

Restauraciones mineras en La Val de Ariño (Huesca)

Restauraciones mineras de Endesa

EN LA CUENCA DE TERUEL

Horacio Abril Gómez y Francisco Molina Cortecero
ENDESA

Introducción

Las explotaciones mineras a cielo abierto de ENDESA en la cuenca de Teruel se inician en el año 1981 con la Corta Alloza se amplían con la apertura de la Corta Barrabasa en 1986 y de la Corta Gargallo en 1993.

Las dos primeras están situadas entre los términos municipales de Andorra y Alloza, en el paraje conocido como Val de Ariño, mientras que la tercera se encuentra en el municipio de Gargallo.

En las tres minas se aprovechan yacimientos multicapa de hulla subbituminosa de edad Albense, mediante el método de explotación de minería por transferencia entre paneles.

Los estudios y planes generales de restauración de terrenos fueron contemplados en el momento de la elaboración del proyecto de explotación, considerándolos como parte integrante de las labores mineras, de tal forma que la ejecución de las escombreras debía permitir la utilización agrícola-paisajística de las superficies obtenidas.

En la actualidad, transcurridos quince años, se dispone de 270 Has. de terrenos restaurados y la experiencia acumulada ha demostrado que, con un planteamiento adecuado, es posible conciliar la explotación minera a cielo abierto con la protección del paisaje y el acondicionamiento de la superficie del terreno, eliminando los efectos negativos que dicho tipo

de labores ha producido en determinadas comarcas.

Descripción del medio físico

Clima. El clima es *Mesomediterráneo semiárido* de inviernos fríos.

La temperatura media anual es de 14'1°C, con una variación media anual de 18'8°C y una variación extrema en el período 1984/1995, de 49°C (39'5°C de máxima y -9'5°C de mínima).

La precipitación media anual es de 405 mm, con medias mensuales de más de 40 mm. en primavera y otoño y de 20-30 mm. en verano e invierno.

La ETP es de 750 mm. y según el diagrama ombrotérmico existe una

época de sequía entre los meses de julio y septiembre.

El viento predominante es de dirección Noroeste (cierzo) y ocasionalmente hay vientos de dirección Sureste.

Suelos. Los suelos predominantes en la zona son pobres en materia orgánica (contenido medio de 0'5-1'5%), pH alcalino (7'7-8'0) y textura franco-arcillosa.

Fisiografía. El área de explotación de las Cortas Alloza y Barrabasa se sitúa en un valle alargado y estrecho de dirección Este-Oeste y oscila entre las cotas 500 y 700 s.n.m., mientras que la Corta Gargallo se localiza en una zona abierta, con cotas que oscilan entre 800 y 900 m.

La red hidrográfica es poco densa y de régimen intermitente, salvo el río Ecuriza, en Gargallo, que tiene un caudal muy variable a lo largo del año.

La topografía es bastante accidentada, con la presencia de abundantes barrancos, de orientación variable y superficies fuertemente erosionadas.

Vegetación. Las características climáticas, edafológicas y fisiográficas del entorno, condicionan que la vegetación predominante sea de *matarral esclerófilo* de especies arbustivas (esencialmente enebro, sabina, coscoja, lentisco) y subarbustivas (romero, tomillo, espliego, aliaga, ...), con ejemplares aislados de pino carrasco en el Val de Ariño y pino nigral y encinas en Gargallo.

En las áreas de valle existen algunas formaciones arbóreas debidas a la mano del hombre, esencialmente plantaciones de olivo y almendros, pero el cultivo principal de la zona es el cereal de secano.

Geología

Las tres minas están ubicadas en la cuenca sedimentaria de Teruel, y aprovechan una serie de capas de hulla subbituminosa de edad Albiense.

La sedimentación Albiense comienza con la Formación Escucha, que constituye el paso de un medio marino otro continental y cuyas características permiten la acumulación en

zonas tranquilas de la materia orgánica que origina las capas de carbón, de tal forma que en este tramo se disponen una serie de niveles de arcilla con intercalaciones de carbón y arenas.

Encima se dispone la Formación Luillas, constituida por una potente serie de arenas y arcillas ahigarradas, correspondiente a un medio fluvial que evoluciona de anastomosado en la base a meandriforme al techo.

