



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

# INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

## PALENCIA

TOMO I  
MEMORIA Y PLANOS



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01054  
AÑO 1989

INVENTARIO NACIONAL DE  
BALSAS Y ESCOMBRERAS  
PALENCIA

Este trabajo forma parte del INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS, realizado para el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA por las empresas E.A.T., S.A., GEOMECANICA, S.A. y SOCIMEP.

El equipo de trabajo que ha intervenido está formado por las siguientes personas:

Por el I.T.G.E.:

D. José María Pernía Llera  
*Ingeniero de Minas*  
*Director del Estudio*

Por E.A.T., S.A.:

D. José Luis Sanz Contreras  
*Ingeniero de Minas*  
D. Luis Angel García Varela  
*Ingeniero Técnico de Minas*  
D<sup>a</sup>.M<sup>a</sup> Lourdes Calvo Peinado  
*Ingeniero Técnico de Minas*

Se agradece la colaboración prestada por el Servicio Territorial de Economía y Hacienda - Sección Minas - de Palencia, así como; a todas las Empresas Mineras que han hecho posible la realización de este Estudio.

Madrid, Enero 1989

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

PALENCIA

TOMO 1

MEMORIA Y PLANOS DE SITUACION

TOMO 2

ANEJO N<sup>o</sup> 1.- LISTADO DE ESTRUCTURAS

ANEJO N<sup>o</sup> 2.- FICHAS DEL INVENTARIO (PARCIAL)

TOMO 3

ANEJO N<sup>o</sup> 3.- FICHAS DEL INVENTARIO (CONTINUACION)

MEMORIA

# INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

## PALENCIA

### INDICE

### MEMORIA

#### 1. INTRODUCCION

1.1. Objeto y contenido del estudio.

1.2. Metodología.

#### 2. MARCO SOCIO-ECONOMICO

2.1. Evolución demográfica.

2.2. Actividad económica.

2.2.1. Población activa.

2.2.2. Producto interior.

2.2.3. Sectores de actividad.

2.2.4. Actividad minera.

#### 3. MEDIO FISICO

3.1. Morfología.

3.2. Hidrología.

3.2.1. Superficial.

3.2.2. Subterránea.

3.3. Sismología.

3.4. Climatología.

3.4.1. Temperaturas.

3.4.2. Precipitaciones.

3.4.3. Insolación.

3.4.4. Vientos.

3.4.5. Síntesis climatológica.

4. SINTESIS GEOLOGICA

4.1. Historia geológica.

4.2. Tectónica.

4.3. Estratigrafía.

5. LA MINERIA EN LA PROVINCIA DE PALENCIA

5.1. La minería del carbón.

5.1.1. Características de los carbones.

5.2. Otros recursos: Rocas industriales.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

6.1. Características generales.

6.2. Resumen estadístico.

6.2.1. Tipos de minería.

6.2.2. Tipos de estructuras.

6.2.3. Estado de las estructuras.

6.2.4. Tipos de terreno ocupado.

6.2.5. Tipología de las estructuras.

- 6.2.6. Sistemas de vertido.
- 6.2.7. Alturas de las estructuras.
- 6.2.8. Volúmen.
- 6.2.9. Taludes de los estériles.
- 6.2.10. Tamaño de los residuos.

## 7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

## 8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

- 8.1. Criterios generales.
- 8.2. Evaluación global del impacto.
  - 8.2.1. Alteración en el paisaje.
  - 8.2.2. Alteración en el medio atmosférico.
  - 8.2.3. Alteración ambiental en las aguas.
  - 8.2.4. Alteración ambiental de los suelos.
  - 8.2.5. Alteraciones de la flora y de la fauna.
  - 8.2.6. Alteración del ámbito socio-cultural.
- 8.3. Evaluación de las condiciones de implantación de escombreras y balsas.

## 9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

- 9.1. Utilidad de los residuos almacenados.
- 9.2. Utilidad del espacio físico ocupado.

## 10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

- 10.1. Explotaciones de carbón.



10.1.1. Características de las estructuras y de los residuos.

10.2. Explotaciones de rocas industriales.

10.3. Otros casos de estructuras residuales.

## 11. PROPUESTAS DE ACTUACION

11.1. Problemas de estabilidad en escombreras mineras.

11.2. Problemas de estabilidad en balsas.

11.3. Medidas correctoras de alteraciones ambientales en balsas y escombreras.

11.4. Casos de las estructuras procedentes de explotaciones de áridos naturales, áridos de trituración y otros procesos.

## 12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

## 13. BIBLIOGRAFIA

## 1. INTRODUCCION

El estudio-inventario de la provincia de Palencia, es continuación de la labor iniciada en el año 1984 por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA hoy INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA con el objeto primordial de realizar un Inventario Nacional de Balsas y Escombreras con datos actuales.

Los trabajos relativos a Palencia, se realizan dentro de una tercera fase de presupuesto administrativo, y con una metodología ya apuntada en la realización de otras provincias.

### 1.1. Objeto y contenido del estudio

En este estudio se pretende recoger la información básica sobre la localización, origen y evolución de los residuos mineros dentro de Palencia, y su posterior informatización a efectos de facilitar una consulta rápida y eficaz. Esto, permitirá disponer de una información actualizada y conjunta sobre las estructuras de residuos mineros y la consiguiente evolución de los mismos en el tiempo.

Los trabajos específicos a realizar para el objetivo indicado, pueden resumirse de la manera siguiente:

- Análisis de los factores y de la documentación que tenga incidencia

sobre residuos mineros; citando entre otros los socioeconómicos, geográficos, climáticos, geológicos, etc.

- Análisis de la evolución de la minería de la provincia, sobre todo respecto a la creación de estructuras residuales mineras.
- Recopilación y análisis sobre la información existente de Balsas y Escombreras.
- Realización del inventario de las estructuras existentes.
- Confección de una serie de fichas sobre las estructuras más relevantes, en las cuales se recojan los datos de dicha estructura y según el modelo de los inventarios en curso.
- Evaluación medio-ambiental de las estructuras.
- Realización de una serie de planos y mapas en los cuales quede reflejado el inventario.
- Creación de un archivo informatizado, que permita las consultas de una forma rápida y eficaz.
- Creación de un archivo fotográfico de las fichas realizadas.
- Definición de conclusiones y recomendaciones sobre las balsas y escombreras.

El soporte de los trabajos anteriores, está constituido por la presente Memoria explicativa a la que acompañan un Anejo I en donde se recoge el listado de las estructuras, ordenado según la numeración de las hojas topográficas, un Anejo II donde se ha recogido el conjunto de fichas correspondientes a las estructuras más singulares y un Anejo III que recoge el plano provincial a escala 1:200.000 en donde se señala la representación cartográfica de las estructuras inventariadas.

Con el trabajo realizado se pretende disponer y ofrecer a las administraciones autonómicas un banco de datos consultivo sobre el estado de las estructuras, las características de los residuos y la problemática que plantean sus implantaciones desde dos perspectivas fundamentales: la de estabilidad y la ambiental.

Por último, agradecer la colaboración de los diferentes Organismos Públicos y Empresas Particulares por la valiosa información facilitada, con la que no sólo se ha podido completar el trabajo, sino enriquecerlo.

## **1.2. Metodología**

Con el fin de conseguir los objetivos planteados, las fases de trabajo del estudio, están integradas en una Metodología establecida en 1983 y seguida en los inventarios hasta ahora realizados.

Durante la fase inicial se efectuó una recopilación bibliográfica de datos provinciales, donde se analizaron todos los datos existentes sobre inventarios anteriores, fondos documentales, cartografía oficial y particular, publicaciones y trabajos anteriores con carácter general o puntual, con especial énfasis en lo referente a minería.

De forma concreta, se han recogido datos socio-económicos, geográficos, geológicos, hidrogeológicos, climatológicos, geotécnicos, mineros, ambientales y de posible aprovechamiento de los residuos.

En una segunda etapa, y en base al análisis previo de las fuentes posibles de información, tanto cartográficas como de Organismos, Instituciones o Empresas, se ha realizado la revisión en campo, por zonas mineras, de las estructuras más importantes, conforme a parámetros críticos, como son: lugar de ubicación respecto a vías de acceso, volúmen y actividad, problemas de estabilidad y contaminación. Así mismo se recogen los datos necesarios para establecer una evaluación visual cualitativa de la estabilidad y del impacto ambiental de la estructura, de carácter general.

En base a la información recogida durante la inspección in situ de las estructuras, se confecciona, para cada una de las consideradas como más importantes y/o representativas, una ficha, según el modelo que se adjunta, cuyo diseño está basado en poder recoger los datos fundamentales que definen las características principales de las balsas y escombreras, de una manera clara y ordenada, que

permita a su vez, la adecuada informatización de los datos recopilados en la misma.

Aquellas estructuras consideradas menos importantes dentro del contexto provincial en las condiciones actuales, no se las ha realizado ficha, en cambio, si se incluyen en un listado, donde se anotan los siguientes datos, también preparados para la informatización:

- Código o clave
- Denominación
- Municipio
- Paraje
- Empresa propietaria
- Tipo de estructura: Balsa (B), Escombrera (E), Mixta (M)
- Si es Activa (A), Parada (P) o Abandonada (B)
- El volumen aproximado en el momento de la visita
- Las coordenadas U.T.M.
- El tipo del material depositado

Con las mencionadas fichas se adjunta la lista de códigos que han sido utilizados para cumplimentar sus distintos apartados y que figura al final de este epígrafe. En este sentido se han tenido en cuenta, fundamentalmente, los siguientes puntos:

- Codificación o clave. Compuesta por dos pares de números iniciales, correspondientes a la numeración militar de las hojas topográficas

1:50.000, respetando el primero la columna, y el segundo la fila, de un cuadrículado que abarca todo el territorio nacional. A continuación figura un tercer número que identifica el octante de la citada hoja 1:50.000, y finalmente, el último número corresponde a la serie correlativa de estructuras dentro del octante.

- Datos generales de minería, propietario y localización.
- Características geométricas, con cuantificación de volúmen aproximado y media de taludes.
- En implantación: la preparación del terreno, permeabilidades del sustrato y del recubrimiento, resistencia de éste y existencia o no de aguas superficiales.
- Condiciones del sustrato y recubrimiento, con indicación de la naturaleza y potencia aproximada de este último. También se introduce el parámetro de grado de sismicidad en la escala M.S.K., que es la utilizada en las normas sismorresistentes.
- Para las escombreras: tipo y tamaño de los escombros, forma, alterabilidad, segregación y compactación.
- Respecto a las balsas: naturaleza y granulometría del residuo, anchuras de la base y coronación del muro inicial, sistemas de recrecimiento, naturaleza de los muros sucesivos. Consolidación.

- Sistema de vertido, velocidad de ascenso, punto de vertido y existencia de algún tipo de tratamiento especial de las escombreras.
- Sistema de drenaje, recuperación de agua, presencia del sobrenadante y depuración.
- En la estabilidad, se da una evaluación cualitativa en función de los problemas observados los cuales son calificados como alto, medio o bajo.
- En el impacto ambiental, se da también una evaluación cualitativa en función de las alteraciones ambientales observadas.
- Se ha contemplado el entorno que se vería afectado en el caso de colapso de las estructuras.
- En recuperación, su calificación, destino de los estériles y la ley o calidad para otros usos, siempre y cuando sea constatada o se tengan datos fiables sobre ellas.
- En abandono y uso actual son especificados los tipos de protecciones existentes, así como los casos en que se les ha dado algún tipo de utilidad.
- Finalmente, si el caso lo requiere se señalan una serie de observaciones específicas o supletorias de algunos de los datos indicados,



y, se efectúan tres evaluaciones globales de la estructura desde las perspectivas, minera, geomecánica y ambiental.

- Al dorso de la ficha, se incorporan también: un croquis de situación a escala aproximada: 1:50.000, un esquema estructural, y una fotografía de la estructura y su entorno.

A efectos de unificar criterios en la calificación de ciertos aspectos, a continuación, se gradúan los siguientes parámetros:

- El grado de fracturación del sustrato se estimó según la siguiente clasificación:

- . menor que decímetro ..... ALTO
- . métrico a decamétrico ..... MEDIO
- . mayor a decamétrico ..... BAJO

- La clasificación granulométrica se ajustó a la empleada genéricamente en geotecnia.

- . ESCOLLERA ..... Bloques ..... > 30 cm  
Bolos ..... 30 -15 cm
- . GRANDE .....  
Gravas ..... 15 - 2 cm  
Gravillas ..... 2 -0,2 cm
- . MEDIO .....  
Arenas ..... 0,2-0,06 cm

## Limos

- . FINO ..... < 0,06 cm

## Arcillas

- El nivel freático se describió de acuerdo con:

- . Profundo ..... > 20 m
- . Somero ..... 20-1 m
- . Superficial ..... < 1 m

Es preciso insistir que la calificación de los parámetros reflejados en la mencionada ficha, así como, las evaluaciones sobre la estabilidad de las estructuras, y el impacto ambiental proceden de una inspección directa "de visu"; salvo en ocasiones, donde ciertos datos, como ley, riqueza mineral, etc., fueron facilitados por el personal técnico de la empresa en cuestión. Por tanto, todos estos factores y evaluaciones aunque orientadores, resultan insuficientes para realizar un estudio de detalle de una estructura determinada.

A continuación de la labor de campo, se efectuó un análisis, en donde en base a un tratamiento estadístico, se resumen las características de los estériles y de las estructuras, con descripción de las formas de inestabilidad y las alteraciones del medio si las hubiere.

Así mismo, se pondera globalmente el impacto ambiental que suponen los actuales lugares de ubicación de las estructuras respec-

to al entorno, mediante criterios de evaluación numérica, suficientemente contrastados en numerosos casos anteriores.

Ello cumplimenta una información a nivel provincial, en donde también se estudian la geología, la climatología, con especial interés en las microclimas de las zonas mineras más notables, la hidrografía e hidrogeología y otros parámetros que determinan el medio físico y socioeconómico de cada provincia.

Por último, a nivel provincial la documentación se estructura de la siguiente forma:

- Memoria
- Planos catográficos
- Anejo de listado de estructuras
- Anejo de fichas de estructuras
- Archivo fotográfico
- Archivo informático



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España  
ARCHIVO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

CLAVE ① \*\*\*\*\*

T. ESTRUCTURA ② \*

ESTADO ③ \*

AÑO INICIAL ④ *****	PROPIETARIO ⑦ ***** EMPRESA ⑦ *****
AÑO FINAL ⑤ *****	DENOMINACION ⑧ *****
AÑOS DE INVENT. ⑥ ** ** *	MUNICIPIO ⑩ ***
	PARAJE ⑪ *****

MINERIA	COORDENADAS U. T. M.			TIPO DE TERRENO ⑬ *
TIPO ⑫ ** ** *	HUSO ⑮ ** x *****	y *****	z *****	
ZONA MINERA ⑬ **	LONGITUD (m) ⑲ ⑯ *****	ANCHURA (m) ⑳ ⑰ *****	ALTURA (m) ㉓ ⑱ *****	TALUDES (º) ㉔ ** ** *
MENA ⑭ *****	VOLUMEN (m³) ㉔ *****	VERTIDOS (m³/año) ㉕ *****	TIPOLOGIA ㉖ * *	

IMPLANTACION	SUSTRATO	RECUBRIMIENTO
EMPLAZAMIENTO ㉗ * *	NATURALEZA ㉘ *****	NATURALEZA ㉙ *****
PRE. TERRENO ㉚ * AGUAS EXT. ㉛ *	ESTRUC. ㉜ * FRACTURACION ㉝ *	POTENCIA (m.) ㉞ *** RESISTENCIA ㉟ *
TRATAMIENTO ㊱ * N. FREATICO ㉡ *	PERMEAB. ㉣ * GRADO DE SISMIC. ㉤ *	PERMEAB. ㉦ *

ESCOBRERAS		TAMAÑO ㉧ * * *	FORMA ㉨ *	ALTERAB. ㉩ *	SEGREG. ㉪ *	COMPACIDAD IN SITU ㉫ *
TIPO DE ESCOMB. (Litología) ㉬ *****	BALSAS. DIQUE INICIAL	LONGITUD ㉭	ANCHO BASE ㉮	ANCHO CORON ㉯	ALTURA ㉰	TALUD (º) ㉱
NATURALEZA ㉲ *		*****	**	**	**	SISTEMA MURO SUCESIVO RECREC. ㉳
BALSAS. LODOS	GRANULOMETRIA					NATURALEZA ㉴ * ANCHO ㉵ **
NATURALEZA ㉶ *	PLAYA ㉷ *	BALSA ㉸ *				CONSOLID. ㉹ *

SISTEMA DE VERTIDO ㉺ * *	DRENAJE ㉻ * * *	ESTABILIDAD ㉼ *****	COSTRAS ㉽ *
VELOCIDAD DE ASCENSO (cm año) ㉿ *****	RECUPERACION DE AGUA ㊀ *	PROBLEMAS OBSERVADOS ㊁	
PUNTO DE VERTIDO ㊂ * *	SOBRENADANTE ㊃ *	GRIET. DESLIZ. LOC. DESLIZ. GEN. SUBS. SURG. EROS. SUP. CARC. SOCAV. PIE ASENT. SOCAV. MECAN.	
TRATAMIENTO ㊄ *	DEPURACION ㊅ *	* * * * *	* * * * *

IMPACTO AMBIENTAL. ㊆ * PAISAJE HUMO POLV. VEG. AGUAS SUP. ACUIF. ㊇ * * * *	RECUPERACION ㊈ *	ABANDONO Y USO ACTUAL
72 * * * *	DESTINO ㊉ * *	NAT. VEG. OTRAS
ZONA DE AFECCION ㊋ *	LEY ㊌ *	PROTECCIONES ㊍ * *
ACCIDENTES, AÑOS ㊎ ** **	CALIDAD OTROS USOS ㊏ *	USO ACTUAL ㊐ * *

OBSERVACIONES: \*\*\*\*\*

Evaluación minera: \*\*\*\*\*

Evaluación ambiental: \*\*\*\*\*



CLAVE.

CROQUIS DE SITUACION:

ESQUEMA ESTRUCTURAL:

FOTOGRAFIA:

CODIGOS UTILIZADOS EN LAS FICHAS

1. CLAVE: Número de hoja 1:50.000 (numeración militar), octante, número correlativo.
2. TIPO DE ESTRUCTURA: Balsa: B. Escombrera: E. Mixta: M.
3. ESTADO: Activa: A. Parada: P. Abandonada: B.
9. PROVINCIA: Código de Hacienda.
10. MUNICIPIO: Código de INE.
12. TIPO: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente..
13. ZONA MINERA: Codifíquese con dos letras.
14. MENA: Las ocho primeras letras del mineral que se beneficia.
19. TIPO DE TERRENO: Baldío: B. Agrícola: A. Monte Bajo: M. - Forestal: F.
26. TIPOLOGIA: Codifíquese por orden de importancia. Llano: P. Ladera: L. Vaguada: V.
27. MORFOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO: Codifíquese por orden de importancia. Suave: S. Accidentada: A. Ladera: L. Valle - Abierto: V. Valle encajado: E. Corta: C.
- 28.. EXCAVACION: Desbroce: D. Tierra vegetal: T. Suelos: S. Sin preparación: N.
29. AGUAS EXISTENTES: Manantiales: M. Cursos: R. Cauces intermitentes: C. Inexistentes: N.
30. TRATAMIENTO: Captación de manantiales: C. Captación de - aguas superficiales: D. Sin tratamiento: N.

31. NIVEL FREÁTICO: Superficial: S. Somero: M. Profundo: P.
32. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.
33. ESTRUCTURA: Masiva: M. Subhorizontal: H. Inclínada: I. Subvertical: V.
34. GRADO DE FRACTURACION: Alto: A. Medio: M. Bajo: B.
35. PERMEABILIDAD: Alta: A. Media: M. Baja: B.
36. GRADO DE SISMICIDAD: Codifíquese de 1 a 9 de acuerdo con la norma PGS.
37. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.
39. RESISTENCIA: Alta: A. Media: M. Baja: B.
40. PERMEABILIDAD: Alta: A. Media: M. Baja: B.
41. TIPO DE ESCOMBROS: LITOLÓGIA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.
42. TAMAÑO: Codifíquese por orden de importancia: Escollera: E Grande: G. Medio: M. Fino: F. Heterométrico: H.
43. FORMA: Cúbica: C. Lajosa: L. Mixta: M. Redondeada: R.
44. ALTERABILIDAD: Alta: A. Media: M. Baja: B.
45. SEGREGACION: Fuerte: F. Escasa: E.
46. COMPACTIDAD IN SITU: Alta: A. Media: M. Baja: B.
47. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampostería: M. Escombros: E.
53. SISTEMA DE RECRECIMIENTO: Abajo: B. Centro: C. Arriba: A.
54. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampostería: M. Escombros: E. Finos de decantación: F.
56. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.

57. PLAYA: Arena: A. Limo: L. Arcilla: C.
58. BALSA: Arena: A. Limo: L. Arcilla: C.
59. GRADO DE CONSOLIDACION: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. Nulo: N.
60. SISTEMA DE VERTIDO: Codifíquese por orden de importancia. Volquete: V. Vagón: W. Cinta: I. Cable: C. Tubería: T. Canal: N. Pala: P. Cisterna: S. Manual: M.
62. PUNTO DE VERTIDO: Codifíquese por orden de importancia. Contorno: L. Dique: D. Cola: C.
63. TRATAMIENTO: Compactación por el tráfico: T o mecánica: M. Nulo: N.
64. DRENAJE: Codifíquese por orden de importancia. Infiltración natural: I. Drenaje por chimenea: C. Aliviadero: S. Drenaje horizontal: H. Drenaje por el pie: P. Bombeo: B. Evaporación forzada: E. Ninguno: N.
65. RECUPERACION DE AGUA: Total: T. Parcial: P. Nula: N.
66. SOBRENADANTE: Si: S. No: N.
67. DEPURACION: Primaria: P. Secundaria: S. Terciaria: T. Ninguna: N.
68. EVALUACION: Crítica: C. Baja: B. Media: M. Alta: A.
69. COSTRAS: Deseccación: D. Oxidación: O. Ignición: I. No existen: N.
70. PROBLEMAS OBSERVADOS: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. No existen: N.
72. IMPACTO AMBIENTAL: Alto: A. Medio: M. Bajo: B. Nulo: N.



73. ZONA DE AFECCION: Se refiere al área de influencia en caso de accidente. Caserío: C. Núcleo Urbano: N. Carretera: V. Tendido eléctrico: T. Instalaciones Industriales: I. Area de cultivo: A. Cursos de agua: R. Baldío: B. Monte bajo: M. Cauces intermitentes: E. Corta: P. Forestal: F.
75. RECUPERACION: Alta: A. Media: M. Baja: B. Nula: N.
76. DESTINO: Codifíquese por orden de importancia. Relavado: R. Aridos: A. Cerámica: C. Relleno: L.
77. LEY: Alta: A. Media: M. Baja: B.
78. CALIDAD OTROS USOS: Alta: A. Media: M. Baja: B.
79. PROTECCIONES: Si: S. NO: N.
80. USO ACTUAL: Codifíquese por orden de importancia. Agrícola: A. Zona verde: Z. Repoblado: R. Edificación: E. Viario: V. Industrial: I. Zona de - portiva: D. Ninguno: N.

\* 32,37,41

<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
Aluvi3n	ALUVIO
Conglomerados	CONGLO
Gravas, cantos, cascajo, morrillo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravas	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Albero	CALCAR
Calizas	CALIZA
Calizas Fisuradas	CALIFI
Calizas Karstificadas	CALIKA
Calizas Porosas	CALIPO
Calizas Dolom3ticas	CADOLO
Margas	MARGAS
Margo calizas	MARCAL
Dolom3as	DOLOMI
Carniolas	CARNIO
Cuarcitas	CUARCI
Pizarras	PIZARR
Pizarras sil3ceas	PIZASI
Lavas	LAVAS
Cenizas	CENIZA
P3rfidos	PORFID
P3rfidos B3sicos	PORBAS
P3rfidos Acidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Pl3t3nicas Acidas	PLUACI
Plut3nicas B3sicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
M3rmoles	MARMOL
Neises	NEISES
Limos	LIMOS
Tobas	TOBAS

(Continúa...)

