

JOSE M<sup>a</sup> REDONDO VEGA\*

## EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DEPOSITOS DE ESTERIL EN LA MINERIA DEL CARBON SEGUN EL INDICE $Q_e$ . CUENCA DE CIÑERA-MATALLANA (SECTOR ORIENTAL), LEON

### RESUMEN - RÉSUMÉ - ABSTRACT

El objetivo general de este estudio es la evaluación de un territorio minero, el sector oriental de la cuenca Ciñera-Matallana, según las características de implantación de las escombreras y aplicando el Índice de Evaluación  $Q_e$ . Se pretende obtener un método que permita la ordenación territorial de las cuencas mineras.

\* \* \*

L'objet de cette étude est d'évaluer un territoire minier, le secteur oriental du bassin Ciñera-Matallana, d'après les caractéristiques d'implantation des dépôts de stérile à partir de l'application de l'index d'évaluation  $Q_e$ . On a l'intention d'utiliser une méthode d'analyse de l'impact de l'environnement permettant l'aménagement du territoire des bassins minières.

\* \* \*

The objet of this study is the evaluation of a mining territory, the eastern zone from Ciñera-Matallana coal fields, according to implantation characteristics of waste dumps on applying the evaluation index  $Q_e$ . On trying to use an analysis method of the environment impact, a territorial planning of coal fields could be permitted.

**PALABRAS CLAVE:** minería del carbón, escombreras, impacto, evaluación, ordenación territorial.

**MOTS CLÉS:** mines du charbon, terrils, impact, évaluation, aménagement du territoire.

**KEY WORDS:** coal mining, dumps, impact, evaluation, territorial planning.

### I. INTRODUCCION

La aplicación del Índice de Evaluación  $Q_e$  es uno de los métodos más adecuados para indagar las condiciones de implantación de las escombreras, así como para conseguir una correcta ordenación territorial de las cuencas mineras en lo que a futuras acumulaciones de estéril se refiere.

Este índice, ya aplicado por los técnicos del IGME en la cuenca Fabero-Matarrosa (León) en 1983, conjuga una serie de factores ecológicos, topográficos, de cimentación del depósito, etc.<sup>1</sup>. De la evaluación de estos factores, se obtiene la clasificación del emplazamiento en seis niveles que van del cero a la unidad, a cada uno de los cuales corresponde una determinada calificación.

Nosotros lo hemos aplicado, con alguna modificación siguiendo un criterio más restrictivo en función de parámetros ecológicos y de paisaje, al sector oriental de la cuenca de Ciñera-Matallana y, comparándolo con los valores del índice original, he-

mos valorado los resultados. Con todo ello tratamos de buscar un método de análisis territorial que sea capaz de definir las condiciones medioambientales que caracterizan las zonas mineras, referido en este caso a los vertidos de estériles sobre el territorio.

En el fondo del asunto está la preocupación que, desde el punto de vista geográfico, sentimos por el deterioro sufrido por algunas cuencas mineras leonesas como consecuencia de más de cien años de explotación del carbón. La falta de una ordenación territorial en lo que se refiere al emplazamiento de los escombros que la actividad extractiva genera, se deja sentir hoy más que nunca sobre todo desde la introducción hace menos de una década del sistema de explotación a cielo abierto. Por ello, el objetivo final de este estudio es, aparte de hacer un diagnóstico sobre la situación actual de un territorio concreto en el cual el aprovechamiento fundamental es la explotación del carbón, buscar espacios que sirvan para futuras acumulaciones de estéril sin que se interfiera con otros potenciales usos y aprovecha-

\* Departamento de Geografía. Universidad de León.

<sup>1</sup> IGME, *Criterios geomecánicos para la implantación de*

*labores mineras en las cuencas de carbón de Fabero-Matarrosa y Altobierzo Oriental*, 2 vol., Madrid, 1983.

mientos del territorio. Esta búsqueda creemos que ya supone un paso adelante si la comparamos con la anarquía que ha dirigido la instalación de estériles hasta la actualidad.

## II. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA

Nuestro estudio se ha centrado en el sector oriental de la cuenca Ciñera-Matallana, es decir, la parte de la misma que corresponde al interfluvio Torío-Curueño. El máximo desarrollo del área en dirección N-S corresponde a la zona más próxima a la vertiente del río Torío, disminuyendo paulatinamente hacia el E hasta desaparecer al N de La Vercilla.

Toda esta zona está ubicada en las estribaciones montañosas de la Cordillera Cantábrica en su parte más meridional y próxima al contacto N de la Meseta. Este contacto, con una orografía muy "movida" pero con menor altitud y pendiente que la zona montañosa al N., ha sido donde de forma preferente se ha localizado el poblamiento: La Mata, Campohermoso, Aviados, Palazuelo, La Valcueva y Matallana Estación; por allí se construyó el ferrocarril minero de La Robla a finales del siglo pasado. Los otros núcleos de población importantes (Matallana, Vegacervera y Villalfeide) se localizan sobre o próximos a la vega del río Torío, y sólo uno, Correcillas, lo hace en el interior de la cuenca, ya en zona montañosa y al pie del relieve culminante el "Correcillas" ("Polvoredo") que con 2.000 m. de altura domina por completo el área de estudio.

Las rocas que constituyen el armazón de la cuenca pertenecen al Carbonífero superior y son de edad Estefaniense<sup>2</sup>. Al igual que otros casos de la provincia, estos materiales suelen recubrir discordantemente el zócalo paleozoico subyacente, cubriendo, en ocasiones bajo potentes series de sedimentos, antiguos paleorreliques (ver Fig. 2). Esta característica es claramente visible en Correcillas donde el Estefaniense (constituido en este caso por conglomerados calcáreos esencialmente) se prolonga hacia el E sobre materiales ordovícicos, silúricos y devónicos; otras veces, como ocurre al E de Aviados, el recubrimiento estefaniense aparece nítido sobre el Devónico.