En la Val de Ariño las capas se disponen en el flanco Norte de un sinclinal alargado en dirección Este-Oeste, con un buzamiento que oscila entre 20° y 35°, mientras que en Gargallo se explotan los dos flancos de un anticlinal de dirección Este-Oeste y el buzamiento oscila entre 5° y 15°.

Método de explotación

La explotación se efectúa por transferencia entre paneles, de tal forma que se pueden distinguir dos fases:

1) Apertura del hueco inicial: Se trata de conseguir un hueco de longitud de fondo suficiente que permita el inicio del proceso de relleno. Durante este proceso, los estériles son transportados a una escombrera exterior.

2) Transferencia entre paneles: Se trata de realizar la explotación en bloques de longitud tal que permitan volcar en el hueco alcanzado el estéril del bloque siguiente.

Este sistema de explotación permite obtener las siguientes ventajas:

- Mínima ocupación de terrenos exteriores al hueco de explotación y disminución del impacto ambiental.
- Reducción de las distancias de transporte de estériles y de los costes de explotación.
- Ejecución de la restauración de los terrenos afectados simultáneamente con la explotación y los consiguientes efectos de:
 - Reducción de costes.
 - Minimización de stocks de tierra vegetal.
 - Recuperación anticipada de las escombreras.
 - Minimización del hueco final.

Proceso de restauración

Durante los quince años que se llevan realizando labores de restaura-

ción minera se ha ido desarrollando una metodología de trabajo que está permitiendo recuperar los terrenos afectados por las explotaciones y que se podría diferenciar en dos fases:

- 1) Configuración de escombreras.
- 2) Trabajos de revegetación.

Configuración de las escombreras

El objetivo de esta fase es conseguir un suelo estable, lo más regular posible, en el que estén controlados los procesos de erosión y que permita su posterior uso agrícola y forestal a la vez que una integración paisajística de acuerdo con las características del entorno.

En un primer momento se vertían los estériles de mina en tongadas de 10 m de altura, dejando bermas o banales de 20 m de anchura cada 30 m de altura, con lo que se obtenían taludes de 30° de pendiente entre plataformas.

Los problemas observados en las primeras escombreras que se ejecutaron, aportaron una experiencia que permitió ir realizando una serie de mejoras en la configuración de las mismas, entre las que destacan:

- El diseño de la geometría final, no sólo de acuerdo con las necesidades de acumulación de estériles de la explotación minera, sino también en función de las características morfológicas de los terrenos adyacentes. De esta manera, se procura evitar las formas rectilíneas, se realizan plataformas de cultivos a dichas alturas y se ejecutan los bordes favoreciendo la conservación de afloramientos rocosos y zonas de arboleda naturales intercaladas entre las distintas masas de escombrera.
- La extracción de los estériles de mina y el vertido de los mismos en la escombrera en bancos de 4-5 m de altura, para evitar la formación de sumideros y asentamientos diferenciales que provoquen zonas de encharcamiento.
- En las zonas próximas a la superficie, tanto de plataformas como de taludes, se procura vertor estériles de textura arenosa y pH próximo a 7, para facilitar la penetración en profundidad de las raíces de la cubierta vegetal que se pretende obtener.
- El nivelado de las plataformas con una pendiente media del 1% para facilitar el drenaje de las mis-

mas y evitar zonas de encharcamiento.

- El perfilado de taludes hasta los 18° de pendiente para disminuir los efectos de la erosión y facilitar las labores de reforestación y la implantación de la cubierta vegetal.

- La determinación del espesor de tierra vegetal disponible en los paneles de avance de la mina mediante la ejecución de calicatas, definición de su calidad mediante la ejecución de análisis físico-químicos, arranque selectivo de la misma y transporte hasta las zonas a restaurar.

- El acopio y extendido de tierra vegetal en taludes y plataformas con un espesor medio de 80 cm.

- La ejecución de una red de caminos de acceso a las zonas restauradas y de cunetas perimetrales y canales que permitan el drenaje del agua de escorrentía. En las zonas de pendiente mayor del 1% las cunetas y canales se revisten de hormigón o piedra para protegerlos de la erosión.