<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
Granito	GRANIT
Escoria	ESCORI
Calizas y Cuarcitas	CALCUA
Calizas y Pizarras	CALPIZ
Calizas y Arcillas	CALAR
Arcillas y Pizarras	ARPIZ
Arcillas y Arenas	ARCARE
Cuarcitas y Pizarras	CUARPI
Pórfidos y Granitos	PORGRA
Mármol y Neises	MARNEI
Granitos y Pizarras	GRAPIZ
Coluvial granular	COGRA
Coluvial de transición	COTRAN
Coluvial limo-arcilloso	COLIA
Eluvial	ELUVIA
Suelo Vegetal	SUVEG
Tierras de recubrimiento	TIRRE
Calizas y Tierras	CATIER
Pizarras y Tierras	PIZTIE
Mármol y Tierras	MARTIE
Granitos y Tierras	GRATIE
Basalto	BASALT
Basura urbana y Tierras	BASUTI
Escombros y Desmontes	ESCODES
Yesos	YESOS
Yesos y Arcillas	YEARCI
Rañas	RAÑAS
Rocas volcánicas	VOLCAN
Pizarras y Rocas Volcánicas	PIZVOL
Arcillas	ARCIL
Carbón y Tierras	CARTIE
Margas y Yesos	MARYE

12.- TIPO

Hulla	HU	Magnesita	MG
Antracita	AN	Manganeso	MN
Lignito	LG	Mica	MI
Uranio	UR	Ocre	OR
Otros prod. energ.	OE	Piedra Pomez	PP
Hierro	FE	Sal Gema	SG
Pirita	PI	Sales Potásicas	SP
Cobre	CU	Sepiolita	ST
Plomo	PB	Talco	TL
Zinc	ZN	Thenardita	TH
Estaño	SN	Tripoli	TR
Wolframio	WO	Turba	TU
Antimonio	SB	Otros min. no met.	ON
Arsénico	AS	Arcilla	AC
Mercurio	HG	Arenisca	AA
Oro	AU	Basalto	BS
Plata	AG	Caliza	CA
Tántalo	TA	Creta	CT
Andalucita	AD	Cuarcita	CC
Arcilla refractaria	AR	Dolomía	DO
Atapulgita	AT	Fonolita	FO
Baritina	BA	Granito	GR
Bauxita	BX	Margas	MA
Bentonita	BT	Mármol	MR
Caolín	CL	Ofita	OF
Cuarzo	CZ	Pizarra	PZ
Espato Fluor	EF	Pórfidos	PO
Esteatita	ES	Serpentina	SE
Estroncio	SR	Sílice y ar. silíceas	SI
Feldespató	FD	Yeso	YE
Fosfatos	FS	Otros prod. de cant.	OC
Glauberita	GL	Vertidos urbanos	VE

56.- NATURALEZA DE LOS LODOS

Finos de flotación	F
Finos de separación magnética	M
Finos de lavado	L
De clasificación hidráulica	H
De clasificación mecánica	E
Finos de ciclonado	C
De procesos industriales (corte, pulido, etc.)	I

## 2. MARCO SOCIO-ECONOMICO

Palencia perteneciente a la Comunidad autónoma de Castilla-León tiene una extensión de 8029 Km<sup>2</sup> y 189433 habitantes lo que representa el 8,5% de la superficie de aquella Comunidad y el 7,3% de su población.

Por su nivel productivo es la 5<sup>a</sup> provincia entre las nueve de la citada Comunidad.

A nivel estatal Palencia ocupa el 1,6% del territorio y el 0,5% de la población, ocupando el 43 lugar entre las 50 provincias por su producción.

El sector primario es el predominante en la economía provincial con mayor importancia de la ganadería y riqueza forestal de las tierras altas de la Montaña y de la agricultura en el resto.

Los recursos mineros e industrias químicas derivadas, son significativas en la Montaña junto a las industrias forestales y agroalimentarias. En el resto de la provincia la industria predominante es la de transformación de los productos agropecuarios, siendo de importancia en la comarca de la capital la industria del automóvil y la textil.

## 2.1 Evolución demográfica

En el cuadro 2.1-1 se refleja el desarrollo demográfico de la provincia, junto con el experimentado por la Comunidad castellano-leonesa y el del conjunto del Estado.

El acusado proceso regresivo de la población iniciado en la década de los cincuenta, se ha mantenido hasta los últimos años en que parece se ha alcanzado una cierta estabilización del nivel poblacional en la provincia.

Este carácter regresivo ha afectado fundamentalmente a los Paramos y Tierra de Campos cuya estructura demográfica muestra el envejecimiento de la población y descenso de la natalidad. Sólo la comarca de la capital de la provincia ha experimentado un significativo crecimiento basado en la industrialización y desarrollo de los servicios.

En las tierras altas de la Montaña el proceso regresivo ha sido menos acusado, e influido por la evolución de las explotaciones carboníferas siendo la década de los sesenta la de mayor retroceso demográfico, para iniciar a mediados de la década siguiente una lenta recuperación coincidente con la revalorización de los yacimientos de carbón debida a la crisis energética.

## 2.1 Evolución demográfica

En el cuadro 2.1-1 se refleja el desarrollo demográfico de la provincia, junto con el experimentado por la Comunidad castellano-leonesa y el del conjunto del Estado.

El acusado proceso regresivo de la población iniciado en la década de los cincuenta, se ha mantenido hasta los últimos años en que parece se ha alcanzado una cierta estabilización del nivel poblacional en la provincia.

Este carácter regresivo ha afectado fundamentalmente a los Paramos y Tierra de Campos cuya estructura demográfica muestra el envejecimiento de la población y descenso de la natalidad. Sólo la comarca de la capital de la provincia ha experimentado un significativo crecimiento basado en la industrialización y desarrollo de los servicios.

En las tierras altas de la Montaña el proceso regresivo ha sido menos acusado, e influido por la evolución de las explotaciones carboníferas siendo la década de los sesenta la de mayor retroceso demográfico, para iniciar a mediados de la década siguiente una lenta recuperación coincidente con la revalorización de los yacimientos de carbón debida a la crisis energética.



CUADRO 2.1-1 EVOLUCION DEMOGRAFICA

AÑO	PALENCIA			COMUNIDAD AUTONOMA			ESTADO		
	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km <sup>2</sup>
1900	192.473		23,97	2.351.943		24,97	18.830.649		37,3
1920	191.719	-0,02	23,88	2.467.214	0,24	26,19	22.012.663	0,78	43,6
1930	207.546	0,80	25,85	2.575.131	0,43	27,34	24.026.571	1,83	47,5
1940	217.108	0,45	27,04	2.750.896	0,66	29,20	26.386.854	0,94	47,5
1950	233.290	0,72	29,06	2.884.540	0,48	30,62	28.172.268	0,66	52,2
1960	231.977	-0,06	28,89	2.916.116	0,11	30,96	30.776.935	0,89	55,7
1970	198.763	-1,53	28,89	2.916.116	-0,88	30,96	30.776.935	1,01	60,9
1975	186.763	-1,24	24,76	2.668.289	-0,80	28,33	34.041.531	1,13	67,4
1981	188.479	0,15	23,26	2.563.351	-0,80	27,21	36.012.702	1,13	7,13
1986	189.433	0,10	23,47	2.583.141	0,13	27,42	37.682.355	0,76	74,6
1986	189.433	0,10	23,59	2.582.327	-0,006	27,42	38.473.418	0,42	76,1

Fuente : Censos de población. INE.

La población viene agrupada en pequeños núcleos apareciendo población diseminada de cierta entidad en el valle inferior del Pisuerga.

## **2.2 Actividad Económica**

### **2.2.1 Población Activa**

En el cuadro adjunto se refleja la evolución de la población activa en el quinquenio 1981-85 en la provincia, Comunidad de Castilla-León y conjunto del Estado.

La población activa ha experimentado un fuerte incremento en este período, sin crecimiento apreciable de los residentes, la que refleja un cierto rejuvenecimiento de la población. En todo caso la tasa de actividad se mantiene aún sensiblemente por debajo de su valor medio en la Comunidad Autónoma y en el Estado.

El índice de paro ha experimentado un fuerte incremento, -- ya que el acusado crecimiento de la población activa antes indicado, no ha sido acompañado por una evolución paralela de la ocupación: el 75% de la nueva población activa ha pasado a engrosar la población en paro.

### 2.2.2. Producto interior

La actividad económica provincial y su peso dentro de la C.A. de Castilla-León y el conjunto del Estado queda reflejada por la evolución del VAB y la Renta Interior en los últimos años, según los datos que figuran en el cuadro 2.2.-3.

Los porcentajes de participación de la provincia en la producción y renta del conjunto del Estado, muestran un estancamiento en el período 1975-81 con clara recuperación en los cinco años siguientes, en que el porcentaje del producto provincial superior a su peso poblacional dentro del Estado, si bien en cuanto a renta aún no alcanza la participación equivalente a su nivel de población.

Dentro de la Comunidad Autónoma, la participación de la provincia en la producción y renta presenta un crecimiento positivo en el período 1981-1985 con valores superiores a los correspondientes a su población.

	Poblacion Residente	Activos	Tasa Actividad (%)	Ocupados	Indice de empleo(%)	En paro	Indice de paro (%)
<u>1961:</u>							
Palencia	188,5	51,4	27,3	46,5	90,2	5,1	9,8
C. Autónoma Castilla-León	2584,2	827,1	32,0	737,5	89,2	89,6	10,8
Estado	37696,2	12901,1	34,2	11016,7	85,4	1884,3	14,6
<u>1965:</u>							
Palencia	189,3	62,0	32,8	49,0	79,0	13,0	21,0
C. Autónoma Castilla-León	2583,6	911,4	35,3	745,2	81,8	166,2	18,2
Estado	38306,8	13533,7	35,4	10582,4	78,1	2971,0	21,9

FUENTE: Renta Nacional de España y su distribución provincial. Bº de Bilbao

**CUADRO. 2.2.-1 - POBLACION ACTIVA Y EN PARO  
(MILES DE PERSONAS)**

Si bien el crecimiento de la población ocupada ha sido débil en el quinquenio considerado, se ha producido una significativa variación de su distribución por sectores, con disminución importante del peso del sector construcción e incremento del de los servicios y en menor medida del industrial, como ponen de manifiesto los datos del cuadro 2.2-2.

SECTOR	1981			1985		
	Palencia	C. Autónoma	Estado	Palencia	C. Autónoma	Estado
Agricultura	21,0	29,7	16,6	21,8	28,3	18,3
Industria	22,8	19,4	25,5	25,9	20,0	24,4
Construcción	13,6	10,0	10,2	7,8	7,7	7,3
Servicios	39,0	36,4	42,4	44,5	44,0	50,1
Otros	3,6	4,5	5,3	-	-	-

FUENTE: Renta Nacional de España y su distribución provincial. Bº de Bilbao

**CUADRO. 2.2.-2 - EVOLUCION DE LA DISTRIBUCION POR SECTORES  
DE LA POBLACION ACTIVA (%)**

	1983					1981					1975				
	Estado	C. Auton.	Palencia	% s/	% s/	Estado	C. Auton.	Palencia	% s/	% s/	Estado	C. Auton.	Palencia	% s/	% s/
				C. A.	Est				C.A	Est				C.A	Est
Población (a 1º Julio)	38.424.200	2.583.599	189.308	7,33	0,49	37.814.796	2.584.246	188.544	7,30	0,50	35.515.184	2.552.449	186.670	7,31	0,53
VAB ( 10 <sup>6</sup> Ptas )	27.859.655	1.681.133	142.048	8,45	0,51	16.698.773	969.433	78.379	8,08	0,47	5.653.211	345.681	27.131	7,85	0,48
VAB/Hab (Ptas/Hab)	725.055	650.694	750.354	115,32	103,49	411.594	375.151	415.707	110,81	94,14	159.177	135.431	145.324	107,30	91,30
Renta Int.(10 <sup>6</sup> Ptas)	24.544.310	1.448.547	110.966	7,66	0,45	14.979.161	831.143	60.513	7,28	0,40	5.168.569	319.978	23.949	7,48	0,46
Renta p. cap.(Ptas/Hab)	638.772	560.670	586.166	104,55	91,76	397.365	321.619	320.949	99,79	80,77	146.001	125.361	128.296	102,34	87,87

FUENTE: Renta Nacional de España y su distribución provincial. Bº de Bilbao

**CUADRO 2.2.-3 - EVOLUCION DEL VAB Y RENTA INTERIOR**

### 2.2.3. Sectores de actividad

La evolución de la distribución por sectores del VAB es la indicada en el cuadro 2.2.-4 para el período 1975-85.

El quinquenio 1975-81 señala la transformación de la economía provincial eminentemente agraria hasta el inicio de ese período. Durante el mismo se produce un fuerte incremento de la producción minera e industrial debida a la intensificación de las explotaciones carboníferas del norte de la provincia originadas por la crisis energética, así como por la instalación de la industria auxiliar del automóvil en la provincia.

	1985			1981			1975				
	10 <sup>6</sup> Pts	% s/Total			10 <sup>6</sup> Pts	% s/Total			10 <sup>6</sup> Pts	% s/Total	
		Estado	C.A.	Palencia		Estado	C.A.	Palencia		C.A.	Palencia
AGRICULTURA Y PESCA	18641	6,40	12,57	13,11	5820	6,43	9,59	7,43	6799	21,62	25,06
MINERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	57913	32,00	27,20	40,72	33961	34,00	36,03	43,33	8156	31,67	30,06
COMERCIO Y SERVICIOS	65494	61,60	60,23	46,11	38598	59,57	54,38	49,24	12176	46,71	44,88
TOTAL	142048	100,-	100,-	100,-	78379	100,-	100,-	100,-	27131	100,-	100,-

FUENTE: Renta Nacional de España y su distribución provincial. Bº de Bilbao

CUADRO 2.2.-4 - DISTRIBUCION SECTORIAL DEL VAB

En el quinquenio 1981-85 el alivio de la crisis energética origina cierto retroceso en el valor de la producción minera, en tanto que la agrícola experimenta un incremento destacable, debido en parte a las mejoras introducidas en el sector ganadero.

La contribución de los distintos sectores a la producción y empleo queda recogida en el cuadro 2.2.-5 que pone de manifiesto la buena productividad en todos los sectores que refleja el índice VAB/empleo resultante para las mismas.



AÑO 1985	PROD. BRUTO (10 <sup>6</sup> Pts )	% s/total	V.A.B. (10 <sup>6</sup> Pts)	% % s/total	VAB/P.B. %	Nº empleos	% s/total	VAB/empleo ( 10 <sup>3</sup> Pts )
Agricultura	30.268	10,30	18.641	13,12	61,59	11.776	18,96	1.583
Industria	152.537	51,90	46.701	32,88	30,62	19.021	30,63	3.045
Construcción	25.558	8,70	11.212	7,89	43,87	4.492	7,23	2.496
Servicios	83.536	29,10	65.494	46,11	78,40	26.814	43,18	2.443
TOTAL	291.899	100,-	142.048	100,-	48,66	62.103	100,-	2.287

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial. Bº de Bilbao.

CUADRO 2.2-5 APORTACION POR SECTORES A LA PRODUCCION Y EMPLEO

#### 2.2.4- Actividad Minera

La producción minera de Palencia está basada fundamentalmente por orden de importancia en: explotaciones carboníferas, productos de canteras, y con menor relieve en el grupo denominado minería no metálica.

La evolución de la actividad minera en la provincia, acusa la vicisitudes de los distintos sectores dentro del contexto nacional.

Atendiendo a los datos de Estadística Minera, en los cuadros 2.2.4.1.-2-3-4, se recopilan los datos síntesis que ponen de manifiesto la importancia del sector minero dentro del marco de la economía provincial y su peso dentro del Estado.

Pueblos como Barruelo de Santullán han visto decrecer el número de puestos de trabajo relacionados con la minería, a consecuencia del cierre de las labores mineras de interior y a la apertura de explotaciones de cielo abierto. Velilla del Río Carrión y San Cebrián de Mudá, son en cambio pueblos que mantienen el porcentaje de personas con actividad minera. La población, que está relacionada con la minería es de un 28% aproximadamente, de la total de las Cuencas.

En los últimos años la evolución del sector carbonero en las distintas cuencas palentinas, ha sido muy desigual, y francamente, desfavorable para la Cuenca de Barruelo.

## PALENCIA

Intervalos de Variación	1-10		11-25		26-50		51-100		101-250		Mas de 250		TOTAL	
	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo
HULLA									1	150			1	150
ANTRACITA					5	184	5	395	2	309	1	345	13	1233
ARCILLA	20	32											20	32
ARENA Y GRAVA	9	28											9	28
ARENISCA			1	13									1	13
CALIZA	8	35	2	26									10	61
MARMOL	4	21	2	22									6	43
YESO	5	23											5	23
<b>TOTAL</b>	46	139	5	61	5	184	5	395	3	459	1	345	65	1583

FUENTE : ANUARIO DE ESTADISTICA MINERA DE ESPAÑA. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA.

CUADRO 2.2.4.-1 - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS-1975

## PALENCIA

Intervalos de Variación	1-10		11-25		26-50		51-100		101-250		Mas de 250		TOTAL	
	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo
HULLA					1	41			1	134			2	175
ANTRACITA	3	11	1	24	3	105	3	272	2	334	1	355	13	1101
ARCILLA	15	27											15	27
ARENISCA	1	6											1	6
CALIZA	3	14	3	38									6	52
MARMOL	1	7	2	25									3	32
YESO	4	13											4	13
OTROS PRODUCTOS DE CANTERA	3	12	1	11									4	23
<b>TOTAL</b>	30	90	7	98	4	146	3	272	3	468	1	355	48	1429

FUENTE : ANUARIO DE ESTADISTICA MINERA DE ESPAÑA. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

CUADRO 2.2.4.-2 - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS-1980

# PALENCIA

Intervalos de Variación	1-10		11-25		26-50		51-100		101-250		Mas de 250		TOTAL	
	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo
HULLA							1	75	1	141			2	216
ANTRACITA	1	4	3	47	4	138	3	256	2	336	1	357	14	1138
ARCILLA	15	24											15	25
ARENISCA	1	5											1	5
CALIZA	5	24	2	27									7	51
MARMOL	4	16	2	24									6	40
YESO	3	12											3	12
OTROS PRODUCTOS DE CANTERA	2	7	1	12									3	19
<b>TOTAL</b>	31	93	8	110	4	138	4	331	3	477	1	357	51	1506

FUENTE : ANUARIO DE ESTADISTICA MINERA DE ESPAÑA. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

CUADRO 2.2.4.-3 - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS-1982

## PALENCIA

Intervalos de Variación	1-10		10-19		20-49		50-99		100-499		TOTAL	
	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo	Nº Expl.	Empleo
HULLA							1	98	1	143	2	241
ANTRACITA	2	7	1	17	3	105	3	218	4	881	13	1228
ARCILLA	5	7									5	7
CALIZA	4	14	3	36							7	50
MARMOL	5	28									5	28
YESO	3	10									3	10
OTROS PRODUCTOS DE CANTERAS	3	8	1	10							4	18
<b>TOTAL</b>	22	74	5	63	3	105	4	316	5	1024	39	1582

FUENTE : ANUARIO DE ESTADISTICA MINERA DE ESPAÑA. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

CUADRO 2.2.4.-4 - DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES  
MINERAS-1985

En la actualidad se aprecia una situación un tanto estática en las cuencas que tenían un mayor desarrollo.

Si acudimos a las fuentes estadísticas (AIRNC -1982), los recursos de hulla y antracita evaluados en  $M_t$ , son los recogidos en el cuadro. 2.2.4.5.

CUENCA	CLASE CARBON	TONELAJE TEORICO	TOTAL	TONELAJE EXPLOTABLE			
				MUY PROBABLE	PROBABLE	POSIBLE	HIPOTETICO
Valderrueda-Guardo	Antracita	1.056,3	511,3	14,9	15,5	16,4	464,5
La Pernia-Barruelo		258,7	106,4	13,5	13,5	14,3	65,1

FUENTE: AIRNC - 1982

CUADRO 2.2.4.-5 - RECURSOS DE HULLA Y ANTRACITA EN  $M_t$ -CUENCAS DE GUARDO-BARRUELO

Para la estimación de estos tonelajes en las cuencas productivas y en otros puntos de interés potencial se definieron los parámetros de:

Tonelaje teórico: Obtenido multiplicando la superficie de las capas por su potencia media y su peso específico.

Si al tonelaje teórico le afectamos de tres coeficientes, una de simultaneidad, otro de fallas y esterilidades y otro de explotación se define el llamado tonelaje práctico con cuatro grupos denomina-

dos: "Muy Probable", "Probable", "Posibles" e "Hipotético", en donde los tres primeros pueden considerarse como Recursos Identificados y el último como Recurso Hipotético.

Se adoptó como criterio de "Recurso Muy Probable", aquel tonelaje comprendido en el elemento de volumen definido entre la guía o nivel reconocido más profundo y una distancia, siguiendo la línea de máxima pendiente, equivalente al 10% de la corrida de la capa guiada o explotada.

Franjas de igual altura según capa proporcionan en profundidad el tonelaje probable y posible, teniendo el carácter de hipotético el restante.

Esta cuantificación ha sido modificada con los oportunos incrementos o disminuciones de superficies en aquellos casos en que se ha constatado una información fiable.

Si se verifica la oportuna equivalencia entre las categorías anteriores y las aceptadas por la Conferencia Internacional de Energía, se obtiene el cuadro siguiente de Recursos Geológicos en donde se observa que a Palencia le corresponden un 18% de los recursos de hulla y antracita, equivalentes a 639,2 M<sub>t</sub> de Recursos Geológicos.

En cambio el sector de rocas industriales, va acentuando poco a poco su importancia productiva y económica dentro del sector.



PROVINCIA	%	RECURSOS GEOLOGICOS	MUY PROBABLES	PROBABLES	POSIBLES	HIPOTETICOS
<u>Hulla y Antracita</u>						
Asturias	36	1.246,2	210,0	188,7	176,7	670,8
León	41	1.241,8	194,0	143,2	135,2	953,4
Palencia	18	639,2	31,9	30,1	31,9	545,3
Ciudad Real	3	101,3	73,9	3,6	23,8	-
Córdoba	2	61,5	21,3	12,1	10,7	17,4
Sevilla	-	1,7	0,7	0,7	0,3	-
Badajoz	-	1,6	-	0,3	0,6	0,7
TOTAL H+A	100	3.477,3	531,8	378,7	379,2	2.187,6
<u>Lignito</u>						
Granada	6	93,7	93,7	-	-	-
Teruel	58	1.015,6	236,6	125,2	120,3	533,5
Zaragoza	7	124,8	8,0	10,8	10,7	95,3
Barcelona	9	161,7	24,2	16,0	15,1	106,4
Baleares	2	40,6	23,2	2,8	11,9	2,7
La Coruña	18	315,1	315,1	-	-	-
TOTAL LIGNITO	100	1.751,3	700,7	154,7	158,0	737,9
TOTAL CARBÓN		5.228,8	1.232,5	533,4	537,2	2.925,5

FUENTE: El carbón en España. Oviedo 1987

**CUADRO 2.2.4.-6 - ESPAÑA. RECURSOS GEOLOGICOS. DISTRIBUCION POR PROVINCIAS (M<sub>t</sub>)**

### 3. MEDIO FISICO

#### 3.1. Morfología

La provincia de Palencia presenta una variada orografía desde las altas montañas de los Picos de Europa al Norte a los desérticos páramos miocénicos del sur, pasando por extensas tierras de transición montañosa y grandes parameras diluviales del centro de la provincia.

Las tierras altas del norte o Montaña corresponden a la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica. La evolución geomorfológica es la común a toda la cordillera, alcanzando las mayores alturas en el extremo norte provincial: Peña Prieta, 2.536 m, y El Espigete, 2.450 m.

La intensa acción erosiva de los afluentes del Duero que nacen en la provincia han labrado valles abruptos desde los que, de manera progresiva, se va pasando hasta las plataformas de los páramos del centro de la provincia, distinguiéndose así en esta comarca tres franjas paralelas de Norte a Sur: la zona montañosa propiamente dicha, el pie de monte serrano accidentado por alineaciones procedentes de la anterior y por último, las tierras de Valdivia y Ojeda, transición a la comarca de Los Páramos.

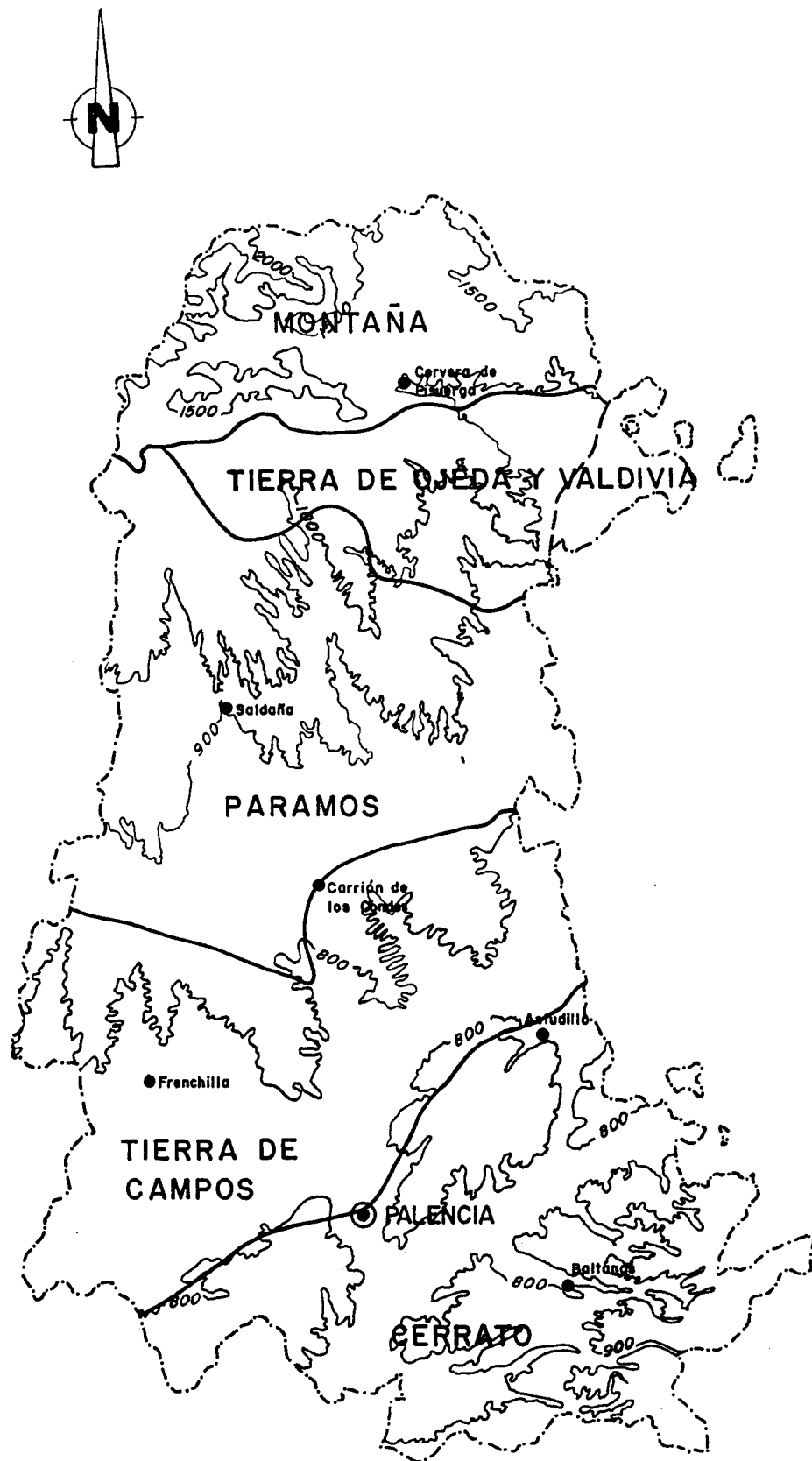


FIG. 3.I.I. - MORFOLOGIA.

