

IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LA RESTAURACIÓN DE SUELOS DE MINAS

A. GIL BUENO

SECCIÓN RESTAURACIÓN Y MEDIO AMBIENTE MINA. ENDESA. APTO. 27. 15320. AS PONTES (LA CORUÑA)

RESUMEN

Es de sobra conocido, que la industria extractiva causa grandes impactos en los terrenos circundantes a la zona de actividad, circunstancia que se manifiesta de manera especial en la minería a cielo abierto, la cual puede provocar alteraciones no solo de orden estético o paisajístico, sino también morfológico, hidrológico, edafológico, faunístico y florístico.

Las características especiales de la Mina Puentes (ENDESA), constituida en un medio reductor con formación de sulfuros, que confiere una fuerte acidez a un gran porcentaje de los estériles, hace que los trabajos de restauración se ejecuten en unas condiciones de gran dificultad, máxime cuando la disponibilidad de tierra vegetal es limitada.

En la comunicación se resalta la especial atención que se ha prestado a la implantación de especies forestales, por considerar que muchas de estas especies contribuyen de forma decisiva a la evolución de los suelos de escombreras.

Asimismo se exponen los criterios que se han aplicado para la elección de las distintas especies y los resultados y conclusiones obtenidos sobre supervivencia y desarrollo.

P.C.: escombrera, Talud, Estéril, Pirita, Azufre.

SUMMARY

It is well known that mining operations have an enormous impact on their surrounding areas and more so when it comes to open pit mining, leaving the area affected not only in an aesthetic way but also with regard to a morphology, hydrology, edafology, and fauna and flora.

The very special characteristics of the Puentes mine, located on a sulphuric area and consequently presenting a very low Ph and a high amount of waste, make recovering tasks quite difficult, specially when green cover is limited.

In this paper the special attention given to forest species is stressed since it is believed that many of these species improve the behaviour of dump soils.

Moreover, criteria applied for selection of different species together with results and conclusions about survival and development are mentioned.

K.W.: Dump, Slope, Waste, Pyrite, Sulphur.

INTRODUCCIÓN

La restauración de suelos alterados por actividades mineras es, normalmente, un proceso lento que conlleva una serie de actuaciones consistentes fundamentalmente en: caracterización de los bancos de excavación, selección de los estériles, ubicación adecuada de los mismos,

campañas analíticas para confirmar tipologías, preparación de superficies, ejecución de infraestructuras, aprovechamiento de la tierra vegetal, modificación de las características físico-químicas de los sustratos,... e implantación de la cubierta vegetal que es el fin último y fundamental en el tratamiento de estos biotopos especiales.

Por tanto, el diseño, construcción y desarrollo de los suelos de mina es fundamental en todos los aspectos de las operaciones de restauración, siendo la implantación de una vegetación adecuada el complemento ideal para conseguir la estabilización de los terrenos, la reducción y control de la erosión, la protección de los recursos hídricos, la reintroducción de la fauna, la restauración de la producción biológica del suelo y la integración paisajística.

No obstante, no siempre es posible contar con las condiciones de partida adecuadas para la revegetación, debido a factores limitantes relacionados principalmente con la calidad de los estériles.

Algunas de las limitaciones que se presentan con más frecuencia en escombreras de minería de carbón son: texturas inadecuadas, ausencia de estructura, compactación, limitaciones nutritivas, elevada acidez y toxicidades. Posiblemente, el factor limitante más importante para el establecimiento y desarrollo de la cubierta vegetal es la presencia de piritita en los estériles. Muchos estériles piríticos suelen presentar valores de pH cercanos a la neutralidad, pero tras su oxidación por exposición a la intemperie, el pH suele alcanzar valores de 2 o inferiores, dando lugar a la formación de sustratos extremadamente ácidos donde la vegetación no puede implantarse o, más frecuentemente, que reacidificaciones posteriores a las tareas de restauración eliminen la vegetación inicialmente establecida.

Puede asegurarse que en la escombrera de la Mina Puentes (La Coruña) confluyen todos los aspectos negativos mencionados anteriormente.