En la segunda se llevan a cabo plantaciones de especies arbóreo-arbustivas en los taludes y de frutales en las plataformas.

Revegetación de plataformas

Siembras preparatorias. Tras el extendido de la tierra vegetal, y en función de su calidad, la plataforma recibe una siembra en otoño.

Durante los primeros años de vida de las parcelas, continúa el criterio de uso cerealista con el objeto de comprobar sus rendimientos, comparándolos con los de zonas naturales próximas para analizar su evolución.

Las dosis de siembra para cebada son de 175 Kg/Ha. y de 200 Kg/Ha. para trigo. Para el abonado en presiembra se utiliza abono mineral complejo N-P-K, tipo 8-24-16, con una dosis de 300 Hg/ha.

Los rendimientos oscilan entre 1.800 y 2.950 Kg/Ha., dependiendo

de las condiciones de cultivo. En las vadas en secano, fueron el punto de partida para poner en marcha en Corta Barrabasa una parcela experimental de frutales que ya superan las 6 Has. En ella se cultivan actualmente 4 variedades de olivo, 2 de nogal, 2 de cerezo, 1 de ciruelo, 3 de almendro, 2 de higuera, 6 de peral y 8 de manzano.

A partir de 1996 se ha iniciado una plantación sistemática de olivos, con el fin de obtener un olivar de más de 30 Has. que abarcará toda la superficie de plataformas de la escombrera exterior.

En zonas específicas como riberas de canales y cunetas, o caminos, se han ido plantando durante los últimos años distintas especies como chopo, acacia, olmo, ailando, arce, plátano de sombra y catalpa.

En 1992 se consiguió un permiso de la Diputación General de Aragón para realizar una plantación experimental de viña con siete variedades de uvas autóctonas e importadas para comprobar las posibilidades vitivinícolas de la comarca y en 1993 se puso en marcha la plantación. En 1996 se pretende llevar a cabo las primeras pruebas de vinificación.

En 1994 se obtuvo la concesión de las Ayudas para Inversiones Forestales que la Diputación General de Aragón regula, de acuerdo con la normativa de la Comunidad Europea para el fomento del desarrollo y aprovechamiento del bosque en las zonas rurales, habiéndose reforestado hasta el momento 47 Has. de plataformas.

En 1996 se ha realizado la primera plantación experimental en la Corta Gargallo, con la preparación de tres parcelas, de 1 Ha. de extensión cada una, de olivo, almendro y cerezo.



Restauración fisiográfica.

Trabajos de vegetación

La ordenación del territorio en nuestras explotaciones a cielo abierto se basa en dos puntos fundamentales:

- La puesta en uso agrícola de las plataformas obtenidas.

- La arborización en masas forestales de los taludes de escombrera.

Para conseguirlo, se acometen dos tipos de actividades:

En la primera se procede a la siembra de cereal en las plataformas y pratenses en los taludes

de la calidad de la tierra y la orientación de las parcelas.

Plantaciones arbóreas. En base al cultivo de la trilogía mediterránea (olivo, vid y almendro), en 1983 se iniciaron las primeras pruebas experimentales con la ejecución de una plantación de almendros en la Corta Alloza, que se continuaron en 1984 con sendas plantaciones de vid y cerezo y en 1986 con una plantación de nogales.

Los espectaculares resultados obtenidos con estas plantaciones culti-

Revegetación de taludes

Siembra de herbáceas.

a) Objetivos

El objetivo prioritario de esta siembra es conseguir una densa cubierta vegetal que permita estabilizar el suelo, evitando al mismo tiempo la erosión hídrica y eólica.