ESCALA : 1/750.000

Esta forma parte de una zona más extensa que se prolonga en las provincias de Burgos y León. Los páramos palentinos se distinguen por estar los depósitos sedimentarios protegidos por rañas frente a la intensa erosión fluvial por lo que las plataformas interfluviales o páramos de rañas son muy extensos, perdiendo extensión los valles excavados por la red fluvial.

Al sur se encuentra la Tierra de Campos palentina, constituida por un conjunto de llanuras a diferente nivel, modeladas por la erosión fluvial en las margas y arcillas miocénicas, donde aquélla ha aislado de los páramos circundantes oteros y alcores.

Al SO la Tierra de Campos se prolonga en la comarca de Cerratos que comprende un conjunto de llanuras con pronunciadas ondulaciones cuya base morfológica son arcillas y margas sobre las que se dispone la amalgama calcárea que sirve de base a una estructura paramérica con sus características formas tabulares, motas y cerros testigo.

## **3.2. Hidrología**

### **3.2.1. Superficial**

La zona montañosa del norte es el origen de la hidrografía provincial y en ella se encuentra la divisoria (Pico Tres Mares) de las vertientes mediterránea, cantábrica y atlántica.

Salvo los enclaves palentinos situados en la provincia de Santander, que pertenecen a la cuenca del Ebro, el conjunto provincial queda dentro de la vertiente del Duero de la Cordillera Cantábrica.

La red de drenaje provincial se articula sobre el Pisuerga como colector principal. Este afluente de la margen derecha del Duero atraviesa de norte a sur la provincia por su límite oriental, recibiendo por su margen derecha los ríos Burejo, Valdavia y Carrión que junto a sus afluentes recorren la provincia de NE a SO con trayectorias más o menos paralelas.

Son ríos de régimen pluvionival siendo el factor nival de gran importancia en el curso alto y que rápidamente se pierde al descender a las comarcas centrales, donde sólo recogen los excedentes de la escasa pluviometría de la zona.

La fuerte pendiente y encajonamiento de los cursos altos junto con la importancia de sus caudales, ha conducido a la construcción de diversos embalses: Cervera (10 Hm<sup>3</sup>), Requejada (65 Hm<sup>3</sup>) y Aguilar de Campoo (247 Hm<sup>3</sup>) en la cuenca alta del Pisuerga, Camporeondo (70 Hm<sup>3</sup>) y Campuerto (95 Hm<sup>3</sup>) en la cabecera del Carrión.

La cuenca de margen derecha del Pisuerga sólo comprende en la provincia palentina, su extremo SE dentro del que, y tras corto recorrido por el mismo, recibe el Arlanza que cerca del límite provincial ha incorporado al Arlanzón.

CUADRO 3.2-1 REGIMEN DE CAUDALES

CUENCA HIDROG.	RIO	EST. DE AFORO (% s/Cuenca total)	SUP.CUENCA TOTAL Km <sup>2</sup>	Nº AÑOS REGISTRADOS	MODULO MEDIO <sup>(1)</sup> m <sup>3</sup> /s	CAUDAL ESPECIFICO l/s/km <sup>2</sup>	EXTREMOS DIARIOS	
							EN EL PERIODO MINIMO m <sup>3</sup> /s	MAXIMO m <sup>3</sup> /s
DUERO	BUREJO	QUINTANATELLO (20,3)	276	39	0,64	11,5	0	39
	PISUERGA	CORDOVILLA LA REAL (26,7)	15828	57	20,00	4,7	0	545
	UCIEZA	VILLALCAZAR DE SIRGA (47,6)	655	27	0,91	2,9	0	41
	CARRION	PALENCIA (65,2)	3407	56	12,68	5,7	0	524
	ARLANZA	PERAL DE ARLANZA (44,9)	5380	53	15,4	6,4	0,04	459
	ARLANZON	QUINTANA DEL PUENTE (96,5)	5380	56	31,6	6,1	0,10	517
	PISUERGA	DUEÑAS (85,7)	15828	4	49,8	3,7	7,95	192

(1) Medido en el período de los caudales medios anuales (módulos)

FUENTE: AFOROS DIRECCION GENERAL DE OBRAS  
HIDRAULICAS (M.O.P.U.)

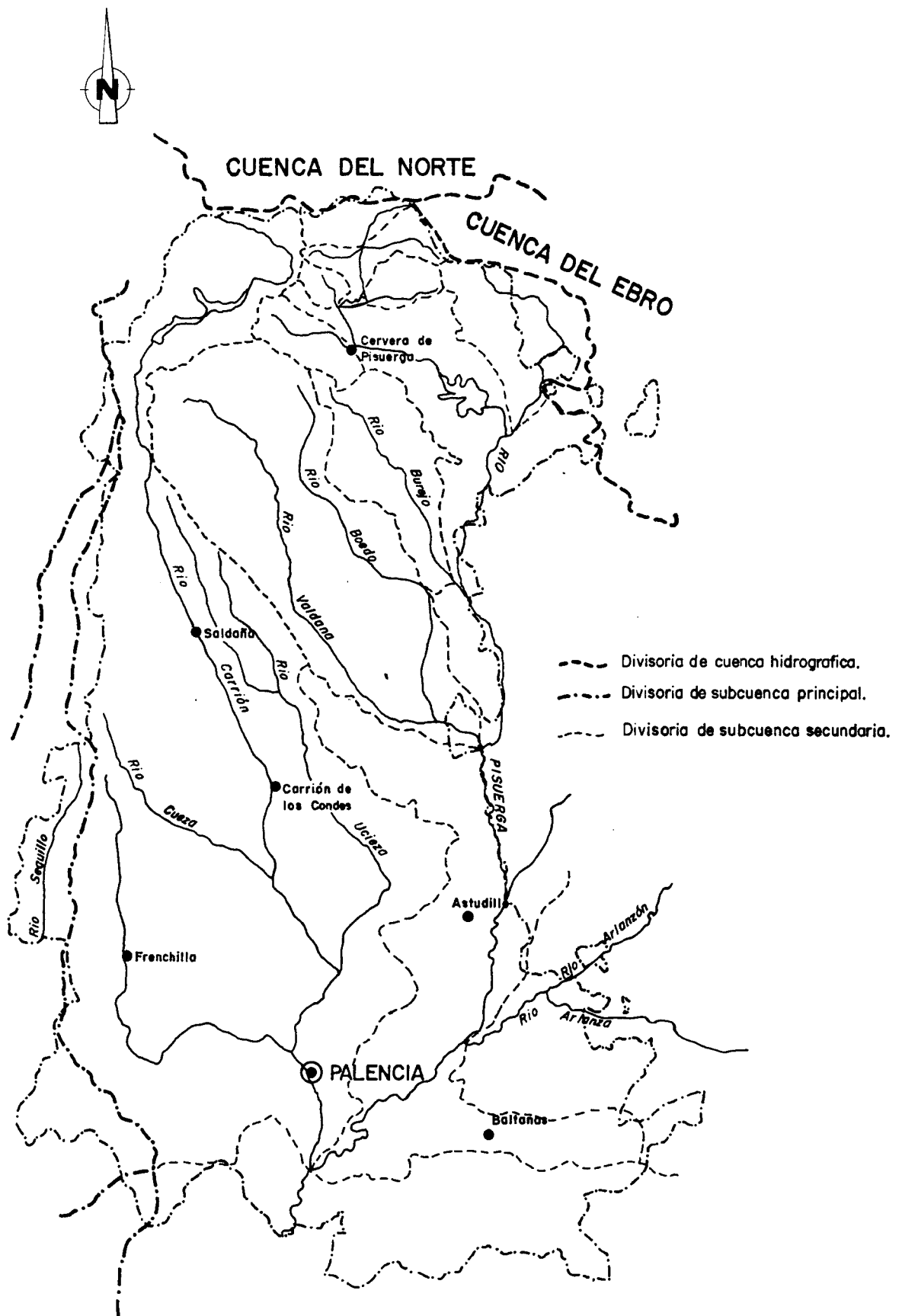


FIG. 3.2.1. - CUENCAS Y SUBCUENCAS PRINCIPALES.

ESCALA = 1/750.000.

La red fluvial de la provincia se ha reflejado en la figura 3.2-1, recogiendo los datos más característicos disponibles de su régimen de caudales en el cuadro 3.2-1.

### 3.2.2. Subterránea

La provincia de Palencia, salvo las montañas del norte, pertenece hidrogeológicamente a la Cuenca Terciaria del Duero (Sistema Acuífero nº 8 del Mapa Hidrogeológico Nacional) constituido por una gran cubeta rellena de sedimentos predominantemente detríticos del Terciario recubierto por formaciones pliocuaternarias.

Atendiendo al flujo subterráneo, la provincia queda afectada por las tres regiones homogéneas delimitadas en la figura 3.2-2.

Los recursos estimados para los distintos acuíferos, indicados en dicha figura, son los siguientes:

<u>REGION</u>	<u>Acuífero profundo</u>		<u>Acuífero superficial</u>		
PARAMOS	Infiltración	0	Páramo de Torozos	Infiltración	50
	Entradas Subt.	<u>1</u>			
		1			
<u>ESLA-VALDE</u> RADUEY	Infiltración	10-20	Páramo de rañas	Infiltración	30
	Entradas Lat.	<u>2-4</u>			
		12-24			



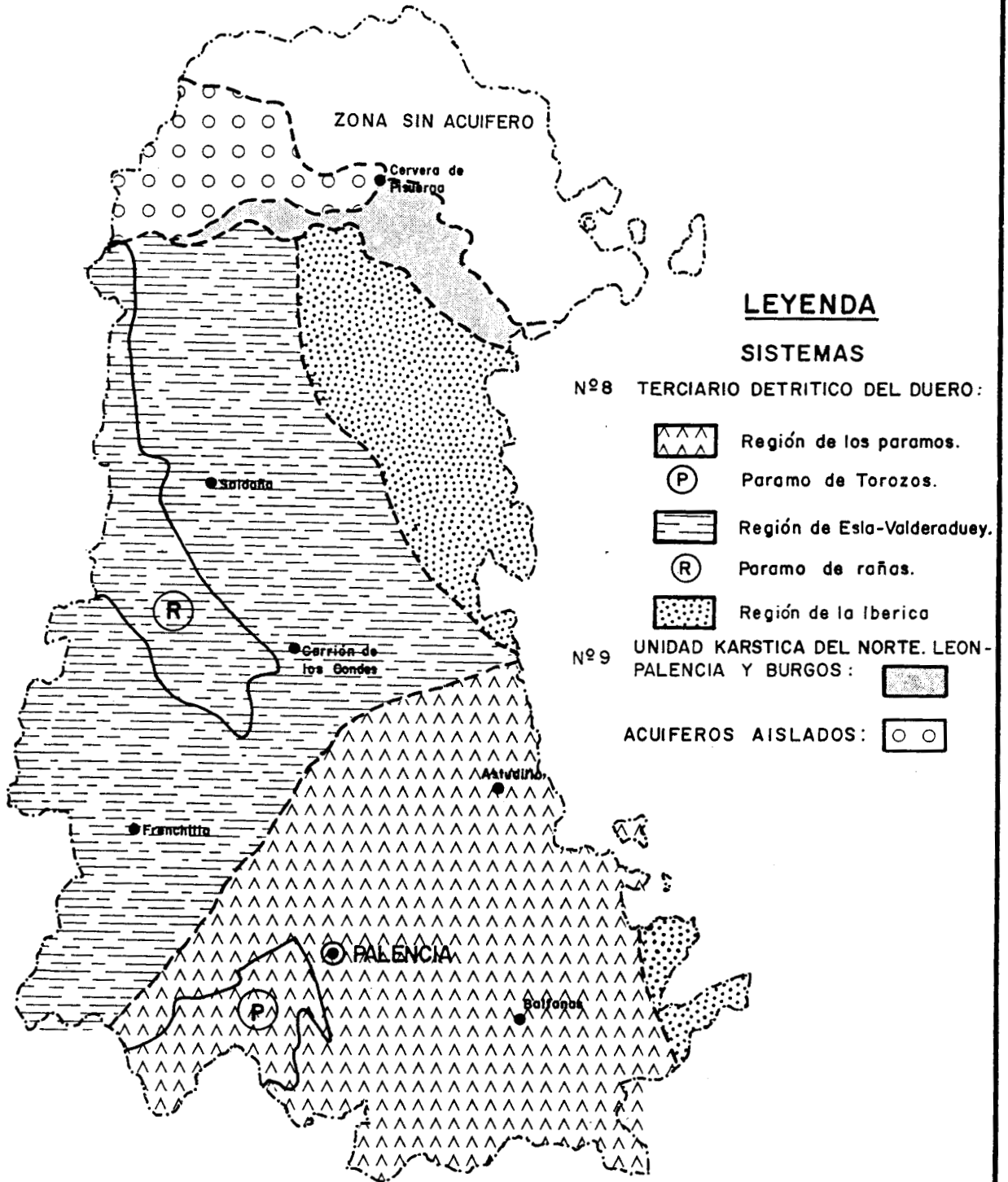


FIG. 3.2.2. - HIDROGEOLOGIA.

ESCALA : 1/750.000

IBERICA	Infiltración	12	
	Entradas Lat.	<u>16</u>	-
		28	

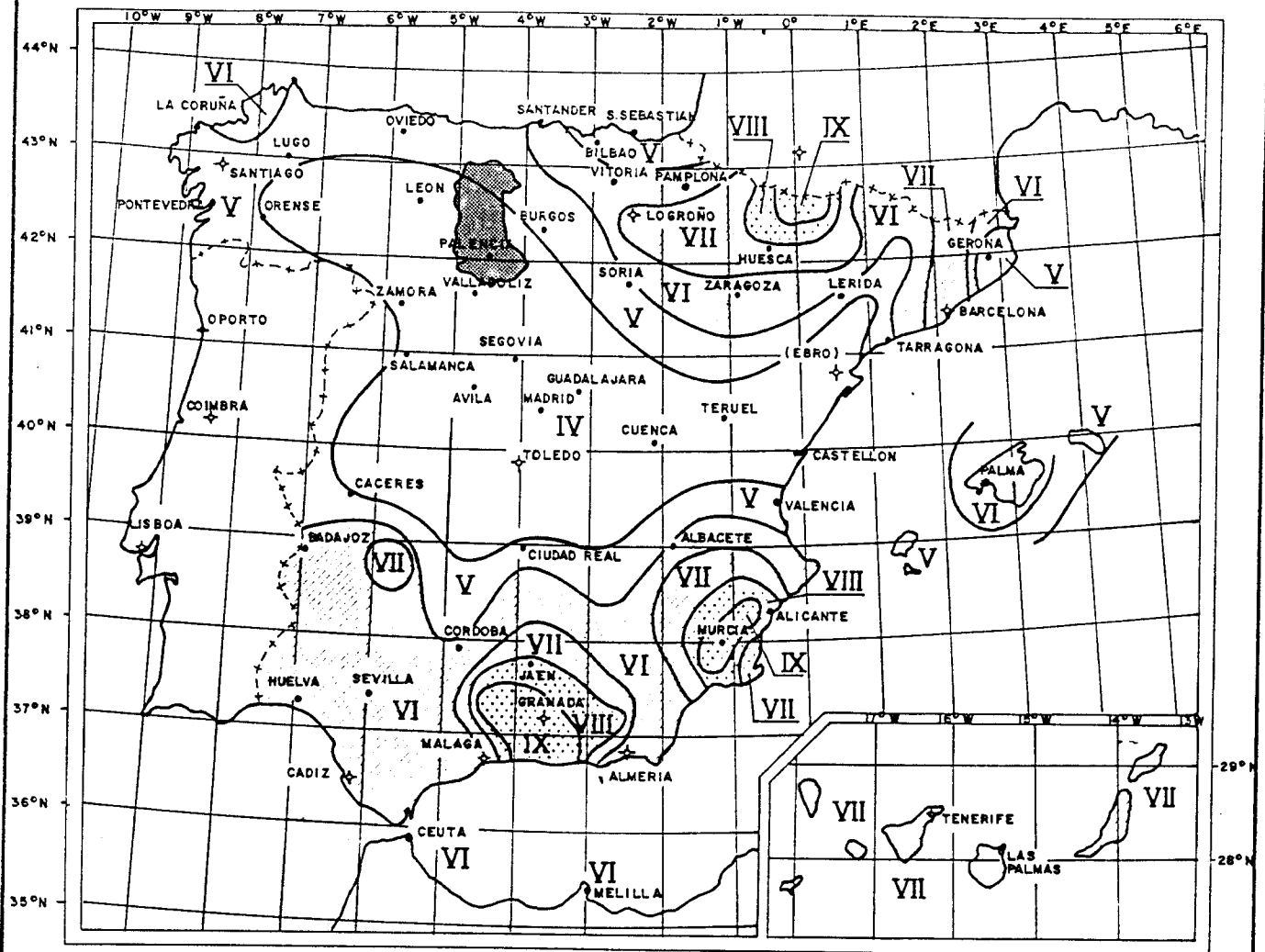
Los aluviales con cierta entidad como acuíferos, corresponden al Pisuega y Arlanza.

### 3.3. Sismología

La provincia de Palencia se encuentra toda ella dentro de la isosista que delimita el área de grado sísmico V de la escala internacional, quedando por tanto comprendida en la "zona primera", que corresponde a intensidades bajas, de la zonificación sísmica de España, establecida por la Norma sismorresistente PDS-1 (1974) reflejada en la fig. 3.3-1.

Esta Norma establece para las estructuras a construir en la mencionada zona, que es potestativo por parte del proyectista la consideración de acciones sísmicas.

En consecuencia, el riesgo sísmico en la provincia, no afecta a la estabilidad dinámica de las estructuras mineras, debiendo contemplarse en su caso sólo para estructuras muy singulares por sus dimensiones y/o por la gravedad de los daños humanos y materiales que se pudieran producir en rotura.




20 0 20 100 Km.

ZONA INTENSIDAD : G ( Escala MSK )

Primera  < VI (Baja)

Segunda   $VI \leq o < VII$  (Media)

Tercera   $\geq VIII$  (Actual)

† Observatorio Sismografico

• Capital de provincia.

FIG.33-1.- ZONIFICACION SISMICA DE ESPAÑA SEGUN NORMA PDS - 1 (1.974)

### 3.4. Climatología

La provincia de Palencia presenta una gran diversidad climática, consecuencia fundamentalmente de las variaciones topográficas existentes entre la Montaña del norte provincial y la altiplanicie mesetaria, que ocupa la mayor parte de la provincia.

#### 3.4.1. Temperaturas

Vienen determinadas por la altitud, resultando así decrecientes de sur a norte, como reflejan los mapas de isotermas recogidos en las figuras 3.4-1 y 3.4-2,, desde las máximas en las tierras bajas del valle del Pisuerga hasta las mínimas en las montañas del límite norte.

Las medias anuales varían, siempre en función de la altitud, entre 6º y 9º en la Montaña y entre 9º y 11º en el Páramo. En la Tierra de Campos y Cerrato la media anual es prácticamente uniforme en torno a los 11º, alcanzándose los 12º como media anual más elevada en la provincia a lo largo del valle del Pisuerga.

Los valores térmicos extremos muestran una fuerte oscilación anual, correspondiendo a la Montaña mínimas absolutas entre -17º y -23º frente a máximas de estío entre 38º y 35º. A medida que se descende hacia el sur se suavizan las mínimas al tiempo que crecen las máximas, correspondiendo valores absolutos respectivos de -12º

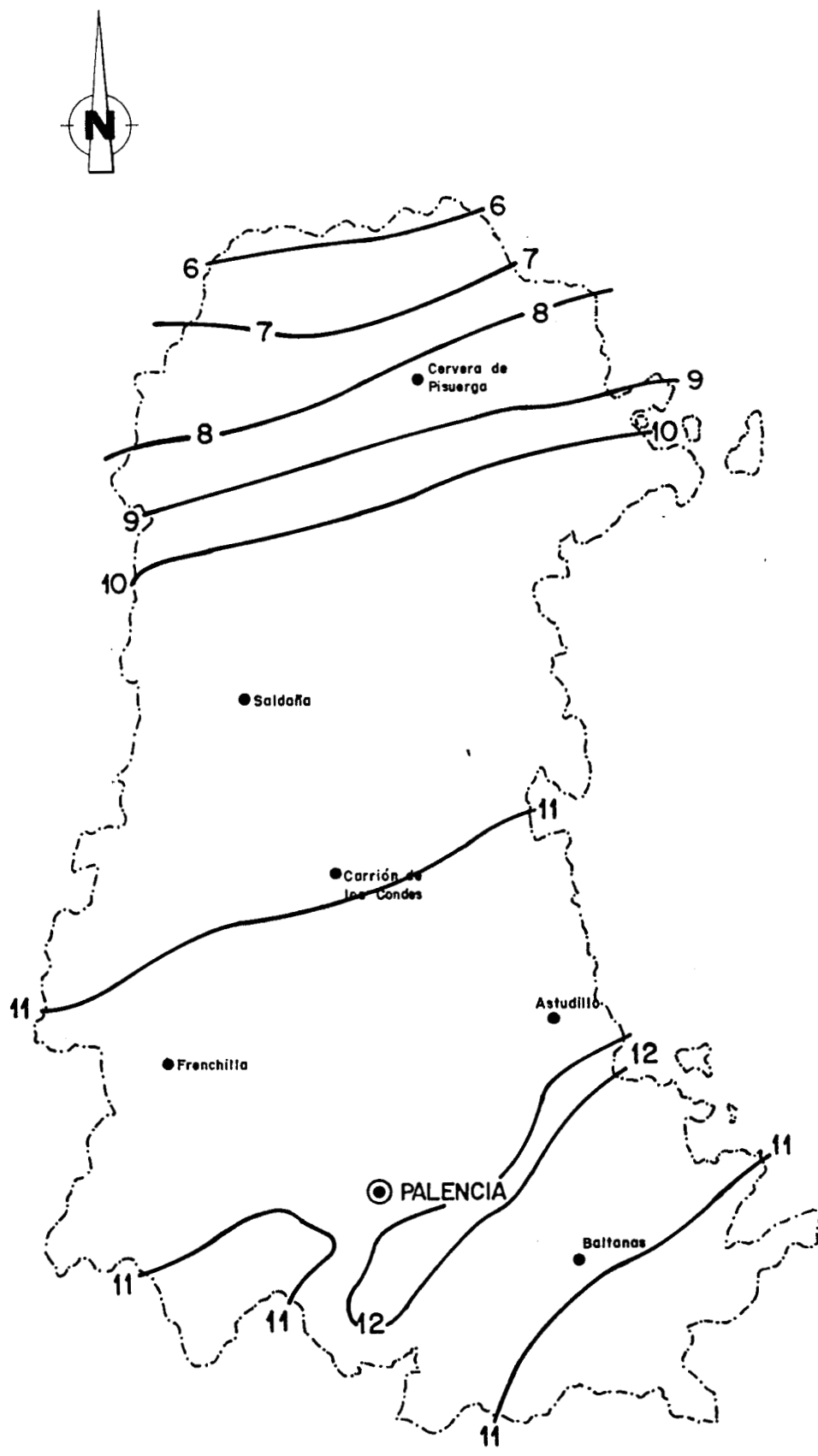


FIG. 3.4.1. - ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C).

