácticas actuales, las explotaciones son, cada vez más, generadoras de hábitats variados y de biodiversidad: los emplazamientos de las canteras europeas tienden así a convertirse en zonas de alto valor ecológico. Hay también innumerables ejemplos en los que las canteras contribuyen al bienestar de los habitantes de la zona cuando son rehabilitadas como espacios naturales o como lugares para actividades de ocio.



Restauración de los terrenos tras la explotación

Una de las dificultades para iniciar o ampliar una actividad de extracción de materias primas es, sin duda, la potencial perturbación que la actividad puede significar para los habitantes de la zona. Resulta evidente que, cuanto menos habitada esté la región, tanto más fácil será la explotación. Pero, por numerosas razones ya enumeradas, puede darse el caso de que la explotación de un yacimiento se haga inevitable en zonas moderadamente habitadas e incluso con alta densidad de población, debido a la excepcional calidad de un yacimiento o por la necesidad de abastecer de materias primas a industrias locales como, por ejemplo, la construcción, el vidrio, la cerámica o la pintura.

Como contrapunto a cualquier perturbación medioambiental local, es importante insistir en el hecho de que una cantera es, generalmente, un elemento de vital importancia para muchas economías locales. Esto es especialmente obvio en algunas regiones rurales donde prácticamente todos los habitantes están ligados a la actividad de la cantera, bien sea directamente, bien sea mediante las empresas proveedoras o las consumidoras de productos de la explotación. Esta atracción que ejercen las canteras hacia otras industrias puede observarse incluso en regiones donde el número de trabajadores directos de la industria extractiva es reducido, en términos relativos. Considerando que un buen número de industrias depende directamente de las rocas y minerales para su propia producción, existen muchas regiones donde el conjunto de la población depende casi íntegramente de las canteras.

De la experiencia adquirida por los empresarios de canteras a través de los años, parece ser que, en general, las poblaciones que viven en las proximidades de las canteras se quejan de perturbaciones bastante limitadas y específicas, tales como las emisiones de polvo, el ruido procedente de las voladuras, el arranque de los motores por la mañana, el tráfico de vehículos pesados, etc. En estos casos, el diálogo con los habitantes de la zona es, realmente, un factor primordial, puesto que permite al empresario implantar acciones correctoras de forma que los habitantes del lugar tengan la certeza de que sus quejas son tomadas en consideración.

El respeto mutuo y un diálogo de calidad son elementos necesarios para alcanzar una coexistencia satisfactoria para todos. Tras haber sido a menudo olvidado este importante aspecto en el pasado, parece ser que ahora se ha emprendido el camino correcto. La aparición de asociaciones locales de defensa de la naturaleza y de grupos organizados de habitantes de la zona ha permitido establecer canales de diálogo constructivos y facilita, así, la consulta popular requerida en los procedimientos de autorización o las iniciadas por el propio empresario.



Diálogo con los vecinos de la explotación

Al mismo tiempo, la industria extractiva se ha vuelto más transparente. Aunque, por motivos de seguridad, el acceso a las canteras esté estrictamente limitado, las jornadas de puertas abiertas y las visitas guiadas son cada vez más frecuentes y contribuyen, de manera significativa, al aumento de la confianza recíproca que debe establecerse entre los habitantes de la zona y las entidades explotadoras de las canteras.



Creación de nuevos hábitats



A partir de este punto de la Guía, se examinan las principales perturbaciones que pueden producirse en una explotación, así como la legislación correspondiente y las buenas prácticas aplicadas para reducirlas al mínimo. Mediante ejemplos concretos, se pretende demostrar cómo la combinación del respeto a las disposiciones legales y la adopción, por los responsables de las canteras, de medidas voluntarias puede desembocar en una gestión medioambiental eficaz de una explotación determinada. Los casos prácticos presentados permiten mostrar la necesidad de aplicar enfoques diferentes para gestionar las diversas operaciones de extracción y de tratamiento.

Para facilitar la identificación del sector minero al que pertenece cada ejemplo, se ha recurrido a una leyenda de colores, tal y como sigue:

ÁRIDOS

CALES

CEMENTOS

MINERALES INDUSTRIALES

ROCAS ORNAMENTALES

YESOS

3.1 Ruido y vibraciones

En primer lugar, al hablar del problema del ruido es preciso realizar una distinción entre los ruidos producidos de forma permanente y aquellos que tienen lugar intermitentemente, ya que tanto su origen como las perturbaciones que producen son distintos. De una manera bastante característica, los **ruidos permanentes** o “ruidos de fondo” son los generados por la circulación urbana o a lo largo de las carreteras principales. Los ruidos producidos por las canteras y por el tratamiento de las rocas y minerales raramente pertenecen a esta categoría, puesto que la mayor parte son intermitentes o incluso esporádicos. No obstante, pueden existir algunas emisiones sonoras permanentes, como son las de las máquinas cargadoras que operan en los frentes, los captadores de polvo o las cintas transportadoras. Las plantas de tratamiento, en el sentido estricto, pueden emitir también un ruido permanente, pero, a menudo, se controla mediante pantallas aislantes acústicamente. Puesto que estas emisiones permanentes son débiles y sólo constituyen una parte del ruido de fondo global que pueda existir en un lugar determinado¹, suelen ser insignificantes y habitualmente bien aceptadas.

El **ruido intermitente** se produce por operaciones concretas, principalmente las voladuras, pero también por el arranque cotidiano de los motores, por la carga del material en los volquetes, la descarga en las tolvas de los equipos de trituración primaria, etc. Cuando este ruido no se produce en ciclos periódicos, o cuando el intervalo de tiempo entre estos periodos es largo, a veces se le denomina **ruido esporádico**. Con el fin de prevenir y controlar este ruido, las canteras bien gestionadas han tomado medidas concretas tales como la creación de montículos que formen pantallas, la instalación de motores más silenciosos, el recubrimiento con caucho de las cajas de los volquetes y de las tolvas, el capotaje de cintas transportadoras, el carenado de las plantas de tratamiento anteriormente al aire libre, etc. La industria de la roca ornamental ha introducido, por otra parte, nuevas sierras circulares denominadas “antirruído y antirresonancia” y ello tanto para el corte de los bloques en bruto, como para el acabado de las piezas más pequeñas [104].

Al analizar la problemática relacionada con el ruido, un factor clave es, evidentemente, la densidad de población existente en las proximidades de la cantera. La densidad de población en Europa varía desde 452 habitantes por km² en los Países Bajos a 16 habitantes por km² en Finlandia [72]. El grado de preocupación por los ruidos intermitentes producidos por las canteras situadas en regiones rurales poco pobladas de Escandinavia o entorno del Mediterráneo es, naturalmente, menos acusado que en las regiones urbanas muy pobladas.

Estas diferentes situaciones tienen su reflejo en los valores límites de emisión impuestos por las autoridades locales. Los valores

límite máximos de emisión de ruido en los países y regiones de Europa varían entre 50 – 85 dB(A)² durante el día y 35 – 70 dB(A) al atardecer y por la noche. Esta gama de valores suele completarse con límites dependientes del uso asignado al suelo por la planificación territorial. En Alemania, por ejemplo, los límites durante el día son respectivamente de 70, 65, 60 y 50 dB(A) en zonas industriales, comerciales, mixtas y residenciales [102]. Muchos de los grandes grupos industriales productores de rocas y minerales también cuentan con su propia política medioambiental, que requiere que en las explotaciones se consideren los valores límite legalmente establecidos a escala local, simplemente como requerimientos mínimos, y fijándose como objetivo mantener las emisiones sonoras por debajo de esos valores límites.

Las **vibraciones** que pueden tener una influencia sobre el medio ambiente se producen, habitualmente, por las voladuras que han de realizarse en las canteras de rocas masivas para fracturar las rocas in situ y, así, extraer los materiales útiles. Las voladuras generan vibraciones en el suelo y sobrepresiones en el aire, siendo inevitables algunas fugas o pérdidas de energía en forma de vibración más allá de la zona fracturada. Pese a que esta energía no productiva sólo representa un pequeño porcentaje de la energía total de la explosión, en determinadas circunstancias geológicas, puede desplazarse varios kilómetros antes de caer a niveles próximos al ruido de fondo normal.

Las **sobrepresiones aéreas**, fenómeno similar al paso de aviones por la “barrera del sonido”, se deben a la superposición, en el aire, de un determinado número de ondas de presión generadas después de la detonación [16]. La presión resultante se transmite en el aire como una onda de sonido cuya propagación se ve afectada por factores tales como las condiciones atmosféricas, la topografía del terreno o la vegetación. La voladura en cantera es ciertamente causante de molestias para los habitantes de la zona, aunque más desde un punto de vista psicológico que físico³.

Las buenas prácticas en materia de voladuras tienen importantes consecuencias sobre la rentabilidad de las operaciones y, por lo tanto, son una de las principales preocupaciones de las canteras de rocas masivas. Con objeto de optimizar la recuperación de los minerales, la explosión debe fragmentar el macizo rocoso en bloques de tamaño adecuado: ni demasiado pequeños (los finos que implican la producción de polvo) ni demasiado grandes,

¹A 50 metros de una instalación de trituración carenada, el nivel de ruido es equivalente al que se produce en las oficinas en actividad.

² dBA: Decibelios medidos con la ayuda de un sonómetro que incorpora un coeficiente de frecuencia (coeficiente A) que establece la diferencia entre los sonidos de diversas frecuencias tal y como lo haría el oído humano. Un aumento de la energía del ruido que suponga el doble de la inicial proporciona un aumento de 3 dBA (por ejemplo: 90 dB + 90 dB = 93 dBA).

³ Investigaciones recientes han demostrado que las explosiones siempre pueden molestar a los habitantes de la zona, pero que las canteras que han establecido buenas relaciones con la vecindad están menos sujetas a quejas. Aun cuando las voladuras son la segunda causa de preocupación de los habitantes del lugar (después del polvo), las quejas relativas a las vibraciones por voladuras no están motivadas por daños estructurales reales, sino que son más bien el resultado de una respuesta humana negativa y del miedo a que se produzcan dichos daños estructurales [53]. El nivel de vibración a partir del cual se producen las quejas es muy variable de forma que, una vez sobrepasado el umbral de percepción (y dentro del límite de los criterios tolerados de daño), el grado de vibración alcanzado tiene poca relación con la intensidad de las quejas resultantes [44].

lo que requeriría operaciones complementarias que encarecen el proceso y que implican también la emisión de polvo.

Para facilitar el trabajo de los equipos de carga y el adecuado llenado de las cajas de los volquetes, la voladura debe producir también un montón lo suficientemente grande al pie del frente de explotación, de forma no demasiado irregular y con los bloques bien clasificados. En el propio frente, las plataformas de trabajo tienen que quedar en buenas condiciones y los taludes han de obtenerse suficientemente despejados y saneados para prevenir el peligro de caída de bloques y rocas colgadas. Recientemente se han conseguido grandes mejoras en la calidad de los explosivos, de los detonadores de micro-retardo, de los esquemas de voladura y del control electrónico secuencial de los disparos para evitar las vibraciones y los barrenos fallidos que provocan la proyección de piedras y la producción de polvo. Es evidente que, en el ámbito de las voladuras, se conjugan perfectamente los intereses medioambientales y los operativos, beneficiándose ambos, en la misma medida, de cualquier progreso tecnológico.

En algunos países, como por ejemplo en Bélgica, las asociaciones de la industria extractiva organizan programas de formación sobre voladuras, subvencionados por los propios empresarios. En el sector de las rocas ornamentales, la utilización de medios mecánicos o el uso de cables y discos diamantados tienden a disminuir el uso de explosivos [104].

Además de las generadas por las voladuras, también pueden producirse vibraciones en las instalaciones de trituración primaria de gran tamaño y en las instalaciones de cribado, aunque pueden reducirse, en gran medida, con cimentaciones y apoyos adecuadamente concebidos.

El valor límite para las vibraciones en el suelo que se aplica a las canteras en Europa varía entre 2 y 50 mm/s (PPV), con una media de unos 15 – 20 mm/s y 90 – 140 dBL (OP) para las sobrepresiones aéreas⁴. Para las vibraciones transmitidas al suelo, estos límites están relacionados con la frecuencia de las vibraciones y con el tipo de usos del suelo circundantes. Por ejemplo, en Alemania, el PPV para una frecuencia <10 Hz es de 20 mm/s en zonas industriales y comerciales y solamente de 5 mm/s en zonas residenciales [102].

En España, la norma UNE 22381:93 establece los rangos de valores admisibles para la velocidad máxima de las partículas en función de la frecuencia principal de la vibración y del tipo de edificaciones que pudieran verse afectadas. Se recomienda realizar las voladuras en horas fijas de máxima actividad laboral, dando aviso a los vecinos de la proximidad del disparo.

⁴Las vibraciones debidas a las voladuras se miden en términos de la velocidad pico de las partículas (PPV en mm /s) y la sobrepresión de aire (OP en dBL). La escala logarítmica dBL de medida del nivel de sonido tiene dos umbrales: 0 dBL es el umbral normal de audición y 140 dBL es el umbral de tolerancia al dolor.

Casos reales sobre ruido y vibraciones

Motores silenciosos para palas cargadoras y otras máquinas de canteras

Ref. Biblio. [33]

Cantera de Milieu – Caliza para áridos

Desde hace decenios, en la región de Tournai (Bélgica), coexisten varias canteras con los habitantes del lugar. Puesto que un número importante de empleados y otros habitantes viven muy cerca de estas explotaciones, una de las mayores preocupaciones de los empresarios de canteras de la región es la de controlar la emisión de ruido.

Para una de estas importantes canteras de caliza, que produce unos 4 millones de toneladas por año de bloques y de áridos triturados, el ruido intermitente era debido, en parte, a los equipos y a la maquinaria que trabajan en el frente de explotación, así como a los enormes camiones volquete y a las palas cargadoras empleados (Caterpillar 992 C, 992 D, etc.).

Con el propósito de reducir al mínimo el ruido de estas máquinas y, en particular, el producido en el momento de su puesta en marcha diaria, la cantera ha optado por dotarlos de motores más silenciosos. Por otra parte, los pequeños camiones de 35 toneladas han sido progresivamente sustituidos por otros de una capacidad de 85 toneladas, lo que reduce, por supuesto, su número. Además, han sido equipados con sistemas electrónicos e informáticos para el control de los tiempos de carga, del consumo, etc. Todas estas medidas específicas aplicadas a los dispositivos de carga y de transporte en la cantera han permitido una reducción considerable de las perturbaciones sonoras intermitentes.

La combinación de estas medidas con otras clásicas, tales como la construcción de cordones de tierra revegetados, empleados como pantallas acústicas, y el aislamiento de los puntos de descarga al triturador primario, hacen que la zona esté considerada ahora como relativamente silenciosa, por los habitantes del lugar. El ruido intermitente de la cantera no es particularmente importante con respecto al ruido de fondo permanente ligado a las carreteras y autovías que atraviesan la zona urbana circundante.



Vista general de las pistas de transporte

Martillos hidráulicos en sustitución de los explosivos

Ref. Biblio. [61]

Cantera de Arstop – Granito para áridos



Las razones para estimular la utilización de martillos hidráulicos en lugar de los explosivos en canteras están principalmente ligadas a las limitaciones medioambientales pero también a cuestiones de costes de explotación. Esta nueva técnica de arranque en masa de las rocas, por pesados martillos hidráulicos montados sobre orugas, más utilizados tradicionalmente para el taqueo y ruptura de bloques sobredimensionados está, sin embargo, todavía poco extendida en la explotación de canteras.

Debido a la proximidad de zonas residenciales y beneficiándose de un periodo de reorganización, la empresa explotadora de la cantera de áridos de Arstop ha elegido sustituir las voladuras por un arranque con martillo hidráulico.

Después de probar diferentes equipos entre 1994 y 1996, la cantera optó por una nueva generación de martillos hidráulicos capaces de arrancar, en el frente de explotación, de 270 a 470 toneladas por hora de rocas duras: la versión vibrosilenciosa elegida está particularmente bien insonorizada (85 dB(A) medidos a 10 m) y tiende a limitar las vibraciones inducidas en el macizo rocoso. Aun cuando en comparación con las voladuras, la producción que alcanza este género de equipos es relativamente pequeña, no obstante es ideal para canteras pequeñas o medianas y sobre todo, es más respetuosa con el medio ambiente, en determinados casos.

Los efectos negativos de las voladuras tales como las vibraciones, los ruidos esporádicos e incluso las proyecciones de piedras ya no tienen lugar con esta mejora que ha sido aprobada por los habitantes del lugar y por las autoridades locales.

Aunque estos nuevos artefactos producen un ruido permanente, se evitan otros en el resto de la instalación. Debido a la calidad de la roca arrancada con martillo hidráulico, que produce una granulometría homogénea (entre 200/400 mm), las operaciones posteriores a la trituración se han visto simplificadas al haberse suprimido una machacadora de mandíbulas.

Por otra parte, la producción de materiales finos y de polvo ha disminuido del 12 % al 2 % lo que supone otra importante mejora en la calidad del aire en los alrededores de la cantera.

Por último, se han simplificado los proyectos de restauración del lugar después de la actividad, puesto que actualmente los nuevos bancos de explotación no tienen alturas superiores a 5 m, a diferencia de los bancos de voladuras optimizadas para alturas de 12 a 20 m. La configuración final de la cantera será así más nivelada y menos peligrosa para los visitantes.

El equipo de dirección de la cantera estima que se ha producido una reducción del 55 % de los costes por tonelada producida de granito triturado. Además, la producción anual se ha elevado desde 600.000 toneladas a 750.000 toneladas. Este aumento de la capacidad y la reorganización de las pausas y horas de trabajo ligadas al nuevo modo de explotación en el frente de explotación ha abierto, al mismo tiempo, nuevas perspectivas en materia de empleo.

Alternativa a los avisadores sonoros de marcha atrás de palas cargadoras y volquetes

Ref. Biblio. [111]

Cantera de Rübeland – Caliza para cal



En las zonas donde concurren actividades diferentes, como en este caso particular, donde coinciden industrias de la cal y zonas de hábitat para los empleados de estas industrias, resulta a veces difícil controlar las perturbaciones producidas por las emisiones sonoras.

Para combatir tales perturbaciones fue necesario realizar un inventario completo de fuentes sonoras. Uno de los ruidos característicos registrado fue el de los avisadores acústicos de marcha atrás de las palas cargadoras sobre ruedas y de los volquetes utilizados en las explotaciones. El sonido producido por estos dispositivos acústicos, instalados en estos enormes artefactos por razones de seguridad, se convirtió en una perturbación sonora para los habitantes del lugar más próximos a la instalación, especialmente durante las horas del atardecer y de la noche.

Por esta razón, entre 1995 y 1998, se realizó una importante investigación de los sistemas alternativos de alarma para las operaciones de marcha atrás. El objetivo era reducir las emisiones sonoras conservando una seguridad máxima en la zona de maniobra de las grandes máquinas y en particular, evitar toda "intrusión" accidental de peatones u otros artefactos en los ángulos muertos en lo que a visibilidad se refiere. Al mismo tiempo, fue necesario asegurarse de que el conductor de los vehículos pudiera reconocer un peligro en el momento de iniciar la marcha atrás para evitar, de alguna manera, los accidentes y posibles daños.

Durante el periodo de ensayo, se probaron diversos sistemas de ultrasonidos y equipos de visión trasera (cámaras y monitores instalados a bordo). Este último sistema con cámaras de gran angular y grabación de imagen obtuvo los mejores resultados. Para el trabajo nocturno, la instalación de un sistema complementario de equipos electrónicos provistos de aparatos de flash y de faros traseros adicionales ha mejorado la señalización del peligro y la visibilidad de los conductores. Por lo tanto, esta combinación ha servido de alternativa a las señales sonoras y ha permitido reducir al mínimo las perturbaciones sonoras producidas por los grandes vehículos. La *German Quarry Insurance Association* ha concedido, por otra parte, su cobertura de seguro a esta solución.

Actuaciones habituales para reducir ruidos y vibraciones

Ref. Biblio. [75]

Cantera de Dürenbach – Caliza para cal



La cantera de Dürenbach que produce 1.000.000 de toneladas al año de caliza ha aplicado medidas estándar para reducir los ruidos y vibraciones: carenado de la machacadora y de la zona de carga en la instalación y, para las operaciones de extracción en la cantera, voladuras con mejor repartición de la carga en columna y detonadores de micro-retardo para reducir las vibraciones.

Durante los dos últimos años, se realizaron dos pozos en el centro de la cantera para asegurar el almacenamiento y el establecimiento de un sistema vertical de transporte. Al colocarse la trituradora en la parte superior de uno de estos pozos, el número de operaciones de transporte mediante volquetes y las distancias de la zona de carga al triturador han podido reducirse en más del 50 %.

Nuevos métodos de voladura y nuevas palas cargadoras para reducir el ruido

Ref. Biblio. [106]

Cantera de Gaurain – Ramecroix – Caliza para cemento



Esta cantera de roca caliza masiva es explotada sobre una longitud de 750 m y hasta una profundidad total de 230 m bajo la superficie del suelo. Hasta hace poco tiempo, se han estado empleando explosivos (Irremita y An-FO) para extraer la roca del macizo. La utilización de detonadores de micro-retardo y el control de la carga de los barrenos han permitido la obtención de un buen grado de fragmentación al mismo tiempo que una reducción de las molestias sonoras y de las vibraciones. Sin embargo, los frentes se han ido desplazando con el tiempo hasta situarse a no más de 500 m de las viviendas más próximas. Como cada día eran necesarias dos voladuras de entre 20.000 y 25.000 toneladas para la alimentación de la fábrica de cemento y de la instalación de producción de áridos, se realizaron investigaciones para reducir al mínimo los impactos producidos por dichas voladuras. La nueva técnica estudiada de forma conjunta con el fabricante de explosivos ha permitido rebajar el pico de presión en torno al 15 %.

Como, sin embargo, en la aplicación sobre el terreno, esta mejora no ha sido calificada de suficientemente satisfactoria, el equipo de dirección de la cantera ha propuesto un método radicalmente diferente de explotación para el abatimiento de las rocas de los frentes superiores de la cantera empleando una enorme pala hidráulica de 255 toneladas y 1.280 CV. Con su cazo de 12 m³ y una fuerza de penetración de 1.100 kN, esta pala permite reducir del 15 al 20 % de las actividades de perforación y voladura, en particular en los frentes de explotación más sensibles del nivel superior de la cantera. Esta inversión ha permitido, sin duda, disminuir las molestias causadas a los habitantes de la zona.

Medidas para reducir las quejas de los vecinos respecto al ruido y las vibraciones

Ref. Biblio. [111]

Cantera de Istein – Caliza para cal



En 1983, la empresa explotadora obtuvo el permiso de extracción para 10 años de 700.000 toneladas/año de caliza en su nueva cantera de Istein. Cuando se realizaron los trabajos preparatorios, se produjeron numerosas objeciones por parte de los habitantes de una población situada a menos de 300 m. Sus principales inquietudes estaban dirigidas hacia el impacto visual del emplazamiento, las vibraciones ligadas a las voladuras y las emisiones sonoras.

Fue preciso llegar a establecer unos parámetros para la perforación de los barrenos de las voladuras que permitieran un control suficiente, entre los que destacaban un límite máximo de 80 kg de explosivo por barreno, un máximo de 6 barrenos por secuencia de disparo y una altura máxima de 20 m para los frentes. Las cargas explosivas en la columna fueron divididas y activadas con detonador de micro-retardo con el fin de mantener las vibraciones en niveles relativamente pequeños. La empresa emplea, por otra parte, dos cargadoras sobre neumáticos CAT 988 F y 2 volquetes CAT de una capacidad de 50 toneladas para transportar el material arrancado al triturador primario. Todos estos equipos responden a las normas más recientes en materia de emisión de ruido. La instalación de trituración ha sido, por otra parte, completamente revestida de paneles tipo 'sándwich' con una alta capacidad de absorber el ruido. El material pretriturado es trasladado por cintas transportadoras a la planta de clasificación situada a una distancia de 1,5 km. Esta cinta transportadora está, por supuesto, perfectamente aislada y no tiene incidencia sonora.

Las medidas enunciadas han permitido disipar las quejas e inquietudes de los habitantes del lugar que, en consecuencia, no han presentado objeciones en el momento de la encuesta, lo que ha propiciado la obtención del segundo permiso de actividad, en 1992, para una ampliación de 20 años.

Mejoras en los sistemas de iniciación en voladuras

Ref. Biblio. [E-69]

Explotación de calizas (Ocaña / Toledo) – Calizas para cemento



En las explotaciones de CEMENTOS HISPANIA, S.A. se han empleado diferentes métodos de iniciación de los explosivos en las voladuras. En los inicios se utilizaba la mecha lenta, posteriormente se aplicaron métodos de iniciación eléctricos con cebado en fondo y después se utilizó cordón detonante con iniciación en cabeza.

Estos métodos según la experiencia obtenida, representaban un problema, a veces, en cuanto a vibraciones y ruidos ocasionados por la propia detonación, al recibir protestas de todo tipo.

Actualmente, siguiendo el compromiso que esta empresa tiene con el Medio Ambiente y con la seguridad minera, se utilizan detonadores no eléctricos con los cuales es posible optar por una gama amplísima de secuenciación en la iniciación de los barrenos.

Debido a esa gran variedad de posibilidades, es posible afirmar que, después de las mediciones y comprobaciones efectuadas en los dos últimos años, en los cuales se han estado utilizando los detonadores no eléctricos, además del lógico incremento de la seguridad en la manipulación del explosivo, se ha apreciado un descenso de vibraciones en torno al 45 %, en las grandes voladuras. Igualmente, el nivel de ruidos ha disminuido considerablemente al emplear los métodos indicados en estos detonadores para la amortiguación de los mismos.

Cabe citar igualmente, por último, la desaparición a efectos prácticos de las proyecciones desde que se utilizan estos modernos sistemas.

Instalación carenada para el control del ruido y del polvo

Ref. Biblio. [E-29]

Cantera L'Escaleta (Alicante) - Áridos para la construcción

La empresa Eugenio Botella, S.L., para evitar los problemas medioambientales originados por la producción de ruido y de polvo de su explotación de calizas, ha diseñado la planta de tratamiento totalmente cerrada en las zonas más críticas en la generación de estas afecciones.

El diseño y ubicación de las aberturas, así como el tipo de carenaje elegido para equipos fijos, cintas transportadoras y edificaciones, han demostrado una gran eficacia a efectos de mantener bajo control estos aspectos.

La importancia concedida por la empresa a los trabajos de mantenimiento y conservación, permite alcanzar un muy elevado nivel de limpieza de la planta de tratamiento.



Planta de tratamiento concebida para su integración en el entorno: instalaciones carenadas, cintas transportadoras con capotaje, edificios del mismo color



Otra vista de la planta

Sistemas para controlar el ruido

Ref. Biblio. [E-64]

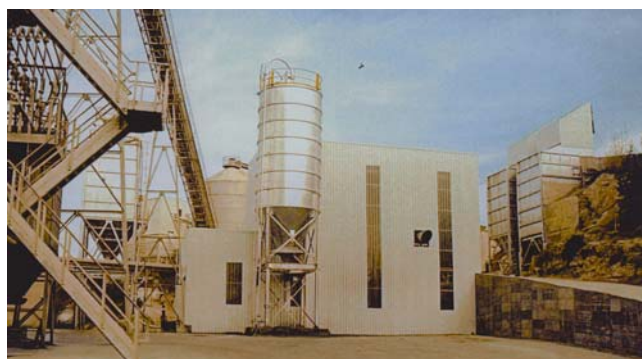
Cantera (Pacs del Penedés / Barcelona) - Cales

En la cantera de Pacs del Penedés, la empresa Cales de Pachs, S.A., ha realizado diversas actuaciones encaminadas a la reducción y/o eliminación del ruido de la explotación y la planta de tratamiento, entre ellas, las siguientes:

- ☉ Asfaltado del camino de acceso a cantera, desde la entrada de la factoría hasta la zona de machaqueo, con la consiguiente reducción de ruido en el tránsito de camiones.
- ☉ Cerramiento y cubrición de ciertas partes del circuito de machaqueo y almacenamiento de áridos.

En la fábrica, se ha realizado toda una serie de actuaciones encaminadas a la reducción ruido, más espectaculares si cabe que en la cantera, como son:

- ☉ Instalación de silenciadores en los habitáculos donde se sitúan los motores de combustión, enfriamiento y transporte neumático consiguiendo una reducción de la contaminación acústica de 94 dB y 99,50 dB a 18 dB y 15 dB, respectivamente, en ventanas y tuberías.
- ☉ Cerramiento y cubrición de toda la zona de molturación y micronización del óxido cálcico y transporte neumático del mismo mediante sistema estanco.
- ☉ Cerramiento y cubrición de la zona de molturación y micronización del carbón de coque (combustible para el horno de cocción), sistema neumático de transporte estanco y filtro de mangas de recogida del polvo generado.



Vista general de la fábrica

Pantalla vegetal para el control del polvo y del ruido

Ref. Biblio. [E-86]

Concesión "Benedicta" (Poriño / Pontevedra) – Granito ornamental

En la concesión de explotación "Benedicta", POCASA – Poriñesa de Canteiras, S.A. – Asociación de Canteiras de Galicia- ha realizado una serie de actuaciones encaminadas a mantener bajo control el ruido y el polvo producidos durante las operaciones de producción de granito ornamental de la variedad "Rosa Poriño". En esta concesión de 26 cuadrículas mineras, están en explotación, en la actualidad, unas 250 ha.

Además de haber instalado sistemas de riego por aspersión de las pistas para evitar el polvo producido por la circulación de equipos móviles en tiempo seco, se han asfaltado unos 18 kilómetros de pistas y caminos, a los que se ha dotado de cunetas y de conducciones de agua.

Pero, sin duda, la medida más importante y eficaz ha sido el levantamiento de una pantalla artificial de aproximadamente 500 metros de longitud y 30 metros de altura, constituida por una loma artificial con escombros de cantera recebados de tierra vegetal sobre el cual se ha realizado una plantación de árboles con el fin de proteger de polvo y ruidos a una zona de gran concentración de viviendas muy próxima a la concesión. Esta pantalla permite, asimismo, eliminar totalmente el impacto visual producido por la explotación sobre estas viviendas.



Pantalla formada por una loma y una barrera vegetal

Apantallamiento acústico de la planta de tratamiento

Ref. Biblio. [E-59]

Calera (San Cucao de Llanera / Asturias) – Cales

Dentro de las mejores técnicas medioambientales aplicadas por la empresa Caleras de San Cucao, S.A., cabe destacar la relacionada con el apantallamiento acústico de la instalación.