Para ello se utiliza una mezcla de pratenses, combinando gramíneas y leguminosas, que tras un período de tiempo relativamente corto y debido a su facilidad para germinar, consigue instalar vegetación en una super-

SUPERFICIES RESTAURADAS (31.12.1996)			
	PLATAFORMAS		
Corta Alloza	35'60 Has.	89'70 Has.	125'30 Has.
Corta Barrabasa	58'50 Has.	71'60 Has.	130'10 Has.
Corta Gargallo	12'70 Has.	20'40 Has.	33'10 Has.
TOTAL.	106'80 Has.	181'70 Has.	288'50 Has.

ficie que, de otra manera, quedaría desnuda hasta que el proceso de colonización natural, mucho más lento, se llevase a cabo. Además la utilización de estas familias de herbáceas radica en el interés que ofrecen bien sea por su morfología o por su acción beneficiosa sobre el sustrato. Así, las leguminosas tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo poniéndolo a disposición de las plantas; su profundo sistema radicular permite fijar el suelo evitando posibles desprendimientos y, además, el alto grado de biomasa que desarrollan disminuye el riesgo de erosión hídrica superficial, al amortiguar el impacto de las gotas de lluvia directamente sobre el suelo (efecto salpicadura o splash). Por otro lado, las gramíneas desarrollan una densa macolla a nivel superficial que dificulta la formación de regueros por incisión (rills), y que complementa la acción de las leguminosas.

b) Historial y mezcla actual

Desde que se iniciaron las actividades de restauración, se han realizado diferentes ensayos en cuanto a dosis de siembra y especies a utilizar, en función de la orientación de los taludes y de calidad del sustrato, principalmente.

Los resultados obtenidos han derivado en dos fórmulas aplicables para la creación de la cubierta vegetal, que todavía se encuentran en fase de experimentación:

ORIENTACION NORTE

Gramíneas

- Agropyrum intermedium
15'0 Kg/Ha.
- Dactylis glomerata
15'0 "
- Festuca arundinacea *tuva*
15'0 "

Leguminosas

- Medicago sativa *Tierra de Campos*
15'0 "
- Onobrychis sativa
15'0 "
- Vicia villosa
15'0 "

ORIENTACION SUR

Gramíneas

- Avena sativa *Prevlstón*
50'0 "
- Hordeum vulgare *Albacete*
50'0 "

Leguminosas

- Medicago sativa *Tierra de Campos*
30'0 "
- Onobrychis sativa
30'0 "
- Vicia villosa
30'0 "

c) Metodología. Tras alcanzar las posiciones finales de escombrera, se procede al acopio y extendido de tierra vegetal. El escaso contenido en nutrientes que presentan los suelos de la zona, obliga a efectuar un abo-

nado de tipo mineral con compuestos complejos tipo N-P-K.

La mezcla de semillas a utilizar se elabora en las propias instalaciones, a partir de las especies recibidas y posteriormente se distribuyen por la parcela a sembrar.

El enterrado de la semilla y abono se efectúa con un mismo pase de grada, que se realiza con un tractor de oruga pequeño, de tal forma que el apere se desplaza paralelo a las curvas de nivel, creando unos surcos de escasa profundidad en los que el agua de lluvia queda retenida.

Plantaciones arbóreo-arbustivas.