ESCALA = 1/750.000

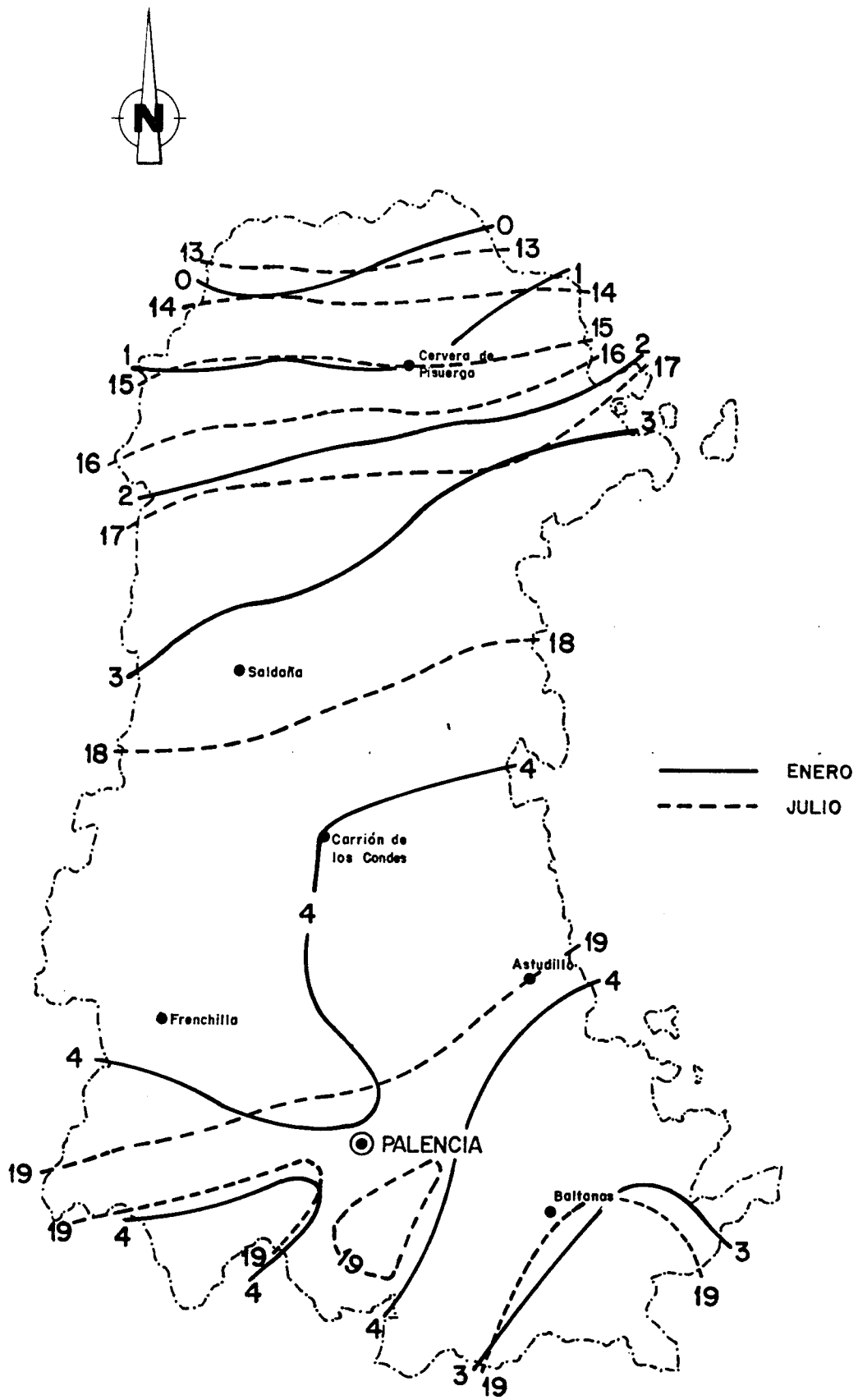


FIG. 3.4.2. - ISOTERMAS EXTREMAS. (°C).

ESCALA = 1 / 750.000.

a 36° a las zonas centrales y de -10° y 42° a la comarca de Cerrato al sur. Esta extremosidad climática se suaviza algo en el valle del Pisuerga, con valores extremos de -5° y 39,5°.

El período de heladas se extiende de septiembre a junio en la Montaña y de octubre a mayo en el resto de la provincia, siendo más frecuentes en los meses de enero y primera mitad de febrero.

### 3.4.2. Precipitaciones

La distribución de precipitaciones viene determinada fundamentalmente por la altitud, correspondiéndose las máximas a la Montaña con medias anuales crecientes entre los 700 a 800 mm en el pie de monte meridional hasta los 1.200 en las zonas más elevadas del límite NO de la provincia. En el resto de la provincia, la pluviometría es escasa con valores anuales de 500 a 600 mm en el Páramo y de 400 a 500 en Tierra de Campos y Cerratos, como refleja el mapa de isoyetas de la figura 3.4-3.

El invierno es la estación más lluviosa en la Montaña mientras que en el resto de la provincia corresponden a la primavera u otoño las máximas precipitaciones.

La torrencialidad de las precipitaciones (figura 3.4-4) es baja, pues salvo en la Montaña que se alcanzan valores de 140 mm/día para 100 años de recurrencia en el resto de la provincia, no se superan

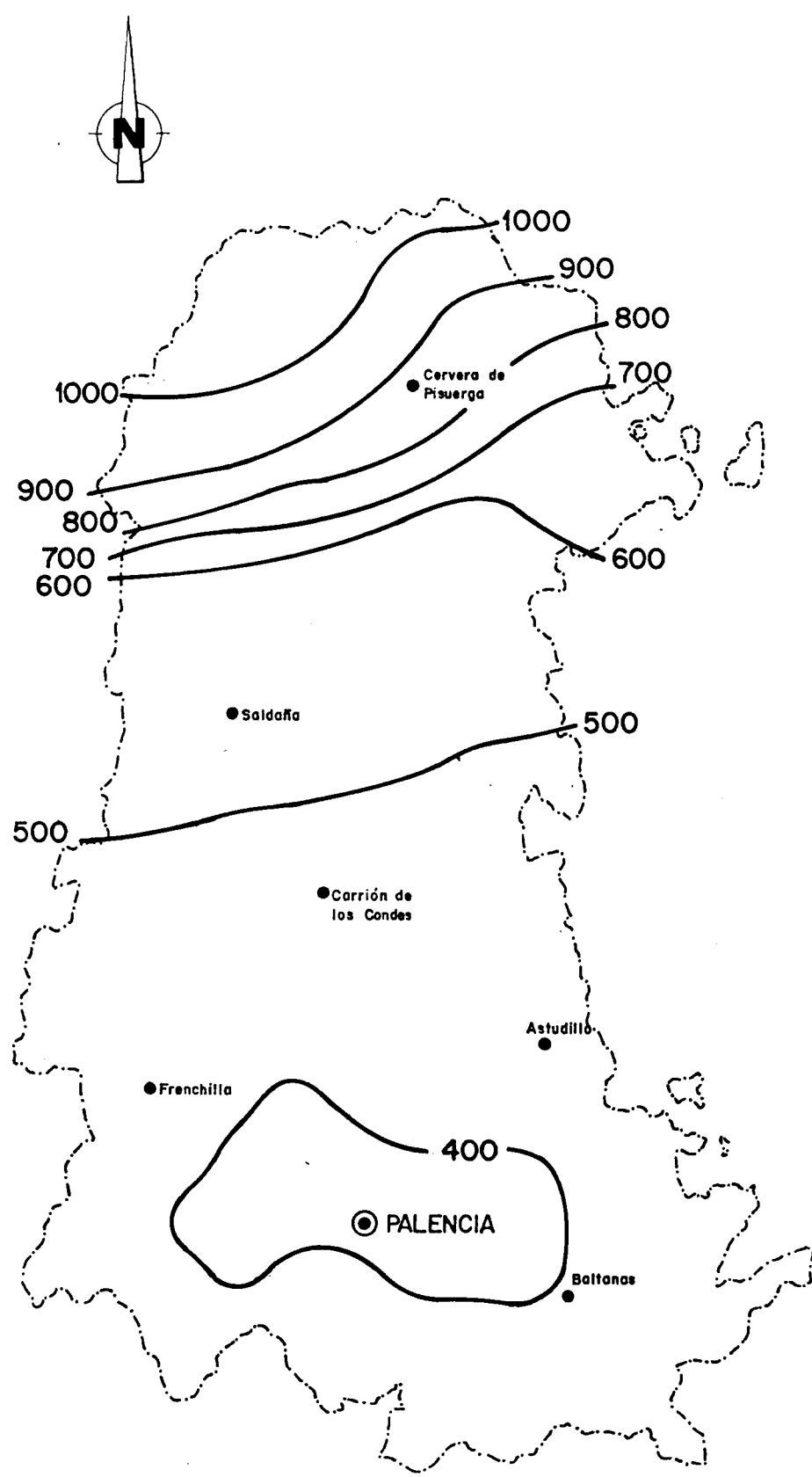


FIG. 3.4.3. - ISOYETAS MEDIAS ANUALES (mm).

ESCALA = 1/750.000.



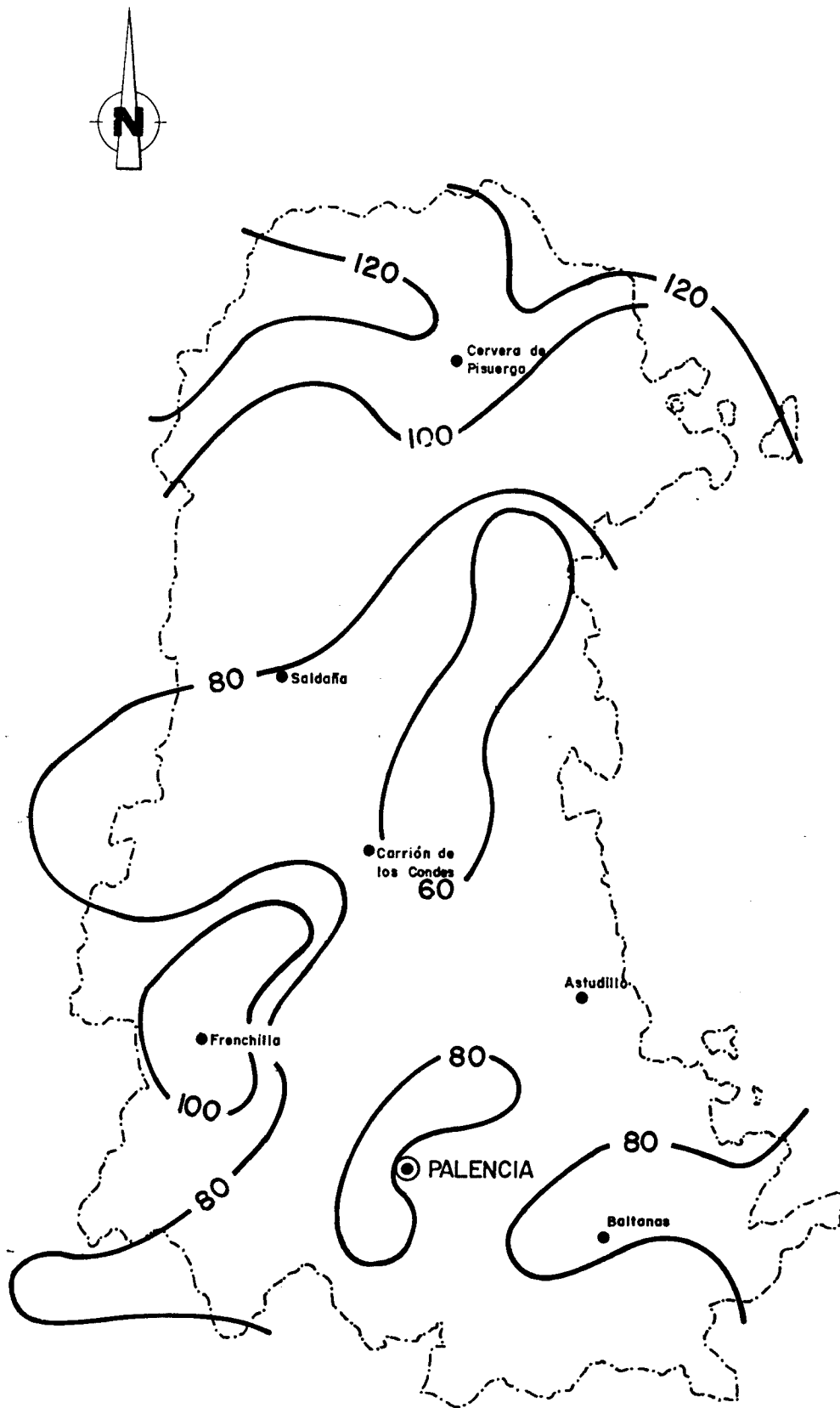


FIG. 3.4.4. - PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm).

(Periodo de retorno 100 años).

ESCALA = 1/750.000.

los 100 mm/día para dicha recurrencia.

El número medio de días de nevada al año es de 15 a 33 en la zona de Montaña y de 5 a 15 días en el resto de la provincia.

### **3.4.3. Insolación**

El número medio de horas anuales de sol es de 2.500 a 2.600 (57% del máximo teórico) en toda la provincia, a excepción de la Montaña, donde dicho número varía según la altitud de 2.500 a 1.900 horas /año.

### **3.4.4. Vientos**

Los vientos son muy constantes en su dirección, siendo los más frecuentes los del NE y SO.

El recorrido medio anual del viento es de 15 a 20 km/h, por lo que puede considerarse la provincia como moderadamente ventosa. Las intensidades máximas alcanzan velocidades de 60 a 70 km/h generalmente en los meses de marzo, septiembre y octubre.

### 3.4.5. Síntesis climatológica

La provincia de Palencia, situada en el borde superior de la meseta septentrional, presenta variaciones climáticas notables, determinadas por la influencia de los macizos montañosos del norte.

En esta zona el clima es húmedo, con precipitaciones abundantes (800 a 1200 mm/año) muchas de ellas en forma de nieve. Los inviernos son largos y muy fríos, con temperaturas medias inferiores a los 2º y veranos frescos (medias de 13º a 16º) y cortos.

La zona meridional de la provincia, en el Cerrato, es de clima continental meseteño. Las precipitaciones son muy escasas (400 a 500 mm/año) y térmicamente presentan oscilaciones anuales medias, muy acusadas (15º a 20º), prolongándose los fríos invernales desde octubre hasta abril y mayo, haciendo la primavera fugaz, insegura y turbulenta.

Entre ambas zonas hay una sucesión escalonada de características climáticas en las que la pluviometría y características térmicas van variando en función principalmente de la altitud.

#### 4. SINTESIS GEOLOGICA

##### 4.1. Historia geológica

La historia geológica de la provincia comienza en el tránsito Silúrico-Devónico. De esta forma las facies palentinas hasta el Frasnense quedan caracterizadas por una alternancia de materiales carbonatados y pizarreños con fauna pelágica además de bentónica, propia de un ambiente episerfítico en un escudo estable. El área de Cervera estaba situada durante este período muy cerca de la línea de costa. Los corales son muy abundantes en el Devónico, hecho típico de un escudo nerfítico, en el que el transporte del material detrítico es muy pequeño.

Los sedimentos frasmenses tienen carácter transgresivo, pero al final del Devónico comienza una etapa regresiva con disminución gradual de la profundidad del mar. Al final del Famenense se generalizan los movimientos de emersión en un área extensa, que puede considerarse como un movimiento epirogenético causado por la fase Bretónica de la orogenia Hercínica.

El paso del Devónico al Carbonífero tuvo una serie, bastante generalizada, de perturbaciones importantes, que se extendieron hasta el comienzo de la transgresión del Viseense superior, todo lo

cual permite afirmar que las primeras fases hercínicas tuvieron una cierta importancia en la provincia. De hecho, la discordancia entre el Frasmiense y el Viseense superior en el NW de Palencia fue originada por la fase Bretónica.

Durante el Viseense superior - Namuriense, la presencia de sedimentos terrígenos asociados a masas de calizas coralígenas, acusa la proximidad de costa muy cerca de Barruelo. Se supone un movimiento transgresivo del nivel del mar en el Viseense superior - Namuriense, seguido de una regresión durante el resto del Namuriense. Durante el Westfaliense debe haber predominado el régimen marino si bien hay intervalos de facies más bien continentales como lo testifican las capas de carbón. Ya el Estefaniense queda caracterizado por una continúa facies continental. Dentro de este piso se hizo sentir la fase Astúrica (Hercínica) que dio como resultado la generalizada discordancia angular intraestefaniense.

La formación de la cadena hercínica fue seguida de una fase de desmantelamiento que adquiere su máxima amplitud a partir del Pérmico y que se prolonga a lo largo de todo el Triásico inferior. En el curso de este período se producen algunas manifestaciones volcánicas de marcado carácter Tardihercínico.

A los depósitos groseros del Permotriás le sucede una sedimentación fina bastante monótona sobre grandes extensiones durante todo el Triásico y parte del Lías, aunque con una tendencia creciente

hacia el régimen marino, teniendo el máximo durante el Hettangiense. Durante el Sinemuriense se produce una cierta regresión que es contrarrestada por el descenso general de la Cuenca durante el Charmutien- se. Al final del Aslaniense comienza a producirse una regresión que es neta en el Calloviense. Al mismo tiempo, los movimientos tectóni- cos que han originado la emersión provocan en la zona un recrudeci- miento de la acción erosiva.

Entre el Valanginiense y el Aptense tiene lugar una sedimen- tación de tipo deltaico, que cambia ya durante el Aptense a un dominio marcadamente marino. En el curso de este periodo se produce una considerable subsidencia en la cuenca que ha permitido almacenar más de 1.000 m de distintos materiales.

Durante el Albense superior se produce un movimiento ascen- dente de la cuenca que trae consigo una sedimentación terrígena de amplia difusión.

Desde el Cenomaniense hasta el Santoniense superior se produce una fuerte transgresión cuyos picos se sitúan en ambos extre- mos.

A partir de este período se inicia una regresión con algunas oscilaciones que tiene su culminación al final del Cretácico al quedar la mayor parte de la provincia emergida.

Ya durante el Terciario dan comienzo las fases de plegamiento alpinas. De esta forma, las cuencas en trance de hundimiento acentúan su subsidencia y los bordes inician un proceso de levantamiento. Se inicia así el depósito de materiales (terciarios) en un medio continental y en gran parte lagunar.

Trás el depósito tranquilo de los materiales del Mioceno inferior se produce una nueva fase tectónica que trae consigo el depósito del Mioceno superior en clara discordancia de la secuencia Mioceno inferior.

El proceso sedimentario, con características netamente continentales, continúa a lo largo del Plioceno y del Cuaternario en las cuencas terciarias.

#### **4.2. Tectónica**

Tectónicamente, la provincia de Palencia se puede dividir en tres grupos con caracteres estructurales diferenciables.

- A.- Terrenos paleozoicos afectados por la primera fase de deformación hercínica.
- B.- Terrenos mesozoicos y terciarios pertenecientes a la Cadena Ibérica y deformados por la orogenia alpina.

C.- Areas de cobertera poco o nada deformadas apoyadas sobre un zócalo hercínico.

En la figura 4.1. puede verse la distribución de estos tres grupos estructurales dentro de la provincia.

#### A.- Terrenos paleozoicos con deformación hercínica

Este grupo estructural se encuentra totalmente encuadrado dentro de la llamada zona cantábrica del Macizo Ibérico (definida por Lotze en 1954).

La zona cantábrica forma el núcleo del arco que describen las estructuras hercinianas en la parte N del macizo Ibérico. Se caracteriza fundamentalmente por el escaso desarrollo que alcanza en ella el Paleozoico inferior y por su escasa actividad magmática. Desde el punto de vista tectónico la deformación tuvo lugar bajo condiciones muy epidérmicas y en ausencia de metamorfismo (salvo en parte de la región del Pisuerga-Carrión). En estas condiciones, la anisotropía debida a la estratificación y las diferencias litológicas ejercieron un control importante sobre la deformación.

La red de fracturación fundamental de esta zona tiene tres direcciones dominantes, E-W (de movimiento al parecer sinistral como la falla de León), NW-SE (de movimiento dextral como la falla de Ventaniella) y NE-SW (como la falla del Porma).



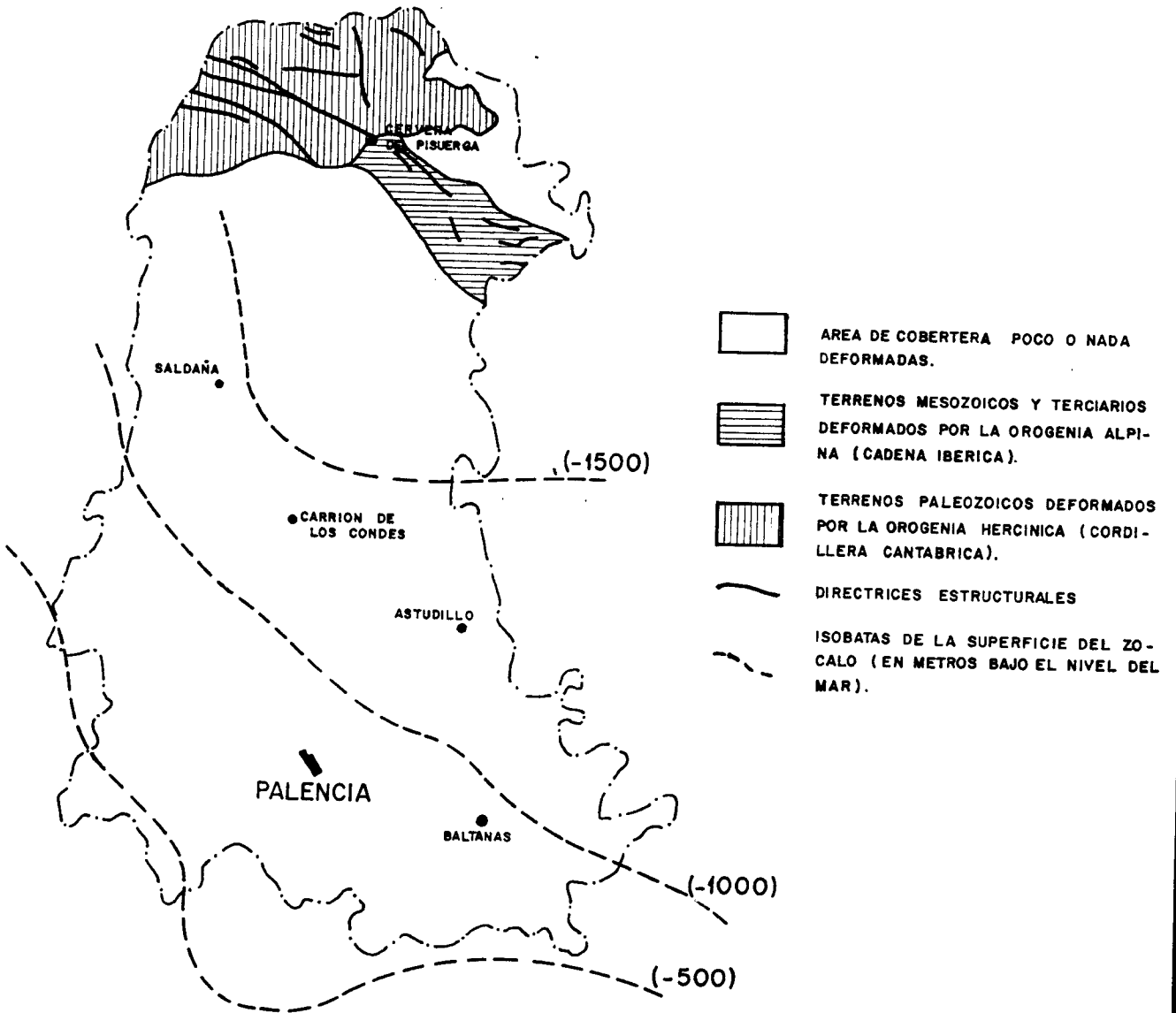


FIG. 4.1.- ESQUEMA TECTONICO.

ESCALA : 1/1000000

FUENTE: MAPA TECTONICO DE LA PENINSULA IBERICA Y BALEARES (I.G.M.E.)

La zona cantábrica a su vez se puede subdividir en cinco unidades tectónicas de las cuales sólo dos afectan a la provincia palentina (ver figura 4.2.).

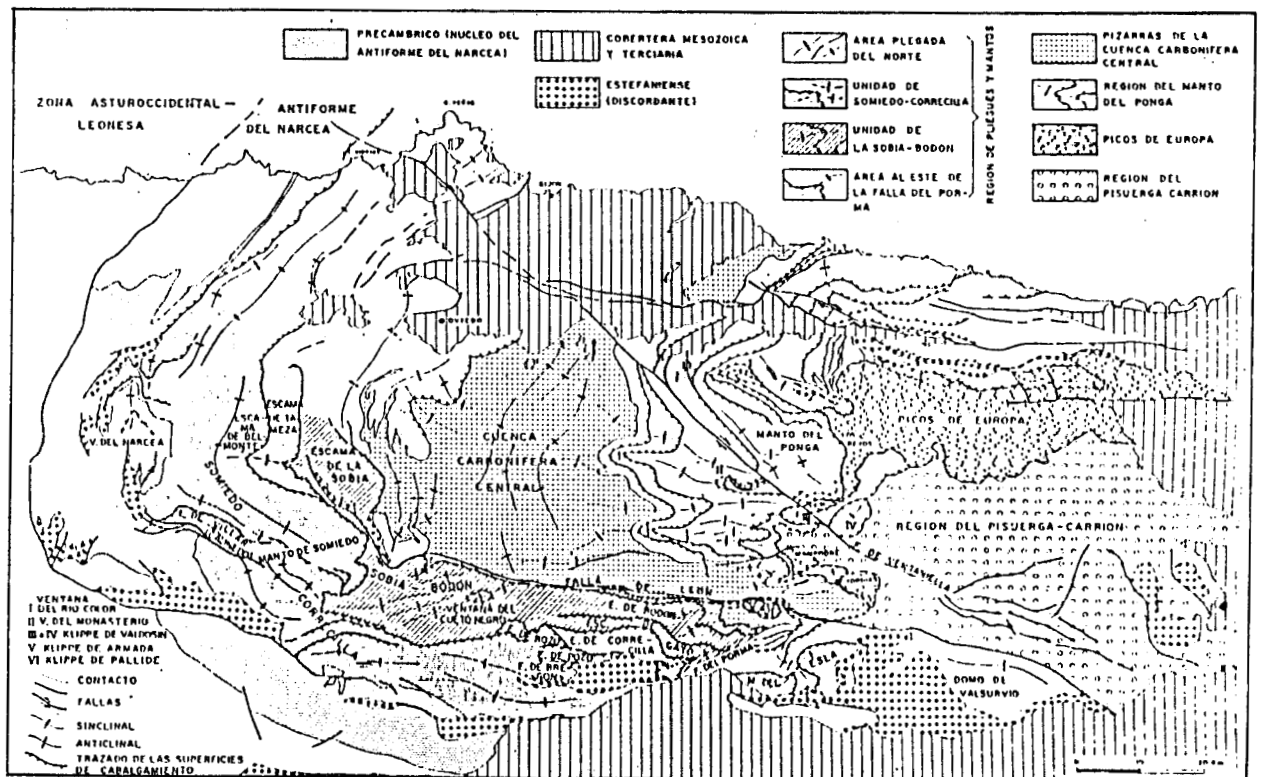


FIG. 4.2. - UNIDADES TECTONICAS DE LA ZONA CANTABRICA  
(Segun Julivert, 1971)

### A.1.- Región de pliegues y mantos

Esta unidad queda caracterizada por una estructura de mantos deformados por un plegamiento superior y que pasa longitudinalmente hacia el NW a una estructura de pliegues.