Desde los primeros estudios realizados, se puso de manifiesto que la presencia de sulfuros en los estériles de la Mina, y su oxidación tras la exposición a la intemperie, planteaba uno de los mayores problemas para su restauración y se reconoció que la adecuada construcción de los nuevos suelos generados en la escombrera, era un factor clave para el proceso de restauración. Esta adecuada ubicación de los estériles, solo era posible desde el profundo conocimiento de las características de los mismos, el estudio de su evolución una vez expuestos a la intemperie y la continua evaluación de los resultados que se van consiguiendo.

En la restauración de la escombrera de la Mina Puentes, la primera medida que se toma en relación a la vegetación, es la implantación de una cubierta de herbáceas para que tapice rápidamente el suelo, evite la puesta en marcha de los procesos erosivos, contribuya a mejorar la calidad del agua de escorrentía e inicie la asociación suelo-vegetación.

Esta primera cubierta vegetal, imprescindible en la fase inicial, debe dar paso, de acuerdo con la evolución natural de la vegetación, a comunidades vegetales más avanzadas que contribuyan a dinamizar los procesos evolutivos de suelo. En este sentido, el matorral y el arbolado cumplen una función fundamental, de tal modo que su presencia es imprescindible para conseguir los fines propuestos.

La cubierta de matorral está formada por especies espontáneas, pioneras, persistentes, leguminosas y con una capacidad de regeneración importante. Debe tenerse en cuenta, que en ocasiones están en situaciones de extrema dificultad como son taludes con pendientes superiores al 40% y sustratos inadecuados.

Respecto al arbolado, se está potenciando la introducción de las especies que se piensa son las más adecuadas y, por tanto, las que ofrecen más garantías para su adaptación a las condiciones singulares de la escombrera, buscando la compatibilidad entre el entorno, las limitaciones de la escombrera y las especies elegidas.

Aunque se han introducido numerosas especies, se ha hecho especial hincapié en el *Abedul* y el *Aliso*; el primero porque, además de ser una especie muy implantada en la zona, tiene unas propiedades importantes en su relación con el suelo y una gran capacidad de adaptación, y el segundo por ser capaz de enriquecer la cubierta forestal y aumentar la productividad del sustrato, en función de su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico; es una especie claramente mejoradora de suelos y debe estar presente, sola o en mezcla con otras especies.

Destacar dos cualidades importantísimas de estas especies: la capacidad del *Abedul* para soportar los fuertes vientos que con tanta frecuencia tienen lugar en estas áreas y, paradójicamente, la capacidad del *Aliso* para adaptarse a condiciones de acusada sequía.

PROPUESTA DE ACTUACIÓN

A pesar de que en la mayoría de los países existe una Legislación, por la cual se obliga a las empresas explotadoras, a restaurar las áreas alteradas, mediante el cumplimiento de un Plan de Restauración previamente aprobado por la Autoridad competente, no existe unanimidad en cuanto a los criterios de valoración de la calidad de las restauraciones, ni cuanto tiempo debe pasar para que las empresas explotadoras queden liberadas de su responsabilidad restauradora.

Algunos países, incluyen en sus métodos de evaluación criterios de productividad vegetal; otros utilizan como criterio el mantenimiento de la vegetación durante un número determinado de años; algunos expertos sugieren que el seguimiento de la evolución del suelo es un sistema adecuado, para medir el éxito de la restauración de las escombreras generadas durante los procesos mineros; incluso otros autores, utilizan indicadores microfaunísticos del suelo como sistema de referencia para confirmar si existe progresión o regresión en estos ecosistemas especiales.

En la escombrera de la Mina Puentes, esta evaluación se está llevando a cabo mediante el seguimiento de la evolución del suelo y de la vegetación, en parcelas representativas de las diferentes condiciones que se dan en dicha escombrera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con objeto de evaluar la evolución de la vegetación de la escombrera y su relación con el suelo, en 1989 se seleccionaron 11 parcelas de una hectárea cada una que se diferenciaban entre sí por la antigüedad de los vertidos, por el tipo de sustrato que las conformaban, por los tratamientos a que fueron sometidos y por las especies instaladas.