Tanto en la zona de la remodelación del circuito de crudos como en la carga del nuevo horno, se han encerrado en una serie de edificios revestidos con aislamiento acústico, los elementos más ruidosos de las mismas. El propio skip se ha recubierto de goma para evitar la generación de altos niveles sonoros, actuándose del mismo modo con la tolva de recepción de material.

Esta preocupación por los niveles sonoros emitidos al medio ambiente, ha sido implantada en el circuito de crudo ya existente, en el que se ha procedido a encerrar las partes más ruidosas como machacadoras y cribas.

Sistema integrado para el control de la fragmentación de las voladuras y la optimización de los procesos de producción

Ref. Biblio. [E-58]

Concesión "AMAYA" (Alzo / Gipuzkoa) – Cales

La Concesión de Explotación "AMAYA", con una producción anual de 1.700.000 toneladas, dedica su actividad principal, al suministro de carbonato cálcico para la fabricación de cales y derivados, ya que de esta Concesión Minera, se alimentan los hornos de calcinación existentes en la propia explotación. Subsidiariamente, dedica su actividad a la fabricación de áridos clasificados y hormigones. La industria de la cal, se alimenta de carbonato cálcico de una determinada granulometría (balasto). Tanto en las voladuras, como en la trituración primaria, interesa no producir tamaños inferiores a 30 mm, ya que no son de utilidad en la industria mencionada, constituyendo un producto de bajo valor añadido.

El sistema permite adquirir continuamente datos de producción y cuantificar el impacto de la calidad de la voladura sobre el rendimiento global de la cantera. Los primeros resultados establecieron la influencia de las variaciones de la fragmentación después de las voladuras (finos) en los costos. Igualmente, el sistema permite adaptar en continuo los parámetros de las voladuras a las características del macizo rocoso para la obtención de la bloque-metría deseada.

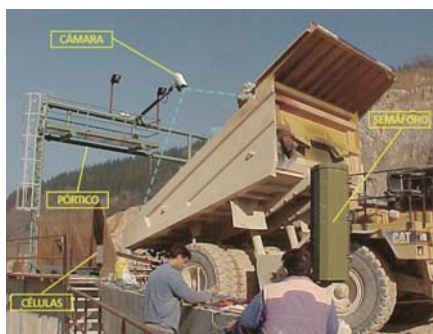
El trabajo de investigación que se sintetiza y describe a continuación, está englobado dentro de los Programas BRITE EURAM, titulándose "BLAST-CONTROL", siendo cofinanciado por la Comunidad Europea y coparticipan las siguiente diversas Sociedades y Universidades.

El Proyecto va encaminado a conseguir objetivos técnico-económicos, como son el diseño de la "voladura ideal" para reducir el porcentaje de finos, y objetivos medio ambientales, consistiendo en la optimización del recurso con la disminución del porcentaje de finos generados lo que lleva implícito una disminución en el arranque de material y en el transporte del estéril a la escombrera. Según esto, se preestablecieron dos metas claras: Una era crear un sistema de mediciones en continuo de perforación y voladura, carga y transporte y trituración primaria, para de este modo poder medir los resultados de las voladuras experimentales a realizar y poder saber si se ha reducido el porcentaje de finos así como su influencia sobre la carga y transporte y trituración primaria. La segunda era reducir, en "Cantera de Alzo, S.A.", los finos generados en las voladuras, a base a realizar voladuras experimentales.

Se requiere ser capaz de controlar y cuantificar continuamente el impacto de la fragmentación sobre las operaciones básicas y garantizar con la voladura la "fragmentación ideal" que optimice el flujo de

producción y reduzca al mínimo los costes. Para ello se ha instalado un sistema de toma de datos continuo para el control de la producción; todos los datos son importados a una base de datos central, desarrollada para gestionar la gran cantidad de los mismos diariamente medidos. El sistema almacena, organiza y calcula los parámetros de producción individualmente para cada voladura y además permite la posibilidad de comparar entre ellas.

El análisis inicial, ha proporcionado la primera correlación cuantificada entre fragmentación después de la voladura y rendimiento en la explotación minera. Indica que las mejoras en el resultado de la voladura pueden tener consecuencias en el rendimiento real de la misma. El sistema permite determinar los parámetros de las voladuras específicas de cada zona de la explotación, para llevar a cabo actuaciones en ese sentido a fin de garantizar la fragmentación deseada.



Sistema de células de detección en la tolva de alimentación de la instalación

Control de las vibraciones y de la onda aérea por proximidad a una localidad

Ref. Biblio. [E-90]

Concesión La Campa (Folgo del Caurel / Lugo) – Pizarra 

La empresa ULTRANSA, S.L. es la explotadora de la Concesión de Explotación LA CAMPA 5367.2, situada en el término municipal de Folgo del Caurel, de la provincia de Lugo, destinada al beneficio de la pizarra.

El laboreo se lleva a cabo mediante desmonte, hasta llegar a la capa de pizarra explotable. Una vez alcanzada la capa, se procede a su extracción mediante corte con hilo diamantado, y muy rara vez, mediante el empleo de pólvora de mina, ya que este daña al macizo residual, con la consiguiente reducción del ratio aprovechable.

Para la realización de las labores de desmonte, teniendo en cuenta el tipo y características geomecánicas de la roca de recubrimiento, se hace imprescindible la utilización de explosivos industriales, con el fin de ir arrancando ese material para su posterior traslado a vertedero autorizado.

Como consecuencia de las voladuras se producen dos fenómenos, que siempre están presentes en cualquier voladura, y que pueden incidir negativamente en el entorno:

1. Se producen vibraciones terrestres, debido a que el explosivo está confinado en el barreno, y como consecuencia de la

detonación, se produce una gran cantidad de gases a alta presión y temperatura, que se transforman en dos fases sucesivas, en agrietamiento de la zona de voladura y en esponjamiento de la zona volada, originando vibraciones en el terreno. La transmisión de esas vibraciones depende básicamente del tipo de terreno, y de la carga operante disparada.

2. Como consecuencia del escape de gases y el empleo de cordón detonante, se produce onda aérea.

Las voladuras máximas son de 500 kg de explosivo, y se realizan a 750 m de distancia de Santa Eufemia. El sistema de trabajo habitual es la realización de voladuras mediante pega con mecha, empleando línea maestra de cordón detonante de 6 g/m, utilizando cargas variables de explosivo. Debido a la proximidad de la explotación a la localidad Santa Eufemia, se intentó minimizar los efectos de las voladuras en dicha localidad, en agosto del año 2002.

Para ello se contó con la ayuda del Departamento Técnico de Unión Española de Explosivos, además del propio Departamento Técnico de la empresa. Se planteó, entonces, una doble posibilidad para reducir los efectos de las voladuras bien mediante el empleo de detonadores eléctricos, bien con la utilización del sistema Primadet, de iniciación en fondo y secuencia en superficie.

Para comprobar los niveles de vibración y onda aérea se emplearon tres sismógrafos, uno de ellos en Santa Eufemia, y los otros dos en línea recta entre la explotación y el pueblo colocados, estos últimos, con el objeto de poder correlacionar cargas con niveles de vibración, para poder obtener una ley de amortiguación suficientemente precisa.

Las pruebas se realizaron el 8 y 13 de agosto del 2002, comenzando por la pega eléctrica. En la voladura eléctrica, el nivel máximo de vibración medido -de 0.572 mm/s- se encontraba muy por debajo del que establece la norma UNE 22.381/93. Con el sistema Primadet el nivel de vibración recogido era menor de 0.5 mm/s, puesto que el sismógrafo no registra valores inferiores a esa cantidad.

Comparando ambos sistemas de iniciación, se observó que en todo el rango de distancias, el sistema de Primadet arrojaba valores menores de vibración, salvo el último en que la distancia se reducía en más de un 50 % (pasando de 50 a 20 metros), y como consecuencia el nivel era mayor.

En cuanto a la onda aérea, ésta causó asombro, ya que se midieron valores mayores que con la pega eléctrica, siendo esto motivado por el uso de cordón detonante en la caña del barreno, para garantizar la transmisión de la detonación a todos los cartuchos por la existencia de agua en los barrenos.

Como conclusión del estudio sobre la sistemática de voladuras a implantar, se ha decidido adoptar el método Primadet, por obtener mejores resultados que el eléctrico, en cuanto a los objetivos medioambientales perseguidos, además de otras ventajas, como la sencillez de su manejo.

Medición
de las vibraciones

Reducción de las vibraciones y estudio de fragmentación

Ref. Biblio. [E-71]

Cantera Horcallana (Andorra / Teruel) – Caliza para desulfuración de carbón en central térmica



Endesa generación explota la cantera Horcallana para la extracción de carbonato cálcico, que, tras ser molido a un tamaño reducido, se emplea en la desulfuración de los humos de combustión del carbón de la central térmica de Andorra (Teruel). Con anterioridad a su apertura, se realizó un exhaustivo proyecto de explotación, que incluyó un proyecto de voladuras; en él se incluyó un estudio de fragmentación y un estudio de vibraciones. El estudio de fragmentación tuvo como fin la reducción de producción de finos, no aprovechables en el proceso industrial, que deben ir a vertedero, con el consiguiente detrimento ambiental. El estudio de vibraciones tuvo como fin el control de las vibraciones producidas en las voladuras, cuantificando su transmisión y relacionando los valores pico de vibración con la carga operante de la voladura y la distancia entre la cantera y las estructuras a salvaguardar (las casas del pueblo de Andorra y la propia central térmica). El resultado de estos dos estudios fue un diseño de voladuras medioambientalmente óptimo, con muy baja o nula producción de finos, lo que elimina o reduce las escombreras y mejora la productividad y rendimientos de producción, y unos niveles de vibración generados en las voladuras controlados y adaptados a las limitaciones impuestas por la normativa.

Este ejemplo muestra cómo es posible tener en cuenta los factores medioambientales que influyen en la explotación ya en el proyecto, lo que permite valorarlo y realizar las acciones correctoras adecuadas con antelación. En este caso, permitió realizar un diseño racional de las voladuras y de la cantera que tuviese en cuenta los dos factores indicados (fragmentación y vibraciones).

De forma asociada al diseño de las voladuras, se eligieron las máquinas de perforación adecuadas al diseño de la explotación.

Máquina
de perforación

3.2 Polvo

El polvo se produce en distintas fases de las operaciones, tales como las voladuras, la carga, el transporte y la trituración, es decir, cada vez que las rocas y minerales son puestos en movimiento. El tamaño de las partículas que pueden ponerse en suspensión en el aire varía desde algunos micrones hasta casi 3 mm. La dinámica de las emisiones de polvo es una materia muy compleja. El polvo emitido en una instalación (mediante trituración fina, molienda, clasificación, secado, etc.) se suele recoger mediante sistemas de captación equipados con filtros de recuperación de las materias finas. El polvo recogido de estos filtros puede eliminarse o bien, en muchos casos, puede retornarse al proceso de tratamiento o incluso venderse como producto específico, como suele ser el caso de los minerales industriales con alto valor añadido.

En general, la composición del polvo no puede deducirse a priori de la propia del mineral que lo origina, pero es necesario prestar especial atención al contenido en sílice. La exposición al polvo de sílice constituyó un importante problema sanitario durante el apogeo de las explotaciones de carbón, puesto que este polvo era el causante del desarrollo de las silicosis. El nivel y/o la duración de la exposición necesaria para inducir la patología son, sin embargo, elevados y se han alcanzado notables progresos en higiene y en seguridad en el trabajo. Si bien el polvo silíceo sigue constituyendo todavía un problema en relación con la higiene ocupacional, particularmente en ciertas situaciones de confinamiento, la dispersión aérea de este tipo de polvo en el ambiente, no implica, un riesgo para la salud de las personas que viven en el entorno de la explotación.



Mantenimiento de las pistas en buen estado

La industria extractiva comparte con otras actividades como, por ejemplo, la agricultura y la construcción, la problemática relacionada con las emisiones de polvo. Si se considera la cuestión del polvo depositado alrededor de las canteras a cielo abierto (donde la trituración es una técnica muy utilizada), es evidente que las condiciones climáticas influyen, en gran medida, sobre el nivel de emisión y de dispersión de las partículas finas. Indudablemente, la extracción en cantera genera más polvo en un clima seco que en las regiones húmedas y lluviosas. En algunas

regiones del sur de Europa, los largos veranos secos y, a veces, ventosos reúnen las condiciones ideales para la dispersión del polvo hacia puntos donde, en ocasiones, el nivel de polvo puede ser muy elevado. Por el contrario, esos problemas de dispersión son más bien esporádicos en el norte de Europa donde son más frecuentes las brumas, las nieblas y las lluvias. Teniendo en cuenta el parámetro de las especificidades climáticas, los actuales valores límite de emisión de polvo aplicados en los países y regiones europeas varían entre 20 y 150 mg/m³/día para el polvo ambiente, medido en los alrededores de la cantera. Más allá de estas cifras, el impacto medioambiental de la dispersión del polvo es principalmente visual. Según las informaciones disponibles, el polvo no es intrínsecamente tóxico y tiene únicamente efectos limitados sobre la biocenosis circundante⁵.

En los procesos por vía húmeda, como es frecuente en el cribado y lavado de los áridos triturados o durante el corte de las rocas ornamentales, los materiales están permanentemente humedecidos, entre otras cosas para prevenir emisiones de polvo. Los empresarios de canteras han desarrollado, también, los medios para adaptar sus infraestructuras y métodos de producción con vistas a reducir, de manera drástica, las emisiones y la dispersión del polvo y de partículas finas que puedan ponerse en suspensión. Entre estas medidas destacan el asfaltado de viales y de pistas, los sistemas de aspersión y de pulverización artificial de agua (cámaras de niebla, etc.), la disminución de las alturas de caída del material en los apilamientos, la formación de cordones de tierra revegetados, el carenado de los equipos de trituración, el cierre de los silos, etc. Se han realizado de este modo progresos muy notables en esta materia. Los paisajes “blancos” son, ahora, cosa del pasado y ello gracias a los esfuerzos de la industria extractiva⁶.

En España, tanto la legislación de seguridad minera, como la de medio ambiente recogen los valores límite que han de respetarse en cada caso. En determinadas circunstancias, cuando existan en las proximidades otras actividades generadoras de polvo (agricultura, etc.) habrá que considerar la influencia de cada una de ellas sobre los valores medidos.

Casos reales sobre la gestión del polvo

Nueva instalación para el control de polvo

Ref. Biblio. [31]

Cantera de Niederofleiden – Basalto triturado para Áridos



En 1995, la cantera de basalto de Niederofleiden, que producía cerca

⁵La biocenosis define un sistema donde interaccionan diferentes formas de vida (incluyendo la vida humana) en un lugar y en un entorno dados.

⁶Las inversiones en materia de lucha contra el polvo para el conjunto de la industria cementera representan del 3 al 16 % del volumen de negocio anual de este sector [26].

de 650 toneladas por hora de áridos triturados, invirtió un total de 7,7 millones de euros en nuevas instalaciones de tratamiento correspondientes a la trituración y al cribado secundario, al almacenamiento en silos cerrados y a una nueva estación de carga, incluyéndose, también, un sistema complejo de control informático. El objetivo consistía en la sustitución de instalaciones existentes que, a pesar de varias actualizaciones, databan de los años 1930. Para justificar estos cambios, el equipo de dirección invocó no solamente razones económicas y técnicas sino también consideraciones medioambientales esenciales.

Así, con el propósito de prevenir la emisión de polvo, las instalaciones de trituración y cribado secundario han sido íntegramente construidas dentro de un recinto cerrado. Al mismo tiempo, un nuevo sistema (BMD-Garant) genera una sobrepresión en el recinto cerrado y, mediante un sistema de encapsulado Lingenberg, la capacidad de absorción de polvo se ha elevado gracias a un caudal de aire de 245.000 m³/hora.

Los doce silos nuevos erigidos para completar el aislamiento de las gravas y de las rocas trituradas tienen una capacidad de almacenamiento de 6.000 m³ y han sustituido, en la actualidad a los antiguos apilamientos de materiales a la intemperie.

Actuaciones habituales para la gestión del polvo

Ref. Biblio. [112] [113]

Grupo GSM – Áridos



La empresa GSM, gran productora de áridos, ha planificado su política medioambiental estableciendo objetivos anuales: en 1993, auditoría de las explotaciones; en 1994, gestión del agua; en 1995, control del ruido y, en 1996, control del polvo. Para este último aspecto, la empresa ha identificado tres medidas que han de ser aplicadas en todas las canteras: (1^º) implantación de un control sistemático del polvo con, por ejemplo, un cuestionario semanal sobre las fuentes de emisiones y las cantidades de polvo; (2^º) asfaltado de las pistas internas y de las rutas externas (16 km desde 1995 hasta mediados de 1996) e instalación de interruptores eléctricos automáticos que activan el riego y la pulverización de agua en las pistas, (3^º) diversas inversiones en las instalaciones propiamente dichas.

Entre 1994 y 1996, los establecimientos de beneficio situados por encima del nivel topográfico normal han sido equipados con sistemas de micro pulverización de agua. En Roussas, uno de los yacimientos de la empresa donde se explota una roca caliza pura pero bastante friable, los equipos de lucha contra el polvo tienen un consumo de aire de 75.000 m³/hora y permiten una recuperación de 4 a 5 toneladas/hora de materiales finos y polvo. Esta materia valorizable es almacenada en silos estancos de 60 m³ y vendida como relleno en el sector de la construcción y otras industrias.

Asfaltado de las pistas

Ref. Biblio. [75]

Cantera de Dürnbach – Caliza para cal



La cantera de Dürnbach que produce 1.000.000 toneladas/año de roca caliza, ha aplicado lo que se acordó en llamar medidas estándar, en materia de reducción del polvo. Una de ellas ha sido asfaltar un 30% de las redes viales. La instalación de trituración y cribado ha sido completamente aislada y, en las zonas de cribado y de transferencia, se han instalado diferentes sistemas de pulverización de agua para depositar el polvo.

Como acción complementaria indispensable, se limpian regularmente, con la ayuda de camiones barredores, las zonas asfaltadas situadas cerca de las machacadoras y de las zonas de carga y descarga.

Por último, se ha instalado un sistema automatizado de alerta y de información para proteger las zonas cercanas a la explotación de posibles molestias. Este sistema permite la identificación rápida y el análisis de cualquier situación anormal relacionada con el polvo, lo que hace posible una acción correctora inmediata y eficaz.

Reducción drástica de las emisiones de polvo

Ref. Biblio. [118]

Fabricas de Rübeland – Caliza para cal



Las instalaciones de Rübeland, productoras de roca caliza para la obtención de cal, han sido completamente renovadas y reorganizadas, orientándose esta acción, especialmente, hacia una mejora de la calidad de su entorno. Los esfuerzos realizados en este ámbito son visibles desde 1991. En esta fecha, se han reconstruido las antiguas instalaciones de trituración, cribado y molienda fina dentro de una nave completamente cerrada, y se ha generalizado el uso del agua para combatir el polvo. En paralelo, se han suprimido los apilamientos de materiales a cielo abierto.

Se han equipado todas las fuentes previstas de emisión de polvo con sistemas de filtros, lográndose una mejora espectacular. Efectivamente, en 1989, la fábrica de cal, la cantera y las instalaciones de preparación producían, al menos, 10.242 toneladas de polvo al año, que se han visto reducidas, en 1997, a 11 toneladas anuales de polvo residual.

La explotación de Rübeland ha sido aprobada por la "EC Eco Audit Ordinance" y, por otra parte, su sistema de gestión medioambiental está certificado de acuerdo con la norma ISO 14001.

Renovación de cintas transportadoras para reducir el polvo

Ref. Biblio. [128]

Fábricas de Frechen – Arenas y gravas



En los arenales de Frechen se han adoptado medidas eficaces para la reducción de las emisiones de polvo en las proximidades de las cintas transportadoras consistentes en la creación de un circuito de alimentación de agua y en la colocación de canalones. La emisión de polvo se producía durante el transporte de las arenas secas ya que el polvo y los finos eran arrastrados hacia los niveles superiores para ser luego dispersados por las corrientes de aire, originándose una reducción crítica de la visibilidad.

Mediante la instalación de unos canalones bajo las cintas transportadoras que recogen el agua de aspersión, se ha reducido, en gran medida, la dispersión de los finos. El agua, muy poco cargada de arenas finas y polvo, se canaliza hacia una criba giratoria para operaciones de lavado. La mezcla de partículas finas y agua se envía posteriormente a la instalación de depuración donde el agua clara se separa de los lodos.

Sistema global de confinamiento para el polvo de sílice

Ref. Biblio. [129]

Yacimiento de Capoulade – Arenas silíceas



El yacimiento de arenas sedimentarias de Capoulade (500.000 toneladas/año), cerca de Rouen, contiene un alto porcentaje de sílice (en torno al 92 %). Con el fin de controlar el polvo fino, se ha instalado un sistema global de confinamiento de la materia prima en tres puntos críticos donde se producen las emisiones: en la planta de trituración y molienda, en los puntos de transferencia de la materia (caída y alimentación) y a lo largo de las cintas transportadoras.

La instalación completa se ha situado dentro de un foso y se elimina el polvo con la ayuda de un ventilador de extracción antes de pasar a un sistema de filtros de mangas. El polvo extraído se compacta posteriormente en bloques y se redistribuye sobre las cintas transportadoras. El sistema se ha revelado especialmente eficaz para el polvo muy fino y los resultados obtenidos han sido validados con mediciones de polvo en ocho puntos de emisión diferentes: los antiguos valores medidos, situados entre 2 y 22 mg/m³ de polvo (con una media de 8 mg/m³) se han reducido, después de la instalación del sistema, a límites comprendidos entre 0 y 2 mg m³.

Nueva instalación de eliminación de polvo

Ref. Biblio. [E-72]

Mina Carrascal del Río (Segovia) - Feldespato potásico para cerámicas y vidrios



La actividad desarrollada por Industrias del Cuarzo, S.A. - INCUSA en su mina a Cielo Abierto de Carrascal del Río (Segovia) consiste en la

extracción de arenas feldespáticas para la producción por flotación diferencial de feldespato potásico seco y micronizado y arenas silíceas secas. La explotación está situada en un entorno de alto valor ecológico en los límites de un parque natural.

Las instalaciones de secado producen, mediante secadores rotativos, cerca de 400.000 toneladas/año. En 1997 se dotó a las instalaciones de secado de filtros de mangas. La presencia de muchos finos de carácter abrasivo, supuso un serio problema por el rápido deterioro de las mangas y la pérdida de producto por contaminación con los inquemados.

Para mantener la calidad de las emisiones atmosféricas, incrementar la disponibilidad de las instalaciones y reducir los costes de mantenimiento, se optó por la inclusión de un sistema de ciclonado previo a la instalación de filtros. Con este nuevo sistema se han logrado, como mejoras, una mayor eficiencia de filtrado y una mejor calidad de las emisiones atmosféricas, una mayor disponibilidad de la instalación, por menores tiempos de parada para mantenimiento y revisión y la eliminación del polvo en las instalaciones, al aislar lo captado por los filtros dado su reducido volumen.



Vista general de la planta

Instalación carenada

Ref. Biblio. [E-18]

Cantera "Caleros de Brañes, S.L." (Brañes / Asturias) – Áridos para la construcción

En la explotación de caliza de la empresa Caleros de Brañes, S.L. se han adoptado todo tipo de medidas de control del polvo y del ruido en la planta de tratamiento, donde se han carenado y cerrado todos los procesos de trituración, molienda y clasificación así como los alimentadores y las cintas transportadoras.

Los sistemas de supresión y abatimiento de polvo, combinados con unas operaciones sistematizadas de mantenimiento y limpieza preventivos, confieren una imagen de empresa preocupada por la calidad de su entorno.



Planta de tratamiento carenada que refleja la inquietud de la empresa por la calidad ambiental y la buena apariencia de las instalaciones

Construcción de una nueva planta en Santa Cruz

Ref. Biblio. [E-32]

Cantera de Santa Cruz (Murcia) – Áridos para la construcción

La antigua planta de áridos de la cantera de Santa Cruz, explotada por la empresa HOLCIM ÁRIDOS, S.L. se ha sustituido, en el año 2002, por una nueva planta, con una capacidad de producción de 700 toneladas/hora, y que dispone de todas las ventajas posibles desde el punto de vista medioambiental, especialmente en lo que se refiere a la reducción de las emisiones de polvo, tanto en la descarga, como en el transporte, almacenamiento y manipulación de los áridos. Entre estas medidas se pueden destacar las siguientes:

- En el diseño de la planta, el terreno se deprimió con objeto de evitar el arrastre de las partículas por los vientos predominantes de la zona y favorecer la deposición del posible polvo emitido en los alrededores de la planta.

- La planta está totalmente carenada: cintas, tolvas reguladoras, cribas, transferencias entre cintas y conductos, lo que contribuye a la reducción de las emisiones fugitivas de polvo y, también, a la reducción del nivel de ruido. Hay, aproximadamente, unos 700 metros de cintas carenadas.

- Toda la planta se encuentra pavimentada: la zona de maquinaria, las zonas debajo de los acopios, los accesos de la cantera y la zona de circulación de los camiones, consiguiendo una disminución de la emisión de polvo en el transporte y manipulación de los materiales.

- La planta está equipada con un filtro de mangas que aspira de los molinos secundario y terciario, y también de una transferencia entre cintas, puntos críticos en la generación de emisiones fugitivas de polvo.

- En las cabezas de las cintas, molinos, cribas, tolvas reguladoras y tolva del primario se han instalado sistemas de aspersores para la supresión de polvo mediante un sistema con aditivos tenso-activos, que provocan que las partículas precipiten antes y con un menor aporte de agua. Todo el sistema se encuentra automatizado, desconectando

aquellos puntos o intervalos de tiempo donde no sea necesario, con el consiguiente ahorro de agua, aditivos y energía.

☺ El sistema de aspersores instalado en la tolva de la machacadora se activa por sondas de ultrasonidos en el momento de la descarga del material y, tras un tiempo programado, se para la descarga del tenso-activo.

☺ Los acopios de material se encuentran separados entre sí por unos muros que impiden la contaminación entre materiales de distinta granulometría, a la vez que los protegen de la acción del viento.



Tratamiento primario (trituración)



Zona de acopios totalmente pavimentada

Medidas de lucha contra el polvo Ref. Biblio. [E-47]

Cantera "El Duende" (Alicante) – Áridos para la construcción 🇪🇸

En la cantera "El Duende", la empresa Steetley Iberia, S.A.U. dispone de firmes asfaltados en las pistas de acceso a los frentes y a la plaza de la explotación, con el objeto de reducir las emisiones de polvo originadas por el tránsito de los dúmperes en las labores de transporte del material extraído hacia el primario de la planta de tratamiento.

Esta medida, combinada con una limpieza sistematizada de dichas pistas y el carenado de instalaciones, ha proporcionado unos muy buenos resultados en el control de este problema.



Pistas asfaltadas para el acceso a los frentes



Instalaciones carenadas

Sistema de supresión de polvo mediante riego por pulverización con tenso-activo Ref. Biblio. [E-62]

Cantera (Pacs del Penedés / Barcelona) - Cales 🇪🇸

Para efectuar el control sobre las emisiones de polvo en la planta de tratamiento de la empresa CALES DE PACHS, S.A. se determinó la instalación de un sistema de reducción de polvo. Este sistema de supresión en vía húmeda, consiste en la pulverización de agua a la cual se le adiciona un líquido tenso-activo no iónico. Esta pulverización se efectúa en los focos potenciales de producción de polvo, de manera que con un mínimo de humedad aportada al material procesado se obtengan unos resultados óptimos.

La humedad, es un factor que es tenido en cuenta en gran medida en el diseño de la instalación, debido a que en la mayor parte de los procesos desarrollados, un exceso de humedad puede ocasionar, entre otros, problemas de cribado, apelmazamientos del material en el ensilado o en el transporte, reducción de la producción, etc. El funcionamiento normal de la instalación de reducción de las emisiones de polvo en ningún caso aporta una humedad residual al material superior a 0,7% y, normalmente, está comprendida entre 0,3 y 0,5%.

El sistema establecido para la planta de trituración y clasificación ha consistido en la instalación de puntos de pulverización en cada uno de los lugares susceptibles de originar polvo en suspensión: tolva primaria, cinta de áridos, cinta de retorno, machacadora, molino primario, cinta primaria y carga de camiones.

El funcionamiento de cada punto de pulverización depende de cada zona del circuito de tratamiento y de sus características. Así, por ejemplo, la línea de trituración primaria opera mediante detectores de presencia y relés amperimétricos, la línea secundaria mediante temporización y relés amperimétricos y la carga de camiones mediante señales de accionamiento de las compuertas.

La instalación consta, en definitiva, de cuatro partes bien diferenciadas:

☺ Un grupo de *presión y dosificación* que consta de un depósito de agua de llenado automático y filtro, de un compartimiento para el líquido tenso-activo, de una bomba principal centrífuga vertical de 7 m³/h, válvula de seguridad, de bolas y anti-retorno, bomba dosificadora electrónica monofásica, sistema de aspiración del tenso-activo, contador de agua de chorro múltiple con emisor de impulsos y cuadro de control del grupo de presión y dosificación.

☺ Un *cuadro de mandos y control* que se encuentra gobernado por un autómata que gestiona en función de las señales que recibe: detectores de presencia de material, finales de carrera, señales de puesta en marcha de cintas, así como el accionamiento de dichos puntos. Además, se dispone de toda una red de señales de alarma para el correcto funcionamiento del grupo de bombeo.

☺ Una *red de distribución hidráulica* que comprende los diferentes componentes desde la salida del grupo de presión hasta los puntos de

pulverización. Dichos componentes son las diferentes bifurcaciones de tuberías y las tres cajas de electro válvulas, cuya función es la de controlar la pulverización de los puntos así como las presiones de salida del líquido por las toberas atomizadoras.

Unos puntos de pulverización en los cuales se instalan un conjunto de toberas atomizadoras regulando la presión de salida y originando, de esta manera, una fina niebla generada a partir de la solución agua + tensoactivo. El caudal establecido para cada punto de pulverización se establece en función de cada foco de emisión de polvo.



Vista general de la planta

Gestión del polvo

Ref. Biblio. [E-97]

Explotación "Llano del olivar" (Madrid) – Yesos

En la explotación de yesos "Llano del olivar", la empresa Yesos San Martín, S.A., ha acometido varias actuaciones para gestionar el problema del polvo. Entre éstas, destaca el riego de los caminos por aspersión con programador automático y de la plaza de cantera con cuba.

Además, se realiza el barrido de las superficies asfaltadas con una nueva máquina automática de la empresa. Finalmente, se ha instalado un nuevo sistema de aspiración del polvo, en los almacenes, por filtrado.