Todas las unidades cabalgantes se han emplazado gracias a un despegue generalizado en la base de la Formación Láncara. Por este motivo salvo pocas excepciones, la Formación Láncara forma las partes más bajas de todas las estructuras cabalgantes.

Como estructuras principales (ver figura 4.3.) pertenecientes a esta unidad dentro de la provincia, se pueden citar:

- Domo de Valsurbio, donde afloran únicamente materiales de edad devónica y cuya relación con las estructuras situadas dentro de su unidad no está clara.
- Región de Sierra del Brezo: está formada por una estructura muy compleja de cabalgamientos plegados donde, fundamentalmente, el Devónico cabalga sobre la Caliza de Montaña carbonífera.
- Cuenca de Guardo. Esta unidad se presenta como un monoclinal estrecho y largo, limitado al sur por una falla inversa y al N por una discordancia a la que se le superpone una falla. Los sistemas principales de fallas en esta cuenca son NW-SE y E-W.

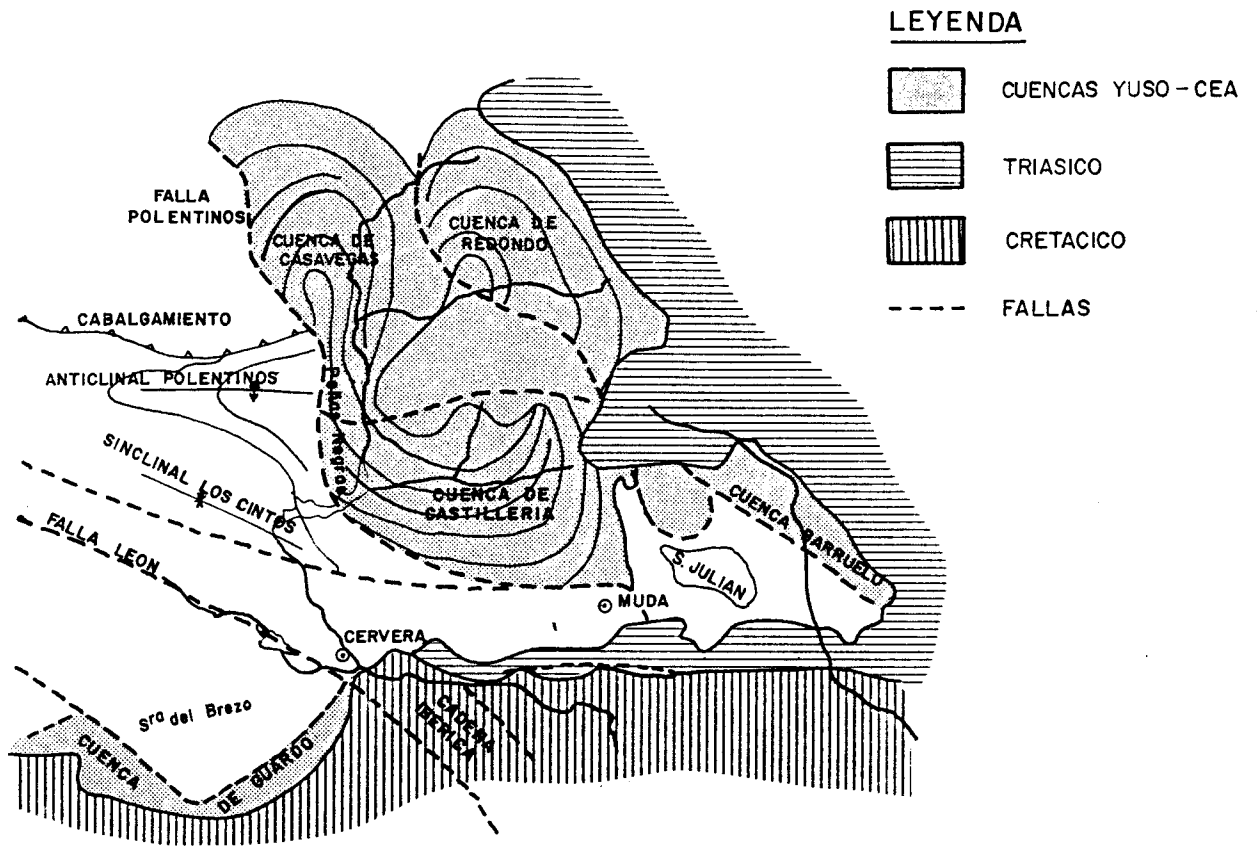


FIG. 4.3.- Esquema estructural de la zona del Pisuerga. (según De Sitter y Boshma)

## A.2.- Región del Pisuega-Carrión

Desde el punto de vista estructural esta zona se caracteriza por presentar una esquistosidad bastante extendida, aunque siempre débil, y en algunos puntos un ligero metamorfismo. La dirección fundamental en la mayor parte de esta unidad es E-W, si bien dentro de las cuencas del Pisuega la dirección es claramente N-S arqueándose hacia el S hasta conseguir la citada E-W. De esta forma se sitúa el límite (por el W) de las cuencas del Pisuega en la llamada falla de Polentinos, en la cual las direcciones E-W y N-S chocan notablemente.

Entre las estructuras más importantes (ver figura 4.3.) dentro de esta unidad podemos citar:

- Anticlinal de Polentinos: estructura de dirección E-W, con inmersión hacia el W y cruzado por numerosas fallas pequeñas. Por el Este el anticlinal acaba chocando con la falla Polentinos-Peñas Negras.
- Región de Cervera-Muda: Se trata de una unidad formada por numerosos pliegues de pequeña escala, cuyos planos axiales están cruzando al norte si exceptuamos una zona cercana a Muda en la cual los planos axiales son verticales e incluso buzan hacia el Sur.
- Sinclinal de Castillera. Se encuentra en la Cuenca del Pisuega, aunque su dirección es fundamentalmente E-W. El flanco N se encuen-



FOTO 4.1.- CUENCA CARBONIFERA DE VELILLA

tra influido por la inmersión hacia el S de los pliegues Verdeña-Celada (de dirección N-S). Por el contrario, el flanco sur tiene unas características bastante sencillas y su buzamiento es de unos 30-50° N.

- Región de San Julián. Se trata de una complicada estructura sinclinal (de materiales devónicos) de inmersión W y plano axial buzando hacia el N. El borde sur aparece cabalgando sobre el Carbonífero, mientras que los bordes N y W forman un contacto claramente discordante con el resto de los materiales.
- La Cuenca de Barruelo. Se trata simplemente del flanco norte invertido de un sinclinal y bordeado por el W y el S por la falla de Barruelo. El borde N y E se trata de una discordancia angular con el Triásico.

#### B.- Terrenos mesozoicos y terciarios afectados por la formación de la Cadena Ibérica

Como se puede ver en la figura 4.2. se trata de una zona que se extiende desde Cervera del Pisuerga con una dirección NW-SE, constituyendo una banda fuertemente dislocada. En conjunto, los accidentes, a menudo complicados que presenta esta zona, son debidos a empujes hacia el SW. Así, toda la región N de esta banda ha sido levantada y empujada hacia el Sur sobre la parte meridional.

Los accidentes de esta zona tienen su origen en las dislocaciones del zócalo, con relación a las cuales el revestimiento mesozoico

y en parte terciario, han tomado localmente una cierta independencia y se han desplazado. Se puede admitir un despegue de las series mesozoicas a nivel del Trías.

Por otra parte, la escasa potencia del Jurásico y Cretácico en algunos puntos ha favorecido notablemente la acción diapírica del Keuper.

### **C.- Areas de cobertera poco o nada deformadas**

Por un lado tenemos las zonas cuyos materiales mesozoicos y paleógenos no han sido prácticamente afectados por la orogenia alpina, y cuyos únicos movimientos corresponden a los reajustes del zócalo paleozoico.

Por otro lado están los materiales miocenos pertenecientes a la Cuenca del Duero. Las características tectónicas de esta cuenca están muy limitadas. De esta manera los niveles miocenos están dispuestos horizontales con una pendiente deposicional del orden del 2 al 4% , según nos desplazemos de las zonas más meridionales a las más septentrionales.

Las alineaciones de cambios de facies, la linealidad de la red fluvial, así como distintos cambios morfológicos sugieren fracturas del zócalo que de esta forma se harían visibles en superficie.



Ultimamente, la interpretación fotogeológica a partir de imágenes Landsat ha permitido deducir una serie de lineamientos cuyo significado estructural no está probado.

Estas son:

- N 30° E: Alineación del río Pisuerga.
- N 120°-130° E: Alineación del río Cuezco.
- Sistema conjugado N 70°-80° E y N 150°-160° E.

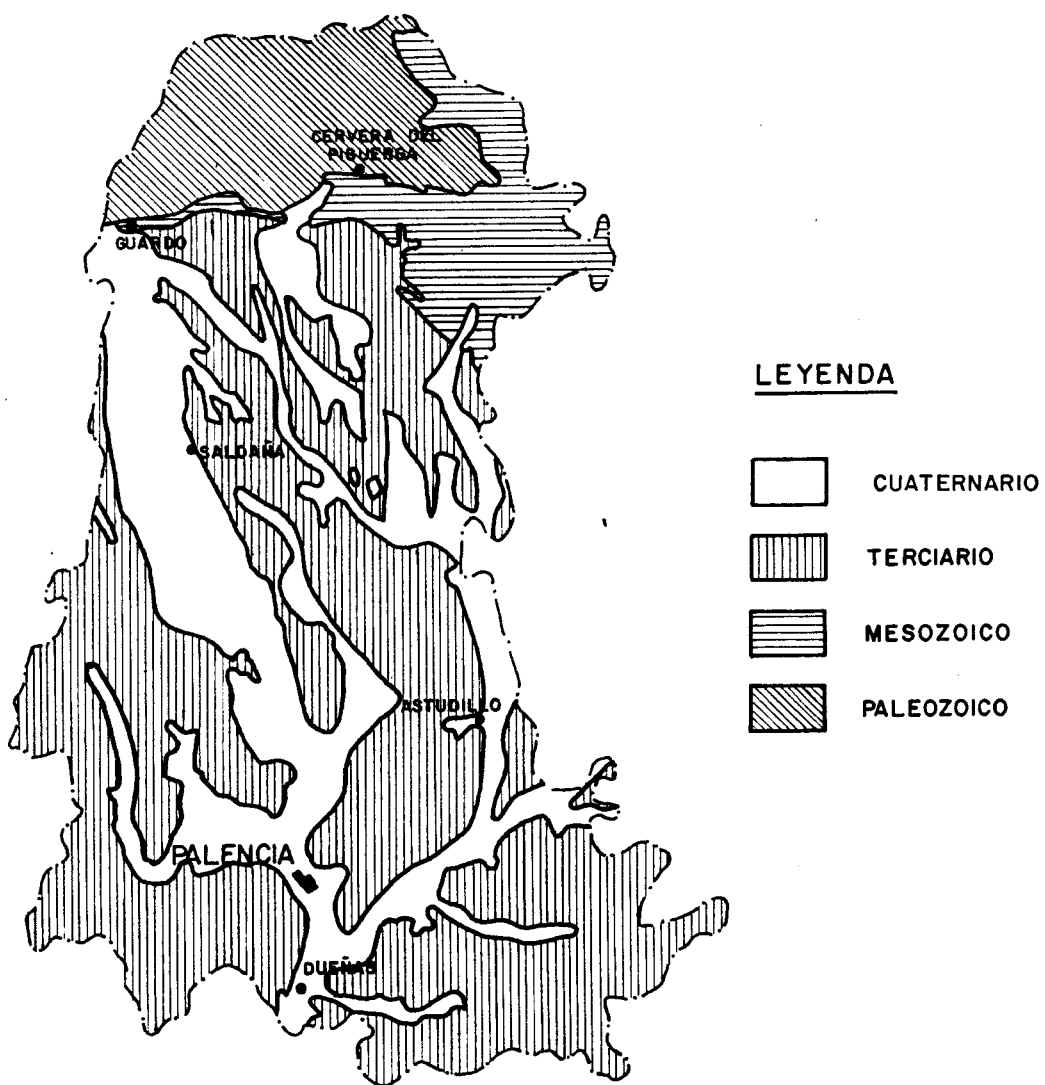
### **4.3. Estratigrafía**

En la figura 4.4. se puede ver un esquema geológico general de toda la provincia palentina.

Como ya se indicó anteriormente la sucesión estratigráfica de la provincia varía entre el Silúrico superior y el Cuaternario actual (Holoceno).

En la región del Pisuerga-Carrión la Formación Carazo es la unidad más baja que aflora, equivaliendo con la Formación Areniscas de San Pedro en parte de la región de pliegues y mantos.

El techo de la Formación Carazo tiene una edad Gedinense inferior, mientras que la base tiene formas que indican edad Ladlow. Por tanto esta unidad estaría a caballo entre el Silúrico y el Devónico.



**FIG. 4.4.- ESQUEMA GEOLOGICO.**

ESCALA : 1/ 1.000.000.

FUNTE : MAPA GEOLOGICO DE LA PENINSULA IBERICA,  
BALEARES Y CANARIAS (I.G.M.E.)

Litológicamente está constituida por areniscas ferruginosas y pizarras con bandas masivas de cuarcitas en su mitad. La potencia visible es de 100-320 m.

El Devónico en esta provincia, facies palentina (véase figura 4.5), queda caracterizado por una alternancia de carbonatos y pizarras, conteniendo además de fauna bentónica, fauna pelágica, propia de un medio tranquilo algo profundo.

La serie devónica de muro a techo es la siguiente:

- Formación Carazo: ya descrita.
- Formación Lebanza: con una potencia entre 20 y 100 m, constituida por calizas arcillosas con pequeñas intercalaciones pizarrosas, en bancos finos en muro y techo y gruesos en su parte media.
- Formación Abadia: constituida por 150-220 m de pizarras, con dos miembros calcáreos algo arenosos (Miembro Requejada y Miembro Polentinos).
- Formación Gustalapedra: con 60 m de potencia media, constituida por pizarras grises y negras y calizas arcillosas negras.
- Formación Cardaño: constituida por 30 m (de potencia media) de calizas grises y marrones intercaladas por pizarras oscuras.
- Formación Murcia: con potencias oscilando entre 60 y 200 m y constituido por areniscas cuarcíticas bien estratificadas de colores pardos, o cuarcitas alternando con bancos más delgados de pizarras oscuras.

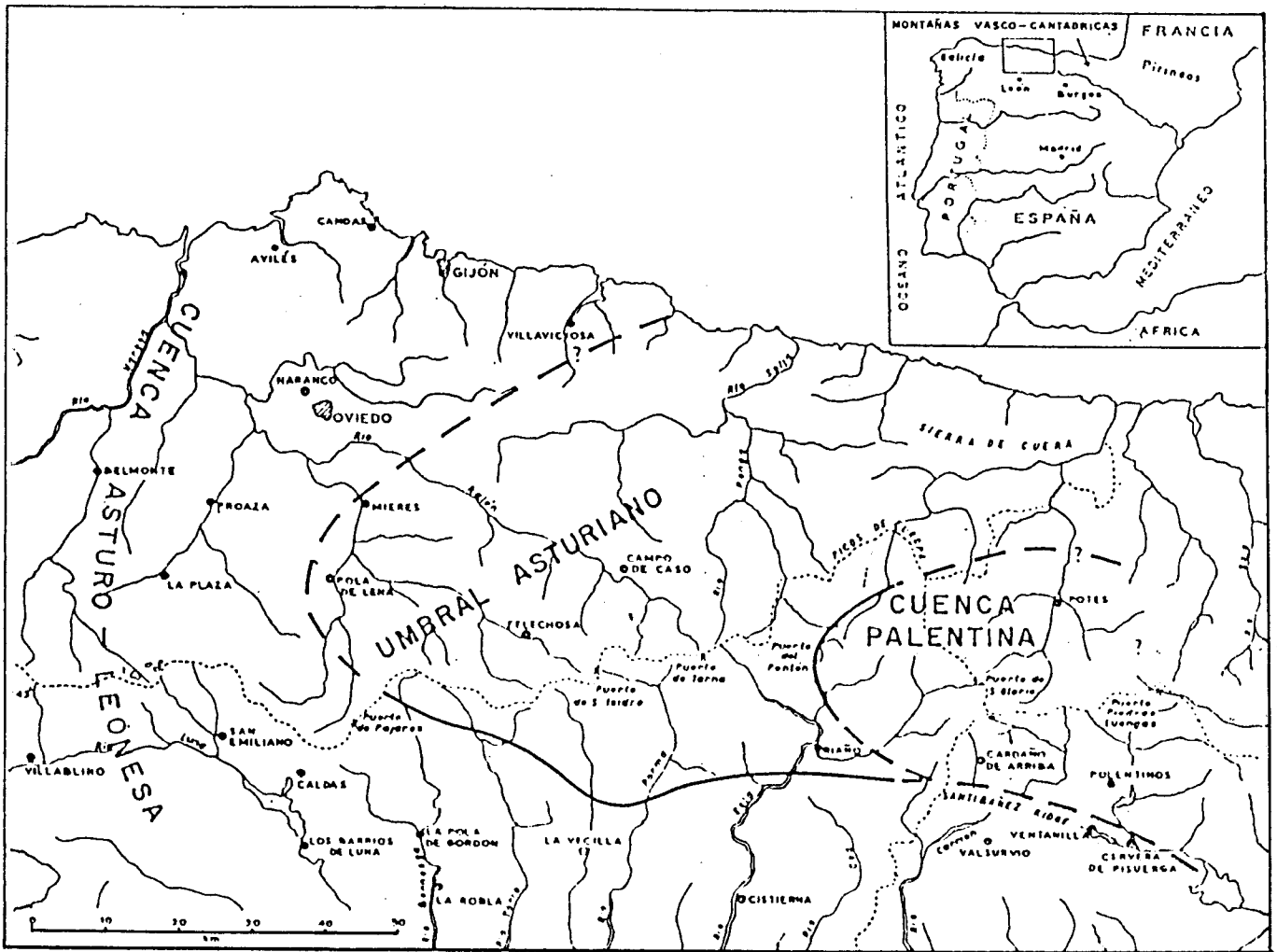


FIG. 4.5. - Distribución de la facies del Devónico en Palencia.  
 (SEGUN BROWER. 1968.)

- Formación Vidrieros: con 20 m de potencia, constituida por pizarras intercaladas por lentejones de calizas.

El Sistema Carbonífero presenta en la Zona Cantábrica una gran complejidad por una parte se presenta con una gran diversidad de facies y de restos paleontológicos (facies condensadas en el Tournaisiense y Viseense; facies marinas; facies de tipo molásico, ciclo-temas con capas de carbón, etc). Por otra parte la sucesión estratigráfica difiere de unas localidades a otras. Y finalmente las discordancias existentes y la gran complejidad tectónica del área hace que sea difícil realizar una síntesis estratigráfica del Carbonífero.

El Tournaisiense-Viseense está representado en la provincia, de muro a techo, por:

- Areniscas de la Ermita: es una formación de sólo unos metros de espesor y que no siempre se encuentra presente.
- Caliza de tonos claros: con potencias de 2 a 12 m. Actualmente esta unidad es uno de los yacimientos calcáreos en estado de explotación.
- Formación Vegamian: está formada por unos 15 m (en ocasiones llegan a alcanzarse 50 m) de pizarras negras y grises con nódulos fosfáticos y a menudo capas delgadas de Chert.

La unidad estratigráfica inmediatamente superior está formada por unos 30 m de calizas nodulosas rojas y grises, pizarras rojas y radio-

laritas denominada "Caliza griotte" o Formación Alba. La sucesión más común encontrada es la de unas calizas nodulosa a base y a techo con una parte media de pizarras rojas y radiolaritas. En la zona de Barruelo-Mudá la facies es de una caliza nodulosa gris. Estas calizas es otra fuente de explotación de calizas carboníferas en la provincia. En cuanto a su edad atribuida es Tournaisiense superior - Namuriense inferior.

El Namuriense - Westfaliense es una unidad que plantea muchos problemas, tanto de tipo tectónico como paleogeográfico.

La escuela de Leiden distingue en el Carbonífero ante-Estefaniense dos grupos, el inferior, denominado Grupo Ruesga, y el superior, Yuso, separados ambos por una discordancia.

El grupo Ruesga constaría de las formaciones ya descritas Vegamian y Alba ("Caliza griotte") además de otras dos superiores:

- Formación Caliza de Montaña: está caracterizada por unas calizas, mármoles y dolomias masivas o estratificadas de colores en general oscuros e intercaladas con algunas pequeñas pasadas de areniscas y pizarras. La potencia se sitúa entre 300 y 800 m.

Esta formación está siendo actualmente explotada en numerosas localidades del N de la provincia.

- Formación Cervera: equivale a la llamada "facies Culm" y tiene un límite fuertemente diacrónico con respecto a la Caliza de Montaña. Esta unidad se encuentra caracterizada por la existencia de una alterancia de pizarras y grauwackas con areniscas y conglomerados. Ocasionalmente dentro de la unidad aparecen lentejones de calizas arrecifales y niveles de conglomerados polimicticos.

El Grupo Yuso se apoya discordantemente sobre el Grupo Ruesga en algunos puntos, o sobre rocas más antiguas en otros. Los tipos de sedimentación de ambos grupos están bien diferenciados. Así mientras el Grupo Ruesga presenta o bien facies calcáreas o bien facies turbidíticas, el Grupo Yuso tiene una facies molásica con abundantes conglomerados.

Por otra parte, dentro del Grupo Yuso, en el Westfaliense A-B se pueden separar dos facies distintas. Así, en la zona de Resoba tendremos la llamada F. Conglomerática de Curavacas, mientras que en la actual Cuenca del Pisuerga sincrónicamente con la anterior formación tenemos un "nivel conglomerático de Curavacas" al que se le superpone la Formación Molino.

- Formación Conglomerática de Curavacas: está constituida por unos 500 m de conglomerados cuarcíticos con matriz arenosa mal clasificados dispuestos en gruesos paquetes. Ocasionalmente aparecen intercaladas capas de pizarras y areniscas.

- Nivel Conglomerático de Curavacas: se trata de unos 10-20 m de conglomerados con similares características a los de la formación anterior.
- Formación Molino: está constituida por 1-2 m de conglomerados cuarcíticos en la base, a los que les sigue unos 50 m de grauwackas groseramente estratificadas. Por último o Techo tenemos unos 300 m de subgrauwackas alternando con pizarras arenosas.

Ya únicamente dentro de la cuenca del Pisuerga y para completar el Grupo Yuso tenemos las siguientes formaciones:

- Formación Vañes: la secuencia empieza con unos gruesos paquetes areniscosos alternando con niveles decimétricos de pizarras grauwackicas sobre uno de los paquetes areniscosos aparece el nivel de carbón explotado en las minas de San Cebrian.
- Formación Corisa: está constituida por calizas estratificadas en grandes paquetes . Ocasionalmente aparecen diestemas, a techo de los paquetes, sobre los que se han depositado arenas y conglomerados arenosos. Por otra parte, niveles de carbón aparecen a techo de esta unidad.

El Estefaniense, está representado en la provincia el llamado Grupo Cea que puede ser dividido en dos formaciones:

- Formación Barruelo: consiste en una secuencia de caracteres continen-



tales formada por areniscas y pizarras con niveles de carbón y lentes calcáreos. En la zona de Castillería esta formación aparece con algunas intercalaciones de carácter más marino.

- Formación Peña Cilda: está constituida por 20-30 m de conglomerados cuarcíticos con una capa de carbón con fauna Estefaniense B.

El Permo-Triásico aparece discordantemente sobre todos los materiales anteriores. Está constituido esencialmente por conglomerados cuarzosos, areniscas rojas, más o menos groseras y micáceas, arcillas y margas rojas esquistosadas.

El Triásico medio no aparece representado en la provincia, mientras que si aflora el Keuper en su facies habitual de margas (con zonas yesíferas actualmente explotadas). En la parte Ne de la provincia se ha detectado los característicos asomos ofíticos que acompañan a la facies Keuper.

El Jurásico se constituye por una parte serie de depósitos marinos, dentro de los cuales se pueden distinguir tres conjuntos; en la base, un complejo formado por calizas dolomíticas y carniolas consideradas como Retienses; un tramo medio, constituido por una potente serie en la que alternan calizas margosas y margas atribuidas al Liásico y Jurásico Medio (Lotbaringiense - Bajociense Superior), y finalmente, un tramo calizo representando el Bathoniense y Calloviense inferior.

El Cretácico inferior está representado exclusivamente por la denominada Facies Weald (Valanginiense-Aptiense inferior), está constituida esencialmente por una potente secuencia de carácter arcillo-arenoso. En la provincia queda subdividida en dos tramos; un grupo inferior, no muy potente, con calizas lacustres predominantes, conglomerados y arcillas a la base, y un grupo superior detrítico constituido por areniscas silíceas.

En contacto directo con las facies Weald aparece el Cenomanense (Cretácico Superior) caracterizado esencialmente por areniscas, más o menos groseras, con proporciones variables de glauconia, con las cuales alternan arcillas micáceas grises o negras; calizas arenosas glauconíferas en bancos masivos. Ocasionalmente, hacia la parte superior del conjunto, se intercalan niveles de calizas con rudistas, Polyperos y Alveolinas.

El Turonense comprende dos niveles bien diferenciados. El inferior formado por materiales arenosos y margosos, y el superior representado por calizas masivas de color claro conteniendo Mippurites y Foraminíferos.