Una característica de los contactos del Estefaniense con las rocas paleozoicas en esta zona, estriba en que cuando el contacto se da al N. suele ser un contacto discordante sin más, mientras que si se da al S. es casi siempre un contacto mecánico, por falla. Este hecho aparece muy claro en la zona S. de la cuenca, allí donde el Estefaniense contacta con el Devónico traduciéndose en un sistema de fallas E-W<sup>3</sup>. En conjunto el sector oriental de la cuenca de Ciñera-Matallana está enmarcado por dos grandes conjuntos: por el N y el E los materiales carboníferos calizos (de edad Namuriense) y devónicos que forman los relieves culminantes; al S. aparece el interfluvio Torío-Curueño, cuya cota más elevada corresponde a una raña asentada sobre rocas terciarias más antiguas.

En el contacto de esta segunda unidad con la es-

tribación S de la Cordillera Cantábrica se observa una estrecha banda de material mesozoico que hacia el N da paso al Devónico, tras el sistema de fallas antes mencionado, y a la cuenca propiamente dicha. Dentro del Estefaniense, la estructura dibujada en conjunto un sinclinorio, cuyas estructuras principales forman un sistema de sinclinales que de N a S serían los siguientes: sinclinal de "Bayarda", sinclinal de Vegacervera, sinclinal de "Hulano" y sinclinal de Matallana; más al E quedaría el sinclinal de Correcillas<sup>4</sup>. En el Estefaniense las rocas sedimentarias (conglomerados, areniscas, pizarras y capas de carbón) son de facies continental y se han agrupado en siete formaciones distintas que de muro a techo dentro de la cuenca, son: "San Francisco", "Pastora", "Cascajo", "Roguera", "San José", "Bienvenidas" y "Matallana". En conjunto destaca su color beige-pardo que contrasta al N con la masa calcárea blanquecina o gris claro de las calizas namurienses y devónicas, y al S con crestones calizos de la misma tonalidad, mientras que por el E cierra la cuenca la cresta de "Peña Galicia", también de calizas devónicas.

Desde el punto de vista hidrográfico el área de estudio está enmarcada por dos colectores principales de dirección N-S, el Curueño al E y el Torío al W (este último divide el conjunto de la cuenca prácticamente en dos). A estos colectores desembocan dos arroyos de dirección E-W que se establecen sobre el contacto Cantábrica-Meseta, los cuales reciben una serie de arroyos que orientados N-S cortan más o menos perpendicularmente las estructuras ("Arroyo de Aviados", "Arroyo de la Fuente de Sierras Blancas", "Arroyo de la Valenciana", "Arroyo de Carmonda"), dando lugar a un conjunto de valles encajados. Más al N, el "Arroyo de Correcillas" tiene una dirección N-S sobre los materiales devónicos que cambia bruscamente al entrar en el Estefaniense a la altura del pueblo del mismo nombre, manteniéndose, a partir de aquí, una trayectoria rectilínea hacia el W y drenando la zona N de la cuenca hasta su desembocadura en el río Torío.

La complejidad estructural y litológica unidas al trabajo de disección del relieve que las aguas corrientes han realizado sobre este espacio, dan como resultado una topografía, asimismo, compleja en la que las fuertes pendientes son la nota dominante, y que discrimina nítidamente este territorio sobre todo si lo comparamos con la zona de vegas e interfluvios planos y amplios que se desarrolla inmediatamente al S, fuera ya de la Cordillera.

Para la clarificación de estos aspectos hemos elaborado un mapa (Fig. 1) en el que de forma esquemática se representan las pendientes y en el cual establecimos cinco intervalos según la inclinación del terreno:

1<sup>º</sup>) Las pendientes llanas, con inclinación menor a 4<sup>º</sup> (hasta 5,2%), se cifran exclusivamente a las vegas de los dos grandes colectores fluviales y a un estrecho corredor al S de la cuenca (zona de contacto), fuera siempre de los terrenos carboníferos.

2<sup>º</sup>) Las pendientes suaves, de 4<sup>º</sup> a 10<sup>º</sup> (entre 6,9 y 15,8%)<sup>5</sup>, aparecen ya dentro de la cuenca formando

<sup>2</sup> IGME, *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000, hoja nº 104 "Boñar"; segunda serie, 1ª edic., Madrid, 1984, p. 42.

<sup>3</sup> Este sistema de fallas está, seguramente, ligado a la Falla Sabero-Gordón, *Ibidem*, pp. 56-57.

<sup>4</sup> WAGNER, R. H. y ARTIEDA, J. I.: *La cuenca minera de*

*Ciñera-Matallana*, Sociedad Anónima Hullera Vasco-Leonesa, León, 1970 (ver Fig. nº 8, p. 87).

<sup>5</sup> La tabla de conversión de pendientes que hemos utilizado es la que aparece en TRICART, J. et al. *Initiation aux travaux pratiques en Géographie*, Paris, SEDES, 1972, p. 78.