Un sistema integral para el control del polvo

Ref. Biblio. [E-13]

Gravera "El Porcal" (Rivas Vaciamadrid / Madrid) – Áridos para la construcción

Para evitar la inmisión de polvo en la gravera "El Porcal", la empresa Áridos y Premezclados, S.A.U.- ARIPRESA, ha instalado sistemas de riego automático en pistas, se ha dotado de camión cuba para riego, para las pistas de difícil acceso, y se han emplazado pulverizadores de agua en las entradas de los molinos trituradores y cámaras de niebla en la salida del producto de estos molinos.

El conjunto del sistema se mantiene bajo control y funcionando, en todo momento, por medio de un programa de mantenimiento preventivo.



Detalle de los dispositivos de control del polvo

Reducción del polvo al nivel cero

Ref. Biblio. [E-91]

Explotación "Los Yesares" (Sorbas / Almería) – Yesos

BPB IBERPLACO, S.A viene desarrollando su actividad extractiva en una explotación de yeso denominada "Los Yesares" desde el año 1992, fecha en la que ésta fue adquirida a otra sociedad. Desde ese momento, la empresa se planteó como objetivo prioritario, junto con la seguridad, el minimizar, en la medida de lo posible, los distintos impactos que el desarrollo de la actividad podría producir sobre el entorno, sin escatimar en medios y dotándose de los mejores profesionales.

Para ello, se mecanizó la carga de voladuras eliminando los residuos plásticos y los sacos. Se modificó el sistema de iniciación reduciendo vibraciones y ruidos, se ha puesto la maquinaria para dar cumplimiento a Directivas Europeas relativas a ruido y vibraciones y se lleva un estricto control de las emisiones de polvo.

Recientemente se ha llevado a cabo una importante actuación encaminada a reducir a nivel cero "0" las emisiones de polvo en la planta de trituración.

Para la eliminación del polvo en la planta de trituración, se ha dotado de un sofisticado y eficaz sistema, consistente en la supresión de polvo por vía húmeda, a través de la atomización de agua más un producto tensoactivo no iónico. Este aporte se lleva a efecto en aquellos puntos susceptibles de originar emisiones de polvo (transferencias de cintas, molinos, cribas, tolvas de descarga de camiones, etc.).

En esos puntos se instalan las toberas atomizadoras a las que, por un lado llega la solución (agua + tensoactivo) y por otro lado llega aire comprimido con la finalidad de reducir el tamaño de la gota de 300 micras sin aire a 30 micras con aire. De esta forma se reduce considerablemente el volumen de agua necesario (bien escaso en esta zona). Esta atomización origina una fina niebla donde las gotas de agua envuelven al polvo y lo hacen depositarse. El éxito obtenido en el control del polvo es importante ya que se han alcanzado los niveles previstos.

Sistemas de pulverización para la lucha contra el polvo

Ref. Biblio. [E-39] [E-40]

Cantera de Malagón y de Campo de Criptana (Ciudad Real) – Áridos para la construcción

En las explotaciones de Malagón y Campo de Criptana, la empresa Hormigones Ciudad Real, S.A.- HORMIGONES CIUDAD REAL, para efectuar el control sobre las emisiones de polvo, ha determinado la necesidad de adoptar un sistema de reducción de polvo. Efectivamente, por las condiciones climatológicas y por la propia naturaleza del material, el control del polvo producido en las diferentes operaciones del proceso productivo ha sido siempre uno de los principales objetivos para la empresa.

En concreto, para la reducción de emisión de partículas sólidas a la atmósfera durante el proceso de tratamiento del material en cantera se ha instalado un sistema de reducción de polvo por vía húmeda, basado en la pulverización de una pequeña cantidad de agua mezclada con un líquido tenso-activo. Este líquido está compuesto de una fórmula concentrada, no-iónica y altamente efectiva.

La pulverización de esa solución sobre el material a tratar tiene por objeto la reducción de la tensión superficial del agua para conseguir la penetración de las partículas más finas dentro de las gotitas de agua, haciéndolas precipitar rápidamente.

La proporción de líquido tensoactivo por cada no iónico es de 1 litro de tensoactivo por cada 3.000 litros de agua consumidos. Esta pulverización de la disolución se efectúa en los focos potenciales de producción de polvo, de manera que con un mínimo de humedad aportada al material procesado se obtengan unos resultados óptimos.

Asimismo, en la cantera de Campo de Criptana, con objeto de reducir la formación de polvo y su consiguiente proyección a la atmósfera producida fundamentalmente por el tránsito y maniobras de los vehículos, se ha procedido al asfaltado de las pistas internas de la explotación, entre otras medidas como son las labores periódicas de limpieza.

Carenado de instalaciones para el control del polvo

Ref. Biblio. [E-6]

Cantera "Las Delicias" (Aspe / Alicante) – Áridos para la construcción

En la cantera de caliza "Las Delicias" de la empresa Áridos Aspe, S.L., la proximidad a las vías de comunicación y a núcleos habitados ha impulsado la adopción de una serie de medidas de lucha contra el polvo.

Entre éstas, cabe destacar, el asfaltado de accesos y de pistas de la planta de tratamiento y la creación de una barrera vegetal.

En la propia planta, se han carenado los equipos más comprometidos en lo que a producción de polvo se refiere, se han cubierto las cintas y se han colocado dispositivos en la caída de material a los acopios para reducir la acción del viento sobre los materiales más finos

De este modo, la empresa ha logrado tener bajo control el impacto del polvo sobre el medio ambiente, evitando, al mismo tiempo, las quejas de terceros.



Planta de tratamiento carenada

Control del polvo en procesos en vía seca

Ref. Biblio. [E-10]

Cantera "El Zacacho" (Santomera / Murcia) – Áridos para la construcción

La empresa ARIMESA – Áridos del Mediterráneo, S.A., realiza en vía seca los procesos de trituración y clasificación de los materiales destinados a ser áridos para la construcción. La preocupación constante de la empresa por realizar una buena gestión medioambiental, ha llevado a adoptar una serie de medidas muy importantes en la lucha contra el polvo.

Entre las medidas adoptadas en la lucha contra el polvo, las más relevantes son la instalación de sistemas de captación de polvo, el carenado de cintas y de pabellones al completo y el asfaltado de las zonas de rodadura de los vehículos, en el interior de la cantera.

Las instalaciones de captación de polvo, en todo el establecimiento de beneficio, se han concebido para evitar la propagación del polvo que se produce en los focos emisores -como molinos y cribas- carenando estas áreas y aspirando en estos puntos. En total, la superficie filtrante se acerca a los 3.500 metros cuadrados. Los pabellones que contienen esta maquinaria se encuentran apantallados para evitar la acción del viento y así retener todo el polvo ambiental en su interior. Todo ello redundará secundariamente en una reducción muy importante del ruido. La salida de material terminado se hace, prácticamente en su totalidad, a silo almacén, evitando caídas al suelo, lo que, de nuevo, reduce la profusión del polvo. Cuando la caída es de cinta directamente al acopio en suelo, ésta se hace mediante "descensor", reduciendo de esta forma las emisiones.



Sistemas de captación de polvo en vía seca



Instalación carenada para confinar el polvo y el ruido

3.3 Impacto visual

Entre los aspectos potencialmente negativos de la extracción de rocas y minerales, merece una especial atención el impacto visual que pueden producir las canteras. Al objeto de analizar este tipo de impacto es necesario tener en cuenta que se trata de explotaciones cuya superficie, generalmente, oscila entre las 10 y las 150 hectáreas, en las que puede haber áreas que sean ciertamente muy visibles. En algunos casos, el efecto sobre el paisaje puede ser importante y poco agradable a la vista.

De manera general, los cambios que la actividad extractiva induce en el paisaje están íntimamente ligados a la topografía, al tipo de paisaje y a la vegetación existente en la zona. Es ciertamente más visible una cantera situada en una ladera de una colina que un hueco en una región plana y boscosa. Sin embargo, no debe exagerarse el impacto visual que producen las canteras, en su conjunto, ya que, si bien hay casos realmente muy visibles a kilómetros de distancia, otras muchas se encuentran

prácticamente ocultas y son difíciles de identificar por quienes no conozcan su ubicación exacta.

Las empresas responsables de la explotación de las canteras reconocen, desde hace tiempo, la importancia de un buen diseño y de un enfoque eficaz de la integración de las explotaciones en el paisaje para reducir al mínimo el impacto visual. En las áreas de llanura o penillanura, es posible alcanzar una protección visual muy efectiva por medio de barreras formadas por cordones de tierra, cuya calidad como pantalla puede, incluso, mejorarse revegetando o realizando plantaciones de diferentes especies arbóreas.

La reducción de la superficie total afectada por la cantera mediante una rápida restauración de las zonas donde la extracción ya ha concluido es, asimismo, un medio útil para disminuir la visibilidad de la explotación.

Sin embargo, en algunas ocasiones, las actuaciones de restauración por fases no pueden llevarse a cabo cuando éstas puedan suponer una merma de la calidad del producto y de las exigencias técnicas requeridas para sus aplicaciones. Esto sucede para algunos tipos de minerales industriales que únicamente pueden garantizar la homogeneidad (y por lo tanto las propiedades) del producto mediante la mezcla de materias procedentes de diferentes zonas del yacimiento. En este caso, los diferentes frentes de extracción deben permanecer accesibles y la zona afectada por las labores de extracción será mayor de lo que pudiera parecer necesario. En términos generales, las labores de extracción y de restauración pueden compatibilizarse, hasta cierto punto, en aquellos casos en los que la composición del mineral sea menos importante para una determinada aplicación o cuando las propiedades de la roca del yacimiento sean más uniformes.

En cualquier caso, el impacto visual no es fácil de valorar en términos absolutos. Más allá de toda consideración subjetiva, el hecho de que una cantera sea poco agradable a la vista o no, es sobre todo una cuestión de integración en el medio ambiente circundante. La creación de pantallas físicas y naturales y la aplicación de técnicas paisajísticas que saquen partido de los distintos elementos topográficos y naturales existentes, de forma a reducir el impacto visual, pueden contribuir decisivamente a mejorar a la calidad del medio ambiente local [8].

Es evidente que resulta difícil, e incluso imposible, evaluar cuantitativamente el impacto visual aplicando normas y reglamentos. Se admite comúnmente que el interés de un determinado paisaje es una cuestión subjetiva, hasta tal punto, que se han dado algunos casos, en los que las autoridades han rechazado permisos alegando razones paisajísticas cuando, en realidad, no había ninguna oposición por parte de los habitantes del lugar o de las asociaciones defensoras de la naturaleza.

En realidad, los empresarios de canteras se ven, frecuentemente, empujados a adoptar un importante número de medidas correctoras, adoptando las recomendaciones y prescripciones de la evaluación de impacto ambiental o del propio procedimiento de autorización.

Entre éstas, cabe destacar la plantación de árboles que servirán de pantalla para ocultar las instalaciones, el respeto de las alturas máximas para los edificios, una mejor utilización de los espacios disponibles en canteras, el mantenimiento de la explotación y de sus accesos, así como el control de los taludes artificiales (suelos, etc.), sean reutilizados posteriormente o no.

Para cerciorarse de que estas medidas se aplican correctamente y que el impacto visual producido por la cantera se gestiona de manera adecuada, las autoridades realizan controles periódicos de la evolución de la explotación, aplicando, para ello, planos, levantamientos topográficos, cotejando fotografías que muestren la evolución temporal de las áreas afectadas, etc..

En conclusión, el desarrollo de las labores de extracción y de las actividades auxiliares puede producir un cierto impacto visual que se traduce, generalmente, en una pérdida del carácter rural de un paisaje y/o de la visibilidad tal y como sucede, en particular, con las canteras que se encuentran situadas en las laderas de las colinas y las montañas. La elección de un diseño adecuado que aplique medidas paisajísticas eficaces con objeto de reducir al mínimo este tipo de impacto es, asimismo, importante para la propia imagen de la empresa que explota la cantera. La primera impresión que reciben los visitantes y los clientes de la explotación es, ciertamente, la que proporciona su grado de integración en la región circundante. Esto sucede, en particular, en las canteras de rocas ornamentales, donde se invita con una cierta regularidad, a que arquitectos y contratistas comprueben la calidad de la piedra, en el propio frente de explotación.

En España, la necesaria aprobación de los proyectos de explotación –donde se recogen entre otros aspectos, los relacionados con el diseño de las canteras y las medidas para reducir el impacto visual- y de los planes anuales de labores - que permiten realizar el seguimiento y control de la evolución de los trabajos, verificando que se actúa conforme a lo previsto-, son dos elementos de gran importancia para reducir este tipo de impacto, principalmente, en explotaciones iniciadas a partir de los años 1980.

Casos reales sobre la gestión del impacto visual

Un acceso de cantera que parece una granja

Ref. Biblio. [50] [117]

Cantera de Montmorency – Yesos



La cantera de Montmorency explota un yacimiento subterráneo en el corazón de un macizo rocoso bien conservado, en las proximidades de la población de Bessancourt y de una base de la fuerza aérea. Con ocasión de la construcción de un nuevo acceso a la autopista, ha sido necesario construir y reacondicionar la salida de la cantera subterránea. La Dirección de la explotación ha adoptado todas las medidas necesarias con miras a su integración en el paisaje: respeto de la arquitectura local, prevención del ruido, control del tráfico, etc. Los 380 vehículos pesados que acceden, cada día, a la mina subterránea (200 con el yeso extraído y 180 con material para el relleno de las galerías) lo hacen a través de un túnel, lo que limita, en gran medida, las emisiones sonoras ambientales.

La nueva salida de la cantera, así como las oficinas y talleres, han sido desplazadas al norte del yacimiento, en una zona relativamente poco urbanizada y considerado como un espacio protegido de interés ecológico. El proyecto ha previsto, por lo tanto, rediseñar estas infraestructuras de manera que se asemejen al estilo local y tradicional de las granjas de planta cuadrada (patio interior en ángulos rectos y rodeado por los alojamientos y los establos que forman un muro). Los techos y fachadas han sido construidos empleando materiales tradicionales.

Por otra parte, el conjunto de los edificios ha sido construido en una zona agrícola con el propósito de evitar cualquier perturbación sobre la fauna y flora local. Como complemento, se han plantado árboles y arbustos de manera que se favorezca la creación de hábitats para las especies animales y vegetales locales.

Los trabajos comenzaron durante el otoño de 1997 y concluyeron durante el año 2000. El coste total para la empresa de las obras de adaptación ha alcanzado los 14,2 millones de euros.



Acondicionamiento de los accesos de la explotación: equilibrio con el paisaje del entorno

Convenio de 30 años para proteger el paisaje

Ref. Biblio. [30]

Cuenca de Marquise – Roca caliza para áridos

En la región de Boulonnais, cinco canteras explotan un yacimiento de 2.500 hectáreas de roca caliza dura, del que se extraen anualmente 8 millones de toneladas. El gran problema de este yacimiento es que, por razones geológicas, es necesario retirar 1 tonelada de materiales de la cobertera y de estériles (esquistos, arcillas y arenas) para poder extraer dos toneladas de áridos.

Debía, por lo tanto, encontrarse una solución original para responder a la cuestión del almacenamiento de estas enormes masas de tierra no aprovechables. Como no era viable depositar estos materiales, durante un largo periodo de tiempo, en el fondo de la cantera y, como la solución de grandes escombreras no podía considerarse a largo plazo, la asociación de canteros diseñó un plan de integración paisajista muy innovador, para un periodo de 30 años.

Después de realizar un profundo estudio del relieve local, los especialistas paisajistas han propuesto el levantamiento de colinas artificiales semejantes a las del relieve natural, con alturas similares (de unos 60 metros), alineación paralela a las riberas, mismas pendientes, etc. El proyecto concebido por la empresa titular de la cantera implicó a las asociaciones locales y fue aprobado por las autoridades locales y comunitarias después de 3 años de estudios y de discusiones.

Gracias a este plan, se han restaurado los montículos dispersos con el fin de preservar los trazados tradicionales de los caminos y de las riberas fluviales. Para mejorar la calidad del paisaje así conformado y reducir al mínimo los impactos visuales, se han plantado grandes cantidades de árboles en estas colinas.

El convenio regional de 30 años que fue firmado por todos los participantes permitirá un desarrollo ecológico y económicamente sostenible de la actividad de las industrias extractivas, conservando, al mismo tiempo, el atractivo turístico de la región.

Investigación del impacto visual mediante modelización informática del terreno

Ref. Biblio. [79]

Cantera de Siniscola (Cerdeña) – Materias primas para cemento

Con el fin de obtener por parte de las autoridades regionales una autorización para explotar, durante 20 años (a razón de 400.000 toneladas/año), la cantera de Siniscola, se tuvo que realizar una evaluación de impacto ambiental.

Debido a la necesidad reducir el impacto visual de la cantera sobre el paisaje, esta evaluación de impacto ambiental fue uno de los primeros

casos italianos donde se utilizó la técnica de modelización informática del terreno para analizar la evolución futura de la explotación y poder determinar las medidas más adecuadas para reducir ese tipo de impactos.

El análisis paisajista ha podido así establecer las bases de los futuros proyectos de rehabilitación: una parte de la cantera será transformada en reserva natural y otra en zona turística.

Acuerdos para reducir el impacto visual

Ref. Biblio. [79]

Cantera de Brescia – Materias primas para cemento

En el caso de esta cantera, el impacto visual fue suficientemente importante para que se formalizara un convenio estricto con las autoridades locales donde se acordó:

- ☉ Restaurar la cantera que será explotada, en lo sucesivo sin recurrir al uso de explosivos.
- ☉ Compensar económicamente a la comunidad local por cada tonelada de piedra caliza extraída.
- ☉ Controlar las vibraciones en colaboración con el ingeniero que representa a la autoridad administrativa.
- ☉ Aplicar nuevas técnicas de restauración para lograr un crecimiento rápido de la vegetación.

Después de suscribirse este acuerdo, la empresa ha obtenido una autorización para explotar durante cinco años y una opción de prórroga por otros cinco años.

Modificación del proyecto para ocultar las actividades de la cantera

Ref. Biblio. [79]

Cantera de Trieste – Piedra caliza

En los años 1960, la empresa modificó el proyecto de explotación de esta cantera de piedra caliza, para adaptarse a un cambio de métodos de producción y a las nuevas necesidades medioambientales. Estas modificaciones del proyecto supusieron el traslado de las labores de extracción a una zona llana elevada sobre el nivel inicial ocultándose, de esta forma, la explotación tanto de las poblaciones próximas como de la red vial.

En el proyecto, que afectaba a una zona de 20 ha y permitía la extracción de 11 millones de m³ de roca caliza dando lugar a un gran hueco, los frentes de arranque se conformaron con pendientes de 38° a 40°, de una manera bastante innovadora para la época, que ha sido reproducida, más recientemente, en diversos diseños de proyectos.

El programa medioambiental incidía especialmente en el corte de los frentes con explosivo, en los trabajos de movimiento de tierras de los

materiales inertes, en la importación de suelos orgánicos de cobertura y en la reforestación de la zona. El pino negro de Austria fue el árbol utilizado mayoritariamente, habida cuenta de que fue empleado con éxito en el Siglo XIX para la reforestación extensiva de la región de Carso. Este programa de plantación integró también árboles de hojas caducas (robles, fresnos, carpes) con el objetivo de que, a largo plazo, sustituyeran a las coníferas. Los trabajos realizados hasta la fecha han dado resultados positivos y siguen siendo objeto de reajustes técnicos.

A instancias del gobierno de la región y dentro del contexto de una solicitud de autorización para obtener 4 millones de m³ de piedra caliza restantes, la empresa ha firmado, recientemente, un acuerdo con diseñadores paisajistas, ingenieros forestales y otros técnicos para modificar el proyecto de restauración. Dicho proyecto tiene previsto crear un parque natural que estimule la llegada de mamíferos y aves a esta región boscosa, constituida por un paisaje armoniosamente reconvertido y libre de toda escarpadura artificial.

Realización de un plan general de diseño de la explotación desde el inicio de la misma Ref. Biblio. [E-74]

Explotación a cielo abierto "Isabel" (Orera /Zaragoza) - Arcillas absorbentes 

La Sociedad MYTA, desde su fundación, ha centrado su actividad en la explotación de arcillas absorbentes, principalmente Sepiolita y Atapulgit. Actualmente mantiene en actividad los centros de producción de Orera (Zaragoza) y Maderuelo (Segovia). Antes del comienzo de la actividad extractiva en la concesión "Isabel", se procedió a la identificación de impactos como paso previo para valorar las consecuencias que las acciones y elementos del proyecto ocasionan en el medio. El método empleado fue la "Matriz de Leopold" por medio de la cual, se identificaron todos los impactos que potencialmente se producirían al llevarse a cabo todas las acciones del proyecto minero y en particular el impacto visual.

La zona objeto de explotación, forma una superficie horizontal elevada unos 30 metros respecto al entorno circundante, formando una especie de mesa geológica bordeada en parte por una pequeña carretera local y por la rambla de Orera.

Para corregir el impacto visual identificado en las diferentes fases del proyecto se han aplicado las siguientes medidas correctoras:

- ☉ Uso de técnicas de simulación para obtención de distintas perspectivas y del estado final.
- ☉ Modelización mediante programa informático de la explotación y escombrera. Optimización de dimensiones.
- ☉ Restitución de terrenos a una topografía similar a la que tenían antes de ser explotados.
- ☉ Perfilado final de escombrera. Formas redondeadas e irregulares para dar sensación de naturalidad.
- ☉ Realización de una nueva carretera que une Orera con

Belmonte de Gracián.

- ☉ Acondicionamiento de la rambla de Orera.
- ☉ Apantallamiento artificial, mediante árboles y arbustos autóctonos, del área afectada por la explotación y, asimismo, mediante las instalaciones.
- ☉ Revegetación de todas las superficies generadas anualmente, con especies vegetales idóneas para conseguir una rápida integración del área afectada en el paisaje circundante. Hasta la fecha, un total de 24,85 ha de plataformas y 16,5 ha de taludes han sido revegetadas.



Vista general de la explotación; en el centro, áreas restauradas

Minería de transferencia y restauración Ref. Biblio. [E-76]

(Madrid y Toledo) – Sepiolita y Bentonita 

Los yacimientos de sepiolita y bentonita que explota Tolsa, S.A. se localizan en la cuenca del Tajo, dentro de la denominada Unidad Intermedia del Mioceno, y están controlados por la cota del terreno, adoptando formas lentejonares más o menos grandes. Desde un punto de vista minero, al control topográfico de las capas se superponen restricciones derivadas de la calidad del mineral, del ratio de explotación, de la distancia de transporte y otros imponderables físicos o administrativos. Las explotaciones están gobernadas con criterios de homogeneidad y máximo aprovechamiento, con el fin de prolongar su longevidad en un marco administrativo cada vez más exigente. La superficie está muy parcelada en fincas de aprovechamiento agrícola, generalmente explotaciones de secano para cereal, forraje o leguminosas, siendo su área variable entre 0,5 ha y 4 ha.

Se practica una minería por transferencia de estériles al hueco, evitando en lo posible la creación de acopios intermedios y su impacto visual. La actuación viene precedida por un replanteamiento de los linderos de la finca o fincas que se van a ocupar y las cotas de origen, que posteriormente servirán como referente para la restauración y entrega de los terrenos en condiciones morfológicas idénticas a las de partida. La tierra vegetal se carga con palas de ruedas sobre camión y se emplaza en acopios de poca altura para evitar su compactación.

La restauración de las parcelas que se explotan es un capítulo de la máxima importancia para Tolsa, S.A. Siempre en el marco del Plan de Restauración aprobado por la Autoridad Minera, el propietario de la misma puede participar, si lo desea, en la posible adopción de medidas correctoras que mejoren el aspecto y la terminación de las fincas antes de ser devueltas.

Durante el relleno del hueco se realiza un perfilado general del entorno que reduce o corrige estos aspectos, encauzando las aguas del modo más adecuado a los fines agrícolas y suavizando las pendientes. El suelo vegetal se reincorpora al piso en una capa de espesor uniforme, igualando las discontinuidades y favoreciendo un comportamiento homogéneo de la parcela en cuanto a productividad. Por otra parte, la operación de desbroce y posterior aireado de la tierra con el arado de su superficie, produce una mejora evidente de su aptitud agrícola, como se pone de manifiesto en la fortaleza de los cultivos en las fincas que han sido objeto de explotación.

Acompañando a estas mejoras, Tolsa, S.A. realiza de forma sistemática tareas diversas propias de la actividad minera, tales como la conservación de caminos y pistas de acceso que son de uso compartido, saneando cunetas, manteniendo los desagües despejados, añadiendo zahorra cuando es preciso, compactando y regando todos los trayectos para una óptima disponibilidad y unas adecuadas condiciones ambientales en cuanto a reducción del polvo durante el periodo seco. De igual forma, se planifican los recorridos de camiones por los trayectos más apropiados, evitando la saturación de tráfico en los ámbitos urbanos para una mejor fluidez del tránsito. En la proximidad de carreteras o núcleos urbanos, se levantan pantallas visuales transitorias para minimizar el posible impacto visual, se trabaja con taludes tendidos que garantizan la estabilidad de los cortes y los perímetros de la excavación son vallados y señalizados.



Vista de los trabajos de relleno



Etapas finales de la restauración del hueco

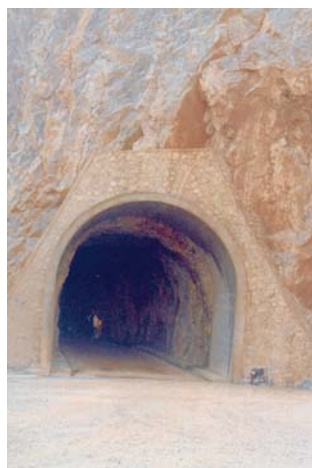
Una explotación subterránea en una cantera

Ref. Biblio. [E-21]

Cantera "Caleros de Brañes, S.L." (Brañes / Asturias) – Áridos para la construcción

La empresa Caleros de Brañes, S.L., ha participado en un proyecto experimental desarrollado por el Departamento de Explotación y Prospección de Minas de la Universidad de Oviedo en el marco de un convenio de colaboración con la Dirección General de Industria y Minería del Principado de Asturias. La actuación realizada en su explotación de Brañes ha consistido en el estudio de la viabilidad técnica y económica de la explotación de áridos por minería de interior, para reducir algunos de los impactos originados por la minería a cielo abierto y, en especial, el impacto visual.

El acceso a la explotación se encuentra situado en la propia plaza de la cantera. El método elegido, por ser el más conveniente, es el de cámaras y pilares, y los resultados obtenidos, han demostrado la viabilidad de este tipo de explotaciones en situaciones determinadas.



Vista del acceso a la mina



Medida CIREX (células de tensión)

Utilización de las escombreras para ocultar el frente activo de la cantera

Ref. Biblio. [E-66]

Mina M^a José (Poveda de La Sierra / Guadalajara) – Caolín y arenas silíceas

La recuperación medioambiental de las áreas afectadas por la explotación minera de la Sociedad CAOBAR., S.A. se basa en el desarrollo de las labores de restauración de forma progresiva con el avance extractivo y el consecuente abandono de las diferentes zonas que integran el ámbito territorial de las operaciones mineras (huecos, viales, infraestructuras, etc.). En el caso de la explotación María José situada en las proximidades del pueblo de Poveda de la Sierra, se han utilizado las escombreras para ocultar el frente activo de la vista del pueblo, minimizando así el impacto visual de esta explotación.

Los trabajos desarrollados obedecen a la siguiente secuencia y criterios:

☺ Una vez se ha dispuesto de superficie dentro de los huecos se ha suspendido el vertido en las estructuras externas para pasar a verter rellenando el hueco de explotación, sobre un modelo de minería de transferencia.

☺ Las escombreras, multibancos, se conforman mediante el vertido por tongadas en bancos con alturas no superiores a 15 m y talud entre bancos inferior a 60°, con bermas de anchura superior a 10 m y peralte invertido hacia el interior. Disposición de un sistema de gestión de aguas pluviales basado en cunetas de guarda, a pie de banco, y canales de drenaje verticales. Esta estructura se integra en el paisaje debido a su similitud con el medio geomorfológico a escala regional (dominio de valles encajonados y vertientes).

☺ La posterior extensión de una capa del suelo (con sus correspondientes horizontes), con espesor global superior a los 80 cm, favorece el crecimiento, sobre las escombreras o sobre los relieves de relleno, de las especies herbáceas y forestales, cuyo desarrollo es sistemática y periódicamente analizado. El chopo es la especie que mejores resultados presenta en la reforestación de los bancos inferiores, por el mayor grado de humedad en el substrato mientras que las coníferas son las especies que mejor se han adaptado a las condiciones de entorno de los bancos superiores. Todo ello acompañado de un estrato arbustivo-herbáceo acorde con las especies autóctonas de la zona (romero, brezo y tomillar)

☺ Finalmente se realiza un seguimiento periódico (mensual) de las superficies recuperadas tanto de la propia estructura (colapsos o formas de erosión) como del desarrollo de la vegetación implantada.

Apantallamiento de la planta de tratamiento

Ref. Biblio. [E-5]

Cantera "Las Delicias" (Alicante) – Áridos para la construcción

La empresa, Áridos Aspe, S.L., que realiza la explotación de la cantera de caliza "Las Delicias", por motivos relacionados con la proximidad a vías públicas y a un núcleo habitado, ha emprendido una serie de trabajos de apantallamiento de la planta de tratamiento, empleando para ello vegetación de nueva implantación.

Con tal propósito, se han plantado barreras de palmeras, adelfas, y otras especies adaptadas a la climatología de la zona, constituyendo unas verdaderas áreas ajardinadas que enmascaran la mayor parte de las estructuras de las instalaciones productivas. Los silos más altos han sido pintados de color verde, de forma que incluso lleguen a confundirse con la propia vegetación.

Paralelamente, se han creado las infraestructuras necesarias para el riego y para la conservación de las plantas con el menor consumo de agua posible.



Pantallas vegetales que ocultan la planta



Detalle de las plantas situadas en la proximidad de las pistas de circulación

Explotación subterránea de áridos

Ref. Biblio. [E-7]

Cantera Bahoto (Asturias) – Áridos para la construcción

En la explotación de caliza para áridos de la empresa Áridos Bahoto, S.L., que está situada en las proximidades de Tudela Veguín (Asturias), se está desarrollando una investigación minera por interior desde principios del año 2002.

Para ello, se ha comenzado preparando una explotación piloto, constituida por una galería de acceso de sección 5x5 m y 30 m de longitud, un hueco de 940 m² y 5 m de altura y tres pilares de sostenimiento, dos de ellos de 8x8 m y el tercero de 10x5 m, distribuidos en su interior.