El Coniaciense constituye una unidad bastante homogénea. Comienza por unos niveles areniscosos con glauconia, localmente bastante groseras, a los cuales les suceden rápidamente unos potentes depósitos margosos.

A las margas Coniacienses se les superponen las calizas blancas y compactas con lacacinas pertenecientes al Santoniense, que se completa con unos depósitos de naturaleza muy variable, margas, areniscas y calizas.

El Campaniense se encuentra constituido fundamentalmente por margas arenosas con Ostracodos y Equinidos, calizas y margas con Rudistas, y calizas blancas con Lacazinas (muy similares a las del Santoniense).

El Cretácico terminal (Maestrichtense) está muy poco desarrollado en la provincia, se encuentra formado por calizas, generalmente dolomíticas, margas y arcillas.

El sistema Terciario está representado aproximadamente en los 4/5 más meridionales de la provincia. Este Terciario forma parte en su totalidad de la extensa Cuenca del Duero.

En la provincia palentina, los sedimentos terciarios, en su mayor parte miocenos, han sido clasificados, de acuerdo con sus facies en cinco grupos, como se puede ver en la figura 4.6.

En el N, a lo largo del borde de la Cordillera Cantábrica, los sedimentos detríticos son muy groseros, siendo en su mayor parte conglomerados calcáreos con intercalaciones de capas de areniscas calcáreas de color rosado (Facies de las Cuevas). Cerca de su límite

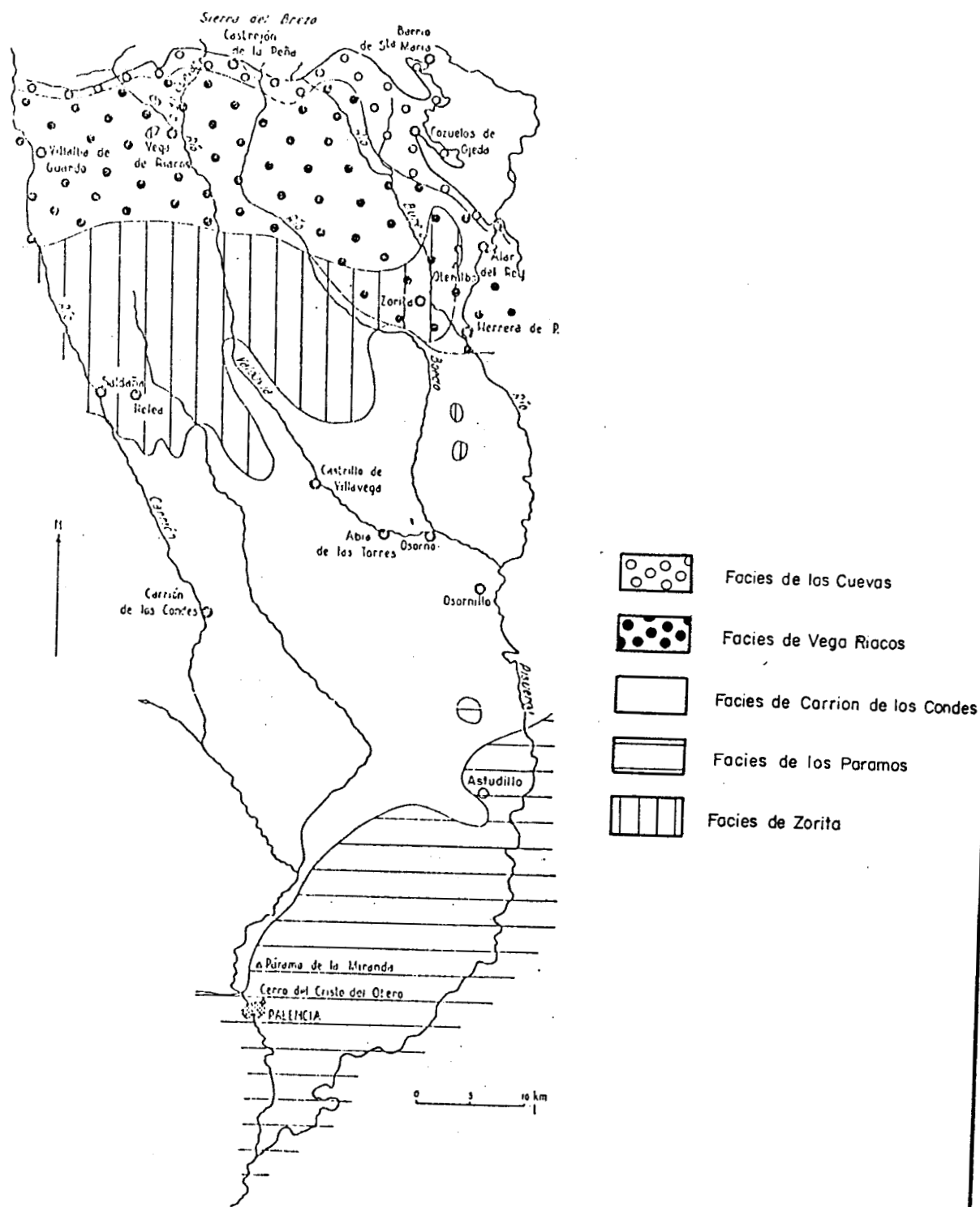


FIG. 4.6. - Distribucion de las facies terciarias en una parte de la provincia. (según J.M. Mabesoone)

con las formaciones mesozoicas, este Terciario detrítico ha sido fuertemente plegado; hacia el W incluso está invertido; y hacia el E, inclinado. Mientras que hacia el S pasan a ser horizontales. Su edad es atribuida al Oligoceno inferior y medio.

Al Sur de esta facies, aparecen unos depósitos (facies de la Vega de Riacos) caracterizados por su fuerte coloración rojiza.

Los sedimentos consisten en conglomerados cuarcíticos alternando con arenas. El tamaño de los cantos decrece de W a E y a la vez de N a S. Su edad es Bardigaliense-Vindoboniense inferior y su disposición totalmente horizontal.

La mayor proporción de sedimentos terciarios en la provincia, la ocupa la llamada Facies Tierra de Campos. Estos sedimentos son de carácter eminentemente arcilloso, si bien existen intercalaciones de paleocauces limo-arenosos y de costras calcáreas. Su coloración es amarillenta y a veces rojiza.

Por otra parte, en la zona Saldaña-Zorita tenemos unos depósitos complejos, formados por capas margosas blancas y arcillas y arenas de coloraciones entre rojo y rosado. Este grupo ha sido denominado Facies Zorita. Actualmente se piensa que esta facies es un cambio lateral de la F. Tierra de Campos. Por tanto ambas facies son contemporáneas y deben tener una edad Vindoboniense-Pontiense.

En la parte SE de la provincia se hallan expuestos los sedimentos del centro de la cubeta. Consisten en las bien conocidas margas Yesíferas (actualmente explotadas) que descansan en las arcillas amarillas-rojizas de la F. Tierra de Campos. Poseen estas una cobertera de calizas de agua dulce, se trata de las resistentes "calizas de los Páramos" (también en explotación). En algunos puntos las capas superiores poseen una coloración rojiza causado por la ausencia de la caliza o simplemente por la aparición de la típica arcilla de decalcificación al irse meteorizando la caliza. Este conjunto ha sido englobado en la Facies de los Páramos, con una edad claramente pontiense.

Los depósitos terciarios están parcialmente cortados por una superficie de erosión ligeramente oblicua respecto a la estratificación y cubiertos por un manto de cantos más o menos rodados procedentes de la Cordillera Cantábrica. Este manto posee muy poco espesor (frecuentemente menor de un metro) y sí en cambio una extensión extraordinaria. Este depósito es comparable con las típicas rañas que cubren grandes superficies en la submeseta meridional. Su edad es atribuida al Plioceno.

En cuanto a los terrenos más recientes (Cuaternarios) se encuentran en su mayor parte formados por graveras y arenas de los distintos niveles de terrazas fluviales, actualmente en explotación, y en menor proporción los aluviones y depósitos de ladera (coluviones).

En la figura 4.7. se puede ver la diferenciación granulométrica de las distintas facies terciarias y las terrazas fluviales cuaternarias.

Por último, y para terminar con la descripción estratigráfica, hay que hablar de los pequeños afloramientos de rocas ígneas ácidas que arman en el westfaniense (de la Región del Pisuerga-Carrión) y su edad debe ser Carbonífera sin que por el momento puedan darse más precisiones.

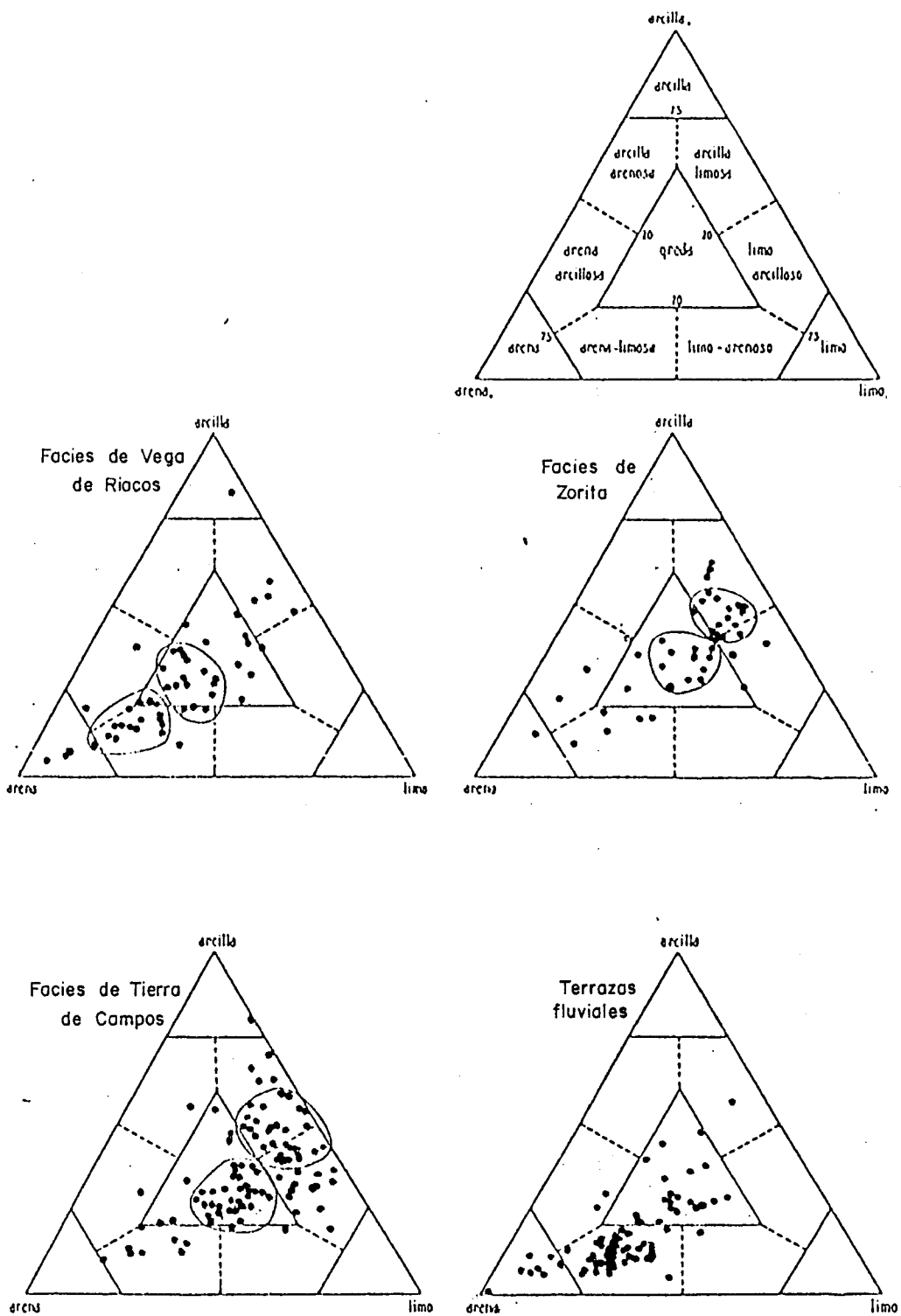


FIG. 4.7. - Diferenciación granulométrica de los sedimentos terciarios y cuaternarios (según J.M. Mabesoone).



## 5. LA MINERIA EN LA PROVINCIA DE PALENCIA

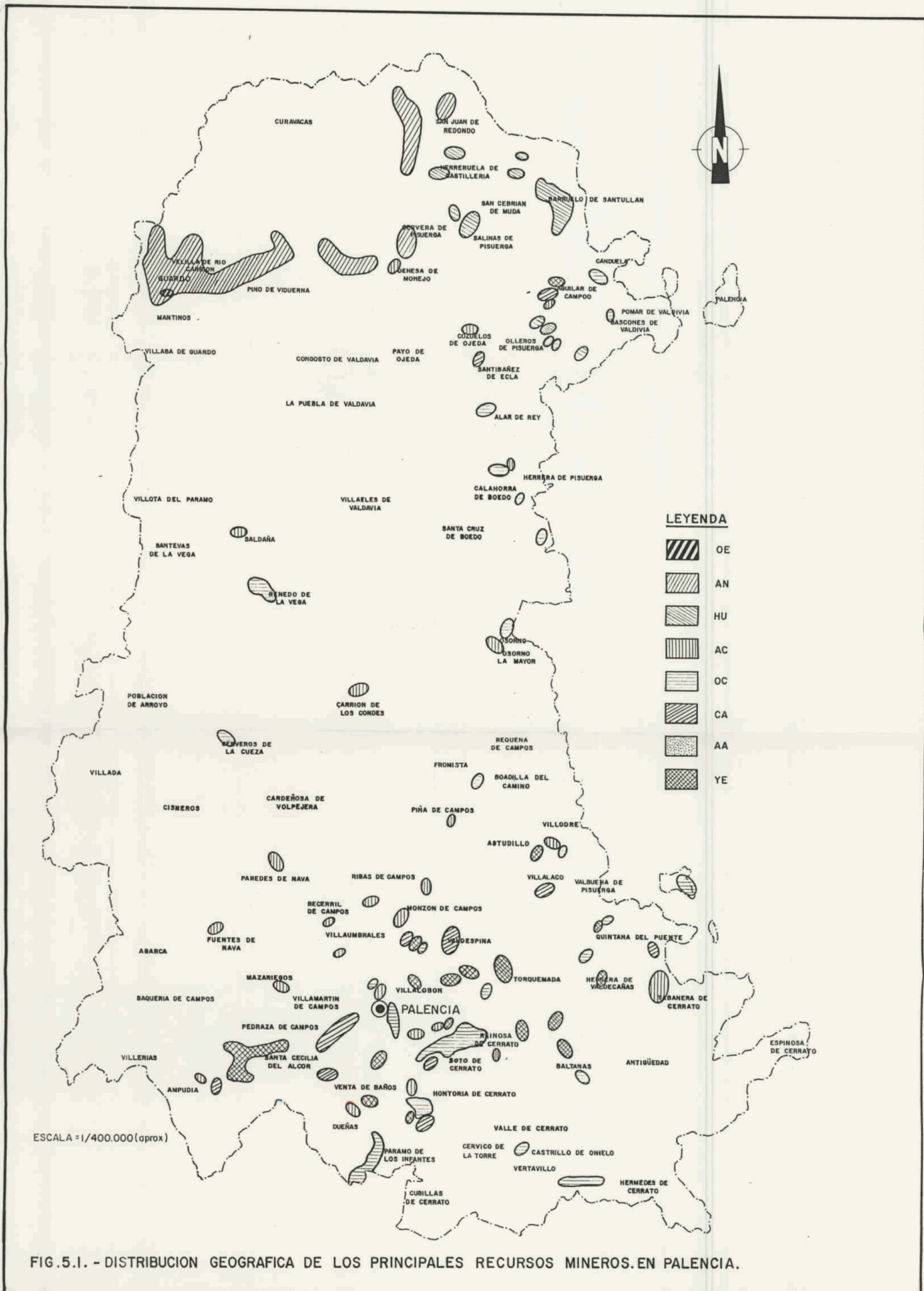
La riqueza minera conocida de Palencia, básicamente está constituida por las explotaciones de carbón, no teniendo interés el sector metálico, aunque antiguamente existieran explotaciones de plomo-cinc en las proximidades de Triollo y de cobre en los alrededores de Aguilar de Campo.

Las rocas de aplicación industrial, con actividades extractivas en la actualidad con demanda importante son: (Fig. 5.1.)

- Arcillas
- Arenas-Gravas
- Areniscas
- Calizas
- Mármol
- Yeso

### 5.1. La minería del carbón

La riqueza minera del carbón en Palencia viene siendo aprovechada desde antiguo, a ritmos muy variables.



Sus explotaciones principales se localizan en la denominada Zona de Guardo-Barruelo, situada en el norte de la provincia en las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica (Fig. N<sup>o</sup> 5.1.1.). Son lindes de ella la zona noreste de León y la provincia de Cantabria.

Comprende las cuencas mineras de Valderrueda-Guardo-Cervera, La Pernia-Barruelo y Casavegas-Redondo, de las cuales se extrae parte del carbón del que se abastece la Central Térmica de Terminor, S.A. en Velilla de Río Carrión. (Foto 4.1.)

En la cuenca de Guardo-Barruelo, el carbonífero presenta características singulares que lo diferencian del resto de las cuencas carboníferas. (Foto 5.1.)

La secuencia sedimentaria en la zona de Valderrueda-Guardo-Cervera (Fig. N<sup>o</sup> 5.1.2.) es discordante sobre terrenos más antiguos (devónicos y carboníferos) con un espesor aproximado de 3.000 m. Está constituida por una alternancia de tramos marinos y continentales, con capas de carbón.

En la zona de La Pernía-Barruelo predominan los sedimentos marinos con pequeñas intercalaciones continentales en las que se ubican las capas de carbón.

Apoyándonos en los datos publicados en el Inventario de Recursos de carbón en España, las producciones estimadas para las

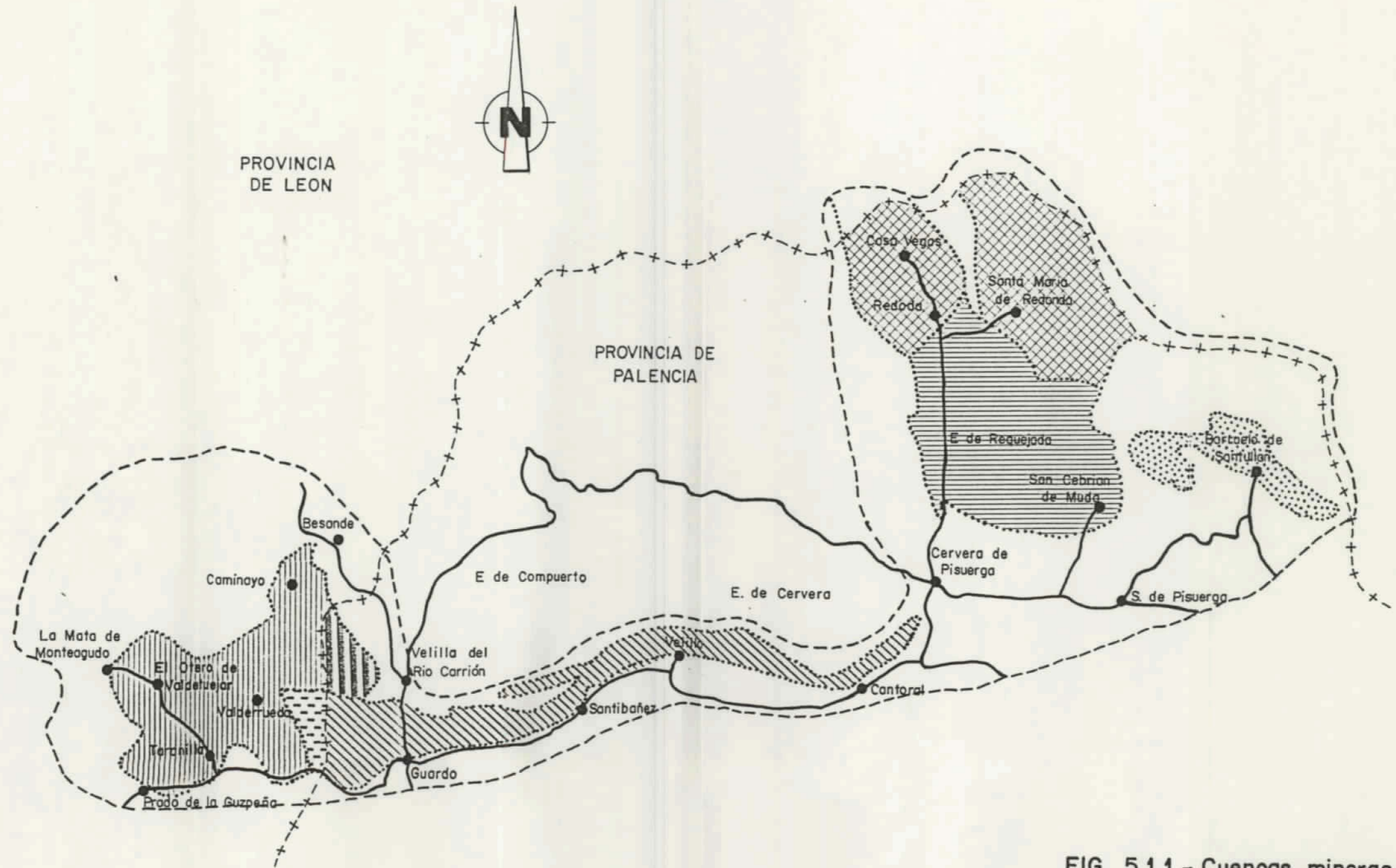


FIG. 5.1.1 - Cuencas mineras.  
Escala: 1/250.000 (aprox)

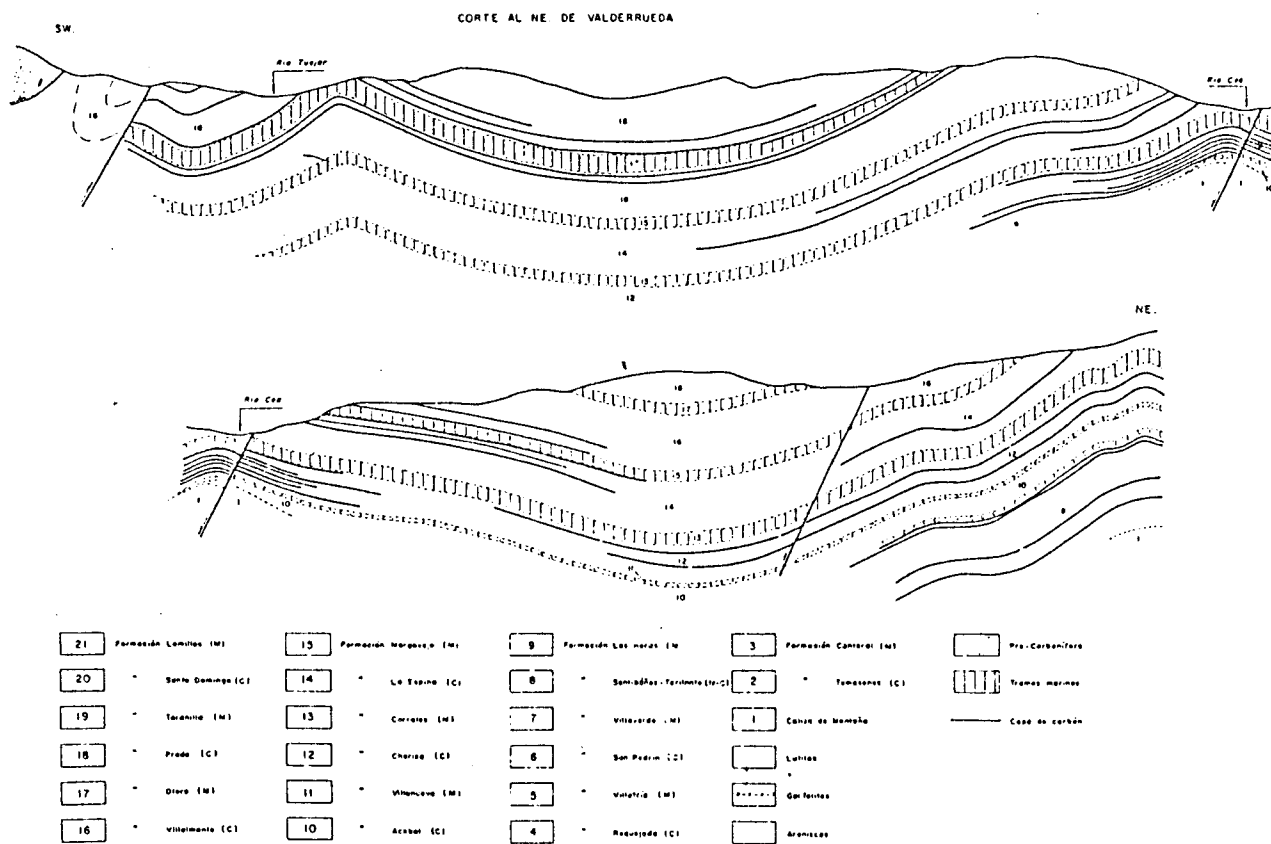


FIG. 5.1.2. – Valderrueda - Guardo - Cervera. Columna estratigráfica tipo y corte esquemático.

Fuente : Inventario de recursos de carbón

Escala = 1/30.000

Cuencas de Guardo y Barruelo se han recogido en el Cuadro 5.1.1.