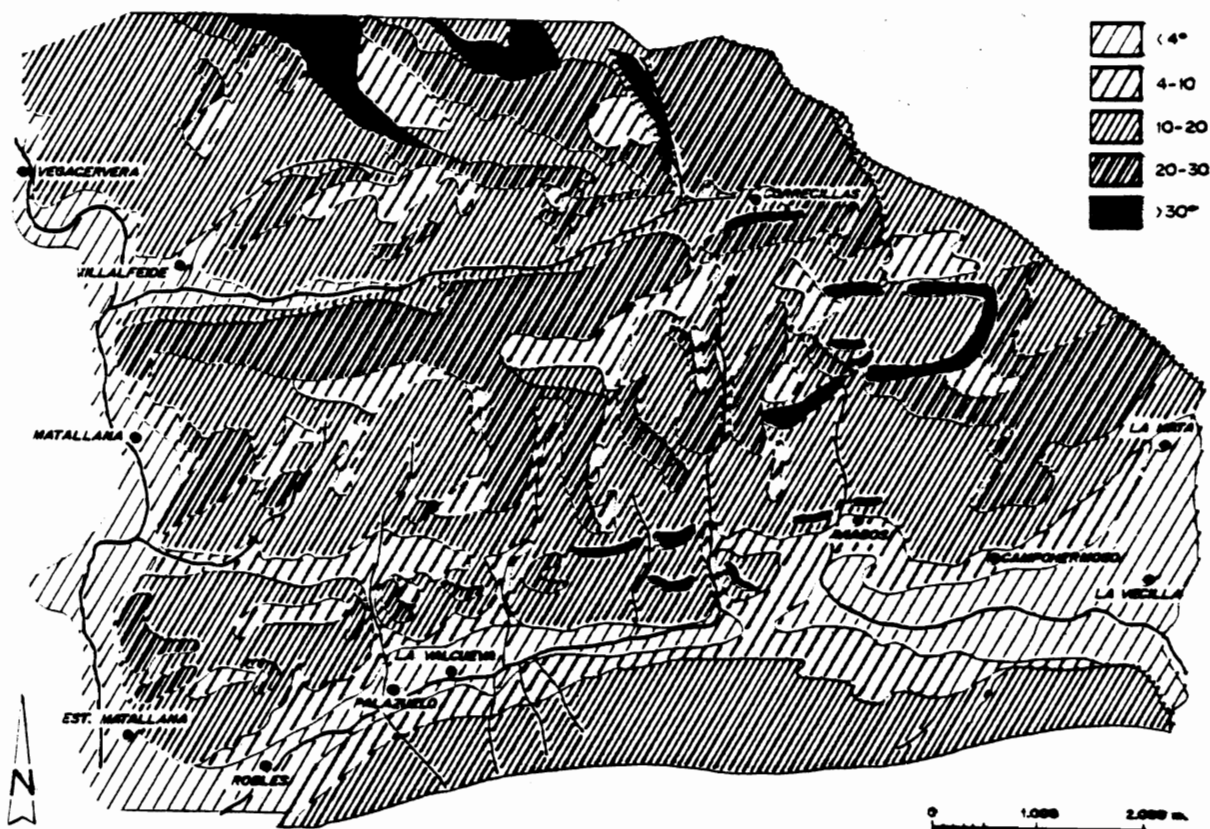


Fig. 1. Esquema de las pendientes de la zona.

zonas aisladas, los collados, entre los estrechos valles tallados por la red de arroyos; también en el piedemonte de la zona de contacto, o en pequeños rellanos localizados en áreas de mayor pendiente como en el macizo calcáreo del "Polvoredó".

3º) Las pendientes moderadas, entre  $10^\circ$  y  $20^\circ$  (17,6 a 34,4%), forman un grupo de pendientes que engloba, sin duda, la mayor superficie dentro de la cuenca, estando ampliamente representado.

4º) En el grupo de pendientes fuertes, comprendidas entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$  (36,4 a 55,4%), habría que incluir muchas de las vertientes de los valles de la zona S de la cuenca y, sobre todo, las situadas en torno a Correcillas, más toda la vertiente N del arroyo del mismo nombre.

5º) Por último, las pendientes muy fuertes, de más de  $30^\circ$  (de 57,7% en adelante), ocupan ya zonas más aisladas correspondientes a afloramientos de materiales duros, generalmente calizos (o conglomerados con menor frecuencia), que formen escarpes rocosos y crestas.

Tradicionalmente el aprovechamiento de este medio fue de tipo agropecuario. A pesar de las fuertes limitaciones naturales, las comunidades agropastoriles supieron aprovechar al máximo las posibilidades, unas veces localizando la actividad agraria en las mejores zonas (solanas), otras, escalonando los cultivos en las laderas más inclinadas para lo que se construían sucesivos bancales con objeto de "romper" la pendiente.

En fotos aéreas recientes<sup>6</sup> se identifican nítidamente vertientes completamente ocupadas por cultivos de secano desde su base hasta la línea de cumbreres; ejemplos de ésto son los terrazgos situados al N de Villalfeide y en torno a Correcillas donde, en ocasiones, se establecían sobre laderas con inclinaciones de más de  $24^\circ$ .

El aprovechamiento de tipo agropecuario se orientaba hacia el autoconsumo; así las zonas que se podían regar se dedicaban a prados para producir hierba con la que alimentar una reducida cabaña ganadera durante los dilatados períodos de estabulación que las condiciones climáticas imponían. Los pastos de altura o puertos, generalmente de buena calidad, eran aprovechados por ganado ovino que venía de fuera de la región; mientras que los cultivos predominantes eran el centeno y alguna legumbre también de secano.

El espacio se caracterizaba por una escasa cubierta vegetal. Al lado de vastas extensiones calcáreas en las que la permeabilidad estructural de la roca, o la inducida por los procesos de karstificación, se traducen en una ausencia total de vegetación sobre las calizas, se daban amplias extensiones de monte bajo con brezos y escobas en las que, puntualmente y en los sitios más inaccesibles, aparecían pequeñas formaciones de rebollos (hoy en día en expansión gracias a la menor presión que las comunidades agropastoriles ejercen sobre su entorno).

Sobre estas relaciones hombre-medio se opera, a finales del siglo pasado, un transformación debido a

<sup>6</sup> Utilizamos para este estudio las fotos aéreas del "vuelo americano" de 1957, realizadas en una época en la que el aprovechamiento del medio era máximo, es decir, tras

el masivo abandono de estas zonas de agricultura de montaña. Las fotos correspondientes al área de estudio son las numeradas 43.179 al 43.182 y 20.384 al 20.351.

la explotación de los yacimientos de carbón, pues en la mayoría de las explotaciones se va a utilizar una elevada cantidad de mano de obra autóctona que fluye desde los núcleos próximos a las minas. Muchos de los habitantes de estas poblaciones cercanas a las explotaciones pasan de tener una actividad agropastoril a vender su fuerza de trabajo en la mina a cambio de un salario, transformándose por ello, el sistema de relaciones hombre-medio en la zona<sup>7</sup>.

Los yacimientos de carbón de Matallana ya se conocían desde mediados del siglo pasado<sup>8</sup>. Los sucesivos intentos de explotarlos no dejaron de ser tanteos que siempre chocaban con la dificultad de sacar el carbón fuera de la cuenca. Incluso hubo intentos pioneros de industrialización basados en el carbón, como las primeras baterías de coque<sup>9</sup> instaladas por la compañía Anglo-Hispana en Matallana y que seguramente fracasaron también debido a la deficiente infraestructura viaria.

A partir de 1894, cuando se construye el ferrocarril de La Robla, se puede decir que comienza la explotación de carbón a gran escala. Este medio de transporte pasa inmediatamente al S de la cuenca y su función era drenar la producción de carbón hacia Bilbao, no sólo de la zona de Matallana, sino la de otras cuencas vecinas como la de Sabero y Valde-rueda.