Los objetivos del estudio consisten en la optimización del diseño de la explotación por cámaras y pilares, el control tenso-deformacional del macizo rocoso mediante instrumentación, la captación de datos y monitorización on-line y, fundamentalmente, la disminución del impacto ambiental y vibraciones con respecto a las explotaciones a cielo abierto, así como el estudio del posible aprovechamiento de los huecos generados para almacenamiento de estéril, residuos industriales, dada la óptima situación de la mina, cercana a núcleos importantes de población.

Se ha efectuado, finalmente, un análisis de la viabilidad económica de la explotación en comparación con las explotaciones a cielo abierto, considerando el coste ambiental de restauración. Actualmente se está preparando ya el diseño de la explotación por interior, puesto que los buenos resultados obtenidos en las fases precedentes de la investigación animan a comenzar la explotación propiamente dicha por minería subterránea.



Vista del acceso a la mina



Interior de la explotación subterránea

Túnel de acceso a la plaza de cantera Ref. Biblio. [E-19]

Cantera “Caleros de Brañes, S.L.” (Brañes / Asturias) – Aridos para la construcción

La explotación ha sido concebida y diseñada por la empresa Caleros de Brañes, S.L, de forma que el impacto visual producido fuera el mínimo posible. El acceso a la plaza de cantera se realiza a través de un túnel por el que transitan los camiones que acceden a los diferentes acopios situados dentro de la misma, para cargar el material con destino al mercado.

Por ese mismo túnel discurre un sistema de cintas transportadoras que unen el primario, situado en la boca interior del túnel, con la planta de tratamiento situada en el exterior y perfectamente carenada.

De este modo, tanto la explotación como los acopios permanecen ocultos a las personas que puedan circular por las inmediaciones, hecho relevante ya que se minimiza el impacto visual de la cantera.



Vista del túnel de acceso a la plaza de cantera. Acceso de camiones y paso de cintas transportadoras

Explotación subterránea de pizarras Ref. Biblio. [E-84]

Concesión Calzada (Villamartín / Orense) – Pizarra ornamental

En la concesión de pizarra denominada “Calzada”, nº 4288, que está situada en las proximidades de Villamartín, localidad cercana a Barco de Valdeorras (Orense), de la cual es titular y explotadora la empresa Pizarras Gallegas, S.A, se está desarrollando una explotación minera por interior desde 1999.

Inicialmente se valoraron las reservas en la zona Noroeste de la concesión con una campaña específica de reconocimiento mediante dos galerías subterráneas, que serían ejecutadas en dos fases consecutivas, con el fin de proseguir la investigación en el caso que los resultados obtenidos lo aconsejasen o paralizarla en caso contrario. Al ser positivos los resultados de dicha investigación, se amplió el estudio a un nuevo tramo del macizo de pizarra, y se propuso colocar instrumentación y realizar una serie de ensayos que confirmaron la adecuación del método subterráneo para la explotación de la capa de pizarra, una vez constatadas la calidad y continuidad de ésta.

Posteriormente la empresa se planteó, a tenor de las conclusiones desprendidas de los mencionados informes de investigación e instrumentación solicitados a la Universidad de Oviedo, iniciar la explotación de la pizarra mediante minería subterránea. Además, el elevado volumen de desmonte aconsejaba la minería por interior.

El método de explotación elegido fue el de banqueo en gran cámara, que a priori parecía el más adecuado de entre los distintos analizados y que es el método mediante el cual, en la actualidad, se están explotando, con éxito, dos grandes cámaras subterráneas. Esta operación se realiza en bancos, como a cielo abierto, cortando la pizarra con sierra de disco e hilo diamantado, hasta que las cámaras alcancen sus dimensiones finales. Actualmente se está en ambas a unos 18 m de profundidad.

Cuando se acaben estas cámaras, se rellenarán con estéril de escombrera o de avance de otras galerías y se avanzarán otros 200 m más, en otra fase, y 200 más en un futuro si la capa lo permite. Además, se están preparando ya otras dos cámaras en el talud situado justo enfrente de los emboquilles de estas minas.

Las ventajas del método residen, fundamentalmente, en una mejor gestión del recurso minero (mayor aprovechamiento de pizarra), en la reducción del impacto ambiental de las escombreras que es muy acentuado en este tipo de explotaciones (se puede meter la escombrera en el interior de la mina, menor ocupación de suelos). Todo ello a costes competitivos frente a la extracción de pizarra a cielo abierto. Asimismo existen una serie de inconvenientes, que es preciso mencionar, aunque no han impedido que la empresa acometiese este tipo de explotación, como son la necesidad de disponer de una capa explotable muy regular y continua, de realizar galerías previas de gran longitud y, finalmente, de realizar una elevada inversión inicial.



Vista de las dos galerías acceso



Cámara en explotación

Apantallamiento de la explotación

Ref. Biblio. [E-41]

Canteras (Campo de Criptana y Malagón / Ciudad Real) – Áridos para la construcción

En las explotaciones de Campo de Criptana y Malagón, la empresa Hormigones Ciudad Real, S.A.-HORCISA, ha realizado acciones de apantallamiento y ocultación de las labores de extracción debido a la sensibilidad del entorno.

Para ello se ha procedido a acometer la plantación de arbolado, creándose zonas verdes constituidas por árboles de mediana altura. Estas pantallas tienen una triple función; principalmente la de reducir sensiblemente el impacto visual y en menor medida de cortina destinada a mitigar los efectos del polvo y del ruido sobre el entorno próximo.



Acceso a la explotación

3.4 Gestión del agua

Si las rocas y minerales son importantes para la vida cotidiana, el agua lo es, ciertamente aún, más. Cada vez es mayor el interés de la sociedad por este recurso vital y, en este sentido, hay que resaltar que los responsables de la explotación de las canteras han sido, en muchos casos, pioneros en adoptar iniciativas para mejorar su gestión.

En los capítulos anteriores, se ha visto que las técnicas de extracción y de tratamiento varían considerablemente, no sólo con respecto a los diferentes tipos de minerales, sino también en razón de las condiciones de extracción que se presentan en cada caso. Esto implica que la gestión del agua difiere, considerablemente, de una explotación a otra. En cualquier caso, para poder llegar a conclusiones válidas, es necesario distinguir entre los diferentes tipos de aguas que es preciso considerar en una explotación: las aguas subterráneas, las aguas superficiales de escorrentía y las aguas de proceso.

En la medida de lo posible, los empresarios de canteras tratan de mantener la cota inferior de la explotación por encima del límite superior de los acuíferos subterráneos. No obstante, las condiciones hidrogeológicas o la naturaleza del mineral a extraer no siempre permiten este tipo de explotación en seco y, en ocasiones, la extracción tiene que realizarse bajo el nivel freático. Con objeto de facilitar la extracción de las rocas y minerales y, al mismo tiempo, proteger los recursos de agua y permitir su utilización racional se aplican técnicas como el bombeo preventivo de aguas subterráneas puras, o el drenaje por medio de perforaciones situadas alrededor de la cantera. En varias regiones, como así ocurre en la cuenca de Tournai, en Bélgica, esta explotación responsable de las canteras ha llevado a una estrecha cooperación de los empresarios mineros con los gestores del agua potable destinada al consumo.



Estación de bombeo de agua para consumo humano, situada en el interior de una cantera

Con frecuencia, las **aguas subterráneas** que se bombean se ven mínimamente afectadas por la propia explotación y, en la medida de lo posible, gracias a una adecuada gestión, estas aguas de bombeo o de drenaje se reinyectan en los acuíferos después de un control de calidad muy estricto.

No obstante, la gestión del agua y su influencia sobre la obtención de los permisos de explotación, sigue constituyendo una preocupación permanente para los empresarios de canteras.

Las **aguas superficiales** tienen una gran importancia en los procesos de extracción y tratamiento de los minerales. Las **aguas de proceso** suelen obtenerse mediante captación de las aguas superficiales (tanto públicas como privadas) y los vertidos de agua se producen de forma natural en la zona de las aguas superficiales. Es más, en ciertos casos, la extracción de las rocas y minerales se realiza bajo agua, por medio de dragas.

En toda Europa se aplican reglas muy estrictas en lo referente a los vertidos de agua. Sin embargo, debe destacarse el hecho de que la extracción de minerales no metálicos libera muy pocas sustancias peligrosas, tratándose más de una cuestión de modificaciones transitorias de las características físicas del agua que de alteraciones de su composición química.

La medición estándar de la calidad del agua está basada, fundamentalmente, en tres parámetros: El pH, las materias sólidas en suspensión y la demanda bioquímica de oxígeno. Con respecto a este último parámetro, se puede constatar que la contaminación orgánica inducida por la extracción de las rocas y minerales es muy reducida pero que, por el contrario, el contenido en materias sólidas en suspensión es bastante significativo debido a los procedimientos empleados que utilizan agua, como el corte, el lavado de las rocas, la separación de los lodos, etc. El pH del agua está, sobre todo, ligado al tipo de materia prima explotada y, por lo tanto, resulta difícil dar un valor preciso y global.

Según las características de los acuíferos, los umbrales de tolerancia aplicados a los efluentes líquidos varían considerablemente según los países, las regiones e incluso las condiciones locales. Los valores máximos para los tres parámetros principales mencionados se escalonan de 5 a 11 para el pH, de 20 a 100 mg/l para las materias sólidas en suspensión (MSS) y de 40 a 125 mg/l para la demanda biológica de oxígeno (DBO).

Las fugas accidentales pueden, asimismo, afectar a la calidad de las aguas superficiales, principalmente cuando se trate de hidrocarburos utilizados en las canteras o las instalaciones. Con objeto de prevenir tales sucesos, los esfuerzos de los suministradores de estos productos y de los empresarios de

canteras han permitido el desarrollo de nuevas tecnologías avanzadas. Por ejemplo, los aceites tradicionales, utilizados en los circuitos hidráulicos de retroexcavadoras y palas cargadoras, están siendo sustituidos, gradualmente, por aceites biodegradables, evitándose así episodios de contaminación permanente, en caso de fugas [67]. Para el almacenamiento de hidrocarburos y de residuos asimilados se acondicionan zonas estancas y protegidas.

Por otra parte, el tratamiento de las aguas de proceso antes de su vertido se ha convertido en una norma comúnmente aplicada, lográndose, a veces, que la calidad del agua vertida sea mejor que a su entrada en el circuito de producción.



Respeto por el equilibrio de los acuíferos y por la gestión del agua

En lo que respecta a la utilización del agua, en el capítulo 2, se describen los diferentes procedimientos donde se aplica, lo que ayuda a apreciar la importancia y la diversidad de los usos que tiene el agua para la industria extractiva. En las canteras de rocas ornamentales, se corta a menudo la roca mediante chorros de agua a presión. El agua puede, además, utilizarse como elemento para transportar, en forma de lodos y de pulpas, las materias extraídas de la cantera al establecimiento de beneficio.

También se recurre al agua para lavar la materia prima, con objeto de separar los minerales útiles de su ganga o para disociar minerales mixtos en función de su densidad relativa. El agua se emplea en la transformación de las cales hidratadas, en las operaciones de pulido y corte en talleres de rocas ornamentales y como elemento para el control del polvo. Finalmente, algunos minerales, tales como los carbonatos cálcicos o el talco se suelen entregar a los clientes bajo la forma de pulpas húmedas. En pocas palabras, puede decirse que la obtención de minerales no podría realizarse sin agua.

La mayor parte de los procesos de tratamiento utilizan actualmente sistemas en circuito cerrado: tras su utilización, las aguas cargadas de sólidos pasan a través de balsas de decantación y de dispositivos de clarificación antes de retornar al circuito de

tratamiento. Este proceso tiene como resultado un consumo neto de agua bastante reducido⁷. Los lodos que resultan de este tratamiento, pueden ser reutilizados en el proceso de tratamiento, ser empleados como relleno en las labores de restauración o ser reciclados como producto secundario (finos de caliza para el abono agrícola o para el sector de las cerámicas, etc.).

Las inversiones ligadas al ciclo del agua son, ciertamente, uno de los puntos importantes de la contabilidad medioambiental de la extracción de minerales. Las inversiones relacionadas con el estudio del tipo de proceso a aplicar, con los equipos de reciclado y con su mantenimiento constituyen, junto con la construcción propiamente dicha de los equipos e instalaciones de tratamiento del agua, un gasto importante para los empresarios de canteras.

Casos reales sobre la gestión del agua

Mejora de la calidad del agua

Ref. Biblio. [137]

Talco



En una cantera sueca, una empresa productora de talco explota un yacimiento de esteatita situado en una región montañosa. Los bloques, que se utilizan, entre otras cosas, para la fabricación de estufas, se cortan y se pulen en vía húmeda, por lo que el agua sirve aquí como agente de refrigeración. El agua procedente de este proceso se bombea posteriormente a un antiguo hueco de la explotación de talco que se rellena de forma natural con agua procedente de la ladera de la montaña más próxima a la cantera. Estas aguas naturales se utilizan también como agua de proceso en las instalaciones. Antes de aflorar, estas aguas penetran en los suelos y subsuelos montañosos constituidos por rocas ultrabásicas ricas en cobre y níquel.

En coordinación con las autoridades medioambientales de la región, se analiza periódicamente la calidad de las aguas en diferentes puntos con el fin de controlar si la explotación pone en peligro el equilibrio natural del lago Än, zona natural de anidación situada aguas abajo. Esta vigilancia ha permitido comprobar que las aguas que han permanecido en el hueco ya citado y que se han utilizado durante los procesos de explotación son, en gran medida, de mejor calidad que las aguas de origen, siendo su contenido en cobre y níquel inferior en más del 60 %. Esto se debe a que los lodos de talco actúan como un enorme sistema de filtración que protege al lago de las aguas naturales de baja calidad.

⁷Por ejemplo, el tratamiento de una tonelada de caolín requiere unos 6 m³ de agua, pero hasta un 98 % de esta agua es reciclada en un circuito interno y reutilizada en el proceso.

Reciclado del agua de proceso

Ref. Biblio. [104]

Industria alemana de las rocas ornamentales



Durante la extracción y el tallado de las rocas ornamentales, la utilización de agua es muy importante, con el propósito de refrigerar las herramientas de corte y de puesta en obra así como para hacer circular los agentes abrasivos y las pequeñas partículas resultantes de las operaciones de corte y de pulido. Aún cuando no se añadan aditivos nocivos en el circuito de agua, se prohíbe la presencia de partículas de roca o de metales, tanto en las aguas efluentes como en las subterráneas.

La industria alemana de la roca ornamental ha realizado un gran esfuerzo por adaptarse a los límites tan estrictos que ha establecido el legislador para los vertidos. Por tal motivo, se instalaron en las canteras sistemas muy costosos, pero eficaces, para la regeneración del agua de proceso y para la filtración fina. Gracias a estas inversiones actualmente el 90 % del agua de proceso que se precisa procede de la recuperación y del reciclado de las aguas usadas en circuito cerrado.

Protección de las aguas subterráneas

Ref. Biblio. [111]

Cantera de Hahnstätten – Caliza para cales



Esta empresa, que extrae 1 millón de toneladas al año de roca caliza, produce principalmente cales vivas e hidratadas, carbonatos cálcicos precipitados y morteros secos prefabricados. La materia prima procede de un yacimiento de caliza devoniana de gran pureza ($\text{CaCO}_3 > 98,5\%$) donde la potencia de la formación calcárea es de unos 200 m. La cantera se extiende sobre una superficie de 30 ha y está bordeada por carreteras públicas, por una línea ferroviaria y por un río. Con objeto de conservar la alta pureza de la roca calcárea, la extracción tuvo que realizarse a un nivel más profundo que anteriormente.

La roca calcárea extraída se caracteriza por un alto grado de karstificación, lo que implica, entre otras cosas, que las aguas subterráneas encuentran fácilmente su camino, en el seno del macizo rocoso, hasta la cantera, ya que las grutas están en conexión directa con la explotación. Justo al lado de la cantera, existe un río que circula a través de los karsts a lo largo de 1,7 km. El caudal medio anual de la corriente es de 2 m³/s y, a veces, puede llegar a ser de 10 a 20 veces superior durante los periodos de crecida. En épocas de estiaje, el lecho principal tiende a secarse, puesto que una buena parte del agua restante es drenada por la cantera.

Hubo que encontrar una solución para proteger al mismo tiempo el lecho de este río subterráneo y la propia cantera. Se decidió emplear la capa de arcilla que recubría, de forma natural, el macizo calizo explotado, utilizándola, tras la descubierta, para taponar el lecho afluyente del río que corría hacia la cantera. A pesar del coste prohibitivo de esta medida, se logró detener la avenida de agua hacia la explotación y de este modo, restablecer el equilibrio del karst y de las corrientes subterráneas, que constituyen una parte importante de su ecosistema.

Desacidificación de un lago después de la explotación

Ref. Biblio. [84]

Explotación de Kingslyme Norfolk – Arenas silíceas 

En la región de Kingslyme, como consecuencia de la extracción, por la empresa, de grandes cantidades de arenas silíceas por debajo del nivel del techo del acuífero, fue necesario aplicar técnicas de bombeo para facilitar los trabajos de explotación. Cuando cesó la misma, los huecos producidos fueron inundados progresivamente para dar lugar a unos lagos que se encuentran actualmente en equilibrio con el nivel del acuífero.

La extracción de las arenas se realizó hasta alcanzar un nivel demasiado rico en hierro para poder ser comercializado en la industria del vidrio. El hierro se encuentra, en este caso, bajo la forma de sulfuros (pirita) que, expuestos a la acción del aire, sufren oxidación y se transforman en ácido sulfúrico. El agua de los nuevos lagos se vuelve, así, cada vez más ácida, hasta alcanzar un nivel de pH 3 o inferior.

A pesar de este problema, existía una presión social que reclamaba la posibilidad de utilizar estos lagos como lugares de ocio y de esparcimiento donde desarrollar actividades como la navegación y la pesca. Con el mencionado grado de acidez, la falta de actividad biológica y, por lo tanto, el aspecto poco atractivo de estos lagos ácidos excluía toda posibilidad de desarrollo turístico. La realización de una neutralización de las aguas del lago con cal podía mejorar la situación pero únicamente de manera temporal por lo que se descartó, decidiéndose optar por una autorregulación permanente.

En consecuencia, la empresa decidió emprender la realización de proyectos de investigación con miras a mejorar y estabilizar el ecosistema. El método elegido finalmente consistió en aplicar un tratamiento combinado de cal, para aumentar el pH, y de materia orgánica que formara una capa uniforme en la superficie de los sedimentos ácidos del fondo. La descomposición de la materia orgánica trae consigo condiciones reductoras de tal manera que los sulfatos generados se transforman en sulfuros que precipitan con el hierro para formar la pirita. Estas condiciones reductoras, situadas en la interfase agua – sedimento, actúan, por tanto, como un filtro químico que suprime los sulfatos desde que llegan al lago a través de las aguas subterráneas.

La gran zona de reducción de los sedimentos bloquea también parcialmente el paso del oxígeno hacia el acuífero subterráneo y disminuye así la producción de sulfatos por oxidación. Por otra parte, la materia orgánica es un buen nutriente para el ecosistema y favorece una productividad vegetal primaria que trae consigo la producción de carbono a partir del CO₂ atmosférico. Esta materia prima se acumula en el lago y permite, de ese modo, la formación de una capa de sedimentos ricos en materia orgánica. La fotosíntesis que se inicia representa una ayuda en la lucha contra la acidificación y hace posible que pueda mantenerse un pH neutro.




El principio desarrollado en el laboratorio fue aplicado luego en el lago junto con un control a largo plazo de los efectos. Hasta la fecha, los resultados muestran una buena estabilización del pH y ningún efecto secundario. La certeza de que el ecosistema creado es estable y apto para autorregularse no es todavía absoluta. La antigua explotación ha permitido, sin embargo, ofrecer a la comunidad un laboratorio de escala real para desarrollar tecnologías de ingeniería medioambiental, cuyo interés sobrepasa, de lejos, a este caso específico.

Gestión del aprovisionamiento de agua

Ref. Biblio. [136]

Instalaciones de Pöbenhausen – Arenas y gravas para la construcción 

Durante la etapa de estudio del proyecto de extracción de arenas y gravas de Pöbenhausen, la estimación del consumo total de agua se situó en torno a 500 m³/h. De esta forma se diseñó el circuito de agua configurando el sistema de reciclado para que el aporte de agua pudiera establecerse tal y como sigue:

-  aguas industriales recicladas: entre 270 y 420 m³/h.
-  aguas de proceso del sistema de clarificación: aproximadamente 165 m³/h.
-  aguas naturales de pozos profundos: unos 35 m³/h.

El agua nueva, que representa, solamente, un 7% de las necesidades del proceso, se bombea en sondeos profundos y sólo se utiliza para compensar las pérdidas del sistema originadas por la retención de agua en la materia (humedad residual) y por la evaporación. El agua de proceso utilizada para el lavado de las rocas y minerales (separación de ganga, etc.) procede de un circuito cerrado y continuo que integra el tratamiento de las aguas cargadas de sólidos.

Gestión del agua de proceso

Ref. Biblio. [E-73]

Mina en Carrascal del Río (Segovia) – Feldespato potásico para cerámica y vidrio 

La actividad desarrollada por Industrias del Cuarzo, S.A. en su mina a Cielo Abierto de Carrascal del Río (Segovia) consiste en la extracción de arenas feldespáticas para la producción, por flotación diferencial, de feldespato potásico seco y micronizado y de arenas silíceas secas. La explotación está situada en un entorno de alto valor ecológico, siendo el receptor de sus efluentes líquidos, un río de montaña con aprovechamiento de salmónidos.

El proceso de flotación de Industrias del Cuarzo, S.A. emplea un volumen de agua próximo a los 1.500 m³/h, que se divide en dos circuitos, neutro y ácido. El porcentaje de recuperación o recirculación de aguas es, actualmente, del 95%. El 5% de pérdidas se debe a la humedad de los productos (evaporada posteriormente en los secaderos) y por la renovación necesaria en el circuito de aguas ácidas.

Inicialmente, las aguas ácidas eran neutralizadas en balsas de decantación mediante la reacción y precipitación, durante 12 horas, de los elementos nocivos con hidróxido cálcico en exceso.

Este método de neutralización está siendo sustituido por una nueva instalación que permite el control de pH en continuo, la dosificación automática de la solución de hidróxido cálcico en función del pH del agua, la decantación del precipitado formado en un espesador de alta capacidad que garantiza una estancia mínima de 14 horas de la pulpa y permite la extracción en continuo del precipitado. Un filtro prensa reduce la humedad del precipitado a menos del 5%, lo que permite su manejo sin dificultad.

Las ventajas del nuevo sistema, respecto al anteriormente empleado, residen en que se asegura la dosificación de hidróxido cálcico en función del pH, en que el tiempo de precipitación es constante y en que permite depositar definitivamente los precipitados neutralizados una vez deshidratados.

Este sistema garantiza que todos los parámetros del vertido se encuentran dentro de lo recogido en las directrices de la Comunidad Económica Europea.

Lavadero de camiones e instalación de depuración de aguas

Ref. Biblio. [E-33]

Cantera (Alicante) – Caliza para áridos

El lavado de vehículos y maquinaria es una operación repetitiva en el consumo de agua a lo largo del tiempo de vida de las canteras. El agua residual de esta actividad puede estar contaminada con aceites, grasas, etc., lo que puede acarrear la contaminación del suelo o las aguas subterráneas. Para evitar esto, en las canteras de la empresa Holcim Áridos, S.L., se ha construido un lavadero para los camiones, equipado con una instalación de depuración de las aguas residuales y lodos. El lavadero se ha acondicionado también como zona para trabajos de mantenimiento.

Las aguas residuales se depuran con un sistema de tratamiento compuesto por una balsa de desarenado-desengrasado y un separador laminar de hidrocarburos.

La balsa de desarenado – desengrasado facilita la eliminación de aceites y grasas, así como arenas y partículas de tamaño superior a 200 micras, con objeto de evitar sobrecargas e interferencias en las operaciones posteriores. Está construida en poliéster reforzado y tiene una capacidad de 6000 litros.

El separador de hidrocarburos, es un separador de dos cámaras laminar, con una eficacia del 97%. La separación de los hidrocarburos se realiza por coalescencia, permitiendo la agrupación de pequeñas gotas de hidrocarburos, acelerando así su separación.

La extracción de arenas y sustancias flotantes la realiza una empresa especializada mediante una bomba de succión sumergible, y posteriormente los lodos residuales generados son retirados por gestores autorizados por la Comunidad Autónoma.



Foso de mantenimiento y sistema de depuración

Captación de las aguas de escorrentía y construcción de una balsa para riego

Ref. Biblio. [E-30]

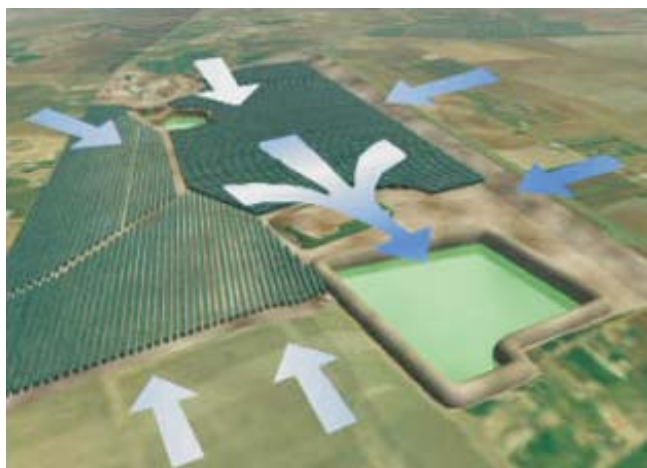
Gravera "La Rinconada" (Sevilla) – Áridos para la construcción

A lo largo de la explotación y restauración de la finca "El Gordillo" se han ido acometiendo, por la empresa Hanson Hispania, S.A., una serie de mejoras solicitadas por la propiedad con el objeto de elevar los rendimientos agrícolas, al tiempo que se dotaba a la finca de infraestructuras de las cuales carecía. Una de las más importantes, sino la más importante, ha sido la gestión del agua procedente de las escorrentías y de los desagües de fincas colindantes que circulaban libremente por la finca.

La depresión de la finca respecto a su cota original en aproximadamente 6 m, así como la homogeneidad en la nivelación, han supuesto que toda ella pueda ser regada por gravedad mediante un sistema de goteo. Esto conlleva grandes ahorros de energía eléctrica y, lo que es más importante, de agua dada su escasez en esta región.

Al mismo tiempo se realizó la captación y conducción, mediante tuberías, de las aguas de escorrentía que eran aportadas a la finca por los terrenos colindantes, evitando así que estas aguas circularan libremente a través de los terrenos de cultivo, entorpeciendo las labores agrícolas.

Pero sin duda, la mayor contribución a la gestión de estas aguas fue la construcción de una balsa para almacenamiento de agua de riego con una capacidad de 1.000.000 m³. Dicha balsa se abastece de los excedentes hídricos del Canal del Valle Inferior del Guadalquivir que en otro caso se perderían, así como de las aguas de escorrentía procedentes de las fincas colindantes, previamente conducidas mediante tuberías, como se ha comentado anteriormente, hasta ésta. Así se asegura el abastecimiento de agua de riego en la finca, incluso en las habituales épocas de sequía que afectan a la zona. Una nota importante a considerar, es que la construcción de la balsa se realizó aprovechando la explotación minera, de tal manera que los muros, que conforman la balsa, tienen su base sobre las margas, quedando de esta forma totalmente aislada del acuífero.



Captación de las aguas de escorrentía



Alimentación de los excedentes del canal

Tratamiento de lodos de proceso

Ref. Biblio. [E-37]

Cielo Abierto. Gravera (Tarrasa) – Áridos para la construcción

La explotación de la empresa Hormigones, Áridos y Maquinaria S.A.- HAYMSA, beneficia una terraza colgada de material compuesto por una mezcla de arenas y cantos rodados de diferentes granulometrías, con un contenido arcilloso próximo al 25 %. Tradicionalmente los lodos procedentes de la instalación eran bombeados a unos diques de estériles, situados a un nivel superior al de la instalación, donde se decantaban y recuperaban las aguas limpias para su reutilización en el proceso.

Sin embargo, la utilización de diques de lodos comportaba, en este caso, una serie de problemas entre los que destacaban la necesidad de ocupación de suelo para su implantación como depósito permanente, las importantes pérdidas de agua por retención en los lodos decantados y por evaporación, así como unos elevados consumos de energía en bombeos de lodos y retornos de aguas limpias. Además era preciso considerar el riesgo de vertidos de lodos al cauce público, la gran sensibilidad social ante este tipo de estructuras y las importantes garantías económicas para responder a eventuales problemas de responsabilidad civil.

Ante esta problemática, la empresa explotadora decidió proceder a la instalación de un completo sistema de tratamiento del agua de proceso, cuyos principales componentes son un tanque espesador, un tanque pulmón y un filtro prensa.

El tanque espesador que recibe los lodos procedentes del lavado de los áridos, con un contenido de sólidos que varía entre 40 y 75 g/l, permite recuperar aguas clarificadas, en la parte superior, y un lodo espesado con una concentración de sólidos de 500 g/l, en la parte inferior. Estos lodos espesados pasan al tanque pulmón, cuya función es almacenarlos y regular la alimentación al filtro prensa. En el filtro prensa, se somete al lodo a un filtrado a alta presión en un proceso discontinuo, resultando una fracción líquida de agua clara y unas tortas de sólido con un 22 % de humedad.

Mientras que la instalación trabaja a un turno, el proceso de filtrado trabaja en automático hasta que se finaliza el lodo contenido en el tanque pulmón. Las aguas clarificadas en el tanque espesador, así como las recuperadas en el filtro prensa son reutilizadas en proceso de lavado, habiéndose obtenido importantes ahorros en el consumo de agua de proceso. Las tortas de lodo resultantes del filtrado pueden ser manejadas como un sólido y son utilizadas en el proceso de restauración de la gravera.

El proceso tiene como importantes ventajas, frente al sistema tradicional, el ahorro en el consumo de agua, un menor consumo energético, una nula ocupación de terrenos en diques permanentes de lodos y la obtención de un producto idóneo para su uso en la restauración por su textura y contenido de humedad.



Tanque espesador en primer plano y tanque pulmón al fondo



Filtro prensa

Decantador de lodos para reciclaje de agua en circuito cerrado

Ref. Biblio. [E-49]

Gravera Valdocarros (Madrid) – Áridos para la construcción 

Las especiales características de la gravera Valdocarros en cuanto a configuración de las instalaciones de la planta de tratamiento, y ubicación en un entorno medioambientalmente protegido (Parque Regional), hacen que la empresa Transportes de Aglomerados y Materiales, S.A.-TRAMSA, haya procedido a la optimización del sistema de gestión de las aguas de proceso instalando un decantador de lodos para reciclaje de agua en circuito cerrado.