En todas las parcelas, se ha llevado a cabo, desde 1990, un muestreo periódico al objeto de hacer una caracterización físico-química de los suelos. La toma de muestras se realiza en 8-10 puntos situados en 2-3 transectos marcados a lo largo de cada parcela y a dos profundidades (0-15 cm; 15-30 cm).

La muestra recogida en la subsuperficie representa, generalmente, el estéril original; esta muestra sirve como referencia para evaluar las modificaciones introducidas en superficie por medio de las tareas de restauración realizadas.

Cada parcela se dividió en 6 subparcelas A-1, A-4, B-2, B-5, C-3 y C-6, en cada una de las cuales se eligieron 25 árboles, que fueron los que se sometieron a control desde el año 1990.

En cada control realizado (mes de Diciembre) se determinan: supervivencia, crecimiento en altura, crecimiento en diámetro y estado sanitario.

Las marras se contabilizan como aquellos pies que han muerto por cualquier causa o han perdido la guía principal.

El diámetro se mide a 1,30 m. del suelo o 0,50 m., en función de la edad.

A lo largo de estos años, se han descartado los árboles que han sido afectados por el viento o se han ramificado excesivamente.

Por lo extenso del tema, nos referiremos únicamente a la evolución de la vegetación, centrándonos en dos especies: *Bétula celtibérica* y *Pinus insignis* y por tanto en dos parcelas.

Las parcelas objeto de estudio tienen la valoración global siguiente:

Parcela Pino: talud 20% de pendiente. Material vertido Pizarra. Capa de tierra vegetal de 35 cm. pH superficial 4,77; pH en profundidad 4,85. Elevada compactación en la pizarra. Buena cubierta de herbáceas. Contenido azufre pizarras > 0,1%. Año plantación 1990. Método de plantación: ahoyado con barrena mecanizada con un marco de 2 x 2,5 m.

Parcela Abedul: Plataforma de pizarra. Ausencia de tierra vegetal. pH superficial 4,11; pH en profundidad 4,75. Alta compactación. Capacidad de retención agua muy baja. Contenidos en C y N extremadamente bajos. Aumento actividad del aluminio. Contenido azufre > 0,1%. Año plantación 1987. Método de plantación: ahoyado con barrena mecanizada a un marco de 3 x 2,5 m.

RESULTADOS

Los valores de altura y diámetro (medido a 0,50 m. del suelo) de las dos especies, se presentan en los cuadros adjuntos.

En la parcela *Abedul*, la supervivencia es total y el estado sanitario bueno en general, a excepción de algunos síntomas de carencias nutricionales.

Los desarrollos, aunque discretos, pueden considerarse aceptables si tenemos en cuenta los sustratos que conforman las superficies.

Los sistemas radicales, pese a la compactación, han explorado las pizarras hasta 1 m. de profundidad.

En parcelas similares, donde se ha aplicado abono en cobertera, la respuesta ha sido notable, especialmente en lo referente al nitrógeno.

En la Parcela *Pino*, algunos pies han sido afectados por el viento y otros presentan síntomas de enfermedades tipo "*banda roja*" y "*Rhyacionia*" (muy comunes en la zona).

Los desarrollos son importantes, alcanzando en el último año unos crecimientos de 1,5 m. en altura y 4 cm. en diámetro.

Los sistemas radicales, exploran principalmente la capa de tierra vegetal, teniendo dificultades para penetrar en la zona de pizarra.

En parcelas similares, el abonado en cobertera no ha tenido una respuesta significativa.

CONCLUSIONES

En las escombreras de estériles de carbón, donde los suelos carecen de estructura, tienen poca capacidad de retención de agua, texturas inadecuadas, baja permeabilidad, ausencia de materia orgánica y elementos nutritivos, presencia de sulfuros y elevada acidez, deberán estar presentes todos los estratos vegetales, formados por especies resistentes, frugales y con mecanismos de defensa eficaces, pero siempre potenciando la presencia del arbolado por su aspecto estabilizador, y formador del suelo, así como por su capacidad para regular el uso del agua. Estas especies arbóreas deben confirmar su adaptabilidad a suelos ácidos, pobres y compactados.