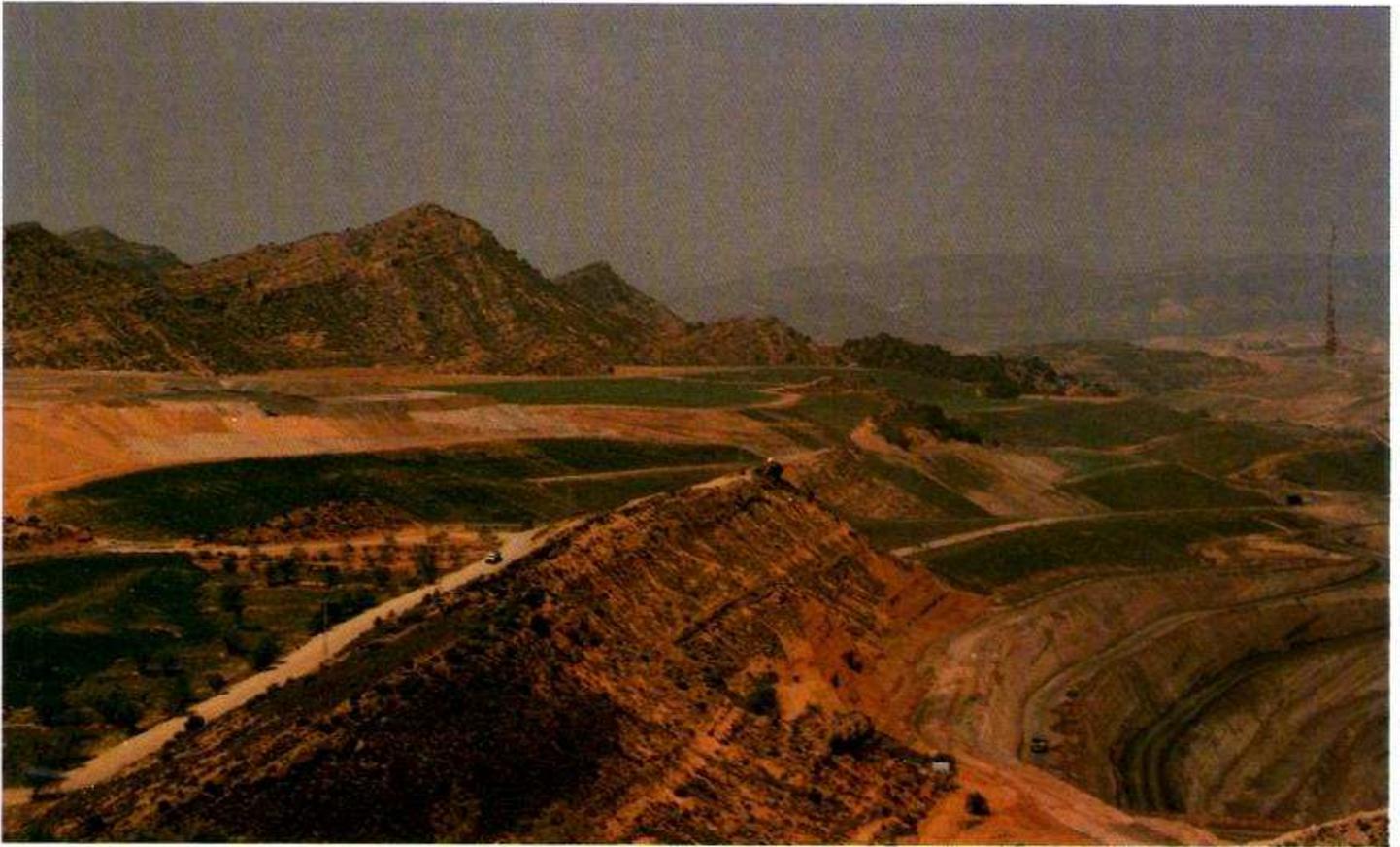
a) Objetivo

La plantación de especies arbóreas-arbustivas constituye la segunda fase de revegetación de taludes. Con ella se pretende reconstruir un espacio afectado por la actividad minera, mediante la integración de las escombreras y huecos de explotación en el paisaje natural.

b) Selección de especies

Una vez definido el uso del suelo, el siguiente paso consiste en efectuar un estudio de las comunidades vegetales existentes en las proximidades de la zona a restaurar, con el fin de utilizarlas en los trabajos de reforestación.

Para ello se realizaron inventarios representativos de la vegetación espontánea en los montes colindantes. En ellos se inventariaban por separado los distintos estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo alto, arbus-



Restituciones vegetales.

tivo bajo, y herbáceo), indicando su cobertura estimada.

Se llegó a la conclusión de que la composición de la mezcla arbóreo-arbustiva debe ser diferente en función de la orientación del talud, de tal forma que los taludes de orientación Norte se cubren con una plantación de pino carrasco, con intercalaciones de ciprés arizónica, lentisco, enebro, sabina, coscoja y otros, mientras que los de orientación Sur se repoblan esencialmente con aromáticas (romero, tomillo, santolina y espliego), *Atriplex halimus* y *A. nummularia* y, en menor cantidad, las especies utilizadas en los taludes de orientación Norte.

c) Metodología

La metodología que se sigue en la actualidad, independientemente de la orientación de los taludes, es la siguiente:

Un año después de la siembra de herbáceas se excavan surcos paralelos a las curvas de nivel, equidistante 2'5 m. La ejecución de los mismos se realiza mediante un tractor de orugas con subsolador con capacidad para profundizar hasta 50 cm.