Una serie de ramales de dirección N-S, hoy día desmantelados, se adentraban desde este ferrocarril hacia el interior de la cuenca, como el que partía de La Estación hacia Matallana y Villalfeide, el que a la altura de Palazuelo penetraba en el valle de "Carmonda", o el que desde el siguiente valle hacia el E lo hacía hasta "La Valenciana". En la época de máximo apogeo reciente (posguerra) las explotaciones principales estaban en los dos valles citados anteriormente, más el grupo "Picalín" al E de Matallana y el grupo "Bardaya" al N de Villalfeide; había también algunas explotaciones aisladas al N y NW de Aviados, en torno a Correillas y en La Mata.

En conjunto el impacto de todas esas explotaciones no era excesivamente grande dentro del marco espacial de la cuenca<sup>10</sup>, y así se nos aparece en las fotos aéreas antes mencionadas, donde pequeñas acumulaciones de estériles se ubican muy dispersas por todo el territorio y en torno, esencialmente, a los grupos de trabajo referidos. Con la introducción de la minería a cielo abierto a comienzos de la actual

década esa situación ha cambiado drásticamente, pues ahora los estériles ocupan cada vez extensiones más vastas. Además se está conociendo el hecho de la reapertura de algunas explotaciones de interior.

### III. EVALUACION DEL TERRITORIO RESPECTO A LAS CONDICIONES DE IMPLANTACION DE LOS ESTERILES. EL METODO EMPLEADO

Hemos tratado de evaluar las condiciones de implantación de las escombreras mediante una expresión numérica aplicando el Índice de Evaluación  $Q_e$ <sup>11</sup>, según el cual:

$$Q_e = I \alpha (\beta \Theta)^{(u + o)}$$

El factor I es un factor ecológico compuesto a su vez de otros tres factores<sup>12</sup> según la expresión:

$$I = \frac{C_a + P + A_a}{3}$$

en el que  $C_a$  es un factor de contaminación de acúfeos para cuya evaluación han de tenerse en cuenta tanto el tipo de escombros y su grado de alteración química, como el drenaje en el área de implantación (si está ocupando parcial o totalmente una vaguada con circulación de agua permanente, la vulnerabilidad del área sería alta, por ejemplo). P es un factor de alteración del paisaje, es decir, el impacto visual de la escombrera, función por un lado de su tamaño-altura, así como de su ubicación espacial (desde dónde se ve y cuántos la ven).  $A_a$  es un factor que expresa el aprovechamiento agropecuario afectado, es decir, si la implantación de estériles ha afectado a terrenos que antaño tenían un uso que queda anulado como consecuencia de esa implantación. Para calcular el grado de vulnerabilidad<sup>13</sup> de este factor se tendrá en cuenta la calidad de aquel aprovechamiento (si se trataba de uno de tipo intensivo, si era marginal, o si simplemente era un espacio sin un uso específico). La expresión numérica de los grados de vulnerabilidad quedaría como sigue: 1 irrelevante, 0,9 baja, 0,5 media y 0,3 alta (estos valores se entienden para cada uno de los factores ecológicos antes descritos).

El factor  $\beta$  se refiere a la cimentación del depósito cuyo grado de estabilidad dependerá tanto de

<sup>7</sup> Casi nunca la actividad agropastoril fue totalmente abandonada, pues muy frecuentemente los habitantes de la cuenca compaginaron actividades mineras y agropastorilas.

<sup>8</sup> Incluso algunas concesiones de carbón, como las denominadas "Carmonda" y "La Valenciana", son pioneras en la provincia, figurando sin número en el Registro General de Concesiones Mineras, con lo que las suponemos anteriores a 1880 que es cuando aparecen, aproximadamente, las primeras concesiones de carbón registradas con número.

<sup>9</sup> VALLE MENENDEZ, A. del.: "León: historia minera y política económica (de Jovellanos a nuestros días)", en *Tierras de León* nº 27; en la página 27 dice: "... de 1845 son las primeras baterías de coque instaladas por la Anglo-Hispana en Matallana de Torío".

<sup>10</sup> Bien es cierto que, por ejemplo, el lavadero de Matallana contaminaba completamente el río Torío a partir de esa localidad, transformándolo en un río negro.

<sup>11</sup> IGME, *Criterios... ob. cit.*, pp. 35-40 (donde se explican detenidamente todos los factores que componen el Índice  $Q_e$ ).

<sup>12</sup> En la formulación original del trabajo anteriormente citado sólo aparecen los dos primeros factores  $C_a$  y P; nosotros hemos añadido un tercero,  $A_a$ , que sería un factor sobre el aprovechamiento agropecuario afectado, tratando de completar el Factor I, para lo que tuvimos en cuenta si los asentamientos de escombros coinciden espacialmente con otros tipos de usos del espacio.

<sup>13</sup> En el caso de P, el grado de vulnerabilidad dependerá, sobre todo, de la proximidad de los depósitos al poblamiento o a las vías de comunicación, más que de su tamaño-altura, pues puede darse el caso de escombreras de gran tamaño que al estar en sitios recónditos las calificaremos con un índice irrelevante o bajo, mientras que otras de menor tamaño, pero muy visibles, tengan un grado medio o alto.

la naturaleza del mismo, como de la potencia de la formación superficial; los valores son los que se expresan en el Cuadro I<sup>14</sup>.

CUADRO I  
FACTOR  $\beta$  SEGUN LA CIMENTACION DEL DEPOSITO

Tipo de formación superficial	Potencia en metros				
	< de 0,5	0,5-1,5	1,6-3	3,1-8	> de 8
Coluvial granular...	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80
Col. de transición....	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Col. limo-arcilloso..	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
Aluvial compacto....	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Aluvial compacto....	0,75	0,70	0,60	0,50	0,40
Sustrato rocoso.....	$\beta = 1$				

El factor  $\alpha$  refleja la influencia que la proximidad del nivel freático, en la zona de asentamiento o en su entorno, puede tener en la estabilidad de aquella a través del equilibrio que mantenga el suelo que la sustenta. La expresión numérica que indica el nivel de inestabilidad es la que sigue:  $\alpha = 1$ , si no existe nivel freático o habiéndolo está situado a más de 5 metros de profundidad;  $\alpha = 0,7$ , cuando hay un nivel freático comprendido entre 5 y 1,5 metros de profundidad;  $\alpha = 0,5$ , si el nivel freático está a menos de 1,5 metros.