En el caso que nos ocupa, la evolución de dos especies arbóreas (*Bétula celtibérica* y *Pinus insignis*), implantadas en sustratos de escombrera con importantes problemas edáficos, puede considerarse aceptable, sobre todo a partir del séptimo u octavo año, edad en la que se empieza a apreciar que el árbol está bien asentado y la tendencia evolutiva es claramente positiva.

Respecto al sistema radical, cabe decir que cuando el sustrato estéril (pizarras) es cubierto por una capa más o menos potente de tierra vegetal, el desarrollo radicular de la vegetación se limita a explorar dicha capa, no penetrando las raíces en el estéril. Esto es debido, por una parte, a la elevada acidez del material subsuperficial, y por otra parte, al diferente grado de compactación que existe entre los dos materiales. El tránsito de camiones y maquinaria pesada para el aporte y extendido de la tierra vegetal, hace que el sustrato estéril se compacte fuertemente. En estos casos hay que llevar a cabo fuertes ripados para que las raíces no encuentren dificultades para penetrar en las pizarras.

En cualquier caso, y aunque no sea una práctica habitual, cuando el estéril no tiene problemas de tipo químico y su textura no es muy arcillosa, es conveniente la restauración directa sobre el mismo, prescindiendo de la incorporación de tierra vegetal.

Por último, y respecto a la materia orgánica, destacar el incremento de este factor a lo largo de los años, cuando las superficies restauradas tienen una buena cubierta arbórea en asociación con el estrato herbáceo o arbustivo.

VALORES MEDIOS DE ALTURA Y DIÁMETRO POR SUBPARCELAS

PARCELA P117 (<i>Bétula celtibérica</i>)												
AÑO	SUBPARCELA A1		SUBPARCELA A4		SUBPARCELA B2		SUBPARCELA B5		SUBPARCELA C3		SUBPARCELA C6	
	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)
1990	2,40	3,53	2,30	3,08	2,22	3,10	2,22	3,47	2,19	3,10	2,21	3,25
1991	2,57	4,05	2,51	3,93	2,36	3,65	2,53	4,35	2,50	3,84	2,55	3,95
1992	2,78	4,67	2,87	4,46	2,61	4,24	2,76	5,00	2,75	4,38	2,83	4,59
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	4,13	8,33	4,12	7,19	3,89	7,22	4,07	8,02	4,27	7,13	4,12	7,28
1995	4,44	8,69	4,53	7,92	4,32	7,63	4,37	8,61	4,62	7,58	4,45	7,46
1996	4,66	9,11	4,72	8,11	4,58	7,81	4,66	9,23	4,95	8,21	4,62	8,05

PARCELA T-H03 (<i>Pinus radiata</i>)												
AÑO	SUBPARCELA A1		SUBPARCELA A4		SUBPARCELA B2		SUBPARCELA B5		SUBPARCELA C3		SUBPARCELA C6	
	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)	Hm(m)	Dm(cm)
1990	0,78	3,53	0,69	0,99	0,76	1,10	0,75	1,05	0,82	1,16	0,78	1,18
1991	1,19	4,05	1,25	2,19	1,31	2,39	1,22	2,38	1,45	2,85	1,24	2,51
1992	2,05	4,67	1,97	5,25	2,12	5,61	1,87	5,10	2,37	5,99	1,95	5,10
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	3,12	9,78	3,15	10,59	3,47	11,53	3,23	11,56	3,73	12,00	3,35	10,44
1995	4,31	11,38	4,46	11,91	5,10	12,63	4,62	10,60	5,15	12,74	4,10	11,62
1996	5,33	15,32	6,20	15,87	6,72	17,33	6,27	16,93	6,70	17,62	6,11	15,30

VALORES MEDIOS DE ALTURA Y DIÁMETRO POR PARCELA

AÑO	PARCELA P117 (<i>B. celtibérica</i>)		PARCELA T-H03 (<i>P. radiata</i>)	
	Hm (m)	Dm (cm)	Hm (m)	Dm (cm)
1990	2,26	3,26	0,76	1,50
1991	2,50	3,96	1,28	2,73
1992	2,77	4,56	2,06	5,29
1993	-	-	-	-
1994	4,10	7,53	3,34	10,98
1995	4,45	7,98	4,72	12,14
1996	4,69	8,42	6,22	16,39