La época de plantación más adecuada coincide con los meses de reposo de la planta, entre Noviembre y Febrero. Sin embargo, el uso de planta en contenedor permite am-

pliar el plazo un mes antes y después.

La plantación se realiza al *tresbolillo*, con un marco de plantación variable según las especies o la zona a plantar de 2'5 x 2'5 m. La colocación de grupos de plantas por especies, sin seguir un esquema fijo, unido a que la velocidad de crecimiento de cada especie es distinta, y a que existirán fallos, romperá la uniformidad de una plantación en surcos paralelos y con las plantas colocadas a la misma distancia entre ellas.

Una vez introducida la planta, se entierra quedando el nivel del suelo a la altura del cuello de la raíz, y procurando que quede lo más vertical posible. Posteriormente, se rellena el hoyo, se compacta, y se prepara un alcorque alrededor de la planta.

Una vez efectuada la plantación, se procede a dar un riego con el objeto de que la tierra removida con la excavación, quede perfectamente asentada y en íntimo contacto con el cepellón o raíz de la planta utilizada.

Con los condicionantes climáticos que existen en la zona se necesitan 2 ó 3 riegos de mantenimiento durante el período estival para que las plantas superen el primer año de plantación. Estos riegos conviene darlos en horas de mínima insolación, ésto es, por la tarde o por la noche.

Al concluir la plantación de un talud se realiza un mapa representativo del estado del mismo. En él aparecen localizadas las plantas dentro del conjunto que conforman los surcos.

Aproximadamente seis meses después de la plantación se realiza un control, muestreando la totalidad de la superficie, y se anotan en el mapa las variaciones existentes.

El control de las plantaciones en verano permite averiguar las necesidades de riego de los individuos; a la salida del invierno dan a conocer la resistencia de las plantas a las heladas, así como los posibles fallos habidos en las labores de plantación; por último, el control durante períodos más largos permitirá conocer la evolución del talud en cuanto a su contenido en unidades y especies, así como la seguridad que ofrece utilizar planta de un vivero u otro.

Desde 1994 se vienen realizando una serie de experiencias, adicionando en los huecos de plantación distintos productos, como: abono de asimilación lenta y ácidos húmicos líquidos, para comprobar el efecto de cada uno de ellos en función de las diferentes especies plantadas, las distintas orientaciones de talud y las diversas calidades de tierra existentes. ●

CUADROS DE PLANTACIONES EN PLATAFORMAS

ESPECIES	C. ALLOZA	C. BARRABASA	C. GARGALLO	TOTAL
FRUTALES				
Almendro	675	240	215	1.130
Vid	3.800			3.800
Olivo		1.310	10	960
Cerezo	235	385	215	835
Nogal	30	50		80
Cárnelo		50		50
Peral		35		35
Manzano		30		30
Higuera		35		35
<i>Total Frutales</i>	4.740	2.135	530	7.405
ORNAMENTALES				
Chopo	90	1.100		
Acacia	100	470		570
Olmo	30	440		470
Otras especies	150	200		350
<i>Total Ornamentales</i>	370	2.210	0	2.580
FORESTALES				
Pino	43.600	3.400		47.000
Encina	17.440	1.360		18.800
<i>Total Forestales</i>	61.040	4.760	0	65.800
<i>Total Plataformas</i>	66.150	9.105	530	75.785

CUADROS DE PLANTACIONES EN TALUDES

ESPECIES	C. ALLOZA	C. BARRABASA	C. GARGALLO	TOTAL
Pinus Halepensis	45.500	56.500	9.000	111.000
Quercus spp.	650	5.600	3.250	9.500
Cupressus spp.	4.600	4.700		9.300
Juniperus spp.	800	5.000	2.950	8.750
Pistacea lentiscus	1.000	2.500		3.500
Atriplex spp.	34.750	6.250		41.000
Rosmarinus officinalis	21.400	15.300	700	37.400
Lavandula spp.	1.500	2.000		3.500
Thymus vulgaris	700	1.400		2.100
Santolina chamaecyparissus	800	1.400		2.200
otros	1.700	3.800	1.450	6.950
TOTAL TALUDES	113.400	104.450	17.350	235.200