El factor  $\theta$  tiene un carácter topográfico y se refiere a la pendiente del espacio en que está ubicada la escombrera; es uno de los que mejor explican, aunque sea de forma potencial, las condiciones de estabilidad de un depósito de estériles; los valores asignados a cada tipo de pendiente son los que figuran en el Cuadro II<sup>15</sup>.

CUADRO II  
VALORES DE  $\zeta$  SEGUN EL TIPO DE PENDIENTE

Pendiente	Valor
Inclinación inferior a 1°.....	0,95
Inclinación entre 1° y 4°.....	0,90
Inclinación entre 10° y 20°.....	0,70
Inclinación entre 20° y 30°.....	0,50
Inclinación mayor de 30°.....	0,30

El factor  $\mu$  se refiere al entorno humano afectado; se ha realizado considerando el riesgo de ruina de una serie de elementos en el caso de que la estructura de la escombrera se colapsara; así, si el entorno afectado está deshabitado o hay edificios aislados y explotaciones mineras de poca importancia,  $\mu = 1$ ; si el entorno afectado son servicios  $\mu = 1,2$ ; cuando se trata de instalaciones industriales y explotaciones mineras de importancia,  $\mu = 1,3$ ; y por último, si el entorno afectado se refiere a poblaciones,  $\mu = 2,5$ .

El factor  $\delta$  indica la alteración del sistema de avenamiento, red de drenaje existente, en función de la ubicación concreta de las escombreras de tal modo que si la alteración del drenaje se considera nula,  $\delta = 0$ ; si es ligera,  $\delta = 0,2$ ; si el depósito de estériles ocupa un cauce estacional,  $\delta = 0,4$ ; y por último, cuando se ocupa un cauce permanente,  $\delta = 0,8$ .

Una vez que se han valorado todos y cada uno de estos factores, el valor resultante de  $Q_e$  nos da la calificación del emplazamiento (ver Cuadro III).

CUADRO III  
CALIFICACION DE LOS EMPLAZAMIENTOS SEGUN EL INDICE  $Q_e$

Valor de $Q_e$	Emplazamiento
De 1,00 a 0,90.....	Óptimo
De 0,90 a 0,50.....	Adecuado
De 0,50 a 0,30.....	Tolerable
De 0,30 a 0,15.....	Mediocre
De 0,15 a 0,08.....	Malo
Menos de 0,08.....	Inaceptable

#### IV.- VALORACION DE LOS DEPOSITOS DE ESTERIL

La mayor parte de las escombreras que inventariamos en la cuenca tienen una ubicación en laderas, aunque la inclinación de éstas sea muy variable (de menos de 5° en la escombrera n° 17, a más de 25° en la n° 5, por ejemplo); las escombreras con este tipo de localización suponen más de 3/4 partes del total. El resto, se ubican en fondos de valles (prolongándose casi siempre hacia el pie de vertiente, dada la reducida dimensión de aquéllos), o bien en las zonas divisorias de aguas o próximas a ellas.

Se pueden establecer dos categorías de escombreras según procedan de minería de interior o de cielo abierto. Hay un conjunto de características que las diferencian claramente; en primer lugar el tamaño, pues las escombreras procedentes del cielo abierto son, además de las más recientes, las más grandes (escombreras números 8, 9, 12, 14, 17, 27, 28, etc.); por el contrario, las que ha generado la minería de interior suelen ser más pequeñas. Otra diferencia viene dada por el sistema de vertido; mientras que tradicionalmente se vertían los estériles mediante vagoneta (en muchos depósitos de minería de interior aún se puede deducir por su morfología, aunque lleven décadas abandonados, este sistema de vertido); las procedentes de la minería a cielo abierto, por el contrario, se construyen mediante vertidos de los "dumper" o directamente lanzados ladera abajo por los tractores y palas que trabajan en las cortas.

En cuanto a la naturaleza y tamaño de los escombros también aparecen diferencias; los que proceden de trabajos de interior tienen un predominio de materiales pizarrosos (hasta 4/5 partes de su volumen) y, aunque el tamaño del material suele ser muy variable de unas zonas a otras, predomina el de gravilla de aspecto lajoso. Los de cielo abierto tienen una composición muy variable que dependerá de las rocas que se hayan tenido que desmontar para acceder a la capa de carbón; su tamaño es asimismo muy variable y dentro del mismo depósito se mezclan sin ningún orden fragmentos de todos los tamaños (desde fracción fina a bloques de varias toneladas), frente a lo cual los escombros de interior aparecen mucho mejor calibrados.

Por otro lado, la composición da una tonalidad distinta según se trate de unas u otras escombreras: las de cielo abierto suelen tener una coloración parda predominante, debido a la mezcla en el seno del depósito de varios materiales distintos y a la pre-

<sup>14</sup> IGME, *Criterios...* ob. cit., p. 37.

<sup>15</sup> *Ibidem*. Hemos modificado el cuadro que figura en el citado trabajo del IGME dándole mayor peso a este factor que creemos decisivo a la hora de diagnosticar la estabilidad de un depósito de estériles. Los intervalos

de pendiente utilizados son los mismos que aparecen en la Fig. 1. Los originales son los que siguen: menos de 1°, valor de  $\theta = 0,90$ ; entre 1° y 5°, valor de  $\theta = 0,95$ ; entre 5° y 14°, valor de  $\theta = 0,90$ ; entre 14° y 26°, valor de  $\theta = 0,70$ ; y para pendientes superiores a 26°, valor de  $\theta = 0,40$ .