Esta instalación tiene dos funciones muy importantes de cara a preservar el medio ambiente:

☺ Se aprovecha un alto porcentaje del agua que se emplea en el lavado de los materiales, manteniéndose en circuito cerrado y, por lo tanto, con una captación mínima de manantiales exteriores.

☺ Se trata de un proceso limpio y seguro de operación de los lodos, ya que éstos se cargan directamente en cisternas y se depositan como relleno en las áreas a restaurar, al ser inertes.

Este dispositivo se ha integrado perfectamente en el entorno mediante la plantación de especies autóctonas. De este modo se evitan balsas de decantación que suponen una mayor superficie de afección, logrando al mismo tiempo una mayor eficacia del proceso de producción.



Decantador de lodos integrado en la vegetación circundante

Sistema de decantación en balsas de los sólidos del agua de proceso

Ref. Biblio. [E-1]

Gravera de Garrapinillos (Zaragoza) – Áridos para hormigón 

En la gravera de Garrapinillos, explotada por la empresa Aricemex, S.A., existe un sistema de aprovechamiento del agua consistente en la recirculación del agua utilizada una vez decantada.

El sistema consiste en unas balsas de decantación a las que llega el agua procedente del proceso de lavado de los áridos. En ellas se produce la decantación de los sólidos de forma tal que el agua que sale tiene una baja concentración de los mismos y puede ser utilizada otra vez en el circuito de lavado. Para ello el agua decantada es enviada a una balsa de regulación donde se junta con el agua procedente de un pozo que es preciso aportar para compensar las pérdidas. Posteriormente se envía mediante un equipo de bombeo a la planta para el lavado de los áridos.

Hay cuatro balsas de decantación de construcción alargada y conectadas en serie, de forma que el agua pasa por las cuatro recorriendo la mayor distancia posible, en total 100 metros.

Las balsas se limpian periódicamente, empleándose los sólidos, que son inertes, en las labores de restauración de la gravera.



Detalle de las balsas

Construcción de una balsa de aguas claras sin riesgo de vertidos

Ref. Biblio. [E-42]

Gravera "El Tomillar" (Soria) – Áridos para la construcción 

Las operaciones de lavado que requieren las materias silíceas extraídas, han movido a la empresa Hormisoria, S.A., a diseñar un circuito cerrado del agua del proceso. El compromiso de la empresa con su entorno queda de manifiesto por el hecho de disponer de un sistema de gestión medioambiental certificado ISO 14001.

Las aguas de lavado pasan a una serie de balsas de decantación donde los sólidos en suspensión se depositan, pasando las aguas clarificadas a la siguiente balsa por gravedad. Desde la última de las balsas que se encuentra en la cota más baja de la gravera, las aguas ya clarificadas totalmente son recirculadas al proceso de lavado por bombeo.

Las ventajas del procedimiento son múltiples ya que se ha optimizado el consumo energético al trabajar, en gran medida, el sistema por gravedad, se ha minimizado el aporte de agua de proceso y los lodos

de lavado, que son inertes, son utilizados en la restauración de terrenos ya explotados. Finalmente el emplazamiento y el diseño de las balsas se han elegido para impedir la posibilidad de vertidos.



Balsa de agua clarificada para la recirculación en el proceso. Bordes acondicionados con piedra de escollera.

Proyecto de aprovechamiento y depuración de aguas de escorrentía

Ref. Biblio. [E-87]

Concesión "Benedicta" (Porriño / Pontevedra) – Granito ornamental

En la concesión de explotación "Benedicta", POCASA – Porriñesa de Canteiras, S.A. – Asociación de Canteiras de Galicia- ha realizado una serie de actuaciones destinadas a mejorar la gestión del agua de escorrentía, en esta concesión de 26 cuadrículas mineras donde están en explotación, en la actualidad, unas 250 ha destinadas a la producción de granito ornamental de la variedad "Rosa Porriño".

La principal de las iniciativas puestas en práctica ha consistido en la puesta en marcha de un nuevo proyecto de aprovechamiento y depuración de las aguas de lluvia que provocan el arrastre de sólidos y polvo. Este proyecto, que se está llevando a cabo con técnicos titulados de la Fundación Universidad – Empresa de La Coruña, ha comportado el estudio durante un año de la pluviometría y de los arrastres de las escorrentías que se producen en las distintas cuencas de vertido, incluyendo determinaciones analíticas de las materias arrastradas clasificadas como materia inerte no contaminante. En seis puntos diferentes se han dispuesto estaciones de información automática, monitorizada electrónicamente, para el análisis de los efluentes.

La turbidez de esta agua de escorrentía se corrige mediante balsas de decantación que permiten la reutilización del 80% del agua y el tratamiento por floculante del 20% restante para corregir la turbidez residual de vertido al río. Este proyecto se encuentra todavía en una primera fase de puesta en marcha.



Vista aérea del emplazamiento de las secciones de control

Gestión del agua del proceso de tratamiento del mármol

Ref. Biblio. [E-82]

Planta de elaboración (Cehegín / Murcia) – Caliza marmórea ornamental (España)

En su planta de elaboración de piedra caliza marmórea, la empresa Mármol Torremar, S.L., ha puesto especial énfasis en la gestión medioambiental de los lodos procedentes de la depuración de aguas de proceso. Este es un aspecto de gran importancia para este tipo de industria. Las actuaciones para la adecuación medioambiental del sector del mármol, en relación con la gestión de este tipo de residuos, consisten básicamente en la instalación de filtros prensa en todas las plantas, en la reutilización del agua en circuito cerrado y en el acondicionamiento de balsas en las empresas. Además, es preciso disponer de un vertedero adecuado para el depósito de lodos y realizar acciones para buscar mercado para la reutilización de estos lodos.

Las plantas que disponen de filtro prensa suelen obtener unos lodos con un 15-25% de humedad. Este tipo de lodo ocupa un volumen mucho menor y son más manejables. Los filtros prensa o deshidratador de lodos extraen los restos de agua que aún quedan en los lodos, recuperando más de un 90 % de agua de los lodos que descargará en decantador.

Estos lodos quedan concentrados normalmente en sacos fabricados para tal efecto y funcionalidad, los cuales facilitan su transporte en contenedores abiertos o cualquier medio de transporte convencional a los vertederos controlados.

Teniendo en cuenta que uno de los mayores bienes de la naturaleza actual es el bien hidráulico (agua), en este tipo de instalaciones se utilizan caudales de agua elevados. Por ello se implantan instalaciones de circuito cerrado con decantadores estáticos, en los cuales, con la ayuda de polímeros, se consigue crear un circuito cerrado donde se utiliza el agua de forma continua gracias a su poder de decantación y depuración de las aguas tratadas. Es obvio que el principal contaminante del agua está formado por las partículas en suspensión del corte y las aguas de lavado de maquinaria. Por ello las medidas a tomar pasan por aprovechar el agua pluvial y la implantación de sistemas de circuito cerrado que una vez clarificadas pueden volver a ser empleadas como agua de proceso, medida que minimiza y racionaliza el elevado consumo de agua utilizado en el sector y que está implantada, por otra parte, en la mayoría de las instalaciones.

Como principal ventaja sobresale el ahorro de agua que se genera con el circuito cerrado al poder reutilizarse en las distintas etapas de elaboración de mármoles y granitos. Se pueden llegar a obtener resultados de ahorro de agua de 6.000 litros a 8.000 litros por minuto de trabajo.



Tratamiento de clarificación del agua de proceso

Mejora de la eficiencia en el consumo de agua

Ref. Biblio. [E-11]

Cantera "El Zacacho" (Santomera / Murcia) – Áridos para la construcción

La empresa ARIMESA – Áridos del Mediterráneo, S.A., realiza en vía seca los procesos de trituración y clasificación de los materiales destinados a ser áridos para la construcción. La preocupación constante de la empresa por realizar una buena gestión medioambiental, ha llevado a adoptar una serie de medidas muy importantes para mejorar, entre otros aspectos, la eficiencia en el consumo de agua, ya que resulta, en las condiciones particulares de la zona, un bien poco abundante y, por lo tanto, de alto valor.

Todo el sistema integral de captación de polvo permite que el establecimiento de beneficio trabaje en vía seca, sin aportes de agua, lo que implica un importante ahorro de la misma. El disponer de pistas de rodadura asfaltadas igualmente permite reducir la frecuencia de los riegos por aspersiones necesarios, ahorrando de nuevo un elemento tan escaso como el agua.

Instalación de tratamiento de los lodos del proceso de la pizarra

Ref. Biblio. [E-85]

Concesión "Las Arcas" (Puente Domingo Florez / León) – Pizarra

La empresa Pizarras Las Arcas, S.L. es la explotadora de la Concesión LAS ARCAS 13.710, situada en el término municipal de Puente Domingo Florez, de la provincia de León, destinada al beneficio de la pizarra.

El laboreo se lleva a cabo mediante desmonte, hasta llegar a la capa de pizarra explotable. Una vez alcanzada la capa, se procede a su extracción mediante corte con hilo diamantado, y muy rara vez,

mediante el empleo de pólvora de mina, ya que ésta daña al macizo residual, con la consiguiente reducción del ratio aprovechable.

La pizarra extraída de la explotación, o rachón, se lleva a las naves de elaboración que la empresa posee, una de ellas próxima a la cantera, con el fin de aprovechar las piedras extraídas más pequeñas, y otra de mucho mayor producción, situada en La Medua, Sobradelo de Valdeorras (Orense).

Debido a que, como consecuencia del proceso de elaboración, en las naves, y en concreto en el serrado del rachón, se obtienen unos efluentes cargados de partículas finas y de algunos de los aditivos empleados en el proceso, se hace preciso un tratamiento adecuado, acorde con el medio ambiente.

Existen diversos sistemas de concentración de estos lodos, pero el que mejores resultados ha alcanzado es el siguiente:

1. Una primera fase de decantación o "espesado" y clarificación, consistente en la separación sólido-líquido, partiendo de una pulpa muy diluida, del orden del 10 % de sólidos en peso, hasta obtener un lodo del orden del 20-40 % de sólidos en peso. De este proceso se obtienen unas aguas depuradas iniciales.
2. La segunda fase consiste en una etapa de filtración o deshidratación, posterior al espesado, hasta la obtención de una torta de sólidos manejable con un 20-40 % de humedad. Así mismo de este segundo proceso se obtienen nuevamente otras aguas secundarias depuradas.

Para la primera fase se utiliza un clarificador Lamelas, teniendo éste como ventajas sobre otros, el que se eliminan las partes móviles (racletas y su accionamiento), baja inversión y mantenimiento, ocupa poco espacio, y es sencillo de utilizar. Como inconveniente se encuentra su limitado tratamiento de caudales de lodos, para lo cual se debe ir a tanques circulares o conos decantadores.

En la segunda fase se utiliza un filtro prensa, consistente en una serie de placas alineadas con sus respectivas telas filtrantes, y unas cámaras entre ellas para ser ocupadas por el lodo obtenido del Lamelas. El principio de operación consiste en la filtración a presión a través de la tela filtrante, siendo un proceso discontinuo, en ciclos de aproximadamente 15 minutos.

Las aguas obtenidas de ambas fases son recirculadas a la nave de elaboración, para volver a ser utilizadas en el proceso de serrado, garantizando de esta forma un mínimo consumo de agua.

Las tortas así obtenidas en el filtro prensa son manipuladas por medios mecánicos, para su utilización en la restauración de las escombreras que la empresa posee. Dicha restauración se efectúa de acuerdo a un estudio encargado por la Asociación Gallega de Pizarristas y realizado por Calfensa en mayo del 2000.

Por todo ello, la empresa, en su práctica de respetar el medio ambiente, instaló este sistema de gestión y tratamiento de los lodos residuales, en ambas naves de elaboración.



Vista general de la planta

3.5 Transporte y expedición

Una vez tratada, la materia prima extraída se transporta hacia los mercados de consumo. Teniendo en cuenta que el valor añadido de la mayor parte de estos minerales es relativamente pequeño, las cuestiones relacionadas con el transporte y la logística son muy importantes por su influencia directa sobre la rentabilidad y la continuidad en el tiempo de la actividad extractiva. Por otra parte, como las rocas y minerales son muy pesados⁸ y es preciso transportar grandes volúmenes, suele llegarse a una situación paradójica en la que el coste del transporte supera al coste del material y de su producción.

Algunos productos de alta calidad son incluso, a veces, objeto de expedición a ultramar. Tales desplazamientos suelen corresponder a minerales que sólo se encuentran en lugares muy concretos (por ejemplo, los boratos) o a minerales que pueden soportar altos costes de transporte (entre otros, los producidos a bajo coste en países no pertenecientes a la UE, donde hay poca o ninguna reglamentación medioambiental u otra).

Con pocas excepciones, las rocas y minerales producidos mediante la aplicación de criterios de buenas prácticas medioambientales y sociales no suelen expedirse a más de unos centenares de kilómetros desde su lugar de extracción. Mientras que algunos tipos de mármoles de alta calidad se exportan al mundo entero, la expedición de arenas de calidad estándar, por ejemplo, raramente puede realizarse a distancias que superen los 150 km, sin que se vea comprometida su

rentabilidad. La entrega por carretera de cemento no suele rebasar distancias de 150 km y el coste de los áridos se duplica por cada 50 km que éstos sean transportados respecto al yacimiento de procedencia [38].

Podría suponerse erróneamente que la elección del medio de transporte es únicamente función de su rentabilidad. Sin embargo, la selección del sistema de transporte de las rocas y minerales dependerá, evidentemente, de las redes de infraestructuras disponibles en cada circunstancia. En ciertos países europeos, además de las redes de carreteras, comunes a todos, se cuenta con redes ferroviarias bien dimensionadas para este tipo de transporte, con vías fluviales unidas, entre sí, por medio de numerosos canales asimismo navegables y con las infraestructuras portuarias suficientes para poder gestionar eficazmente los volúmenes de rocas y minerales que se precisan en los mercados. En otros casos, las alternativas son mucho menos numerosas lo que reduce sensiblemente la posibilidad de optimizar la logística del transporte.

El transporte por carretera es, sin ninguna duda, la opción más costosa y, por ello, se recurre lo menos posible. La utilización de barcazas es menos cara, pero el número de usuarios que se encuentran establecidos en las proximidades de vías navegables es bastante limitado. El transporte por ferrocarril es también una opción interesante, pero no es lo suficientemente fiable ni flexible, además de estar limitado a grandes usuarios que tengan un acceso directo a la red ferroviaria. Sin embargo, la estrategia de mercado está cambiando y, cada vez, se encuentran más grandes barcos, diseñados para el transporte de rocas y minerales a granel, cargando y descargando áridos en ciertos puertos europeos. Los proveedores de estas "canteras virtuales" tienen un coste de transporte evaluado en únicamente 0,15 euros por tonelada y día de transporte marítimo [69]⁹.

Las perturbaciones ligadas al tráfico se deben, principalmente, a la transferencia de rocas y minerales entre la explotación y el establecimiento de beneficio, en una primera fase, y posteriormente, entre este último y la instalación de carga más próxima (puerto marítimo o fluvial, estación ferroviaria de mercancías, etc.) o, directamente, el punto de consumo final del producto.

Parece lógico preguntarse por qué las plantas de tratamiento no se encuentran sistemáticamente localizadas en la proximidad de las canteras. De hecho, aunque suele ser así en la mayoría de los casos, en ocasiones ocurre que las condiciones topográficas o geográficas no son las más adecuadas o que, ante la posibilidad de generar un impacto medioambiental elevado si el establecimiento de beneficio se construyera en la explotación o en sus inmediaciones, se opta por separarlos. Además, puede suceder que la planta de tratamiento se encuentre en las proximidades de diversos yacimientos separados que la empresa correspondiente explota sucesivamente, durante toda la vida

⁸Una caliza común tiene una densidad de unos 2700 kg por m³.

⁹Coste estimado para un barco de transporte de minerales a granel, de 100.000 toneladas, que navegue a una velocidad de 800 km por día.

útil de esa instalación, no pudiendo esta última, obviamente ser demolida y reconstruida cada vez que el lugar de extracción se desplaza unos kilómetros más lejos.

En el sector de los minerales industriales, de la cal, del yeso y del cemento, las fábricas de tratamiento suelen estar cerca de los lugares de extracción o cerca de carreteras, vías navegables, red de ferrocarril, etc.

También se utilizan sistemas de transporte de bajo impacto medioambiental, tales como las canalizaciones y las cintas transportadoras subterráneas. Sin embargo, en algunos casos, no hay otra alternativa que hacer que los vehículos pesados atraviesen ciudades o núcleos de población, lo que puede llegar a constituir una fuente de molestias y de riesgos.

Los principales inconvenientes del transporte por carretera son los ruidos, las vibraciones transmitidas al suelo, el polvo y la suciedad, los efectos visuales, los accidentes y los riesgos para la seguridad [103]. En las evaluaciones de impacto medioambiental de las canteras, el riesgo potencial relacionado con el transporte externo ha de negociarse con las autoridades locales contemplándose, incluso, la posibilidad de construir vías alternativas que permitan descongestionar el tráfico de las vías afectadas. Para el transporte hasta la planta puede ser preciso realizar túneles provistos de cintas transportadoras, para las grandes canteras o, incluso, construir un sistema de transporte con teleférico.

En lo que respecta a la expedición del material ya procesado, que generalmente se subcontrata a transportistas independientes, los empresarios de las canteras imponen, con frecuencia, limitaciones de carga y de velocidad, controles de volumen, la limpieza de los vehículos pesados y de sus ruedas, el riego y la cubierta con una lona de las materias para prevenir el desprendimiento de polvo, emprendiendo, al mismo tiempo, los esfuerzos necesarios para que las empresas transportistas y sus conductores adopten una actitud responsable.

En algunas regiones, los empresarios de las canteras tienen que construir o reparar, por su propia cuenta, las carreteras y las vías ferroviarias para el transporte de los materiales. En estas regiones, las comunidades locales se benefician a largo plazo de tales trabajos de infraestructura. Una vez más, esto demuestra la importancia de entablar un diálogo fluido con las autoridades y los habitantes locales, de tal manera que la explotación se lleve a cabo considerando, en todo momento las condiciones de la zona.

El transporte externo de los productos a granel, en España, se encuentra altamente condicionado por las características de las infraestructuras del país. El gran esfuerzo realizado para la mejora de las redes de carreteras y autovías, unido a la práctica inexistencia de redes fluviales navegables, a la falta de

infraestructuras ferroviarias y portuarias para la carga y descarga de los grandes volúmenes de minerales necesarios, ha llevado a que más del 90% de los productos sean transportados por carretera, llegándose al 99% en el caso de los áridos.

Casos reales sobre la gestión del transporte y expedición

Conversión al transporte por ferrocarril

Ref. Biblio. [45] [36]

Torr Works y Cantera de Glensanda – Áridos



A mediados de los años 1960 y con miras a iniciar acciones para hacer más eficaces sus métodos de transporte, reducir sus costes y aumentar su competitividad, la dirección de la empresa Foster Yeoman decidió conectar su cantera a la red ferroviaria local de British Rail.

Actualmente, cerca del 80% de los productos triturados se expiden por ferrocarril ya que este método de transporte es, en este caso, 30 veces más barato que el transporte por carretera y puede desplazar 10 veces el volumen de los vehículos pesados.

Desde el punto de vista medioambiental, el transporte por ferrocarril de los materiales de esta empresa supone la reducción, cada año, de unos 50.000 desplazamientos de vehículos pesados. El desarrollo de esta alternativa tan ventajosa ha impulsado a los responsables a realizar, con el tiempo, la adquisición de 5 locomotoras importadas de los Estados Unidos, en 1984. Estas máquinas permiten desplazar los trenes más pesados que operan en la British Rail y realizan el trabajo de dos locomotoras clásicas; de hecho la empresa fue la primera en utilizar sus propias máquinas en la red ferroviaria nacional.

Estableciendo conexiones ferroviarias entre los frentes de explotación en cantera y, al menos, 17 depósitos, las actividades de transporte ferroviario se han fusionado, progresivamente, con las de otras empresas para constituir Mendip Rail, sociedad que pone a disposición de sus accionistas, locomotoras y vagones para el transporte de los áridos.

Otra cantera de la empresa participó también en la optimización del transporte y en la consiguiente reducción de impactos medioambientales, puesto que fue la primera supercantera costera del Reino Unido. Utilizando la técnica del gran pozo vertical (3,3 m de anchura) perforado en el mismo acantilado, la materia es triturada dentro del propio macizo después de una caída vertical de 300 metros dentro de este pozo. En el fondo del mismo, los materiales triturados se envían, por medio de cintas transportadoras situadas en un túnel de 1,8 km de longitud, hasta el mar. Los barcos de transporte de rocas y minerales a granel de la propia empresa, que operan constantemente, cargan, directa e inmediatamente, el material. Estos barcos cuentan con capacidades de carga de entre 37.000 a 76.000 toneladas.

La empresa, que comenzó sus actividades en 1923 con una pequeña cantera, tiene actualmente el 7% de la cuota de mercado británico y se presenta a sí misma como una empresa de extracción y de transporte de materias primas, estando, a menudo, ligado el éxito de la primera empresa a la eficiencia de la segunda.



Utilización de trenes para el transporte de áridos



Túnel para vehículos pesados en una región montañosa

Ref. Biblio. [84]

Cantera de Vipiteno – Carbonato de calcio



La cantera, situada en la proximidad de una aldea montañesa, producía importantes perturbaciones ligadas al paso cotidiano de entre 15 y 35 vehículos pesados a través de una aldea próxima, lo que originaba numerosas quejas por parte de sus habitantes. La topografía de la zona no permitía la construcción de una circunvalación vial y por lo tanto, la cantera decidió perforar un túnel.

En marzo de 1995, se perforaron los 25 primeros metros del túnel, por una empresa especializada, mediante el uso de máquinas perforadoras especiales. Los 200 m siguientes fueron arrancados con explosivo, en avances de 2 m. Con el fin de reducir al mínimo las vibraciones inducidas, en particular para un hotel situado en la inmediata vertical del túnel, se utilizó un gran número de detonadores de forma conjunta,

lo que permitió reducir la cantidad utilizada de explosivos. Desde enero de 1996, los trabajos han sido realizados por el personal de la propia cantera, que ha avanzado 100 m adicionales en proyección horizontal hasta completar una galería de 400 m de longitud debido a la inclinación del trazado. El túnel, provisto de instalaciones de alumbrado y asfaltado, fue inaugurado oficialmente en septiembre de 1996, en presencia de las autoridades locales.

No obstante, todavía se oían, a la salida del túnel, algunos ruidos de vehículos pesados por lo que se decidió prolongarlo más de 300 metros hasta la carretera principal, evitando por completo el paso a través de la población. Las características finales del túnel son las siguientes: longitud cerca de 1 km, anchura 10 m, altura 6 m, asfaltado y alumbrado. Con esto queda definitivamente resuelto por completo el problema de ruidos y molestias producidos por el tráfico de vehículos pesados.

Transporte de materias por teleférico

Ref. Biblio. [84]

Cantera de Luzenac– Talco



Una de las canteras de talco más importantes de Europa está situada en los Pirineos, a una altitud de 1.660 m. La planta de tratamiento se encuentra, en el valle, a unos 1.100 metros por debajo de la cota de la explotación. Aproximadamente, se extraen 400.000 toneladas de talco cada año y, por lo tanto, para transportar esta materia hasta la fábrica de tratamiento habrían sido necesarios unos 16.000 viajes de ida y vuelta de vehículos pesados (25 toneladas) lo que equivalía a 650.000 km, el doble de la distancia que hay entre la Tierra y la Luna. Este traslado de materias habría consumido enormes cantidades de combustible, producido gases de efecto invernadero y generado importantes perturbaciones en las carreteras.

En consecuencia, la empresa explotadora decidió construir una línea de teleférico de 5,3 km de longitud, desde la cantera hasta la fábrica. Cada cangilón de esta línea puede transportar 1,4 toneladas de materia a una velocidad de 4 m/s. Entre los meses de mayo y de octubre, única temporada durante la cual el clima permite la explotación a esa altitud, se precisan entre dos y tres viajes de ida y vuelta de cada cangilón para transportar la materia prima hasta la fábrica.

El sistema no consume energía, puesto que los cangilones deben ser frenados en su descenso por gravedad y lo que es todavía mejor, el conjunto está conectado a una dinamo que asegura el suministro eléctrico de la cantera. El sistema es, por otra parte, silencioso y su impacto visual es mínimo.

Reestructuración del transporte interno

Ref. Biblio. [111]

Cantera de Hahnstätten – Caliza para cales



Esta empresa, que extrae 1 millón de toneladas al año de roca caliza, produce principalmente cales vivas e hidratadas, carbonatos cálcicos precipitados y morteros secos prefabricados. La materia prima procede de un yacimiento de caliza devoniana de gran pureza ($\text{CaCO}_3 > 98,5\%$) donde la potencia de la formación calcárea es de unos 200 m. La cantera se extiende sobre una superficie de 30 ha y está bordeada por carreteras públicas, por una línea ferroviaria y por un río. Con objeto de conservar la alta pureza de la roca calcárea, la extracción tuvo que llevarse a un nivel más profundo.

Con una diferencia de cota de más de 40 m de altitud, el millón de toneladas producidas anualmente se transportaba por un vehículo que realizaba viajes de ida y de vuelta. Al desplazar los frentes de extracción a niveles inferiores, iba a ser necesario contar con un segundo vehículo. Este aumento del número de desplazamientos traería consigo el incremento de los ruidos y de las emisiones de gases (estas últimas debido al mayor consumo de combustible).

Por lo tanto, la empresa tuvo que acometer la instalación de un sistema de cintas transportadoras, mucho más eficiente que los dos camiones de carga. Sin embargo, para poder emplear este nuevo sistema, fue requisito previo la colocación de un equipo de trituración primaria en los niveles inferiores de la cantera, con objeto de reducir el tamaño del material transportado por las cintas.

La experiencia de las operaciones ha demostrado que la sustitución por las cintas transportadoras era, no solamente más segura para el medio ambiente, sino también más económica para la cantera.

Lavadores de ruedas

Ref. Biblio. [E-45]

Cantera (Palma de Mallorca) – Áridos para la construcción



En una cantera explotada por la empresa Readymix Asland S.A., que está situada en el término municipal de Palma de Mallorca, y muy próxima a su núcleo urbano, el único acceso a la explotación es una carretera estrecha que transcurre encajonada entre los muros de cerramiento de las propiedades colindantes. Por esta causa los drenajes de la misma son muy deficientes. En épocas de lluvias, la carretera se veía afectada por el barro adherido a las ruedas y bajos de los camiones que salían de la explotación, dando lugar a suciedad en la vía que se transformaba en polvo en épocas secas.

Siendo la empresa explotadora sensible a este problema, estudió diversas opciones para solucionarlo, optando por la adquisición de un equipo compacto de lavado de ruedas y de bajos de los vehículos, mediante agua a presión. Por no existir suministradores nacionales de este tipo

de equipos, se recurrió a una instalación de procedencia Suiza, avalada por sus buenos resultados en otro tipo de minería.

La implantación de este sistema ha precisado del asfaltado del tramo de vial situado entre el equipo lavador y la carretera de acceso a la explotación. El agua utilizada se decanta en una primera balsa de hormigón de la que pasa, a otra segunda balsa, de aguas limpias, donde se ubica el equipo de presión de la propia instalación. El consumo de agua se reduce así al mínimo.

La instalación se pone en marcha automáticamente, mediante un detector de presencia situado a la entrada, limitándose el camión a pasar lentamente a través de la misma.

Dado el éxito de esta experiencia, la empresa tiene montados, en la actualidad, un total de cuatro equipos similares.



Lavador de ruedas

Medidas para mejorar el transporte y la expedición de los áridos

Ref. Biblio. [E-27]

Cantera Taralpe (Alhaurín de la Torre / Málaga) – Áridos para la construcción



En la explotación Taralpe (Alhaurín de la Torre, Málaga), la empresa Compañía General de Canteras, S.A. del Grupo Financiera y Minera ha realizado un amplio programa de inversiones encaminado a la mejora ambiental que incluye una batería de medidas relacionadas con el transporte y expedición de los materiales, ya que la cantera, por su proximidad a núcleos densamente poblados, requiere de una cuidadosa gestión de este aspecto.

Entre estas medidas cabe destacar el asfaltado de las pistas más transitadas y de las zonas de expedición, la instalación de dispositivos de riego programado de pistas para humedecerlas y evitar el polvo, y la instalación de un arco de riego para humedecer la carga de los camiones que salen de la explotación, con objeto de evitar la generación de polvo durante el transporte.

Actualmente, se está estudiando la creación de una ruta alternativa para desviar el tráfico de camiones procedentes de las canteras de la zona, de forma que se pueda evitar su paso por los núcleos más densamente poblados.



Riego de pistas por aspersión

Piscina para el lavado de ruedas

Ref. Biblio. [E-20]

Cantera "Caleros de Brañes, S.L." (Brañes / Asturias) - Áridos para la construcción 

Con objeto de evitar que los camiones que salen a la vía pública tras cargar en la planta de tratamiento arrastren material que ensucie las carreteras vecinas, la empresa Caleros de Brañes, S.L. ha dispuesto un foso o piscina para el lavado de las ruedas, de forma que las partículas de polvo queden retenidas en el agua.

El circuito de tránsito está asfaltado, diseñado y señalizado de tal forma que todos los camiones han de pasar, ineludiblemente, por el lavador de ruedas antes de incorporarse a la carretera.

La combinación de este sistema con unas tareas de mantenimiento muy sistematizadas en las zonas de tránsito de vehículos han permitido mantener un alto grado de control sobre las condiciones de limpieza de las calzadas de la red viaria de las proximidades.