DESTINOS		MINERIA SUBTERRANEA		GUARDO BARRUELO
TERMICO	328.362	PRODUCCION BRUTA	596.660	
SIDERURGICO	179			
RESTO	131.855			
TOTAL	460.396			
DESTINOS		MINERIA A CIELO ABIERTO		
TERMICO	100.410	PRODUCCION BRUTA	162.689	
SIDERURGICO	247			
RESTO	55.695			
TOTAL	156.352			
DESTINOS		ACTIVIDAD. TOTAL		
TERMICO	428.772	PRODUCCION BRUTA	759.349	
SIDERURGICO	426			
RESTO	187.550			
TOTAL	616.748			

FUENTE: Inventario de Recursos Nacionales de Carbón-1985 (I.G.M.E.)

**CUADRO 5.1.1.- PRODUCCIONES ESTIMADAS PARA LAS CUENCAS  
DE GUARDO-BARRUELO**



FOTO 5.1.- CUENCA CARBONIFERA DE BARRUELO DE SANTULLAN

Los recursos estimados para las citadas cuencas de Guardo y Barruelo se han recogido en el Cuadro nº 5.1.2.

Es conveniente recordar que la metodología utilizada para la confección del inventario ha consistido, fundamentalmente, en el exhaustivo análisis de la información privada y pública existente sobre el carbón contenido en las cuencas que se hallan en producción o en las que, sin estar explotadas y disponiéndose de datos suficientes, se sabe que albergan tonelajes con potencial cuantificable de interés. A partir de estos datos, se ha realizado una apreciación de las condiciones de economicidad que la explotación de los recursos puede comportar con la tecnología minera actualmente disponible.

En el Cuadro nº 5.1.2. el tonelaje teórico se ha calculado multiplicando la superficie de las capas por su potencia media y peso específico. Este tonelaje teórico ha sido afectado por un coeficiente reductor -segunda columna- calculado en base a tres coeficientes: de alternancia (valora las desviaciones sobre las características medias), de fallas y esterilidades, y de pérdidas por explotación, llegándose así a los valores que figuran en la tercera columna -tonelaje práctico o recuperable-, que equivalen al concepto general de recursos. A su vez, este tonelaje práctico se ha desglosado en cuatro grupos siguiendo un orden: el de menor a mayor probabilidad de error. Las columnas encabezadas por los términos "muy probable", "probable" y "posible" pueden considerarse como recursos identificados y, en este sentido, conceptuarse como reservas. Por otro lado, los recursos hipotéticos



AREA		Tonelaje teórico	Coef. reductor	Tonelaje práctico	Tonelaje muy probable	Tonelaje probable	Tonelaje posible	Tonelaje hipotético	Indice de economicidad
Valderrueda	Sinclinal de EL OTERO	275,0	0,26	72,3	13,4	13,9	16,4	28,6	3
Cervera	Sinclinal Taranilla O	139,3	0,19	27,1	5,1	5,5	5,5	11,0	2
	Sinclinal Taranilla E	214,1	0,10	21,5	3,6	4,3	4,3	9,3	1
	TOTAL	628,4	0,19	120,9	22,1	23,7	26,2	48,9	
La Pernía	San Cebrian	221,5	0,19	42,7	2,1	6,9	6,9	26,8	2
Barruelo	Barruelo	170,9	0,28	47,8	11,0	16,2	17,1	3,5	3
	Casavegas-Redondo	34,3	0,22	7,6	0,7	1,4	2,0	3,5	2
	TOTAL	426,7	0,23	98,1	13,8	24,5	26,0	33,8	
TOTAL GUARDO-BARRUELO		1.055,1	0,21	219,0	35,9	48,2	52,2	82,7	

FUENTE: Inventario Nacional de Recursos de Carbón (I.G.M.E.)

**CUADRO 5.1.2.- RECURSOS DE CARBON EN LA ZONA GUARDO-BARRUELO (Mt)**



FOTO 5.2.- VISTA GENERAL DE ESTRUCTURAS EN LA  
ZONA DE SAN CEBRIAN

o especulativos son aquéllos de cuya existencia tienen noticias, pero que no están bien identificados.

En definitiva, de acuerdo con los datos aportados por el Inventario Nacional de Carbones, en la zona de Guardo-Barruelo existen un 6,5% del total nacional de carbones (excluyendo Puentes de García Rodríguez), lo que supone si se mantiene el ritmo productivo de 1982, una vida máxima de unos 120 años, teniéndose también en cuenta los tonelajes "Probables" y "muy probables". (Fig. Nº 5.1.3.).

Las principales empresas que tienen actividades en estas cuencas son:

MINAS DE HULLA:

- HULLAS DE BARRUELO, S.A. (Foto 5.1.).
- MINAS DE S. CEBRIAN, S.A. (Foto 5.2.).

MINAS DE ANTRACITA:

\*ZONA OESTE

- ANTRACITAS DE VELILLA, S.A.
- C.A. SDAD. MINERA SAN LUIS
- ANTRACITAS DE VALDEHAYA
- CARBONES S. ISIDRO Y MARIA

\*ZONA DE LA PEÑA

- MINERA CANTABRO BILBAINA, S.A.

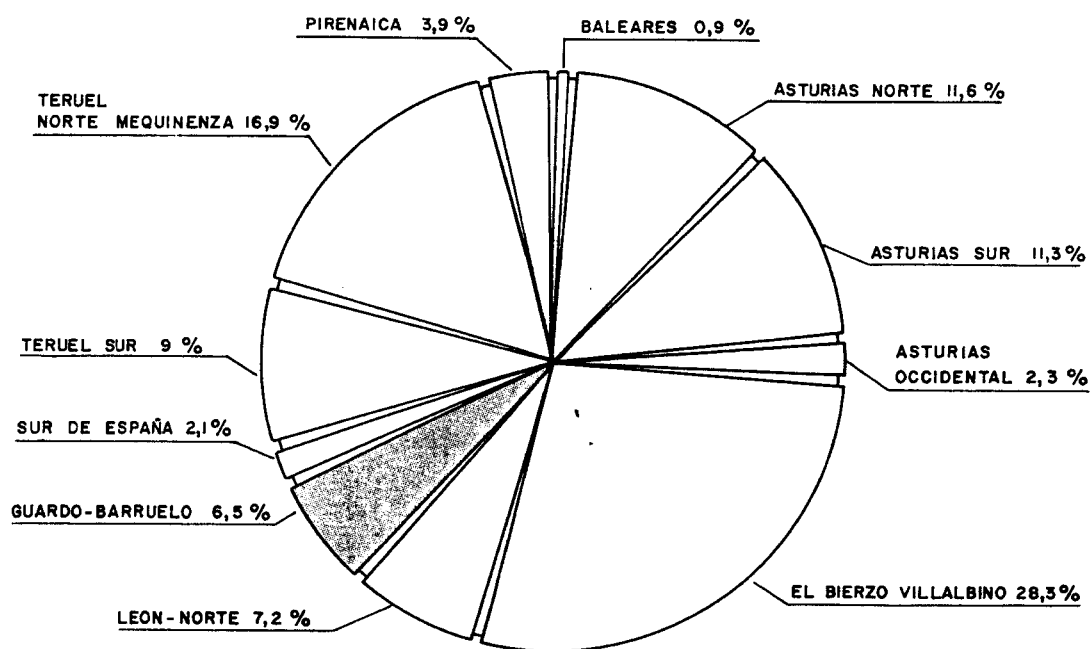


FIG. 5.1.3. - Distribución de los recursos de carbón por zonas, en España (excluyendo Puentes de Garcia Rodriguez).

- ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.
- ANTRACITAS DE SAN CLAUDIO, S.L.
- FELIPE VILLANUEVA, S.A.
- AMADOR DIAZ ALONSO
- NEMESIO Y JOSE

\*ZONA DE LA PERNIA

- ANTRACITAS MONTEBISMO, S.L.
- ANTRACITAS MINA EUGENIA
- MINERA PALENTINA, S.A.
- MINAS LA PERNIA, S.A.
- ANTRACITAS DE BESANDE, S.A.
- ANTRACITAS EL CAMPO

y prácticamente es en el conjunto de sus concesiones donde se han evaluado los recursos, que antes citábamos, de unas 639,2 M<sub>t</sub> de Recursos Geológicos de hulla y antracita, equivalentes al 18% del total de Recursos Nacionales en estos carbones.

#### **5.1.1. Características de los carbones**

Unas características medias de los carbones de las Cuencas recogidas por el Inventario de Recursos Nacionales (1985) son las siguientes:

	Cenizas %	Humedad %	Volátiles %	Azufre %	P.C.S. Kcal/Kg
Guardo	32,4	7,1	5,8	0,4	5.495
La Pernía- Barruelo	37,0	7,4	16,4	0,4	5.238
TOTAL	33,4	7,2	8,0	0,4	5.441

P.C.S.: Poder Calorífico Superior

FUENTE: Actualización del Inventario de recursos Nacionales de Carbón.  
(I.G.M.E.-1985)

y unos valores medios de la calidad de los carbones que entran en la térmica son:

P.C.S. Kcal/Kg	%S	%V	%Ceniza	%Humedad
5750-4500	1,9-0,5	17-5	33-18	14-7

Estos datos son indicativos de su riqueza energética, con un alto poder calorífico y con un contenido en azufre relativamente escaso.

Dadas las peculiaridades de las industrias consumidoras de estos carbones, las empresas extractivas normalmente los someten a diversos procesos de lavado hasta lograr minimizar los parámetros básicos que disminuyen su calidad. Dentro de estas condiciones están: el no superar un 35% de cenizas en el carbón con destino a la Central Térmica; el no superar un 6% en el destinado a la fabricación de

coque, o el de estar por debajo de un 3% en el que se va a consumir en las calderas de calefacción.

Indudablemente, las distintas técnicas empleadas en cada caso nos dan unas fracciones residuales muy pobres energéticamente, de nulo o escaso valor económico, los cuales, por lo general, también son apilados en depósitos residuales. (Fotos 5.3. y 5.4.).

En cuanto a otras características de los carbones, la pendiente adquiere singular importancia para decidir el método de explotación a aplicar en un yacimiento y, por tanto, va a influir muy directamente en los costes de explotación y en la rentabilidad del negocio minero.

En el Cuadro nº 5.1.1.1. se indica la distribución de los recursos carboníferos de ésta provincia, atendiendo a los intervalos de buzamiento, así como los porcentajes que suponen sobre el total de hulla y antracita evaluados en Palencia.

CUENCA	0º - 30º		30º - 60º		60º - 90º		TOTAL RECURSOS
	M <sub>t</sub>	%	M <sub>t</sub>	%	M <sub>t</sub>	%	
Guardo-Barruelo	177,9	18,0	237,5	15,5	202,3	18,2	617,7

**CUADRO 5.1.1.1. - DISTRIBUCION DE RECURSOS CARBONIFEROS  
SEGUN EL BUZAMIENTO**

Conviene subrayar el porcentaje en capas tumbadas de la cuenca de Guardo-Barruelo (18%) respecto al total nacional (28,7%), así como, en capas subverticalizadas el 18,2%.

Una distribución aproximada por calidades de los Recursos Geológicos estimados en Palencia, de acuerdo con las siete categorías que se admiten en la clasificación internacional para las hullas y antracitas es la recogida también en la Actualización del Inventario de Carbones de 1985. (Cuadro nº 5.1.1.2.).

CUENCA/ZONA	M <sub>t</sub> POR CATEGORIAS						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Guardo-Barruelo	294,7	323,0					
TOTAL NACIONAL	968,6	1.183,0	84,1	816,7	322,2	80,9	
% TOTAL RECURSOS	28,0	34,3	2,4	23,6	9,3	2,4	

- Siendo: CATEGORIA I - Antracita  
 CATEGORIA II - Hullas antracitosas secas de llama corta  
 CATEGORIA III - Hullas de vapor  
 CATEGORIA IV - Hullas de coque  
 CATEGORIA V - Hullas intermedias: mezcla de coque  
 CATEGORIA VI - Hullas de gas  
 CATEGORIA VII - Hullas secas de llama larga

**CUADRO 5.1.1.2. - DISTRIBUCION POR CALIDADES DE LOS RECURSOS GEOLOGICOS (Apróx.)**





FOTO 5.3.- LAVADERO DE HULLAS DE BARRUELO Y SU PARQUE DE CARBONES

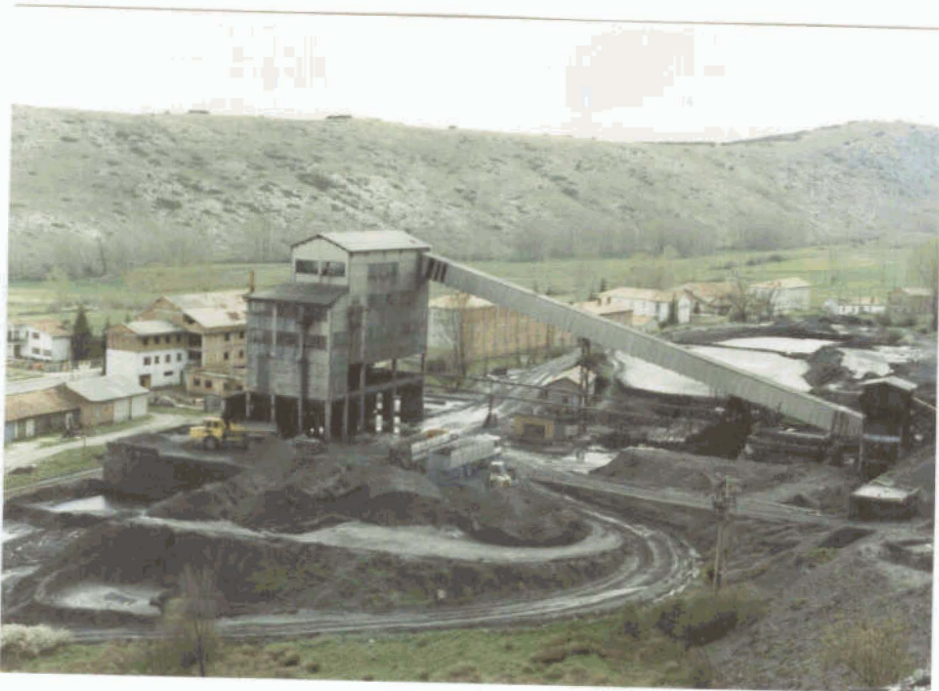


FOTO 5.4.- LAVADERO DE LA MINERO-CANTABRO-BILBAINA Y SU PARQUE DE CARBONES. OBSERVENSE LAS BALSAS DE DECANTACION

Finalmente, el proceso de crecimiento productivo en el País, ha sido muy desigual en las distintas cuencas carboníferas y en el caso de Palencia, según los datos aportados por Carbuni3n, la evoluci3n hasta 1986 ha sido:

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION (10<sup>3</sup> t)</u>
1970	424
1975	418
1980	450
1981	480
1982	536
1983	551
1984	618
1985	692
1986	659

El gr3fico de la Fig. N3 5.1.1.1. refleja las distintas oscilaciones de la producci3n de carb3n en Palencia respecto a las curvas nacionales.

De otra parte, la producci3n de est3riles de antracita, expresada en miles de toneladas y en porcentajes respecto a las totales de Espa3a, se recoge en el Cuadro n3 5.1.1.2.

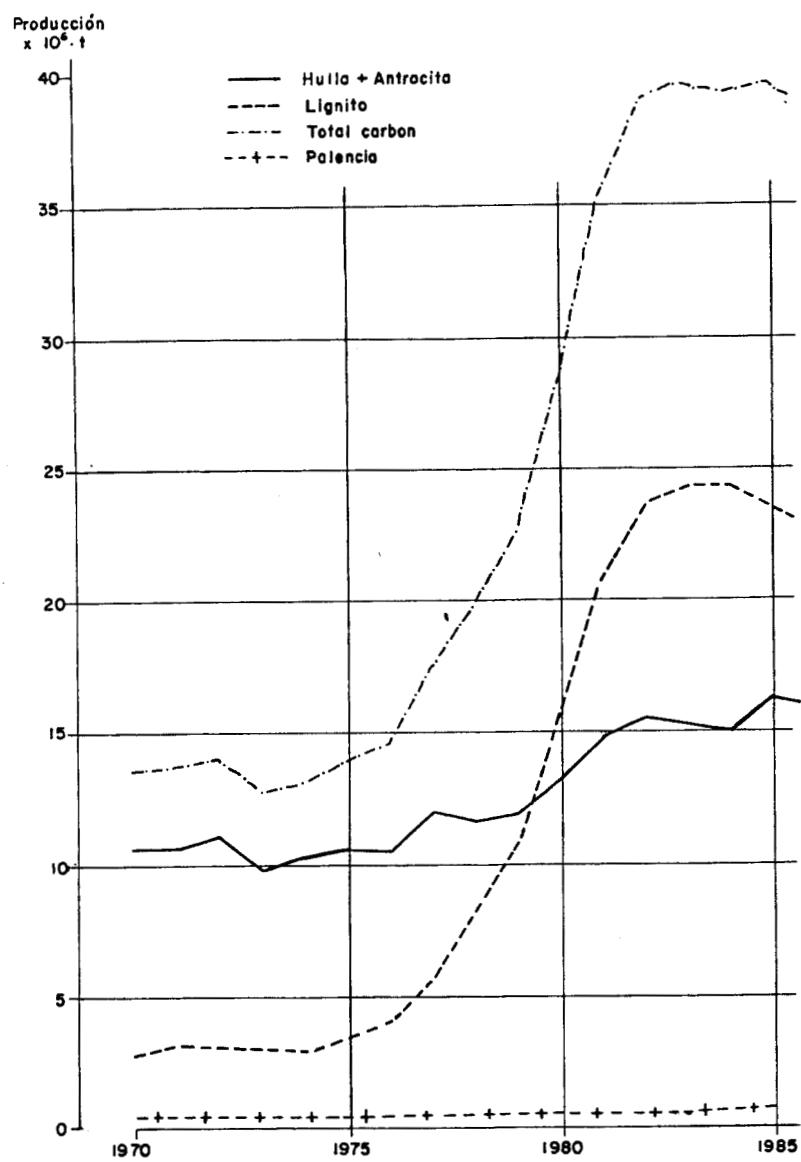


FIG. 5.1.1.1. - Evolución de la producción nacional de carbón

Fuente : Carbuni6n.

AÑO	ESPAÑA	PALENCIA	
	Producc.	Producc.	%
1968	917	78	5,5
1969	862	78	9,0
1970	966	80	8,3
1971	927	70	7,6
1972	993	138	13,9
1973	862	126	14,6
1974	896	114	12,7
1975	846	119	14,1
1976	1.104	125	11,3
1977	1.164	104	8,9
1978	1.109	103	9,3
1979	1.111	109	9,8
1980	1.152	104	9,0
1981	1.251	124	9,9
1982	1.295	116	9,0
1983	1.318	100	7,6
1984	1.529	99	6,5
1985	1.667	100	6,0
1986	1.440	102	7,1

FUENTE: Ministerio de Industria y Energía (González. J. et al-1988)

#### CUADRO 5.1.1.2.

y las producciones de estériles de lavadero en Palencia comparadas con - las producidas a nivel nacional son las que se recogen en el Cuadro nº 5.1.1.3.

AÑO	ESPAÑA	PALENCIA	
	Producc.	Producc.	%
1968	5.933	86	1,4
1969	5.608	52	0,9
1970	5.196	36	0,7
1971	4.414	30	0,7
1972	4.624	22	0,5
1973	4.042	16	0,4
1974	4.411	17	0,4
1975	4.321	16	0,4
1976	3.888	17	0,4
1977	4.494	17	0,4
1978	4.004	3	0,1
1979	4.195	14	0,3
1980	4.636	16	0,3
1981	4.925	22	0,4
1982	5.171	35	0,7
1983	5.163	47	0,9
1984	4.832	26	0,5
1985	5.049	17	0,3
1986	5.674	12	0,2

FUENTE: Ministerio de Industria y Energía (González. J. et. al-1988)

### CUADRO 5.1.1.3.

#### 5.2. Otros recursos: Rocas industriales

Entre otras sustancias que se extraen, con aplicación industrial están las arcillas, las arenas y las gravas, las areniscas, las calizas, el mármol y el yeso.

## ARCILLAS

En el norte y noroeste de la provincia y en las proximidades de la capital existen formaciones, donde bajo un techo de calizas, aparecen distintos niveles de margas yesíferas. Ya hacia una cota del entorno de los 800 m se encuentran paquetes arcillosos cuya explotación ofrece las mejores condiciones de rentabilidad. Corresponden éstos a las zonas de El Páramo Llano, El Cerro del Otero y El Páramo de Antilla.

Normalmente las vías de acceso a los centros de explotación y a las fábricas es directa a través de la red de carreteras existente.

Basándonos en los datos aportados por Estadística Minera de España en 1985 la capacidad productora de arcillas en la provincia es mediocre, con sólo cinco explotaciones de este material.

Las arcillas se presentan con colores variados que van desde el pardo-rojizo al gris verdoso. Su composición es irregular y la presencia de materiales arenosos que impurifican el todo uno es frecuente.

Los sistemas de explotación son sencillos, aunque con escasos medios mecánicos disponibles. Quizás la trailla remolcada por tractor, y éste, sean los equipos más abundantes.

Las traillas realizan la totalidad de las labores de arranques,

carga y transporte, consiguiendo además cierto grado de uniformidad del material a abastecer a las cerámicas.

De otra parte, el crecimiento del sector de la construcción en Palencia es sostenido, sin un aumento importante a corto plazo.

### CALIZAS

Los yacimientos calizos, con viabilidad de explotación no se localizan exclusivamente en la formación Pontiense, también llamada caliza de los Páramos, sino que también son posibles las explotaciones en las estribaciones de las siergas del norte de Palencia.

La caliza de los Páramos, se presenta en paquetes de espesor variable (1-15 m), con coloraciones grisáceas-blanquecinas, y con inclusiones estériles frecuentes de margas y margas-yesíferas.

El principal centro productivo se localiza en Hontoria, donde se extraen cantidades superiores a las 600.000 t por año. Ello constituye el principal abastecimiento de la industria cementera del mismo nombre.

El frente de trabajo es único con una longitud en torno de los 1500 m y altura variable entre los 4 y 6 m.

Más al sureste de la provincia palentina, las facies calizas se alternan con arcillas, especialmente los tramos intermedios, constituyéndose en potentes y continuos niveles margosos o calco-margosos. Estos han sido explotados en las proximidades de Espinosa de Cerrato, con el objetivo de producir áridos de trituración.

Los restantes centros productivos se ubican en las calizas del Carbonífero, en la que es posible distinguir tres tipos: la caliza griotte, la caliza de montaña y la caliza de tonos claros.

Las explotaciones se encuentran próximas a los municipios de Velilla, Guardo, Castrejón, etc.

Las canteras disponen de un laboreo aceptable en general, y los accesos se realizan sin dificultades por término medio.

Las producciones de cada instalación son muy variables y están en relación directa con los medios humanos y mecánicos disponibles. Las canteras con mayores producciones son las ubicadas en los municipios de Hontoria y Guardo.

El arranque del material se verifica con explosivos, realizándose la perforación con compresor y martillos o mediante equipos wagón-drill en algún caso.



Los destinos más comunes de estas calizas son los áridos constructivos, las rocas ornamentales, los aglomerantes, como aditivo en la fabricación del vidrio, etc.

### GRAVAS Y ARENAS

En la formación de estas rocas, suelen diferenciarse las fases siguientes:

- Meteorización, pasando las rocas del estado masivo al clástico mediante procesos de tipo químico-físico y biológico.
- Transporte, con cambios de textura y en algún caso de composición.
- Deposición selectiva debido, en parte, al transporte.

Las principales zonas extractivas se localizan en las distintas terrazas de los ríos, utilizándose como medio la pala retroexcavadora.

En los municipios de Dueñas, Villamuriel, Magaz, etc. se han localizado distintas explotaciones con producciones comprendidas entre las 50.000 y 200.000 toneladas.

## 6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

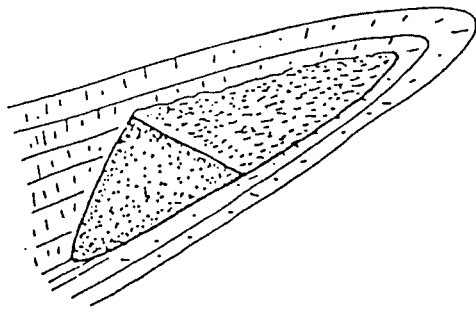
### 6.1. Características generales

Las escombreras corresponden a los tipos comunes representados en la fig. 6.1.1., aunque en ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros, y son combinaciones de los anteriormente señalados. Así, pueden existir estructuras que ocupen una vaguada y parte de una ladera, sin llegar a colmatarlas totalmente, o bien, que estén entre una ladera y un terraplén, etc.

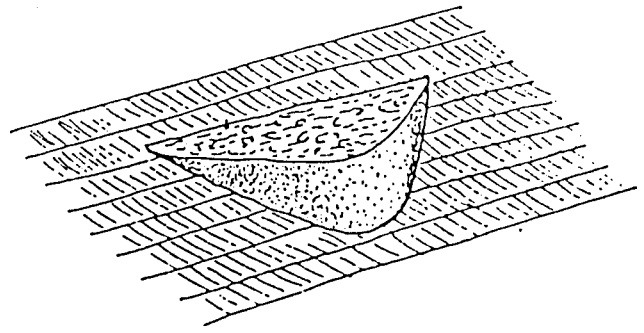
Del mismo modo, las diversas implantaciones de balsas se recogen en la fig. 6.1.2., pudiendo existir análogamente casos de tipología mixta.

La mayoría de las estructuras recogidas proceden de labores mineras, no obstante se han recopilado algunos casos especiales de escombreras-vertedero y de balsas industriales que por su situación, implantación, volúmen, etc. se ha creído conveniente significarlas.