CUADRO IV  
CALIFICACION DE LAS ESCOMBRERAS SEGUN LAS CONDICIONES DE IMPLANTACION

Nº de escombrera	Condiciones de implantación		Nº de escombrera	Condiciones de implantación	
	Indice Q <sub>e</sub>	IndiceQ <sub>e</sub> modificado		Indice Q <sub>e</sub>	IndiceQ <sub>e</sub> modificado
1	0,41 tolerable	0,35 tolerable	18	0,25 mediocre	0,10 malo
2	0,22 mediocre	0,12 malo	19	0,45 tolerable	0,28 mediocre
3	0,33 tolerable	0,21 mediocre	20	0,30 mediocre	0,19 mediocre
4	0,28 mediocre	0,14 malo	21	0,63 adecuado	0,51 adecuado
5	0,46 tolerable	0,11 malo	22	0,67 adecuado	0,48 tolerable
6	0,12 malo	0,08 malo	23	0,22 mediocre	0,16 mediocre
7	0,19 mediocre	0,12 malo	24	0,72 adecuado	0,49 tolerable
8	0,09 malo	0,06 inaceptable	25	0,23 mediocre	0,14 malo
9	0,11 malo	0,07 inaceptable	26	0,47 tolerable	0,32 tolerable
10	0,07 inaceptable	0,04 inaceptable	27	0,18 mediocre	0,10 malo
11	0,27 mediocre	0,10 malo	28	0,37 tolerable	0,09 malo
12	0,09 malo	0,07 inaceptable	29	0,26 mediocre	0,17 mediocre
13	0,68 adecuado	0,46 tolerable	30	0,13 malo	0,05 inaceptable
13 bis	0,25 mediocre	0,16 mediocre	31	0,13 malo	0,07 inaceptable
14	0,23 mediocre	0,07 inaceptable	32	0,14 malo	0,08 malo
15	0,28 mediocre	0,21 mediocre	33	0,07 inaceptable	0,06 inaceptable
16	0,21 mediocre	0,12 malo	34	0,07 inaceptable	0,06 inaceptable
17	0,14 malo	0,09 malo			

sencia de formaciones superficiales y suelo, que cubrían la zona de la corta. Mientras, las situadas en torno a las bocaminas tradicionales y pozos se caracterizan por su tonalidad gris oscura-negra al estar compuestas esencialmente por pequeños clastos de pizarra y, en muchas ocasiones, con un porcentaje variable de finos de carbón.

Por último, aunque podemos considerar estables la mayoría de los depósitos del área estudiada, los generados por la minería a cielo abierto presentan mayores problemas, pues debido a su tamaño, ya que se ha optado casi siempre por emplazar el estéril fuera de la corta, pero sin buscar una correcta ubicación (son varios los casos de escombreras de gran tamaño situadas sobre laderas con pendientes cercanas a 30<sup>16</sup>, como por ejemplo en el valle de "La Valenciana"), muchas de estas escombreras están en una estabilidad muy precaria como lo manifiestan las abundantes y profundas grietas que recorren las plataformas superiores de las mismas (escombreras números 20, 27, 9, 11, 12, etc.).

El resultado concreto de la aplicación del índice Q<sub>e</sub> es el siguiente. En primer lugar, al realizar el trabajo de campo en el que inventariamos las escombreras del sector oriental de la cuenca de Cifera-Matallana, fuimos situándolas en un mapa (Fig. 3) en el cual aparecen los emplazamientos principales de estériles, si bien puede haber algunos aislados que no hemos considerado<sup>17</sup>. En ese mapa las escombreras las hemos clasificado en tres categorías según el tamaño-volumen de las mismas (independientemente del origen que tuvieran): de gran volu-

men (más de 150.000 m<sup>3</sup>), de volumen medio (entre 150.000 y 15.000 m<sup>3</sup>) y de pequeño volumen (menos de 15.000 m<sup>3</sup>).

Con los datos obtenidos sobre el terreno y aplicando el Índice de Evaluación Q<sub>e</sub> anteriormente detallado, hemos sacado la calificación del emplazamiento de los depósitos de estéril que es el que aparece en el Cuadro IV<sup>18</sup>. Una de las calificaciones se obtuvo aplicando directamente el índice Q<sub>e</sub> según viene en el estudio mencionado del IGME, y la segunda con las pequeñas modificaciones en alguno de los factores que integran dicho índice y que han supuesto un cambio a la baja para muchos de los emplazamientos, según se observa en el Cuadro IV.

Considerando el primero, tienen una ubicación adecuada cuatro (11%), tolerable seis (17%), mediocre catorce (40%), mala nueve (25%), e inaceptable dos (5%). Mientras que con las modificaciones, tiene una ubicación adecuada una (3%), tolerable cinco (14%), mediocre siete (20%), mala trece (37%), e inaceptable nueve (25%). Si tenemos en cuenta el total de los depósitos de la cuenca inventariados son casi 3/4 partes del total los emplazamientos que como mínimo son inadecuados (inadecuados, malos e inaceptables Q<sub>e</sub> 0,30) en el primer caso, mientras que en el segundo son más de 4/5 partes del total los emplazamientos con esa calificación.

Se desprende de estos resultados la necesidad de ordenar este territorio, buscándose nuevos emplazamientos para futuras acumulaciones de estéril, máxime si tenemos en cuenta que muchas de las escombreras inventariadas (que son las que presentan

<sup>16</sup> Eso sin tener en cuenta otros factores de inestabilidad como son el elevado talud con el que se construyen algunas de las escombreras recientes, o el hecho de no preparar convenientemente la base del futuro depósito, eliminando el suelo y la cubierta vegetal que éste sostuviera (en algunos casos vimos troncos de rebollos que sobresalían de la base de la escombrera por sus flancos).

<sup>17</sup> Hay que tener en cuenta que la cuenca está completamente salpicada (al menos las zonas en las que los pasos de carbón son importantes) de pequeñas escombreras, muy antiguas en su mayoría, pero cuyo significado espacial es casi irrelevante.

<sup>18</sup> En el Cuadro IV aparecen muchas menos de las que figuran localizadas en la Fig. 3; las que no figuran en el Cuadro pero sí en la Fig. 3, pueden adscribirse a la más cercana que tenga número, que es la que inventariamos. El englobar, en ocasiones, bajo un mismo número varias escombreras, se debe a que en esos casos no había diferencias sustanciales en cuanto a las condiciones de implantación de las mismas; a lo sumo puede haber diferencias en cuanto al tamaño-volumen, diferencias que siempre se han tenido en cuenta a la hora de representar las localizaciones.