Piscina para el lavado de ruedas de camiones a la salida de la planta de tratamiento

Carretera para evitar el tráfico pesado por una vía pública

Ref. Biblio. [E-43]

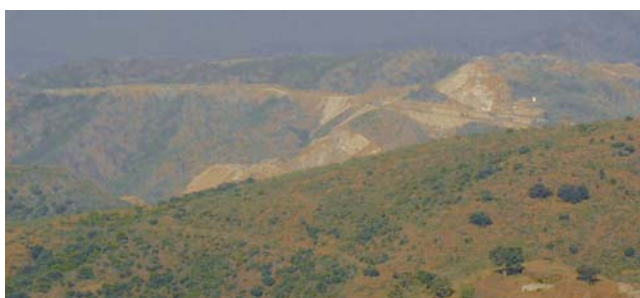
Cantera "El Plano" (Chercos / Almería) - Micronizados 

Al adquirir una explotación ya en actividad, la empresa Omya Clariana, S.A. decidió modificar y mejorar el trazado de la pista de

acceso a la explotación para descargar de tráfico de vehículos pesados a la carretera ALP 733 que comunica las poblaciones de Chercos y Lijar, evitando de este modo molestias e inconvenientes a los usuarios habituales. Además, con esta actuación, se han adaptado las dimensiones, pendientes, radios de las curvas, etc. a lo recogido en la legislación de seguridad minera.

Por ello, se ha construido un camino de acceso, de 3 kilómetros de longitud, a la cantera El Plano nº 474, desde la Ctra. ALP-733 de la CC-3325 a Acudía de Monteagud por Lijar, P.k. 7,200 en el Término Municipal de Chercos.

Dentro de los trabajos realizados, se ha asfaltado el firme, y se han restaurado los taludes interiores y exteriores del camino, con hidrosiembra (tomillo, y otras especies autóctonas) en el talud interior y revegetación con pinos, en el talud exterior.



Vista general del camino



Detalle de la hidrosiembra

Lavador de ruedas y de camiones

Ref. Biblio. [E-60]

Calera (San Cucao de Llanera / Asturias) - Cales 

La empresa Caleras de San Cucao, S.A., consciente de la importancia de aplicar las mejores técnicas medioambientales ha apostado por la ejecución de una serie de medidas destinadas a gestionar de forma respetuosa con el entorno las actividades de transporte y expedición.

Como primera medida, se ha procedido a la construcción de un lavadero de las ruedas de los camiones que salen de la cantera para evitar la propagación de polvo a las vías de comunicación más próximas y al medio ambiente.

Asimismo, se ha ampliado la zona de riego de la carretera para evitar la aparición de polvo en suspensión al transitar los vehículos por la misma. Del mismo modo, la empresa ha construido un lavadero de camiones capaz de separar los restos de aceite y llevarlos al depósito antes indicado.

La aplicación conjunta de estas medidas está dando unos excelentes resultados, permitiendo cumplir con los objetivos previstos.



Lavador de ruedas

3.6 Gestión de estériles inertes, tierras de cobertera, lodos de proceso y residuos industriales

La actividad extractiva genera en las operaciones de descubierta de las rocas y minerales útiles, dos tipos de materiales: los suelos orgánicos vegetales y los materiales subyacentes duros y rocosos, no valorizables directamente por la propia explotación. Ambos se generan en las labores de preparación previa a la extracción del mineral principal.

Además, a lo largo del proceso productivo, pueden obtenerse otros materiales no valorizables, como es el caso de los estériles inertes de la explotación, de las gangas, etc. Por último, también pueden generarse finos y lodos por el tratamiento de las aguas de proceso, procedentes de las operaciones de lavado, corte, etc. [29].

A la espera de su utilización como relleno en los trabajos de restauración de la explotación (o como subbases en trabajos de obra civil), los materiales de cobertera suelen utilizarse, en la cantera, para la edificación de barreras contra el ruido y el polvo, así como de pantallas visuales. En algunos casos y según sus características mineralógicas, los suelos y materiales de la cobertera pueden utilizarse también por otras industrias, como materia prima para la fabricación de áridos, ladrillos y productos cerámicos, etc.

En el sector de las rocas ornamentales, únicamente del 30 al 70 % de la roca original termina como producto acabado [104]. El resto, es decir las rocas que no se ajustan a los criterios de calidad requeridos por estar demasiado fisuradas, los estratos sin propiedades ornamentales o, incluso, los residuos producidos

en los trabajos de corte y acabado superficial, se utilizan en el sector de la construcción para la preparación de bloques artificiales o la fabricación de áridos o en el de los minerales industriales.

La producción de finos y de polvo mineral (filler) en las canteras de caliza puede destinarse a la agricultura como abono calizo o a la fabricación de hormigones prefabricados, siendo los finos, productos secundarios fácilmente valorizables.

En un gran número de países, los materiales de cobertera, los estériles inertes y los finos procedentes de los diferentes procesos de tratamiento no son considerados como residuos, ya que efectivamente no lo son en realidad, puesto que todos ellos cumplen con su cometido dentro de las distintas etapas del proceso productivo.

Con frecuencia, se recomienda preservar y acopiar estos suelos y materiales de descubierta para las labores de restauración posteriores a la fase de explotación. Estos trabajos de recuperación de los terrenos consisten, básicamente, en el simple relleno del hueco producido con los estériles inertes, separando previamente los suelos vegetales ricos en biomasa, con el propósito de favorecer la posterior revegetación. Mientras que estas prácticas han pasado a ser una obligación legal en buen número de países europeos, en otros, lamentablemente, los suelos y los estériles inertes son considerados como efluentes industriales sólidos, lo que motiva que estas materias naturales sean fiscalmente clasificadas como "residuos industriales" [82].

En los ejemplos y casos prácticos de restauración que se describen en el Capítulo 4, también se alude a la gestión de los terrenos de la cobertera.

Las medidas aplicadas por las empresas para una buena gestión de los residuos industriales producidos por los equipos (aceites, neumáticos) y los materiales (embalajes de explosivos, etc.) empleados durante las operaciones de extracción y tratamiento son, en gran medida, similares a las de otras actividades comunes. El tipo de residuos que se generan son los mismos que pueden producir -por ejemplo- elementos tan familiares como los coches (metales, combustibles, etc.).

Casos reales sobre la gestión de los estériles inertes, de la cobertera y de los lodos de proceso

Diseño y revegetación de una escombrera

Ref. Biblio. [84] [85]

Cornouailles y Devon – Industria del caolín



La industria tradicional del caolín en Cornualles y en Devon se remonta a hace más de 250 años. Su influencia sobre el paisaje ha sido tal que

se ha convertido en una parte integrante del patrimonio arqueológico y cultural de la región.

Las técnicas de diseño de escombreras han ido evolucionando con el tiempo y las escombreras cónicas tradicionales han sido sustituidas, progresivamente, por conjuntos de bancos que pueden ser revegetados.

Con el propósito de lograr los mejores resultados, se han realizado diversos estudios sobre las técnicas de hidrosiembra, los equipos agrícolas y el seguimiento del crecimiento de las plantaciones de brezos y de otras plantas empleadas, etc. Estos estudios han sido recogidos en un informe del Departamento de Medio Ambiente del Reino Unido titulado "Landscaping and Revegetation of China Clay Waste" que se ha convertido en el nuevo patrón de referencia para las prácticas de restauración de este tipo de explotaciones.

La modificación del diseño de las escombreras abandonadas existentes en la zona ha supuesto, por ejemplo, realizar una nueva reconstrucción topográfica del terreno, la plantación de grandes extensiones de brezo, por su gran valor para el medio ambiente de esa región en concreto, y la concepción de un entorno paisajísticamente acorde con el entorno tradicional de Cornualles y con las propias explotaciones agrícolas de las proximidades. Todas estas actuaciones se han desarrollado dentro de un proyecto conjunto entre dos empresas productoras de caolín y las administraciones (*English Nature, the Mineral Planning Authority y National Heritage*) con objeto de reconstruir y gestionar este hábitat británico típico que son los brezales. El compromiso y el apoyo financiero de las dos empresas han sido fundamentales para el éxito de este proyecto consistente, principalmente, en la modificación de los taludes de las escombreras abandonadas y en la preparación de suelos adecuados a la plantación de los brezales.

Gestión de los lodos residuales de proceso

Ref. Biblio. [E-83]

Planta de elaboración (Cehegín / Murcia) – Caliza marmórea ornamental 

La empresa Mármoles Torremar, S.L., ha adoptado diversas medidas para mejorar la gestión de los lodos procedentes de las aguas de proceso de elaboración de la caliza marmórea.

Las plantas que disponen de filtro prensa suelen obtener unos lodos con un 15-25% de humedad. Este tipo de lodo ocupa un volumen mucho menor y son más manejables. Los filtros prensa o deshidratador de lodos extraen los restos de agua que aún quedan en los lodos, recuperando más de un 90 % de agua de los lodos que descargará en decantador.

Estos lodos quedan concentrados normalmente en sacos fabricados para tal efecto y funcionalidad, los cuales facilitan su transporte en contenedores abiertos o cualquier medio de transporte convencional a los vertederos controlados.

Referente al tratamiento de lodos para su posible aprovechamiento, son espesados y llevados a balsas de decantación donde se produce su sedimentación de forma muy lenta, estos son llevados a vertederos controlados o si es posible su valoración se emplean en otros procesos industriales tales como componentes de cemento, detergentes, pinturas, piensos, industria de papel, usos agrícolas, prefabricados para la construcción, etc. Una mayor valorización de estos residuos pasa por un secado total del mismo, lo que lo haría competitivo frente a otros materiales como el carbonato cálcico, caolín y talco.

Las alternativas que se plantean para la gestión de estos residuos son:

1. Deshidratación previa y posterior eliminación en vertedero controlado.
2. Deshidratación previa de los lodos por vía física y posterior reutilización de los mismos en la fabricación de cemento, cerámica, prefabricados de hormigón, carbonato cálcico, etc.
3. Deshidratación mediante sistema de cogeneración y posterior reutilización de los lodos secos en las aplicaciones citadas anteriormente.



Silos y filtro prensa

Aprovechamiento de los residuos de producción de roca ornamental como áridos

Ref. Biblio. [E-88]

Cantera de Sierra de la Puerta (Cehegín / Murcia) – Caliza marmórea ornamental 

Uno de los problemas de la industria de la extracción es la gran cantidad de materiales de desecho que plantean el problema de su almacenamiento en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración en el entorno. Estos residuos inertes constituyen las denominadas escombreras.

La cantidad de estos residuos generados en cantera por el sector de la extracción del mármol viene a ser del orden del 80% del total extraído. Esto significa que sólo se aprovecha un 20% de la explotación.

Medioambientalmente cabe la posibilidad de concentrar los estériles de las explotaciones en una serie de vertederos habilitados con el objetivo de una posible reutilización y aprovechamiento de los mismos.

Actualmente las vías de utilización para este tipo de estériles son fundamentalmente la obra pública. Algunas de las aplicaciones posibles son los rellenos y terraplenes, las obras de carreteras y diques de presas, la fabricación de productos de mármol técnicamente reconstituido, de áridos, de cemento y cales (tendiendo a ser muy aptos para la obtención de cemento blanco) y de terrazo y mármol artificial.

La alternativa más viable tanto desde el punto de vista técnico, económico y ambiental para estos residuos, es su reciclado en planta de trituración (machaqueo) para que puedan ser utilizados posteriormente, medidas que aplica la empresa Triturados Reylo, S.A. en sus instalaciones.

Las escombreras actualmente son reducidas por una retro con martillo hidráulico rompedor. El material se carga en camiones y se transporta el material llamado "todo-uno" al alimentador de la machacadora de la planta de triturados para un proceso de tratamiento y posterior clasificación.

El todo-uno procedente del frente de extracción se vierte en la tolva de recepción, de la que se extrae mediante un alimentador que lo vierte a un precribador, el cual separa una cierta granulometría de menudos, por ser productos no aptos o subproductos o por ser materiales de granulometría adecuada que no precisan de trituración primaria y que posteriormente se incorporan al circuito general. Los subproductos y los no aptos se disponen para su comercialización o tratamiento especial. Todos estos procesos son por vía húmeda para evitar la formación de polvo. Las partes rechazadas por el precribador caen directamente al triturador primario. Tras la fragmentación, el material es recogido por el transportador primario y conducido a un gran acopio primario, generalmente en montón sobre el suelo. Este material es extraído posteriormente para alimentar los grupos de trituración y clasificación hasta obtener las granulometrías finales. La elección de los tipos de cada uno de los componentes, así como su ensamblaje y proceso viene determinado por muy diversos condicionantes, tales como: el tamaño de las escombreras, el contenido de estériles, la abrasividad de la roca, etc. Finalmente se realizan las operaciones de carga del producto final a los camiones de los clientes, ya sea desde los propios silos o por medio de palas.



Proceso por vía húmeda

Casos reales sobre la gestión de los residuos industriales

Un ejemplo de gestión de residuos. Indicadores de seguimiento

Ref. Biblio. [E-93]

Explotación de Valdemoro (Madrid) – Yesos



La actividad minera de la empresa Yesos Ibéricos, S.A. tiene como objetivo básico la explotación minera de la cantera para el abastecimiento de mineral de yeso, a las fábricas situadas en Valdemoro. Entre las prácticas medioambientales que se realizan de forma habitual, cabe destacar la preocupación constante por una buena selección de residuos en origen.

Para ello, se ha realizado el tratamiento y vertidos selectivos de los mismos en huecos explotados, el modelado y conformado de residuos de cantera y el tratamiento de residuos de yeso de fábrica, para su reutilización en cantera.

Además, la empresa ha definido una serie de indicadores de medida, entre los que destacan los siguientes: tipos de residuos clasificados, cuantificación de residuos por tipos (incluido fábrica) en toneladas, número de camiones de residuos enviados a cantera, superficie de cantera rellena, superficie de cantera conformada y revegetada, coste de retirada de residuos por gestor externo y con los medios de la empresa. Con todo ello se ha logrado mejorar la gestión medioambiental de la empresa.

Una eficaz gestión de residuos

Ref. Biblio. [E-14]

Gravera "El Porcal" (Rivas Vaciamadrid / Madrid) – Áridos para la construcción



La empresa ARIPRESA - Áridos y Premezclados, S.A.U. dispone, en dos de sus explotaciones, de la certificación ISO 14001. Este decidido compromiso por la gestión medioambiental queda reflejado en la existencia de procedimientos para la gestión de los diferentes tipos de residuos industriales que se generan en todas las explotaciones de la empresa.

Para el control de los residuos peligrosos, se han creado áreas con soleras de hormigón, con cubeta de retención de líquidos y techadas para evitar la lixiviación. Asimismo, se han instalado puntos de recogida selectiva de desechos (metales, plásticos, aceites...).

Todos los residuos peligrosos están identificados y son gestionados por medio de gestores autorizados. Los trabajadores conocen los procedimientos a seguir con cada uno de los residuos que han de manipular y han sido sensibilizados sobre esta cuestión.



Recipientes para recogida selectiva de residuos



Recipiente para residuos con cubeta contra derrames

Gestión de residuos en la planta de Monte de La Cruz Ref. Biblio. [E-34]

Cantera de San José del Valle (Cádiz) - Caliza y Dolomía

Con motivo de la implantación del Sistema de Gestión Medioambiental ISO 14001 se debe asegurar el cumplimiento de toda la legislación aplicable a la planta, entre la que se encuentra la legislación que regula la gestión de los residuos generados, tanto peligrosos como no peligrosos, empezando por las autorizaciones necesarias para su producción, pasando por un correcto almacenamiento y terminando en el momento en que son retirados de la planta asegurando su adecuada gestión y su destino final.

Para ello, la empresa Holcim Áridos, S.L., ha llevado a cabo la construcción de un almacén de residuos en la cantera de San José del Valle, y se ha elaborado un procedimiento en el que se describe la sistemática establecida para su gestión.

Los residuos que se generan en la planta son trasladados al almacenamiento final, depositados en contenedores adecuados e identificados y etiquetados conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Posteriormente se procede a la contratación de gestores y transportistas autorizados que han de retirar los residuos de la planta antes de que se cumpla el plazo máximo permitido para su almacenamiento (seis meses en el caso de los residuos peligrosos), y se tramita toda la documentación generada en esta gestión, enviando las copias respectivas a los órganos competentes correspondientes.

Esto conlleva no solamente la construcción de las instalaciones y disponibilidad de los medios adecuados, sino también una labor de formación, concienciación y sensibilización de los trabajadores de la planta.



Recogida de tierras contaminadas



Almacén de residuos

Reciclado de residuos de construcción y demolición Ref. Biblio. [E-48]

Planta "La Palentina" (Madrid) - Áridos para la construcción

La empresa Tecnología y Reciclado, S.R.L., participa activamente en una mejor gestión de residuos producidos en las actividades de la construcción, con sus instalaciones de producción de áridos reciclados.

Para optimizar el proceso se ha desarrollado una tecnología propia, a través de proyectos de I+D con la colaboración con el instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" del C.S.I.C.

La gestión de residuos (ferrallas, maderas, etc.) permite su reutilización integral.

Es la primera instalación en España con certificado AENOR Medio Ambiente Servicios - C.E.V. y el buen hacer de la empresa se ha visto reconocido con la concesión del Premio Europeo de Medio Ambiente-Sección Española 2000-2002.



Residuos de hormigón preparados para su reciclado

Planes de recogida selectiva de residuos

Ref. Biblio. [E-61]

Calera (San Cucao de Llanera / Asturias) – Cales



Confirmando su preocupación por realizar una correcta gestión medioambiental de su actividad, la empresa Caleras de San Cucao, S.A., ha adoptado diversas medidas para mejorar la recogida de residuos y de aceites usados.

En tal sentido, se ha habilitado una zona para proceder al cambio de aceite de maquinaria, así como un sistema de recogida y almacenamiento de dicho aceite para su entrega a un gestor autorizado para su reaprovechamiento.

Asimismo, se ha construido un lavadero de camiones capaz de separar los restos de aceite y llevarlos al depósito antes indicado.

Finalmente, la empresa ha redactado e implantado un plan de recogida selectiva de residuos, así como de minimización de los mismos.

Instalaciones para la recogida de los residuos industriales

Ref. Biblio. [E-12]

Cantera "El Zacacho" (Santomera / Murcia) – Áridos para la construcción (España)



La empresa ARIMESA – Áridos del Mediterráneo, S.A., produce, en su cantera "El Zacacho", materiales destinados a ser áridos para la construcción. La constante preocupación de la empresa por realizar una buena gestión medioambiental, ha llevado a realizar una eficiente gestión de los residuos industriales que se producen en las diferentes operaciones, tanto en la explotación, como en la planta de tratamiento.

A tal efecto, se dispone de una instalación de almacenamiento de residuos mediante diferentes compartimentos de 25 m² que permiten

clasificar los residuos sólidos (madera, cartón, fibras textiles, plásticos, chatarra).

Del mismo modo, se ha habilitado una construcción para almacenaje de aceites en depósitos de 2000 litros así como los recipientes que han contenido aceites, grasas, pinturas, jabones, desengrasantes, etc. Todo esto permite una eficaz recogida selectiva de los residuos industriales para su posterior entrega a los gestores autorizados.



Compartimentos para la recogida selectiva de residuos

Gestión integral de los residuos

Ref. Biblio. [E-80]

Cantera (Caravaca de la Cruz / Murcia) – Caliza marmórea ornamental



Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en el sector de la piedra natural es la generación de residuos peligrosos. Dichos residuos no tienen por qué ser un problema, siempre y cuando estén perfectamente controlados y se apliquen unas buenas prácticas de almacenamiento y de manipulación. Las empresas del sector se están concienciando y empiezan a plantearse como objetivo establecer un adecuado sistema de gestión de residuos peligrosos.

La empresa Mármoles Sandoval, S.A., entre otros objetivos relacionados con la protección del medio ambiente y de la salud de las personas persigue prevenir la producción de residuos (Buenas Prácticas, instalaciones menos contaminantes, tecnologías limpias), fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización y evitar la contaminación de suelos. Asimismo, se presta actualmente una atención especial a los residuos singulares de carácter peligroso, a los envases y residuos de envases relacionados con residuos peligrosos y, como se ha dicho, a la reducción, reutilización y reciclado de los residuos.

Los residuos peligrosos a tener en cuenta en las plantas de elaboración son principalmente, aceites usados, pilas y baterías, filtros, componentes de carácter peligroso presentes en los vehículos fuera de uso, envases y residuos de envases relacionados con residuos peligrosos.

Alguna de las medidas correctoras que se pueden tomar frente a estos residuos son el almacenamiento de residuos peligrosos debidamente envasados en zona cubierta y de solera estanca con pendiente hacia un punto que permita la recogida en el caso de posibles derrames. Se puede disponer de cubetas que complementen la capacidad de contención de posibles derrames. Además, será preciso contar con las etiquetas y los justificantes que acrediten la adecuada gestión de los residuos.

Estas son sólo algunas de las medidas correctoras adicionales que las empresas empiezan a adoptar para cumplir con las exigencias medioambientales.



Depósito de combustible en zona cubierta y de solera estanca con pendiente hacia un punto que permite la recogida

3.7 Biodiversidad

A pesar de que el desarrollo industrial puede generar impactos negativos, la industria extractiva crea, más a menudo de lo que se pueda imaginar, hábitats nuevos y diversificados. Esta realidad es especialmente acusada en aquellas regiones donde la agricultura intensiva y la densidad de población han ejercido una presión manifiesta sobre la naturaleza y donde, tanto las especies animales como las vegetales encuentran refugio en las antiguas explotaciones mineras e, incluso, en las canteras activas bien gestionadas [12].

En cierta medida, las explotaciones pueden ayudar a compensar la desaparición de los hábitats originales, generando biotopos diversificados para especies raras de anfibios, reptiles, insectos, pájaros, flores y plantas [35]. Por ejemplo, un simple frente de arranque, con sus bermas y taludes, representa no menos de 12 biotopos diferentes [132]. En diferentes áreas de las explotaciones se conforman multitud de hábitats diversos e interesantes como, por ejemplo, la vegetación que aparece en los cordones y montones de tierra, en las escombreras de estériles inertes o en las bermas, las balsas de decantación, las zonas húmedas, las roderas de los neumáticos de los vehículos de transporte, las depresiones

arcillosas, las cavidades de antiguas paredes rocosas que sirven de lugares de nidación, los matorrales que crecen sobre montones de tierra, las praderas calizas, etc.

Esta biodiversidad es reconocida como tal por numerosos expertos en botánica y ornitólogos, hasta tal punto que especialistas en la conservación de la naturaleza visitan, periódicamente, numerosas canteras que se encuentran todavía en actividad, buscando fotografiar especies raras de orquídeas, de aves nocturnas, etc. El hecho de que, incluso estando activas, las canteras sean lugares con una gran biodiversidad es, indudablemente, un signo de buena práctica medioambiental y revela que la extracción de rocas y minerales no solo no es perjudicial para su entorno, sino que puede ser, frecuentemente, beneficiosa.

Numerosos hábitats de alto valor ecológico dependen, directamente, de la estructura del suelo y del subsuelo geológico, que puede contener recursos minerales explotables. Como estos hábitats no pueden protegerse in situ, su conservación, desplazándolos a lugares acondicionados a este efecto, es uno de los medios más eficaces para mitigar esta potencial pérdida de ecosistema. Este método consiste en el desplazamiento y posterior sustitución, generalmente en un nuevo lugar, del conjunto completo de plantas y animales con miras a su preservación en su hábitat natural (planicies, bosques, hábitats costeros, pantanos, turberas, medios acuáticos y praderas).

La industria extractiva se encuentra inmersa en un proceso continuo de desarrollo y de mejora de estas prácticas, definiendo los métodos correctos y desarrollando las herramientas y estrategias necesarias para que los intereses de la industria y de la conservación de la Naturaleza puedan gestionarse de forma óptima para todos [107]. Por supuesto, las técnicas empleadas deben estar adaptadas a cada tipo de hábitat ya que no tendría sentido querer aplicar una misma técnica a todas las situaciones. En numerosos casos, la explotación de una cantera comporta, simplemente, la sustitución de un hábitat por otro, a menudo más rico, o una perturbación temporal del hábitat original.

Casos reales sobre la gestión de la biodiversidad

Acantilados artificiales para golondrinas

Ref. Biblio. [12] [99] [100]

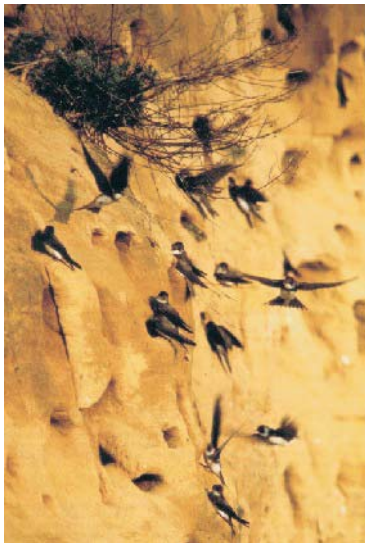
Cantera de Frasnes – Caliza para cal

Durante algunos años, una población de golondrinas de ribera se había establecido en los taludes y en los apilamientos de calizas molidas en la cantera de caliza de Frasnes (65 ha), en Bélgica. En el momento

de la planificación de la explotación y de la venta de estos materiales, se planteó la cuestión del futuro de este lugar de anidación.

Puesto que, tanto en Bélgica como en otros lugares de Europa, se había observado una disminución de estas poblaciones de golondrinas, el personal técnico de la cantera realizó un proyecto piloto de protección, en colaboración con una asociación de conservación de la Naturaleza ("Les Bocages").

El objetivo era asegurar el valor económico de los taludes y de los apilamientos de calizas molidas y asegurarse de que un talud artificial creado, ex profeso, en una zona menos activa de la cantera podía ser utilizado, como hábitat, por las golondrinas. El talud fue erigido entre los meses de enero y marzo de 1991. A finales del mes de marzo, cuando las golondrinas estaban de regreso para anidar, fueron desviadas de su antigua zona de anidación mediante hojas de aluminio (que actuaban como espantapájaros) y atraídas hacia el nuevo lugar mediante grabaciones sonoras y unos pasos especialmente previstos al efecto. A pesar de la presencia de otros frentes y taludes disponibles, el 20 de mayo, ya se había instalado en el lugar previsto una colonia de 80 parejas de golondrinas.



Vista del talud acondicionado

Para prevenir la degradación y la obstrucción de las cavidades, cada año se sana y limpia el talud utilizándose la materia sobrante para la consolidación de la base. Por otra parte, se ha instalado una protección contra los vientos para reducir los estragos causados por la acción de la intemperie y el frente ha sido dividido en 2 zonas de anidación que se alternan cada año. Las golondrinas han regresado cada año a las nuevas zonas de anidación y, en 1994, se censaron no menos de 337 ejemplares de estos pájaros lo que da fe del gran éxito obtenido.

El personal técnico de la cantera está ahora cada vez más interesado por "sus" pájaros y también por el resto de la flora y de la fauna de la explotación. El proyecto de la cantera de Frasnes ha obtenido el premio Eurosite 1993 "Creación de nuevos hábitat".

En otra cantera de esta empresa ha anidado otra especie protegida: se trata del búho Gran Duque que se ha instalado en cavidades de antiguos frentes de explotación de la cantera sin ser perturbado por las actividades de la misma. El interés y la curiosidad que ha generado el ave rapaz nocturno ha sido tal que la empresa titular de la cantera ha tenido que tomar las medidas necesarias para controlar los accesos y asegurar su tranquilidad y seguridad.

Creación de un lago para la pesca

Ref. Biblio. [122]

John Wilson Lake – Áridos para la construcción



En Norfolk existe una gravera que, además de haber proporcionado más de 60.000 toneladas de materiales útiles a la industria de los áridos y creado numerosos empleos locales, ha obtenido, asimismo, un premio medioambiental de alto nivel. La restauración de la explotación fue descrita por un experto independiente como "una obra maestra idílica y tranquila, una joya en el paisaje".

Trabajando de forma concertada con el propietario de los terrenos, desde el diseño de la explotación hasta las fases de abandono, John Wilson, uno de los expertos y articulistas más prestigiosos en el ámbito de la pesca deportiva, ayudó a la empresa titular de la cantera a adoptar las mejores soluciones posibles. El proyecto ha permitido una explotación óptima de los recursos minerales creando un hábitat natural que rebosa de vida silvestre, incluyendo peces de agua dulce, aves acuáticas, mamíferos característicos de estas regiones, insectos acuáticos raros y no menos de 30 variedades de libélulas.

Esta asociación entre propietarios y productores de áridos fue el primer caso de este género en el Reino Unido, donde el proceso de extracción fue concebido específicamente para satisfacer las necesidades del proyecto de restauración, orientado a favorecer, como uso posterior, la práctica de la pesca deportiva de agua dulce. Se ha convertido así en un referente para los proyectos futuros, no solamente en materia de concepción de la extracción sino también de restauración para el disfrute de los placeres de la pesca.

El lugar, de 2,43 ha de superficie, estaba anteriormente recubierto de landas conformando un paisaje parcialmente perturbado por huecos anárquicamente dispuestos originados por la explotación no planificada de áridos realizada en los años 40, debido a la II Guerra Mundial. Había muy pocas colonias de aves y escasa vida silvestre activa.

La existencia de un pequeño estanque de pesca de 0,3 ha de superficie, vestigio de las labores extractivas realizadas 50 años antes, que había vuelto al estado silvestre atraído, en primer lugar, a John Wilson: "La propiedad era interesante en muchos aspectos pero, sobre todo, tenía un importante potencial de mejora. He diseñado un programa para 10 años con el fin de crear una gran zona acuática, desarrollando el emplazamiento de manera que se transforme en un refugio para la máxima variedad de especies silvestres. Donde fuera necesario y posible,

deseábamos también dar un impulso a la naturaleza ayudándola a reducir el periodo de rehabilitación de unos 50 años a 5 ó 6, dando lugar a un ecosistema equilibrado en el que tuvieran cabida todos los elementos del biótomo (peces, pájaros, árboles y plantas, insectos, etc.)”.

Posteriormente, John Wilson se puso en contacto con una empresa local de extracción, a la que expuso sus planes e invitó a efectuar prospecciones para evaluar las reservas útiles y comercializables de gravas existentes en el lugar. Dicho en términos claros, si la empresa podía beneficiarse de la extracción de las gravas perforando una nuevo hueco de 0,63 ha y reacondicionando el lugar según los planes de John Wilson, este último se comprometería a influir ante las autoridades locales para que aceptaran el proyecto de explotación.

Los resultados de la investigación de recursos fueron positivos y con el respaldo del propietario y único vecino de los alrededores, el permiso de explotación fue rápidamente concedido. La empresa procedió al dragado de 60.000 toneladas de gravas bajo el nivel del acuífero (creando así los estanques deseados). El material extraído se cargó con una pala cargadora y se expidió en camiones volquete hasta la planta de tratamiento.

Mientras la extracción avanzaba según los planes de Wilson, éste comenzó la plantación de árboles, matorrales y plantas acuáticas, tales como nenúfares, en colaboración con los empresarios para asegurar la buena interpretación de los planes. De esta manera, en el momento en que finalizó la extracción de las reservas, ya estaban terminados todos los trabajos de plantación de varios millares de ejemplares, incluyendo plantas acuáticas: 30 variedades de nenúfares, 9 especies de árboles de hojas perennes y 9 de hojas caducas, 30 variedades de sauces y otros, etc. A continuación se realizó la incorporación al lago de peces de agua dulce: se introdujeron 25 tipos diferentes de peces, respetando el equilibrio entre depredadores y presas y teniendo en cuenta la existencia de suficientes reservas de nutrientes para garantizar, en el futuro, un hábitat sostenible y armonioso.

El proyecto se resumió así: *“Lo que aquí se realizó fue llevar el concepto de restauración a un nuevo nivel, decidiéndose, por anticipado, la utilización posterior de la explotación antes de la extracción de la primera piedra y de la solicitud de autorización. Ello hace más fácil obtener los permisos puesto que el objetivo principal de la extracción es crear un entorno deseado, para actividades de ocio o la vida natural, quedando la explotación de los recursos minerales como una actividad secundaria”.*

El número de halcones peregrinos crece gracias a las canteras

Ref. Biblio. [124]

Industria extractiva – Caliza y áridos

Se ha constatado, en Irlanda, que la población de halcones peregrinos, casi desaparecida en estos lugares, estaba volviendo a crecer

significativamente en siete condados, habiendo, en todos los casos un denominador común... la presencia de canteras. Sobre las 35 canteras contabilizadas, de las que la mitad todavía están en actividad, se ha determinado que 14 de ellas son lugares de anidación de parejas de halcones peregrinos.

Biodiversidad de flora y fauna en las canteras de yesos

Ref. Biblio. [92] [94]

Asociación Alemana del Yeso – Yesos



Dentro del marco de una investigación subvencionada por la Asociación Alemana del Yeso y las industrias del yeso, se realizaron estudios sobre las secuencias de desarrollo de la vegetación en 15 canteras de esa sustancia.

Las conclusiones de la investigación revelaron que numerosos pequeños biótomos se desarrollaban de forma favorable en diferentes estructuras ligadas a la explotación, a los bancos geológicos, a la geomorfología, etc. Si se consideran, además, las diferencias de microclima, de situación hidrológica y nutricional, surge un importante mosaico de biótomos particulares. Adicionalmente, se crean diversas fases de desarrollo por el hecho de que la explotación es, también, progresiva. Se han censado, por estos motivos, unas 350 especies vegetales diferentes, en las canteras objeto del estudio –la cantera menos rica contaba con 136 especies diferentes y la más rica con 294-, estando también este número ligado al tamaño de la explotación.

Tomando como referencia el inventario botánico de helechos y plantas de Alemania, se ha podido demostrar la presencia, en las canteras, de más del 12 % de todas las especies ahí recogidas. Es más, se han encontrado en las explotaciones de yesos, al menos, 90 de las especies raras y en peligro de extinción que se encuentran protegidas por las diferentes reglamentaciones (federal y regional).

Como complemento al inventario de la flora, se procedió al análisis de la evolución de las diferentes etapas arbustivas, constatándose un aumento sostenido durante los 30 años siguientes al cese de las actividades



Actividades de explotación agrícola en una cantera restaurada

de la cantera, para, después, cuando la cubierta vegetal se torna más espesa y los árboles se desarrollan, disminuir drásticamente. Esta secuencia se suele cerrar cuando se ha alcanzado un determinado número de especies de árboles.

Junto con estas especies vegetales, se desarrollan también numerosos biótopos protegidos en las antiguas canteras: rocallas abiertas y/o débilmente revegetadas, bloques y taludes, zonas bajas soleadas, lugares secos, así como diferentes biótopos húmedos.

A partir de este estudio sobre desarrollo vegetal en antiguas canteras de yeso, se establecieron diferentes recomendaciones en cuanto a las técnicas de restauración natural: antes de la explotación, los biótopos originales pueden preservarse mediante el desplazamiento de las plantas y de los suelos orgánicos de la cobertera. Tras la explotación, puede mantenerse la biodiversidad en canteras sin aportación de nuevos suelos y dejando que la colonización se realice de manera espontánea.

Una reserva natural en una gravera Ref. Biblio. [74]

Cantera de Faverney – Áridos (Francia)

La empresa titular de la cantera de Faverney tuvo la idea de crear una reserva natural en su gravera todavía en actividad, donde se producían unas 220.000 toneladas al año. Con tal propósito se programó, de forma más eficaz, la gestión de las áreas abandonadas, integrándose los lugares todavía en actividad y las zonas ya explotadas en el medio ambiente de la extracción.

La nueva reserva natural fue objeto de un gran proyecto tutelado por las autoridades locales, con vistas a favorecer el descubrimiento de la naturaleza, por niños y adultos, y que estuvo ligado, directamente, con otros proyectos regionales sobre actividades de ocio.

Además, la reserva natural de la cantera se convirtió en un centro educativo de visita y de descubrimiento de la naturaleza para grupos y estudiantes.

Revegetación de áreas explotadas Ref. Biblio. [E-22]

Cantera “Los Arenales” (Málaga) – Áridos para la construcción

Dentro de las labores de restauración de los terrenos afectados en la explotación “Los Arenales” de la empresa Compañía General de Canteras, S.A. del Grupo Financiera y Minera, en Mijas (Málaga), se está teniendo un especial cuidado en incluir las medidas necesarias para garantizar el éxito de la restauración.

Después de las labores de estabilización de taludes, éstos son recubiertos de tierra vegetal y revegetados con especies autóctonas. Se esparcen

semillas de especies vegetales que beneficien la alimentación de la fauna autóctona para favorecer la colonización y repoblación de estas áreas.

Se ha implantado un depósito de agua en la zona más alta de la explotación que abastece y mantiene a un vasto sistema de riego por goteo para garantizar la supervivencia y el crecimiento de las especies vegetales introducidas, ya que las condiciones de la climatología de la zona, en cuanto a precipitaciones, hacían recomendable adoptar esta medida para las fases iniciales de crecimiento.

Se han tenido en cuenta medidas para evitar la erosión producida por el agua de lluvia, creando un sistema de zanjas y desagües en la parte posterior de los bancos que reducen la velocidad del agua y la conducen hacia las zonas naturales de desagüe, de manera que se evita el arrastre y la consiguiente pérdida de la cubierta vegetal, tan valiosa en esta zona.

Al mismo tiempo, se han realizado mejoras en los caminos rurales que circundan la explotación para favorecer el uso recreativo de los mismos y propiciar un mejor conocimiento de la rica biodiversidad que se puede encontrar en una explotación minera bien gestionada.



Primer plano de las zonas replantadas



Vistas de áreas recuperadas y acondicionadas

Programa de observación de aves Ref. Biblio. [E-15]

Gravera “El Porcal” (Rivas Vaciamadrid / Madrid) – Áridos para la construcción

El compromiso medioambiental de la empresa Áridos y Premezclados, S.A.U., queda patente al disponer en dos de sus explotaciones de la certificación ISO 14001. En una de éstas, denominada “El Porcal”, la

empresa obtiene áridos silíceos para la construcción compatibilizando, de manera ejemplar, las fases extractivas y las de restauración.

La variedad y calidad de las especies que han colonizado los hábitats creados con las actuaciones de restauración ha hecho crecer el interés de especialistas y de aficionados al estudio de la fauna. Durante los meses de invierno se concentran, en las lagunas, más de 100.000 gaviotas reidoras procedentes del Norte de Europa. El cormorán grande, ave que cría en acantilados marinos y se alimenta de peces, también pasa el invierno en este paraje; los censos que se realizan arrojan la cifra de unos 400 individuos. En estas lagunas, también se concentran durante los meses fríos, miles de aves acuáticas, principalmente pato cuchara, porrón común y porrón moñudo, y, en época de cría, pato colorado, ánade real y somormujo lavanco, especie de gran belleza, excelente buceadora y que ejecuta una preciosa danza nupcial.

En los taludes dejados por las máquinas, nidifica el huidizo martín pescador, ave de gran interés pues su presencia denota el buen estado de salud de la zona.

Con objeto de atender a las demandas de las partes interesadas, la empresa ha creado un programa de visitas guiadas, diseñando sendas naturales, observatorios de aves y soportes informativos sobre las especies naturales que habitan la zona.



Vista de las áreas restauradas. Detalle de la riqueza biológica del lugar

Biodiversidad en la gravera "El Puente"

Ref. Biblio. [E-35]

Gravera "El Puente" (Madrid) – Arena, conglomerados y grava 

La gravera "El Puente" se encuentra situada en la Vega Baja del Jarama, cerca de Aranjuez, y es explotada por la empresa Holcim Áridos, S.L., desde hace casi diez años. Como consecuencia de la explotación, han ido produciéndose una serie de cubetas que, al estar por debajo del nivel freático, se encuentran casi completamente inundadas.

Para la recuperación de los hábitats naturales para las aves acuáticas se ha intentado combinar el tratamiento y vaciado de las formas existentes del terreno y la vegetación presente en el lugar para intentar cubrir las necesidades básicas que precisan las diferentes especies: alimento suficiente, refugio y zonas aptas para la reproducción.

Algunos de los principales factores tenidos en cuenta para la creación de estos nuevos hábitats son:

- ☉ La existencia de zonas de poca profundidad, formación de orillas de pendiente suave, preferiblemente con ondulaciones y depresiones, de forma irregular.

- ☉ La revegetación de las zonas donde sea necesario, empleando especies autóctonas ya presentes en el entorno cercano a la gravera (pastizales, vegetación palustre, plantas acuáticas en las zonas más profundas y una orla de vegetación ribereña arbórea ocupando determinados puntos de las orillas)

- ☉ La construcción de islas de diferentes tamaños y formas, con perímetro suave e irregular

- ☉ La creación de posaderos apropiados en las orillas, islas y en la misma lámina de agua (troncos, árboles secos, etc.)

Finalmente, un aspecto capital ha sido la prohibición estricta de la caza y la limitación de la presencia humana en toda la zona, creando un espacio físico de resguardo para las aves acuáticas.

En la gravera pueden distinguirse las siguientes zonas de gran riqueza biológica:

- a) Zonas de aguas profundas: lámina de aguas abiertas, con gran profundidad, amplia superficie y ausencia de vegetación. Especies que las habitan: Somormujo, Cormorán Grande, Águila Pescadora, etc.

- b) Zonas de aguas someras: lugares poco profundos o encharcados. Es uno de los medios más productivos, utilizado como lugar de reposo por casi todas las aves acuáticas: Garza Real, Garceta Común, Martín Pescador, Ánade Real, etc.

- c) Vegetación palustre: medio muy cerrado, con vegetación muy densa (carrizo y espadaña principalmente), de escasa visibilidad y pocos espacios libres. Resulta importante como lugar de anidación y refugio. Especies típicas: Garza Imperial, Avetorillo, Pechiazul, etc.

- d) El bosque de ribera: medio de gran interés para la avifauna, donde aparecen algunas de las especies más escasas de la comunidad, no localizadas fuera de este hábitat. Incluye especialmente muchas especies de pequeños pájaros.

- e) El cauce fluvial: alterna lugares someros con orillas e islas pedregosas y limosas, y otros de aguas profundas, presentando tramos con vegetación palustre. Es muy importante la función del río como vía de flujo migratorio para muchas aves acuáticas y pequeños pájaros.

- f) Los eriales y baldíos: pequeñas superficies de terreno recubiertas por vegetación natural. Incluye gran variedad de arbustos y plantas pequeñas anuales. Aves típicas de este medio son: el Cernicalo Vulgar, Perdiz Roja, Mochuelo, Alondra Común, Collaba Rubia, etc.

La estructura actual de la zona y la existencia de distintos ambientes favorece el mantenimiento de poblaciones importantes en el área. En total se han detectado 31 especies invernantes, entre los años 1995 y 2000. De manera global se ha producido un llamativo aumento, tanto en el número de ejemplares (ha pasado de 500 a 4000 en seis años) como en el número de especies.



Malvasía (Oxyura leucocephala), especie en peligro de extinción

Zona en explotación y área restaurada

Observatorio ornitológico y senda de interés botánico

Ref. Biblio. [E-51]

Gravera los Caliches (Madrid) – Áridos para la construcción 

En los trabajos de restauración de terrenos de una antigua explotación de áridos abandonada denominada gravera “Los Caliches” -actuación promovida por Gedesma, entidad dependiente de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid-, la empresa Viveros José Dalmau, S.A., ha procedido a la creación de un entorno de observación directa de las especies animales silvestres, particularmente aves acuáticas, que anidan en las proximidades de la laguna restaurada.

Se ha constituido, con ese propósito, un observatorio ornitológico, integrado en la naturaleza, donde los aficionados pueden deleitarse observando a las aves, descubriendo sus características y aprendiendo sus costumbres.

Para los aficionados a la botánica, se ha preparado, con pasarelas y mojones de señalización, una senda botánica donde tablillas informativas situadas estratégicamente incluyen la descripción de las diferentes especies vegetales ribereñas que se pueden encontrar a lo largo de los paseos por las márgenes de ese tramo del río Jarama.



Vista general del lago



Caseta observación patos



Pasarela de madera sobre el río

Creación de un vivero de plantas autóctonas

Ref. Biblio. [E-16]

Gravera “El Porcal” (Rivas Vaciamadrid / Madrid) – Áridos para la construcción 

Con objeto de disponer de las especies vegetales de las características deseadas para lograr una adecuada revegetación, la empresa Áridos y Premezclados, S.A.U.- ARIPRESA, ha creado un vivero de plantas autóctonas.

En dichas instalaciones, la empresa supervisa el adecuado crecimiento de unos 3000 plantones que, posteriormente, son utilizados para las restauraciones emprendidas por la empresa.

3.8 Patrimonio arqueológico

En algunos casos, la presencia de patrimonio arqueológico e histórico local, en los terrenos de la explotación, impulsa la búsqueda de soluciones efectivas que permitan la continuidad de la actividad extractiva garantizando la preservación de los restos existentes.

En efecto, existen numerosos ejemplos en los que los geólogos u otros trabajadores han realizado descubrimientos arqueológicos, durante las primeras fases de prospección y de retirada de la cobertera. De este modo se han hallado ruinas y edificios antiguos, villas romanas, colecciones de cascos y armas, herramientas de la industria medieval, hogares y osamentas prehistóricas, antiguas embarcaciones en explotaciones sedimentarias, etc.

Estos descubrimientos son tan importantes, en ocasiones, que algunas empresas organizan seminarios de orientación, con la colaboración de arqueólogos, con objeto de informar a los obreros y mandos intermedios sobre la historia local y sobre las medidas más inmediatas de preservación que se deben adoptar para proteger el patrimonio arqueológico.

Cuando se descubre una construcción o algunos objetos antiguos, las autoridades competentes han de recibir, siempre, la información oportuna y apropiada. Posteriormente, se suelen organizar reuniones, donde intervienen los especialistas, con el fin de decidir si es necesario proceder a la excavación sistemática de la zona en cuestión. En algunos países, es necesario realizar el análisis de un posible "riesgo arqueológico" durante el estudio de impacto ambiental [120].

Casos reales sobre la conservación del patrimonio arqueológico

Descubrimiento de osamentas neolíticas

Ref. Biblio. [49]

Gravera de Langford – Arenas y grava para áridos 

En septiembre de 1995, la asociación *Trent & Peak Archaeological Trust* fue informada de que habían sido descubiertos cuatro esqueletos humanos y osamentas de animales durante la extracción de arenas y gravas en la gravera de Langford. Los esqueletos fueron descubiertos por el operador de una retroexcavadora que interrumpió sus trabajos e informó a la dirección, deteniéndose inmediatamente todas las actividades en el frente de explotación afectado. Se mantuvieron discusiones con el personal técnico de la cantera sobre el hecho de que los esqueletos fueran exhumados en la base del frente y, tras un examen detallado del material arrancado, se descubrieron más piezas de osamenta.

Después del hallazgo, el servicio arqueológico realizó excavaciones financiadas por la propia empresa. La zona de extracción fue desprovista de su capa de recubrimiento constituida por 2 metros de tierra vegetal, de manera que quedaran al descubierto unos 4 ó 5 metros de arenas limpias y gravas. Los estudios realizados demostraron que las osamentas databan de un periodo comprendido entre los años 2350 y 2030 antes de Cristo, correspondiente al final del Neolítico y principio de la Edad de Bronce. Aunque se suelen descubrir osamentas en los depósitos sedimentarios de numerosas riberas británicas y europeas, este caso representa la primera excavación sistemática de un yacimiento de esta clase, lo que ha permitido alimentar el debate sobre la existencia de ritos funerarios durante el mencionado periodo.

Según la "UK Planning Policy Guidance note 16" (1990), la conservación de un emplazamiento arqueológico mediante las excavaciones necesarias y la protección de los elementos hallados retirándolos selectivamente debe llevarse a cabo evitando cualquier destrucción. En consecuencia, se entablaron negociaciones para reunir los fondos que permitieran proseguir con las excavaciones arqueológicas antes de proseguir las operaciones de la cantera.

Como resultado se llegó a una asociación entre la empresa y el *Environnement Committee of the County Council*, con el apoyo de la Universidad y de las sociedades arqueológicas locales.

Estos acuerdos sólo fueron posibles por la actitud positiva y responsable del personal técnico y de dirección de la cantera, que apoyó y aceptó el considerable inconveniente de explotar alrededor del sector durante los seis meses de invierno, de manera que pudiera excavarse arqueológicamente la zona. Esta buena disposición por parte de la cantera fue reconocida por las autoridades del condado. Tales acciones positivas permitirán mejorar la imagen del sector y asegurar así el apoyo local y nacional a las futuras necesidades de extracción.

La empresa fue recomendada para el Premio *BP* de los *British Archaeological Awards en Cardiff 1996*.

Descubrimiento de una embarcación de 3500 años de antigüedad

Ref. Biblio. [97]

Cantera de Shardlow – Áridos para la construcción 

En la cantera de Shardlow, cerca de Derby (Reino Unido), un operador de cantera desenterró los restos de una embarcación de la Edad de Bronce. El descubrimiento, que se remonta a unos 3500 años, contenía una parte de la carga transportada de piezas talladas y estaba situado en la llanura próxima al río Trent.

Los arqueólogos han descrito este barco de 10 m de longitud como un "descubrimiento espectacular de importancia nacional".

Realizado en roble, el barco contenía cinco grandes bloques de

arenisca de Bromsgrove, de casi 1 m de espesor y otros varios inclinados sobre el costado. Parece ser que estos bloques de arenisca fueron tallados en un afloramiento rocoso situado a más de 2 km aguas arriba del río.

El barco fue seccionado y retirado de la cantera para su preservación, si bien, todavía no se ha tomado la decisión final sobre el lugar de acogida definitivo.

Tesoros romanos en una explotación de arenas y gravas

Ref. Biblio. [27]

Yacimiento de Xanten – Áridos para la construcción



Una de las actividades económicas más importantes del bajo Rin es la extracción de arenas y gravas como áridos, extracción que se realiza en antiguas terrazas aluviales de este río. Con frecuencia, se descubren fósiles y piezas arqueológicas debido a la sensibilización y al entusiasmo de los trabajadores de las explotaciones.

Las graveras de la región de Xanten han proporcionado siempre numerosas piezas individuales y fragmentos tales como la célebre copa de plata romana de Wardt – Lüttingen, expuesta en el Museo de Bonn.

No obstante, en el yacimiento de Xanten – Wardt, los descubrimientos arqueológicos, durante los trabajos de explotación, fueron particularmente excepcionales: las excavaciones permitieron sacar a la luz, entre 1982 y 1992, no menos de 300 objetos metálicos principalmente de origen romano. La colección comprende también simples clavos y alfileres así como armas y cascos, utensilios de vajillas de diferentes metales, cerámicas, etc. Con el apoyo inestimable de la dirección de la cantera y de los trabajadores, esta importante colección se convertirá en una exposición permanente ubicada en un museo regional, que pondrá especial énfasis en el conocimiento de la vida civil y militar durante la ocupación romana de la región.



Conservación de los descubrimientos arqueológicos durante la extracción

Excavación de un poblado romano

Ref. Biblio. [E-55]

La Puebla de Cazalla (Sevilla) – Caliza



Andaluza de Cales, S.A. - ANCASA, empresa perteneciente al grupo Calcinor posee dos hornos de calcinación en el Término Municipal de Morón de la Frontera (Sevilla). Para asegurar la disponibilidad de materias primas, tras solicitar un permiso de investigación en la Puebla de Cazalla, se inició una campaña de sondeos en unos afloramientos de caliza jurásica bajo un cultivo de olivos.

Desde el principio de las investigaciones, se detectó la presencia de importantes cantidades de tejas antiguas muy destruidas y mezcladas con la tierra, al pie de una zona de olivos.

Tras la presentación de la memoria resumen del Estudio de Impacto Ambiental, personal de la empresa se personó en la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura en Sevilla. La Delegación indicó que en la zona de actuación no existía ningún yacimiento catalogado y autorizó la realización de una prospección superficial. Esto dio lugar a la localización de dos yacimientos no catalogados. Posteriormente se autorizó a los mismos arqueólogos a efectuar una excavación sobre los mismos, al objeto de delimitarlos, analizando su estado de conservación.

En el informe de excavación arqueológica se concluye que, por el tipo de material localizado, se trata de un hábitat romano ocupado de forma esporádica entre los siglos I al III d. C. El yacimiento se encontraba muy deteriorado debido a que estaba en un terreno de labor y a que había sido objeto de expolios clandestinos anteriores.

Con la realización de ambos trabajos, la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura, entendió que se cumplían las medidas correctoras de protección del patrimonio arqueológico, pudiéndose así proceder a la Declaración de Impacto Ambiental.

Investigación y conservación del patrimonio arqueológico

Ref. Biblio. [E-77]

Explotación a cielo abierto (Madrid y Toledo) – Sepiolita y bentonita



Los yacimientos de sepiolita y bentonita que explota Tolsa, S.A. se localizan en la cuenca del Tajo, dentro de la denominada Unidad Intermedia del Mioceno, y están controlados por la cota del terreno, adoptando formas lentejonares más o menos grandes. Desde un punto de vista minero, al control topográfico de las capas se superponen restricciones derivadas de la calidad del mineral, ratio de explotación, distancia de transporte y otros imponderables físicos o administrativos. La superficie está muy parcelada en fincas de aprovechamiento agrícola, generalmente explotaciones de secano para cereal, forraje o leguminosas, siendo su área variable entre 0,5 ha y 4 ha.



Las explotaciones están gobernadas con criterios de homogeneidad y máximo aprovechamiento, con el fin de prolongar su longevidad en un marco administrativo cada vez más exigente.

También, de acuerdo con la Ley de Patrimonio Histórico Español, el equipo técnico manifiesta gran sensibilidad hacia los hallazgos de carácter histórico y científico que se descubren durante los trabajos, efectuando intervenciones arqueológicas y paleontológicas precoces en aquellos lugares de posible interés.

Como ejemplo, en 2001 se firmó, entre la empresa y el Museo Nacional de Ciencias Naturales, un Convenio específico para la realización de investigaciones paleontológicas en el Cerro de los Batallones, con una importante dotación económica. Al amparo de este convenio, se viene compatibilizando la actividad minera en perfecta armonía con la investigación y conservación de los restos que eventualmente pudieran aparecer. Los trabajos de extracción y restauración desarrollados por la empresa, son objeto de visita por parte de los alumnos de diversas universidades españolas.



Restos puestos al descubierto por los trabajos



Detalle de los trabajos

Investigación arqueológica

Ref. Biblio. [E-46]

Cantera Latores (Oviedo) – Áridos para la construcción



La cantera de Latores de la empresa Readymix Asland, S.A., que está situada en el término municipal de Oviedo, se viene explotando desde la década de los años 40. Con posterioridad, la hoja arqueológica de Oviedo, patrocinada por la Consejería de Cultura del Principado de Asturias, definió una pequeña superficie próxima a la explotación como posible área arqueológica donde se podría ubicar un castro.

Una ampliación planteada en los años 90 por la Empresa explotadora, comprendía la superficie antes mencionada. De acuerdo con la vigente normativa de protección del Patrimonio Histórico, la empresa titular de la cantera realizó una primera prospección arqueológica en la que, efectivamente, se localizaron algunas estructuras de interés.

La Comisión de Patrimonio del Principado de Asturias informó que las estructuras puestas de manifiesto carecían de la relevancia exigida por la Ley para su conservación y lo que procedía, por tanto, era la documentación completa de los restos mediante investigación arqueológica previa a su levantamiento.

Tras varias campañas o fases de investigación, costeadas, en su mayor parte, por la empresa explotadora, en un ejemplo de colaboración con la Administración de Cultura del Principado de Asturias, se puede decir que el yacimiento se encuentra totalmente excavado, siendo el castro conocido con mayor profundidad de esta Comunidad Autónoma. La investigación realizada afecta una superficie mucho mayor que la inicialmente considerada en la Hoja Arqueológica de Oviedo, teniendo la absoluta seguridad de que toda la posible zona de interés ha sido investigada.

La duración total de los trabajos de excavación y documentación del yacimiento ha sido superior a los siete años.

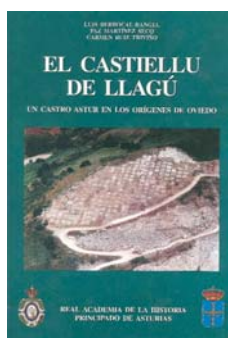
Los trabajos de excavación y documentación han sido objeto de una publicación monográfica de La Real Academia de la Historia titulado: “El Castiellu de Llagú, un castro astur en los orígenes de Oviedo”. En esta publicación se reconoce y agradece la cooperación de la empresa explotadora, así como de su personal de producción.

Amplia atención merecen los trabajos de excavación, en la Memoria Trienal de las Excavaciones Arqueológicas de Asturias publicada por la Consejería de Cultura.

Como resultado de todos los anteriores trabajos, se recrearán algunas de las estructuras encontradas en un lugar próximo, para el disfrute y divulgación entre los vecinos de la zona.



Trabajos de excavación



Portada del monográfico dedicado al castro de Llagú

3.9 Política de puertas abiertas, relaciones con el entorno y otras actuaciones

Los empresarios de canteras han comprendido, después de un cierto tiempo, que tienen un importante papel que desempeñar en las cuestiones relativas a su entorno socioeconómico. El desarrollo de las buenas prácticas ha demostrado cómo la industria extractiva presta especial atención a problemas que no siempre están directamente relacionados con el medio ambiente, pero que son, igualmente, relevantes para la opinión pública: la calidad de la gestión, la información y la educación, los servicios y las actividades de ocio para los habitantes del lugar, la conservación de los recursos y la eficiencia energética, la política de puertas abiertas, etc.

El objeto de este apartado es presentar algunos ejemplos de éxito relacionados con estas materias.



Abriendo las canteras a la sociedad

Casos reales sobre Política de puertas abiertas, relaciones con el entorno y otras actuaciones

Un folleto informativo previo a la solicitud de autorización

Ref. Biblio. [13]

Fábricas de Rochester – Materias primas para cemento



En 1972, esta empresa cementera solicitó y obtuvo los permisos de ampliación para una de sus canteras. Tras 15 años de actividad extractiva, la explotación estaba próxima a su final y el suministro de creta altamente carbonatada estaría agotado para 1992. La empresa presentó, entonces, un proyecto de permiso para otros 20 años, con el fin de asegurar la producción actual de creta y los puestos de trabajo relacionados. Después de prospecciones y encuestas, se propuso establecer una nueva cantera en un valle de carácter rural, con un alto grado de conservación medioambiental, y sobre una superficie de 43 ha.

La empresa publicó, entonces, y distribuyó ampliamente, entre las comunidades locales y los habitantes del lugar interesados, un documento informativo de 14 páginas titulado “¿Por qué una cantera en Dean Valley?”. En este documento de carácter muy pedagógico, se daban respuestas anticipadas a las quejas de los habitantes del lugar: un plan de la explotación progresiva seguido de la restauración, la explicación del sistema de cintas transportadoras subterráneas concebido para limitar el tráfico, una serie de acuarelas de artistas comparando las vistas del valle antes de la explotación y después de la restauración (mostrando como principal diferencia una ligera modificación del relieve del valle), estadísticas sobre los nuevos empleos creados en la región, etc.

El proyecto fue anunciado antes de realizar la solicitud oficial del permiso, de manera que todos los interesados pudieran tener la oportunidad de debatirlo con la empresa. Esto se debió al firme compromiso de la empresa de favorecer la participación de las comunidades locales, en aquellos casos donde sus actividades fueran susceptibles de afectar al medio ambiente local.

Conservación de los recursos de yeso natural

Ref. Biblio. [89] [92]

Industria europea del yeso – Yesos



La producción de yeso sintético en el momento de la desulfuración de los gases –DESULFOYESO– de las centrales térmicas ha hecho posible disponer de una materia prima idéntica al yeso natural, tanto por sus especificaciones, como por sus cualidades. El conjunto de las organizaciones industriales e instituciones políticas, tales como *Eurogypsum* (Association of European Gypsum Industries), *Ecoba* (European Association for Use of the By – products of Coal – fired power stations), *EURELECTRIC* (European Grouping of the Electricity Supply Industries), la OCDE y la Unión Europea, aceptan ahora, de común acuerdo, el yeso de desulfuración como un producto y no como un subproducto [89].

En la actualidad, los más de 8 millones de toneladas de yeso de desulfuración producidos satisfacen una parte de la demanda europea, que alcanza los 30 millones de toneladas. La utilización de este material produce otros efectos positivos tales como el aumento de la viabilidad de los yacimientos de baja calidad y la conservación de los recursos de yeso natural de alta calidad.



El yeso: un producto natural de uso cotidiano

El éxito de la aceptación de esta materia prima se inició en 1991, con los trabajos de Beckert y otros, que han comparado los yesos naturales y los sintéticos -DESULFOYESO- y han analizado los riesgos para la salud [90]. Los estudios realizados han demostrado que, desde un punto de vista sanitario, las diferencias entre los dos yesos son insignificantes, tanto por la composición química global como por los elementos traza. Los resultados del análisis han demostrado que el yeso de desulfuración puede utilizarse en la producción de materiales de construcción, sin ningún riesgo para la salud. El mantenimiento de la producción de yeso de desulfuración seguirá siendo un desafío importante para la industria europea tradicional del yeso, como ya lo es en el caso de la industria alemana [91].