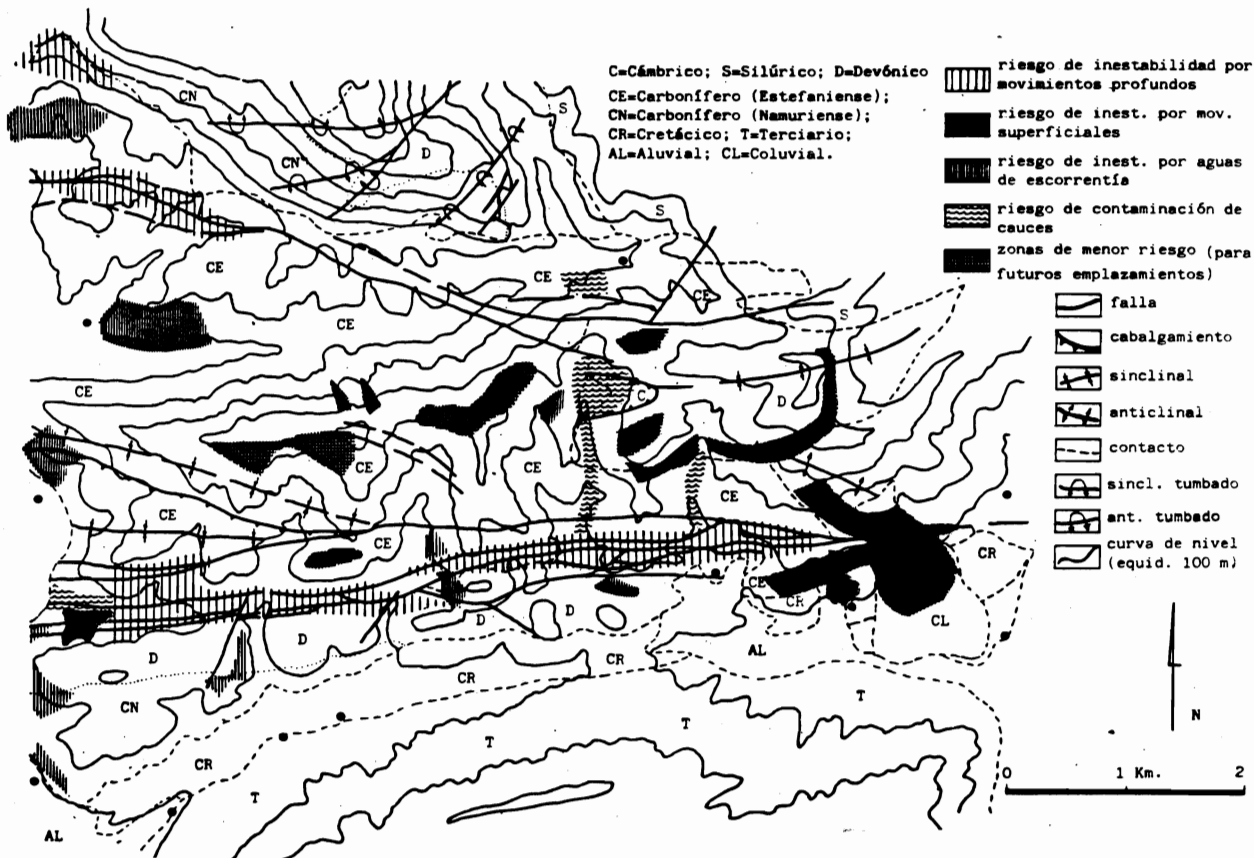


Fig. 2. Esquema geológico sobre riesgos de movimientos superficiales.

mayores problemas de inestabilidad y que suelen dar valores más bajos en el índice  $Q_e$ ) se han originado muy recientemente, generadas desde la introducción del método de explotación por cielo abierto.

## V. ORDENACION FUTURA

La futura organización espacial de la cuenca se debe apoyar en tres principios. En primer lugar, en una restitución de los terrenos afectados por la minería, (sobre todo la de aquellos que, como consecuencia de las cortas a cielo abierto, han sufrido una intensa transformación en los últimos años), tratando, al menos, de restablecer las topografías originales, así como replantando esos espacios con las especies vegetales que sustentaban con anterioridad; con ello se evitarían problemas de erosión por aguas de escorrentía, hoy muy acentuados en esos espacios como consecuencia de la desaparición de suelos y vegetación, y de la acumulación de estériles con elevados taludes (incluso superiores a las muy fuertes pendientes de la zona).

El segundo principio en el que se debería de basar la futura ordenación de la cuenca, sería un escrupuloso respeto a la legislación vigente sobre protección de espacios afectados por la minería y que tanto desde la Administración central como regional se ha promovido en los últimos años<sup>19</sup>.

El tercero, estrechamente relacionado con el anterior, ha de venir dado por una adecuada planificación de las labores, sobre todo en lo que se refiere

a las acumulaciones de estériles, ya que son éstas las que realmente tienen una relevancia espacial. En este sentido hasta el presente las escombreras se han construido siguiendo unos criterios que buscaban exclusivamente rentabilizar al máximo la explotación, no llegando, incluso, a importar demasiado la estabilidad del propio depósito (y hay bastantes ejemplos de ello por toda la cuenca). Sin embargo, creemos que la rentabilidad de la explotación no debe estar enfrentada con el respeto mínimo a las condiciones medioambientales del espacio, ni refida con la protección de cauces, vaguadas, "talwegs", líneas de cumbres netamente visibles desde poblaciones y vías de comunicación, bosques de rebollo, etc.

Por ello hemos elaborado un mapa, Figura 2, en el que de forma esquemática se representan las zonas de mayor riesgo, considerando diversos factores, así como las que serían más aptas para futuras acumulaciones de estériles.

La determinación de las condiciones de estabilidad de las diversas formaciones naturales se ha hecho de un modo global atendiendo a la información del mapa geológico de la zona (E 1: 50.000), de la fotografía aérea, y a nuestro conocimiento del terreno. Dada la escala a la que hemos trabajado, y con la que hemos representado los riesgos, hubiera sido imposible plasmar pequeños focos de inestabilidad, que sin duda existen, pero que habrían distorsionado la visión general que pretendíamos.

Establecimos cuatro grupos de riesgo; en el pri-

<sup>19</sup> Nos referimos básicamente al Real Decreto 1116 de 9 de mayo de 1984 sobre restauración de espacios afectados por explotaciones de carbón a cielo abierto. A este respecto es oportuno añadir que cuando realizábamos un inventario de cortas ya había transcurrido más de un año

de la entrada en vigor del Real Decreto y sin embargo las labores mineras seguían efectuándose al margen del mismo, al menos en todo lo que se refiere al vertido de estériles o al hecho de no apartar el suelo para utilizarlo posteriormente en la restauración del terreno.