Está previsto un aumento creciente de los yesos de desulfuración producidos en la UE y en los países del Este de Europa debido a las prescripciones, cada vez más severas, en materia de desulfuración de los gases emitidos por los combustibles fósiles. Este es, especialmente, el caso de los yesos de las centrales de combustión de lignito, donde el desarrollo de nuevos procedimientos de refinado ha permitido mejorar sensiblemente la calidad del yeso obtenido hasta ser similar a la del procedente de las centrales de carbón. Al mismo tiempo, se han realizado esfuerzos para mejorar la utilización de los yesos de desulfuración, tanto desde un punto de vista técnico, como económico. En consecuencia, Alemania (primer productor europeo de DESULFOYESO) ha cubierto, en 1998, cerca del 50 % de sus necesidades con yesos sintéticos [138].

Auditorías internas como elemento de gestión medioambiental

Ref. Biblio. [84]

European Talc Group - Talco



Como otras muchas industrias, el mayor grupo europeo productor de talco ha diseñado e implantado un sistema integral de gestión medioambiental que incluye dos niveles, el del grupo y el de cada explotación individual.

En el ámbito del grupo, se creó una entidad de coordinación medioambiental, designándose, en cada explotación, un responsable (generalmente el directo técnico) y un coordinador para gestionar las cuestiones medioambientales. Cada empresa del grupo elaboró, por otra parte, su propia política medioambiental y sus objetivos anuales.

La originalidad del proyecto reside principalmente en su puesta en práctica, que está basada en un sistema de auditoría interna. Se constituyó un equipo de veinte auditores elegidos, en las diferentes filiales, entre los mejores técnicos de la empresa, que tuvieran el espíritu y las motivaciones suficientes para apreciar mejor los problemas concretos en cada operación. Estos auditores fueron, por otra parte, formados por consultores externos especializados en auditorías medioambientales. En 1996 se realizó una primera auditoría piloto y posteriormente, se auditaron, cada año, de 7 a 8 explotaciones.

Las auditorías están programadas y realizadas por el grupo de coordinación y dos auditores, designados según su competencia, que no pertenezcan, directamente, a la explotación objeto de auditoría. La auditoría se inicia mediante entrevistas a los cargos directivos. Sus respuestas son doblemente controladas: en el ámbito de los técnicos y en el del personal de la explotación. Se registran, verifican y analizan todos los resultados antes de ser presentados al equipo de gestión de la cantera al final de la auditoría, lo que suele ser una ocasión oportuna para mantener discusiones interesantes e interactivas.

A continuación, se redacta el informe de auditoría y sus conclusiones se integran en el programa de gestión de la empresa con una programación de las acciones correctoras a emprender (con una categorización del grado de urgencia según el grado de no conformidad o de riesgo). Cada seis meses se organiza una reunión de seguimiento y cada explotación se audita cada 2 años.

La experiencia ha demostrado que estas auditorías son herramientas eficaces para desarrollar acciones y mejorar la gestión de la empresa. Los buenos resultados están claramente ligados al compromiso voluntario de los diferentes niveles de gestión dentro del sistema de auditoría y al hecho de que los propios auditores son auténticos especialistas del sector. Este sistema de auditoría debería, por otra parte, extenderse al seno de la empresa y a la gestión de la seguridad y de la higiene en los lugares de trabajo.

Colaboración con las autoridades locales y los habitantes del lugar

Ref. Biblio. [79]

Cantera de Guidonia - Materias primas para cemento



Cuando la cantera de Guidonia se encontraba próxima a la finalización de sus actividades de extracción, las autoridades locales decidieron construir nuevas viviendas en sus inmediaciones. Tras los contactos mantenidos entre la empresa y las autoridades, fue preciso diseñar un nuevo proyecto de restauración, en colaboración con los servicios locales de urbanismo.

Este nuevo proyecto incluye la construcción de un anfiteatro, el acondicionamiento de una zona para el aterrizaje de helicópteros y el extendido de grandes cantidades de tierras vegetales para acelerar el crecimiento de la vegetación en la antigua cantera.

El plan demuestra la voluntad de la cantera de respetar las necesidades y deseos de las autoridades locales y de los habitantes del lugar, obteniendo de esta manera un nuevo permiso de explotación para 20 años, en un nuevo emplazamiento.

La actuación realizada recibió un premio europeo de medio ambiente en 1988.

Acciones que respetan un hábitat y una zona de turismo

Ref. Biblio. [84]

Cantera de Kerbriant– Caolín

Al encontrarse la cantera de caolín de Kerbriant localizada en una zona de hábitat natural y de interés turístico, se emprendieron dos importantes acciones, con el objeto de limitar los impactos de la actividad.

Como primera medida, al principio de las actividades se construyó un caballón de 500 m de longitud y 5 m de altura que fue revegetado con especies locales para una integración paisajista máxima. Con esta actuación se consiguieron los dos objetivos deseados: la cantera ya no es visible desde los caminos circundantes y la dispersión del ruido es así controlada, a niveles incluso inferiores al ruido ambiente de los alrededores.

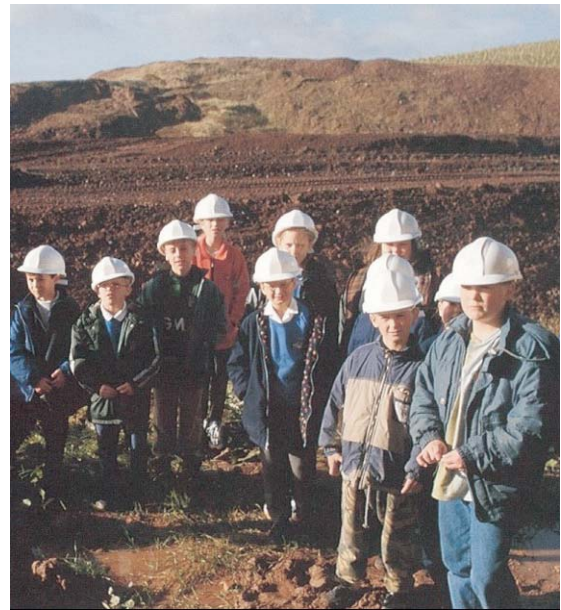
La cantera se encuentra a menos de 4 km de la fábrica de tratamiento del caolín extraído. Para eliminar las idas y venidas de los vehículos pesados por el centro de la población cercana se perforó un conducto subterráneo. El producto es sometido a un primer tratamiento, en la misma explotación, y luego se pone en suspensión en agua. El lodo resultante es así bombeado hacia la fábrica para el tratamiento final. El diseño de este sistema ha sido posible porque el caolín ha de permanecer húmedo para su tratamiento.

Un estudio pedagógico sobre el medio ambiente rural

Ref. Biblio. [32]

Empresa de productos de cantera – Áridos

En colaboración con la *Countryside Foundation for Education*, una empresa extractiva británica ha preparado un estudio pedagógico, titulado "A case for the countryside", especialmente concebido para mejorar el conocimiento del medio rural de los jóvenes británicos de edades comprendidas entre 11 y 14 años.



Visita de niños a la cantera

Este estudio fue programado y concebido cuando, con ocasión de reformas nacionales de la enseñanza, se comprobó que un número importante de preadolescentes no tenía realmente conciencia de la importancia económica, social y medioambiental de la vida rural. Este estudio que informa de los diferentes aspectos de la ordenación del territorio, entronca con otras áreas de conocimiento más próximas a los escolares como son las matemáticas, la ciencia, la geografía, etc.

Como complemento, se dispone de dos cuadernos que contienen sendas unidades didácticas para lograr un mejor desarrollo social y personal de los alumnos. Este es el caso, por ejemplo, de una serie de juegos de rol sobre ordenación del territorio, diseñados y realizados por la empresa, con objeto de poner al alumno en la situación real de realizar una solicitud de permiso para explotar una gravera.

Se está distribuyendo el conjunto del estudio pedagógico, basado en cinco explotaciones de diferentes regiones de Gran Bretaña (notas didácticas para el profesor, fichas de trabajo para los alumnos, video, mapas y vistas aéreas), a unas 800 escuelas de todo el país.

Extracción estacional para permitir las actividades turísticas

Ref. Biblio. [64]

Industrias de Milos Islands – Minerales industriales

La "isla mineral" de Milos (150 km², en el Mar Egeo), con una producción, en 1994, de 1.792.050 toneladas, que representan el 26 % de la producción total de minerales industriales de Grecia, exporta una gran parte de su producción hacia los otros países de la UE. Estos minerales son, entre otros, las baritas, bentonitas, caolines, perlitas y puzolanas, sulfuros, sílices, arcillas, feldespatos, yesos y yacimientos recién descubiertos de diatomeas y zeolitas. Con las optimistas perspectivas que se vislumbran para las industrias de la construcción,

de la química, del papel y del acero, los productores de la isla parecen estar en una posición relativamente saludable.

No obstante, la economía de la isla de Milos depende también del turismo y hay un gran movimiento de opinión pública que reclama una restauración eficaz de las explotaciones, amenazando así el crecimiento futuro de la industria extractiva de la isla. Para evitar esta amenaza, las empresas extractivas de Milos han emprendido recientemente los trabajos de restauración de varias áreas ya explotadas de la isla.

Una de las empresas que explota un yacimiento de barita, ha restaurado así tres explotaciones abandonadas con sus correspondientes escombreras de estériles, mientras que otra empresa ha restaurado todo el entorno de su explotación. Al mismo tiempo, dos grandes industrias vinculadas al sector cementero han restaurado diversas zonas de sus yacimientos de puzolana. En resumen, el conjunto del sector ha emprendido la restauración de los emplazamientos industriales de la isla.

Estas iniciativas voluntarias condujeron, como uno de los resultados más significativos, a que un buen número de empresas optaran por trabajar de forma estacional, evitándose de esta manera todo conflicto con el sector turístico en la isla.

Trabajos de depuración de efluentes domésticos para los habitantes del lugar

Ref. Biblio. [114]

Canteras de Kruike y de l'Emitage – Arcillas y áridos

En el entorno de dos de sus canteras, la empresa Gralex ha cedido a las autoridades municipales dos explotaciones actualmente en operación para que se establezcan, en ellas, depósitos artificiales y balsas de depuración con objeto de tratar los efluentes domésticos y de alcantarillado de zonas urbanas próximas donde no existía ningún sistema de tratamiento para ese tipo de residuos. En las inmediaciones de la fábrica, en los suburbios de Kruike, se encontraban varias viviendas que no habían podido ser conectadas a la red local de alcantarillado. Como la Directiva europea exige que toda vivienda sea conectada a un sistema de depuración, la municipalidad y Gralex trabajaron, de forma concertada, para aportar una solución original: una unidad de filtración en un carrizal.

La empresa ha puesto a disposición de las autoridades municipales un terreno próximo a la cantera y a la fábrica de Kruike, para convertirlo en un pantano de desecación. Los trabajos de movimiento de tierras han sido realizados por la propia cantera, así como el suministro y la colocación de 600 m³ de arcillas expandidas (Argex producido por la fábrica de Kruike) necesarias para las reacciones biológicas. Por otra parte, las autoridades han proporcionado los materiales de impermeabilización y 850 plantas de carrizos. Los trabajos realizados se describen, con detalle, a continuación.

Se llevan las aguas residuales desde las canalizaciones y depósitos existentes a una balsa clarificadora de 10 m³, donde las materias fecales y sólidas se sedimentan en el fondo. El agua "prepurificada" se drena luego hacia una reserva de bombeo de 10 m³, donde se lleva al carrizal. Esta fosa de 100 m de longitud y 2 m de anchura combina las plantaciones de carrizos con otras especies para purificar las aguas de manera ecológica. Las raíces de los carrizos son conocidas por actuar como excelentes filtros y las investigaciones han demostrado que la *Phragmites australis* es la variedad que proporciona los mejores resultados en materia de purificación de agua en razón de su resistencia a la desecación, al hielo, a las sales y a pH excesivos, así como por su pequeña demanda de suelo.

En este caso se plantaron 1.800 plantas de esta *phragmites* en macetas biodegradables. Los nódulos operan como capa vegetal, como capa de drenaje y como lecho de base para el crecimiento bacteriano. Se les utilizará luego como sustrato en unos 200 m². El fondo del carrizal (inclinado con una pendiente de 3,8 % a favor de la corriente) ha sido recubierto, por otra parte, con un producto geotextil impermeable. Las capas de nódulos son horizontales a profundidades de 0,5 m en el lado del tanque de bombeo, hasta 0,8 m en el lado más alejado de forma que el sistema fluye por gravedad. El agua usada se limpia y se filtra en los nódulos donde es atrapada por el producto geotextil impermeable que drena el agua purificada hacia un arroyo natural.

El proyecto se inició en octubre de 1996 y fue realizado con bastante rapidez al conseguirse la autorización en el mes de noviembre, el levantamiento del emplazamiento en el mes de diciembre, el movimiento de tierra y la instalación de los tubos en enero de 1997, el inicio de las plantaciones de *phragmite* en febrero, al mismo tiempo que el sellado y el vertido de los nódulos, y el riego de aguas puras en el mes de marzo junto con la finalización de las plantaciones. A partir de junio de 1997, las primeras aguas residuales, ahora tratadas y purificadas, corrían en el arroyo de drenaje de la instalación de depuración.

Otra explotación de la empresa, cerca de la gran cantera de Lessines, ha abierto su emplazamiento a la instalación de balsas para las comunidades locales. La empresa explotadora de la cantera ha iniciado también las obras de ingeniería civil y las plantaciones de carrizos con miras a favorecer en la descomposición de las materias orgánicas para purificar las aguas domésticas. El mantenimiento anual de las instalaciones se realiza por las asociaciones locales y las reparaciones importantes por la cantera (reparación de los diques, etc.).

Relaciones de buena vecindad

Ref. Biblio. [116]

Cantera de Clee Hill – Áridos (Reino Unido)



El equipo de dirección de la cantera de Clee Hill concede una gran importancia al mantenimiento de las buenas relaciones con las comunidades locales, ya que la mayoría de sus empleados vive en el pueblo de Clee Hill o en un radio de ocho kilómetros de distancia.

Ejemplos recientes de buena vecindad son, por ejemplo, la donación de terrenos con vistas a crear zonas de esparcimiento y de picnic, el suministro gratuito de materia prima para la edificación de dos edificios comunitarios en la población y el suministro de bloques de rocas para otras estructuras de uso común.

Además, en mayo de 1998 se organizaron tres visitas de escuelas, con un total de un centenar de niños. Más tarde, se emprendieron también jornadas de puertas abiertas para el gran público.



Ovejas pastando en el antiguo parque de acopios

Un código de buenas prácticas medioambientales

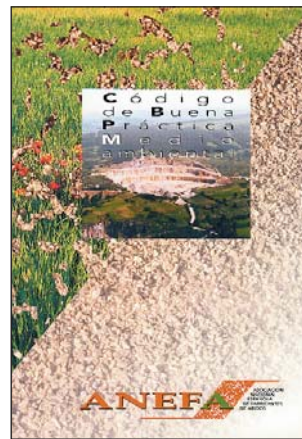
Ref. Biblio. [E-53]

ANEFA – Áridos para la construcción

Dentro de la industria extractiva española, la Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos - ANEFA, consciente de sus responsabilidades medioambientales, elaboró, en el año 1998, el Código de Buena Práctica Medioambiental en Canteras, Graveras y Plantas de Tratamiento de Áridos, pionero en España.

La elaboración de este Código es una iniciativa que parte de las propias empresas que integran la Asociación Sectorial con objeto de promover la concienciación y el compromiso de todas las empresas que constituyen el sector de los áridos con los principios de gestión medioambiental compatibles con el concepto de desarrollo sostenible. Esto implica que se ha de actuar con eficacia en la protección del medio ambiente y en el control de los posibles efectos de sus actividades sobre el mismo.

Este tipo de Códigos propugnan que las empresas hagan efectivas las recomendaciones en ellos contenidas, tanto las que establecen los objetivos, como las que hacen referencia a las medidas de tipo práctico necesarias para alcanzarlos, dentro del contexto de la legislación vigente.



Portada del Código

Acuerdo para explotación conjunta

Ref. Biblio. [E-70]

Comarca de La Sagra (Toledo) – Arcillas rojas para cerámica

El Consorcio Minero de la Sagra, integra a los fabricantes de productos cerámicos y es titular de derechos mineros (arcillas rojas principalmente) en la comarca de La Sagra, provincia de Toledo. Los derechos mineros de los que es titular el consorcio ocupan una superficie de 1.000 cuadrículas mineras (30.000 ha).

El impacto visual de las explotaciones de arcilla de la Comarca de La Sagra, debido fundamentalmente a la ubicación de las mismas con respecto a carreteras, vías de comunicación, núcleos urbanos habitados, etc. es importante. Desde este punto de vista, hay dos aspectos a tener en cuenta:

☞ Durante la fase de explotación de las canteras al no generarse apenas estériles, es difícil el posterior relleno de los huecos creados en la fase de extracción.

☞ Los huecos de las explotaciones antiguas, tienen una orientación muy variada debido a que, cuando se iniciaron hace muchos años, no se contemplaban los criterios medioambientales actuales.

Todo esto ha llevado a crear el Plan Técnico de explotación consensado con cada uno de los explotadores involucrados, que permite por una parte un aprovechamiento racional del yacimiento, y por otro, evita los posibles impactos ambientales consecuencia de la explotación de las arcillas.

Estudio de la explotación de sepiolita por minería subterránea

Ref. Biblio. [E-78]

Concesión de Paracuellos del Jarama (Madrid) – Arcillas especiales

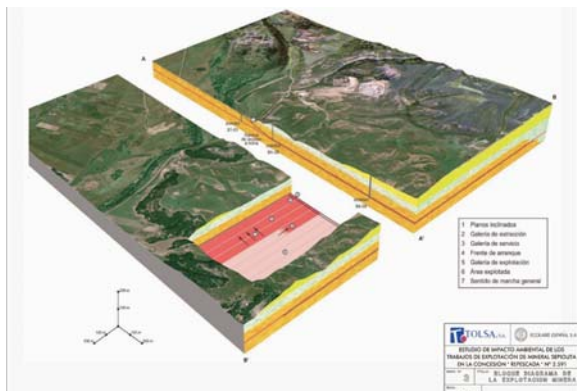
Tolsa S.A., empresa minera líder en el mercado de arcillas especiales, con yacimientos de sepiolita en el área de Madrid y Toledo, viene explotándolos a cielo abierto. Para ello, utiliza minería de transferencia

en la que los rechazos de una cantera en fase de apertura y/o en explotación, se utilizan para rellenar los huecos de donde ya se ha completado el ciclo de extracción del mineral.

La explotación por minería subterránea de yacimientos poco profundos, constituye un reto para el desarrollo sostenible de esta minería, al minimizar los impactos social y medioambiental de la citada explotación. La empresa ha realizado los estudios técnicos, geológicos e hidrogeológicos para la confección de un proyecto de explotación y un estudio de viabilidad para la explotación, por métodos de minería subterránea, de un yacimiento de sepiolita, en un entorno muy desfavorable desde el punto de vista social y medioambiental: Paracuellos del Jarama, por la proximidad del núcleo de población, del aeropuerto de Barajas y del río Jarama.

Se ha elegido el diseño y el método de explotación más adecuados para la obtención del costo de explotación más bajo atendiendo a todas las exigencias sociales, hidrogeológicas y medioambientales de la zona.

Los resultados previos obtenidos, muestran la viabilidad inicial del método, con un aumento racional del costo de explotación. Se trata de un esfuerzo importante para compatibilizar la explotación, el desarrollo urbano de las poblaciones más cercanas, la ampliación del aeropuerto de Barajas y el mantenimiento o mejora del hábitat natural del río Jarama.



Plano de la explotación de sepiolita por minería subterránea

Colaboración con grupos de protección de la naturaleza

Ref. Biblio. [E-24]

Varias canteras (Málaga y Cádiz) – Áridos para la construcción

Como demostración palpable del sólido compromiso que mantiene con la protección del medio ambiente, la empresa Compañía General de Canteras, S.A. del Grupo Financiera y Minera ha patrocinado la realización y edición de una publicación denominada "El Pinsapo. El abeto andaluz", que ha sido realizada por especialistas en medio ambiente, con objeto de colaborar en la conservación de esa especie arbórea.

En el libro se recoge el resultado de un trabajo de investigación y de recopilación de información que permite dar a conocer los secretos de esta bella especie, única en el mundo y representativa de la vegetación española más preciosa. Con esta acción se busca descubrir al público el conocimiento del funcionamiento de los pinsapares y promover unos itinerarios ecológicos para poder disfrutar de esa especie.



Portada de la publicación

Acuerdo con una Asociación Naturalista

Ref. Biblio. [E-17]

Gravera "El Porcal" (Rivas Vaciamadrid / Madrid) – Áridos para la construcción

La empresa Áridos y Premezclados, S.A.U. realiza continuos esfuerzos para alcanzar una adecuada integración del medio ambiente en todos los ámbitos de su actividad.

En este sentido, la empresa ha formalizado un acuerdo con una Asociación Nacional Naturalista, con dilatada experiencia en los campos de la investigación, divulgación y educación ambiental, con el fin de que aporte asistencia técnica en la restauración de las zonas explotadas para favorecer la biodiversidad por medio de la colonización natural de fauna y flora, en especial aves de diferentes especies protegidas.



Carteles explicativos de las especies de fauna y flora de la explotación



Zona húmedas, con flora de gran riqueza y variedad

Acuerdo con un ayuntamiento para la plantación de especies arbóreas autóctonas Ref. Biblio. [E-50]

Gravera Valdocarros (Madrid) – Áridos para la construcción 

La gravera Valdocarros se encuentra ubicada en un entorno medioambientalmente protegido (Parque Regional) motivo por el cual la empresa, Transportes de Aglomerados y Materiales, S.A.- TRAMSA extrema la intensidad de sus actuaciones para la protección del entorno natural.

En la actualidad está colaborando con el ayuntamiento de Arganda del Rey y, fuera de las obligaciones del Plan de Restauración, se están plantando y cuidando especies arbóreas predominantes en la zona tanto en las superficies restauradas como en los márgenes de los caminos.



Vista general de áreas recientemente replantadas



Detalle de la vegetación

Creación de un pequeño museo de equipos mineros

Ref. Biblio. [E-4]

Cantera de Caliza de Alaior (Menorca) – Áridos para la fabricación de hormigón 

La actuación realizada por la empresa Aricemex, S.A. en su explotación de Alaior, consiste en el ajardinamiento de los accesos y zona de báscula y la creación de una exposición, al aire libre, de maquinaria usada de la cantera, en dichos terrenos.

Con el ajardinamiento de los accesos se ha recuperado y protegido una amplia zona de encinas, en la que se ha realizado la exposición de maquinaria minera (equipos de trituración, perforadoras, etc.) y piezas usadas procedentes de la cantera.

Las piezas destinadas a este pequeño museo se limpian y pintan de manera que se evita su conversión en chatarra, por lo que, al mismo tiempo, se eliminan residuos.

En la zona ajardinada se ha construido un pozo típico que armoniza con el entorno, con la idea de mitigar el impacto visual de la explotación, ya que desde la zona de accesos no se ven frentes de explotación ni instalaciones industriales.



Museo de equipos mineros al aire libre



Ajardinamiento con pozo rústico

Política de comunicación de actuaciones medioambientales

Ref. Biblio. [E-95]

Explotación de Valdemoro (Madrid) – Yesos 

La actividad minera de la empresa Yesos Ibéricos, S.A. tiene como objetivo básico la explotación minera de la cantera para el abastecimiento de mineral de yeso, a las fábricas situadas en Valdemoro.

Cabe destacar, entre las prácticas medioambientales habitualmente realizadas, la creación de equipos de trabajo con definición de funciones y responsabilidades, implicando a todos en los mismos objetivos: contribuir, con el respeto al medioambiente, a mejorar la imagen de la empresa ante terceros, garantizando su permanencia a largo plazo.

Complementariamente, se han definido una serie de metodologías y herramientas de trabajo, entre las que sobresalen: la voluntad de no separar la actividad industrial de la medioambiental (explotar - restaurando - restaurar - explotando), la labor de mentalización, concienciación, formación y motivación, la realización de reuniones con los trabajadores de cantera (Formación, Mentalización) y la resolución de problemas medioambientales en grupo.

Finalmente, se realiza una intensa labor para comunicar y difundir las prácticas de la empresa, mediante comunicados, organización de visitas, fotos etc. Entre estas visitas cabe destacar las realizadas por la delegación de Industria y Minas de la provincia, por los ayuntamientos de Seseña y Ciempozuelos, por las Escuelas de Ingenieros de Minas e Ingenieros Técnicos de Minas y por la Consejería de Industria de Castilla-La Mancha.

Con todo ello se ha mejorado sensiblemente la gestión Medioambiental, contribuyendo a potenciar el desarrollo sostenible y reforzar la permanencia de la empresa a largo plazo.



Ejemplo de diagrama explicativo de las actuaciones realizadas

Jornadas de puertas abiertas para escolares

Ref. Biblio. [E-8]

Cantera Ana (Cáceres) – Áridos para la construcción 

La empresa Áridos Núñez, S.L., hace gala de su compromiso con el medio ambiente manteniendo una política de diálogo con su entorno social. Dentro de las actuaciones derivadas de ésta, organiza jornadas de puertas abiertas a escolares de los distintos colegios de Cáceres, en su cantera "Ana".

En estas jornadas, los niños recorren las instalaciones acompañados por profesores y técnicos de la empresa que responden a las preguntas de los primeros. En estos actos, intervienen habitualmente las autoridades mineras y medioambientales y cuentan con alta participación y gran aceptación.

Durante los mismos, se proyecta un vídeo titulado "Los áridos y las canteras nos ayudan a vivir mejor", se entrega a los niños un tríptico donde la mascota del sector "Aridito" explica el origen de los áridos, su importancia y la utilidad de estos materiales en la vida cotidiana. También se reparten pins y camisetas con la imagen de la mascota. Finalmente, los niños reciben unos diplomas por su participación en la visita.

Este tipo de actos cuenta con el apoyo de la campaña divulgativa que promueve ANEFA en el ámbito nacional, poniendo a disposición de las Empresas Miembro los materiales divulgativos referidos.



Visita de un colegio. Explicación del funcionamiento de la planta desde una zona acotada



Niños recorriendo la explotación

Una Guía para mejorar la imagen medioambiental de las empresas

Ref. Biblio. [E-54]

ANEFA – Áridos para la construcción

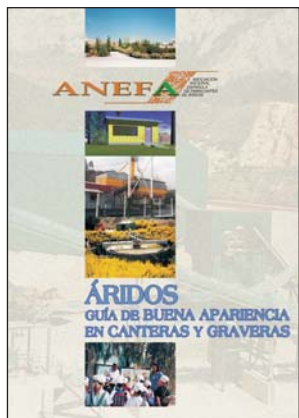


La Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos (ANEFA) ha publicado, en el año 2002, una Guía denominada “Áridos. Guía de buena apariencia en canteras y graveras” que tiene por objeto mostrar, con ejemplos prácticos basados en casos reales, diferentes medidas para mejorar las actuaciones medioambientales de las empresas y, al mismo tiempo, mejorar su imagen de cara a la sociedad.

Esta Guía está estructurada en un primer capítulo donde se abordan diversas materias como son la imagen, la organización, el mantenimiento y la señalización de la explotación y de la planta de tratamiento para, en el segundo capítulo, describir diferentes medidas aplicables a cada área: accesos, servicios generales, explotación, depósitos de estériles, pistas, planta de tratamiento, parque de áridos y, finalmente, dependencias auxiliares.

Completa la publicación un capítulo sobre el papel que desempeñan técnicos y trabajadores en la mejora continua de las actuaciones medioambientales de las empresas, finalizando con un capítulo dedicado a la política de puertas abiertas.

La Guía ha sido distribuida a todas las Empresas Miembro de ANEFA para que cada una, en función de sus circunstancias locales y de sus necesidades, pueda tener modelos de referencia que han sido llevados a la práctica con éxito.



Portada de la Guía de Buena Apariencia

Edición y difusión de una memoria medioambiental

Ref. Biblio. [E-26]

Áridos para la construcción



La empresa Compañía General de Canteras, S.A. del Grupo Financiera y Minera (Italcementi Group) edita y difunde una memoria medioambiental donde se describen las diferentes actuaciones de las empresas del Grupo en ese ámbito, bajo el lema “Nos preocupa el entorno tanto como nuestra propia casa”.

Producir responsablemente para mejorar el entorno es el compromiso de la empresa que queda patente en la política medioambiental que se recoge en esas páginas, junto con la descripción de todas las medidas aplicadas para evitar o controlar los impactos ambientales que, en cada caso, se produzcan.

Asimismo, se describen las inversiones medioambientales realizadas, los planes de control, la economía de recursos naturales y los esfuerzos por adaptar los productos al medio ambiente.



Memoria medioambiental

Actos socioculturales. Restauración de un monasterio del siglo XIII

Ref. Biblio. [E-65]

Cantera (O`Barco de Valdeorras / Orense) - Cales



CEDIE se ha integrado plenamente en el entorno social en el que desarrolla su actividad empresarial, contribuyendo de forma activa al impulso cultural de su zona de influencia.

Una de las iniciativas más importantes de la empresa ha sido la restauración del “Mosteiro de San Miguel de Xagoaza” cuyos inicios se remontan al siglo XIII. El conjunto medieval había sido uno de los principales centros religiosos, culturales y administrativos del Valle de Valdeorras. Hoy en día, recuperado el esplendor de antaño, el “Mosteiro de Xagoaza” se utiliza como centro de conferencias y exposiciones.

En este sentido, la empresa organiza jornadas culturales, conferencias técnicas, exposiciones de arte, conciertos musicales, además de patrocinar actividades deportivas y educativas de diversas instituciones de la región.

Desde hace siete años, la empresa ha organizado anualmente las Jornadas Culturales, las cuales se han convertido en uno de los principales eventos sociales de la región. La historia, el arte, la literatura, el turismo, las telecomunicaciones, el desarrollo económico de Galicia y los cambios y oportunidades para el futuro son solo algunos de los temas tratados a lo largo de los últimos años. Asimismo, los ciclos de conferencias están acompañados por exposiciones y conciertos musicales de diversa índole. La empresa trabaja en estrecha colaboración con la Fundación

Pedro Barrié de la Maza, el Instituto de Enseñanza Media Martaguisela, la Xunta de Galicia, el Instituto de Estudios Valdeorreses, entre otros, para realizar estas iniciativas.

Además de las Jornadas Culturales, la empresa participa en la organización de numerosas conferencias técnicas, entre las que se encuentran ciclos sobre temas de actualidad, científicos, históricos, humanísticos, etc. La empresa colabora, habitualmente, con las comunidades próximas, ayuntamientos, asociaciones culturales, deportivas y educativas mediante aportaciones directas en forma de subvenciones, donaciones y mecenazgo, contribuyendo a mantener los tradicionales lazos de vinculación de la empresa con su entorno.



Vista general del monasterio



Exposición



Detalle del monasterio