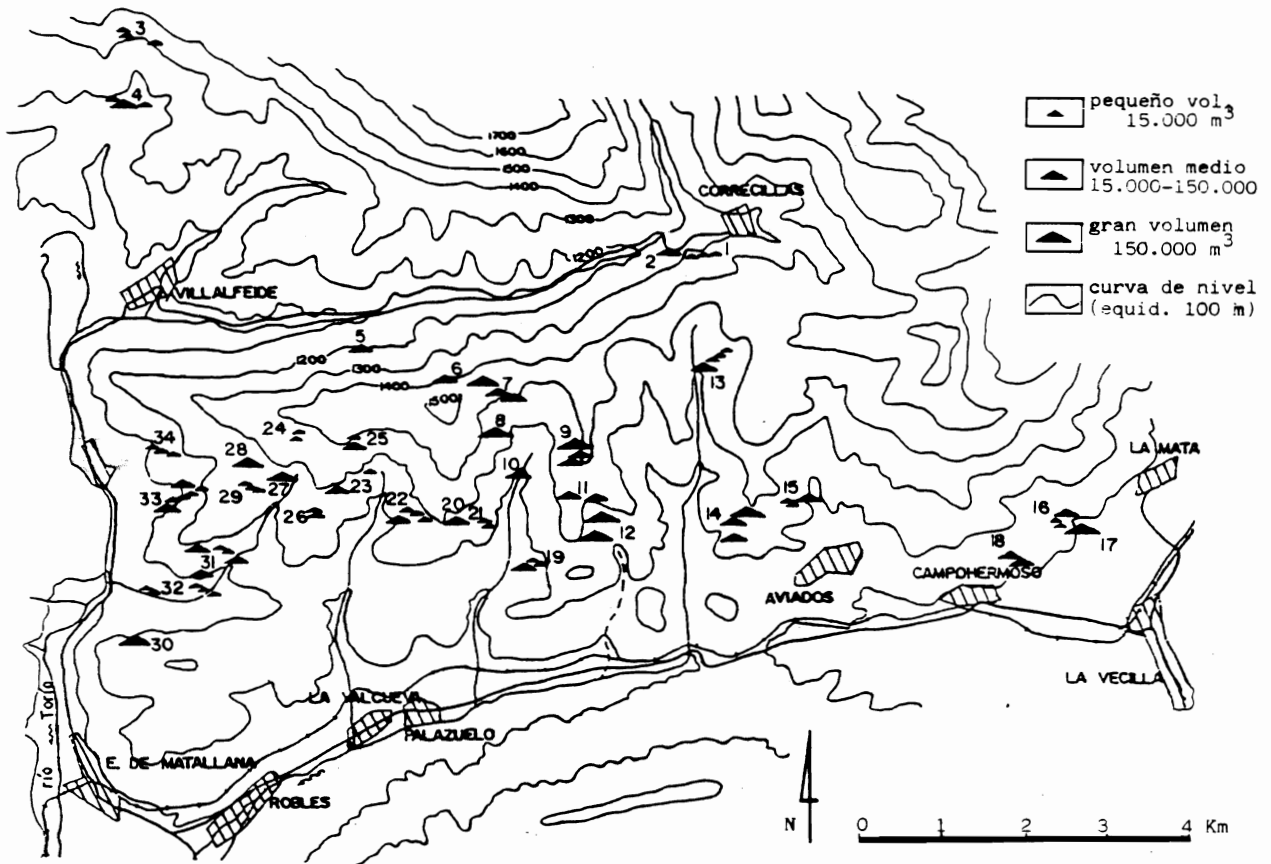


Fig. 3. Localización de las escombreras.

mero se hace referencia al riesgo de inestabilidad por movimientos profundos, y se han considerado como tales aquellas áreas en las que las líneas de falla caracterizan la estructura (sobre todo el contacto al S de la cuenca, entre el Estefaniense y el Devónico); también dos sectores más reducidos al N de Villalfeide, el más septentrional de los cuales (situado sobre el contacto N de la cuenca) se refiere a la presencia de fallas muy recientes ligadas a antiguas explotaciones de interior.

El segundo grupo de riesgo se refiere a la inestabilidad por movimientos superficiales; se señala casi siempre en áreas de coluviones emplazados muy próximos a los escarpes rocosos (calizos o cuarcíticos) y producidos por la acción periglaciaria, presentando diversos grados de consolidación, aunque ésta es siempre muy baja respecto a cualquier roca que consideremos de la zona<sup>20</sup>.

El tercero atañe a la inestabilidad por fenómenos de escorrentía; se trata generalmente de pequeños espacios con signos claros de erosión por esco-

rrentía (cárcavas), que en ocasiones se localizan muy próximos a zonas de explotación y que se tallan sobre vertientes pizarrosas, con elevadas pendientes, de las que se ha eliminado la cubierta vegetal.

En el cuarto, se representan aquellas zonas en las que la presencia de estériles próxima a los "talwegs" supondría un riesgo elevado de contaminación de los cursos de agua<sup>21</sup>.

Para establecer qué zonas presentan un menor riesgo como soportes de futuras escombreras que al mismo tiempo resulten menos impactantes bajo el punto de vista ecológico, se han seguido los siguientes criterios: que al menos aparentemente no estén afectadas por alguno de los riesgos anteriormente descritos y que cumplan, además, requisitos tales como ser zonas de pendientes moderadas, no ocupar espacios anteriormente dedicados a un aprovechamiento agropecuario, no ser visibles desde vías de comunicación y núcleos de población y que, estando lo más cerca posible de las zonas de explotación, no afecten a pasos de carbón.

<sup>20</sup> Hay más zonas con estas características (vertiente S del "Polvaredo"), pero no las hemos representado pues, aunque constituyen potenciales áreas de explotación, sus condiciones topográficas (excesiva pendiente) las hacen poco aptas para futuras acumulaciones de estériles.

<sup>21</sup> Obviamente no se han representado todos los espacios con estas características para no manchar demasiado el mapa, aunque todos los "talwegs" con circulación permanente de agua se hubieran podido representar.