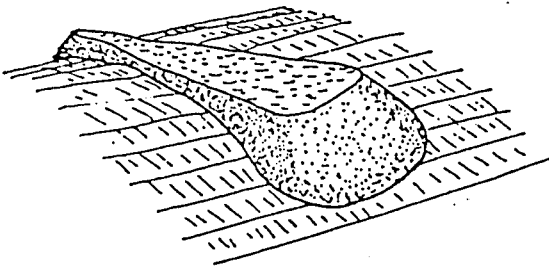
A continuación, se ha efectuado un análisis estadístico basado en estimaciones visuales para cada uno de los siguientes parámetros específicos:



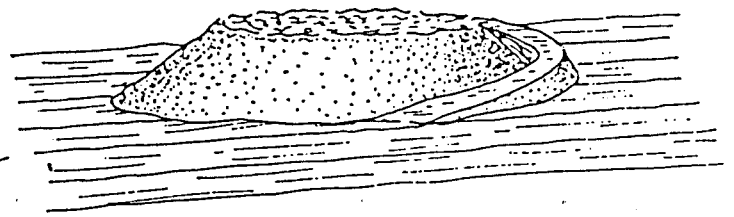
a) DE VAGUADA



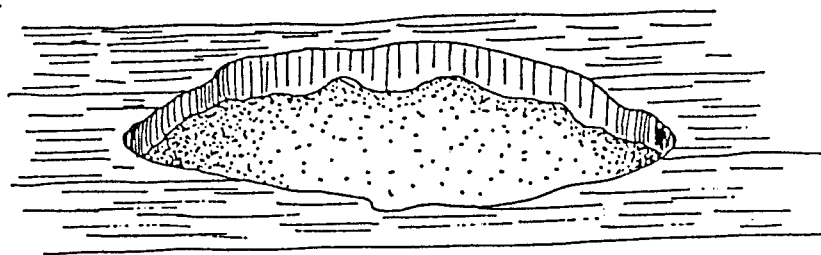
b) DE LADERA



d) DE DIVISORIA



e) LLANO



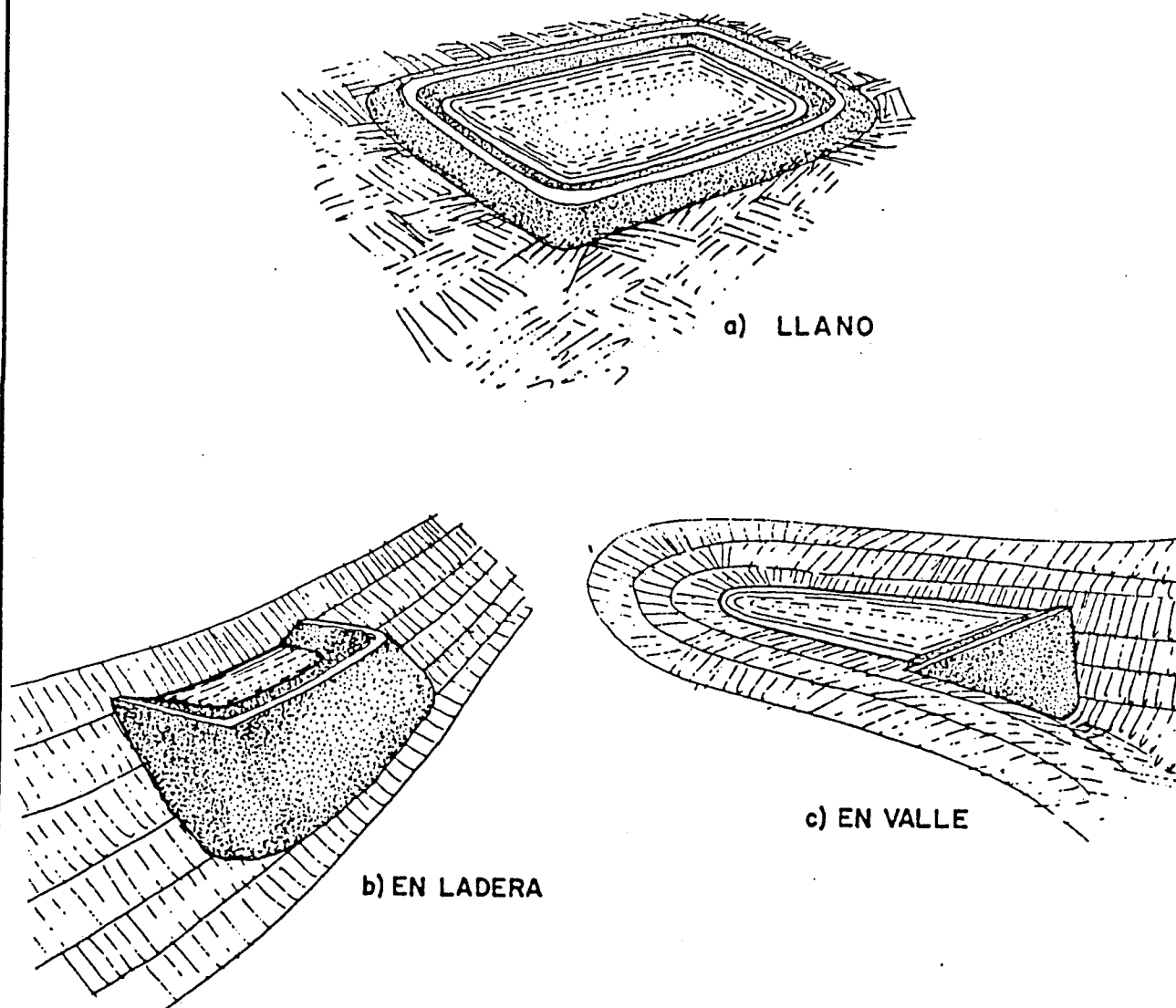
f) RELLENO DE CORTA

### FIG. 6.1-1.- TIPOS DE ESCOMBRERAS

Fuente: Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros. (I.T.G.E.)

- Tipos de minería
- Estado de la estructura
- Tipos de terreno ocupado
- Tipología de la estructura
- Volúmen
- Altura de la estructura
- Sistemas de vertido
- Granulometría
- Talud de los estériles.

El análisis de los datos recogidos en las fichas-inventario permite apuntar una serie de características específicas del conjunto de estas estructuras a nivel provincial.



**FIG.6.1-2.- TIPOS COMUNES DE IMPLANTACION DE BALSAS MINERAS**

Fuente: Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros (I.T.G.E.)

## 6.2. Resumen estadístico

### 6.2.1. Tipos de minería

<u>MINERIA</u>	<u>ESCOMBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>MIXTAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
ANTRACITA	109	55	17	8,5	-	-	126	63,5
HULLA	26	13	6	3	-	-	32	16
MARMOL	2	1	0	0	-	-	2	1
OTROS PRODUCTOS ENERGETICOS	3	1,5	8	4	-	-	11	5,5
CALIZA	7	3,5	0	0	-	-	7	3,5
OTROS PRODUCTOS DE CANTERA	9	4,5	6	3	-	-	15	7,5
ARCILLA	4	2	0	0	-	-	4	2
YESO	2	1	0	0	-	-	2	1

En la fig. 6.2.1. se recoge la distribución porcentual por tipos de minería. Predominan los vertidos procedentes de la minería de antracita y hulla frente al resto de residuos.

Lógicamente, la litología de los estériles de los depósitos depende de las sustancias y materiales explotados y de las rocas confinantes de los mismos.

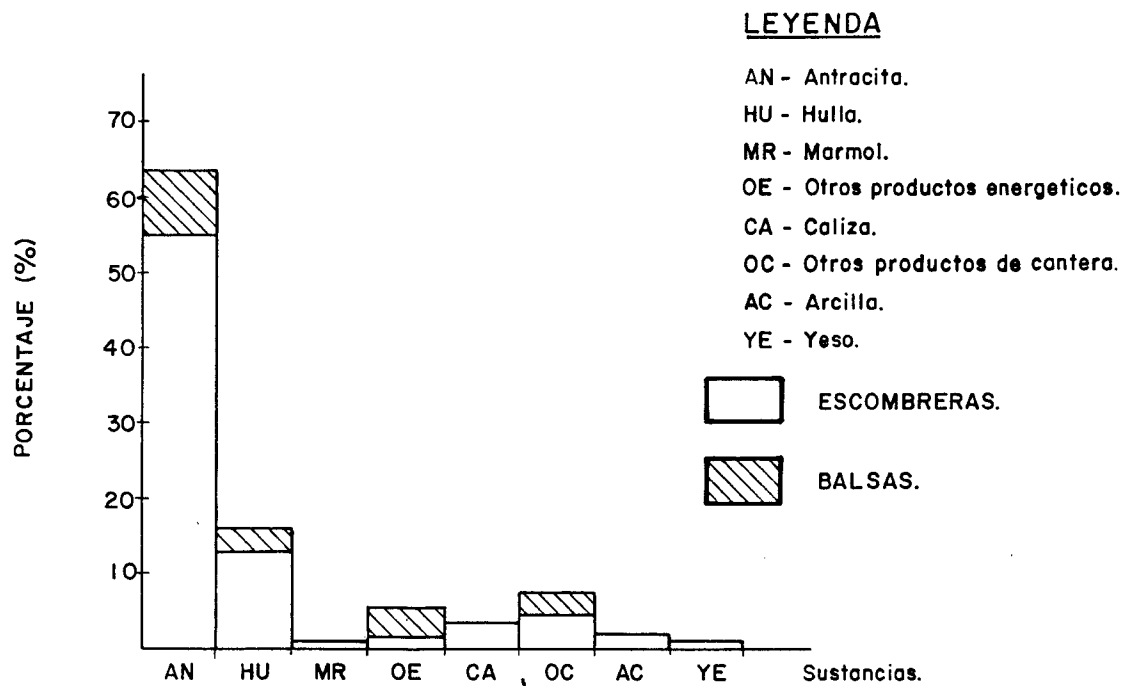
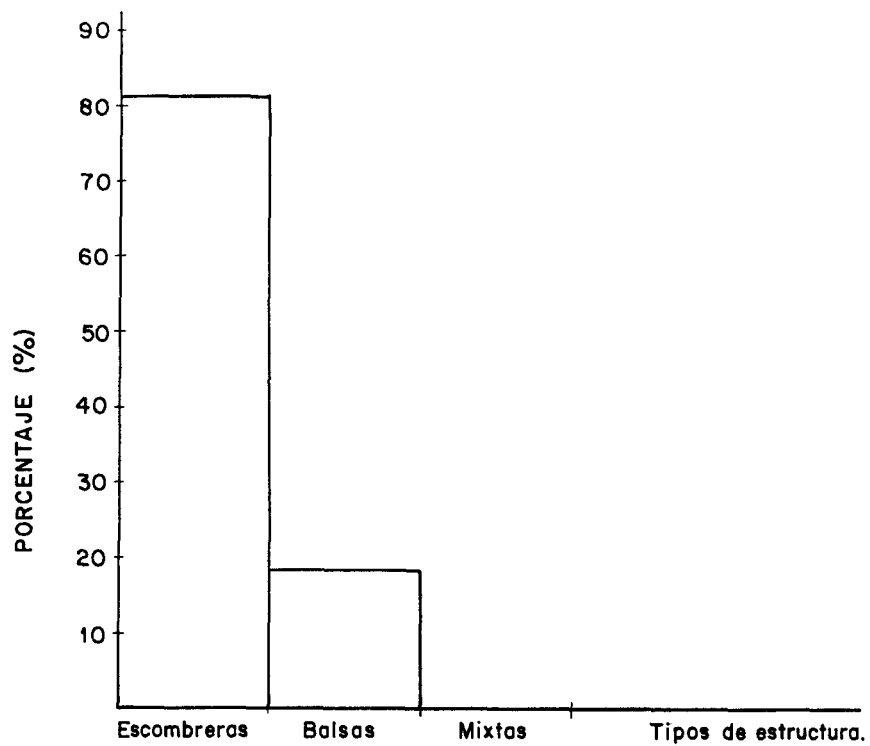


FIG. 6.2.1. - TIPOS DE MINERIA.

## 6.2.2. Tipos de las estructuras

<u>TIPO</u>	<u>Nº</u>	<u>(%)</u>
Escombrera	162	81,4
Balsa	37	18,6
Mixta	-	-



**FIG. 6.2.2. - TIPOS DE ESTRUCTURA.**

Son mayoritarias las estructuras tipo escombrera, no catalogándose ninguna como de tipo mixto.



## 6.2.3. Estado de las estructuras

<u>ESTADO</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
ACTIVAS	85	42,7	29	14,6	114	57,3
PARADAS	25	12,6	8	4	33	16,6
ABANDONADAS	52	26,1	0	0	52	26,1

La fig. 6.2.3. corresponde al gráfico de frecuencias obtenido respecto al estado de las estructuras. Dentro del apartado de actividad se han englobado tanto escombreras como balsas con distinto ritmo de vertido.



FIG. 6.2.3. - ESTADO DE LA ESTRUCTURA.

## 6.2.4. Tipos de terreno ocupado

<u>TIPO DE TERRENO</u>	<u>ESCOMBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
Terreno Baldío	39	19,7	24	12	63	31,7
Terreno Agrícola	15	7,5	6	3	21	10,5
Monte Bajo	100	50,3	6	3	106	53,3
Terreno Forestal	8	4	1	0,5	9	4,5

Los tipos de terreno ocupado que predominan son los calificados como: Monte bajo y Terreno baldío.

La fig. 6.2.4. recoge el gráfico de frecuencia obtenido en este caso.

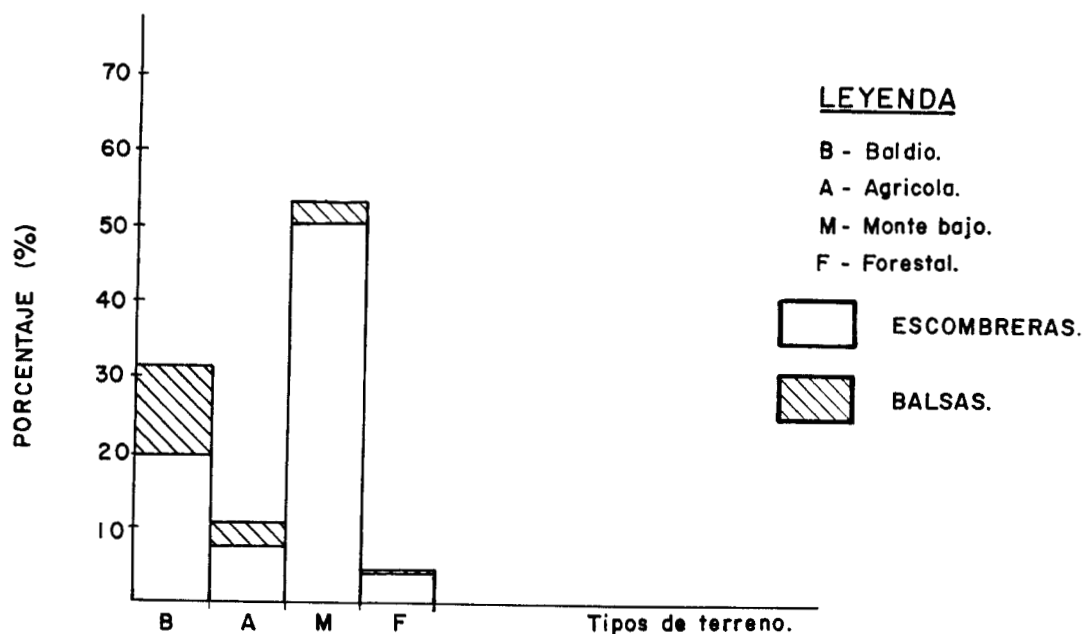


FIG. 6.2.4. - TIPOS DE TERRENO.

## 6.2.5. Tipología de las estructuras

TIPOS	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
LLANO	39	19,6	28	14	67	33,6
LADERA	50	25,2	1	0,5	51	25,7
VAGUADA	2	1	0	0	2	1
LLANO-LADERA	42	21,1	8	4	50	25,1
LLANO-VAGUADA	0	0	0	0	0	-
LADERA-VAGUADA	29	14,6	0	0	29	14,6

Las variedades predominantes son: en la Tipología sencilla el caso ladera, y en la tipología mixta, la disposición ladera-llano.

La fig. 6.2.5. resume la distribución porcentual.

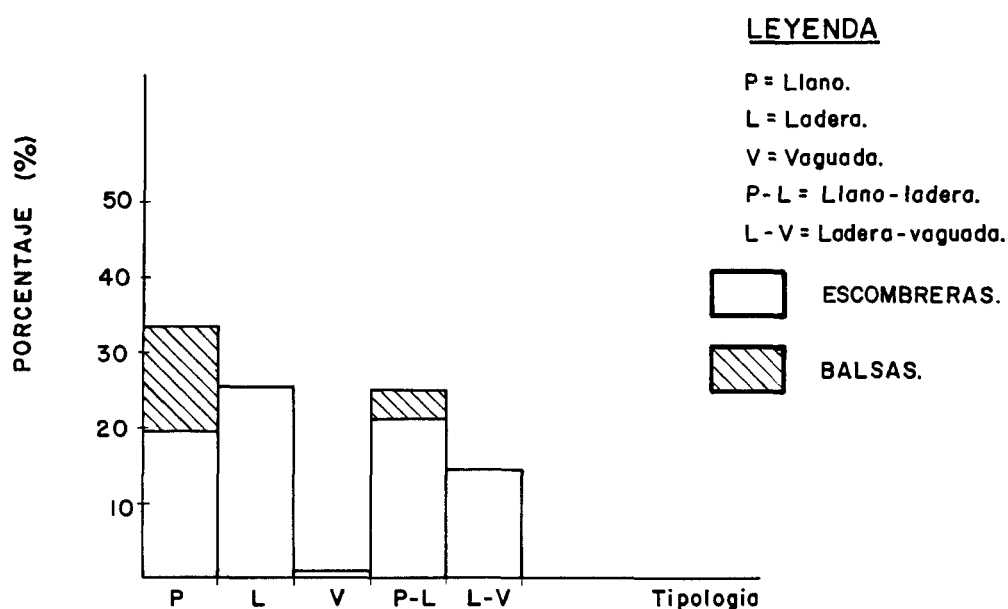


FIG. 6.2.5. - TIPOLOGIA DE LA ESTRUCTURA.

### 6.2.6. Sistemas de vertido

El histograma de la fig. 6.2.6. recoge los sistemas de vertido utilizados.

SISTEMAS DE VERTIDO	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
VOLQUETE	27	13,6	-	-	27	13,6
VAGONETA	35	17,6	-	-	35	17,6
CINTA	1	0,5	-	-	1	0,5
TUBERIA	-	-	18	9	18	9
CANAL	-	-	3	1,5	3	1,5
PALA	4	2	-	-	4	2
VAGONETA-VOLQUETE	19	9,5	-	-	19	9,5
VAGONETA-PALA	5	2,5	-	-	5	2,5
TUBERIA-CANAL	-	-	16	8	16	8
VOLQUETE-PALA	67	33,8	-	-	67	33,8
CANAL-VOLQUETE	1	0,5	-	-	1	0,5
TUBERIA-VOLQUETE	1	0,5	-	-	1	0,5
PALA-CINTA	2	1	-	-	2	1

El medio de transporte más frecuente en las escombreras es la vagoneta que bascula a borde del talud, seguido del volquete.

En el caso de balsas, el medio más usual es el de tubería.

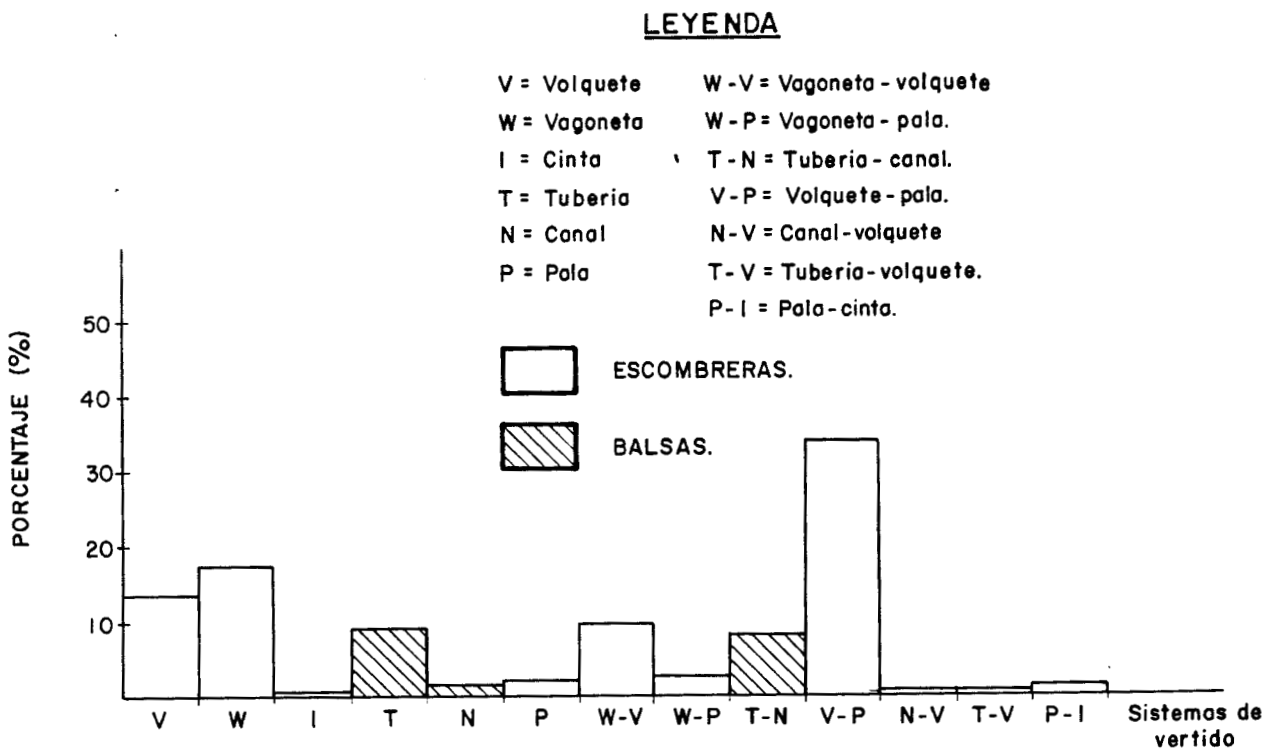


FIG. 6.2.6. - SISTEMAS DE VERTIDO.

## 6.2.7. Alturas de las estructuras

<u>ALTURA (m)</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
0 - 10 m	79	39,8	33	16,6	112	56,4
10 - 20 m	62	31,1	3	1,5	65	32,6
20 - 30 m	17	8,5	1	0,5	18	9
30 - 40 m	1	0,5	-	-	1	0,5
40 - 50 m	1	0,5	-	-	1	0,5
> 50 m	2	1	-	-	2	1

El 56,4% de estructuras, no tienen alturas que sobrepasen los 10 m. De este porcentaje 79 casos corresponden a escombreras y 33 casos a alturas de dique en las balsas.

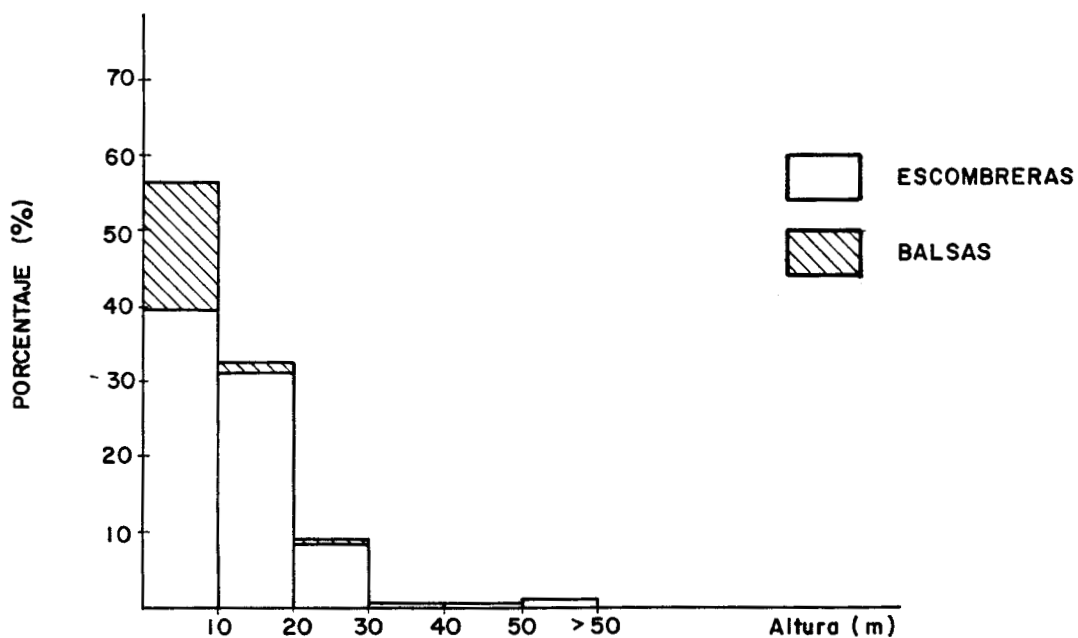


FIG. 6.2.7. - ALTURA.

## 6.2.8. Volúmen

<u>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
$V < 10^3$	9	5	14	7	23	12
$10^3 < V < 10^4$	52	26	17	9	69	35
$10^4 < V < 10^5$	74	37	2	1	76	38
$10^5 < V < 10^6$	25	12	4	2	29	14
$10^6 < V < 10^7$	2	1	-	-	2	1
$V > 10^7$	-	-	-	-	-	-

El mayor porcentaje, en cuanto a volúmen se encuentra en el segmento  $10^4 - 10^5$  m<sup>3</sup> con un 38%. No obstante, un 47% de los casos, se encuentra por debajo de los 10.000 m<sup>3</sup>.

La fig. 6.2.8. resume la distribución porcentual.

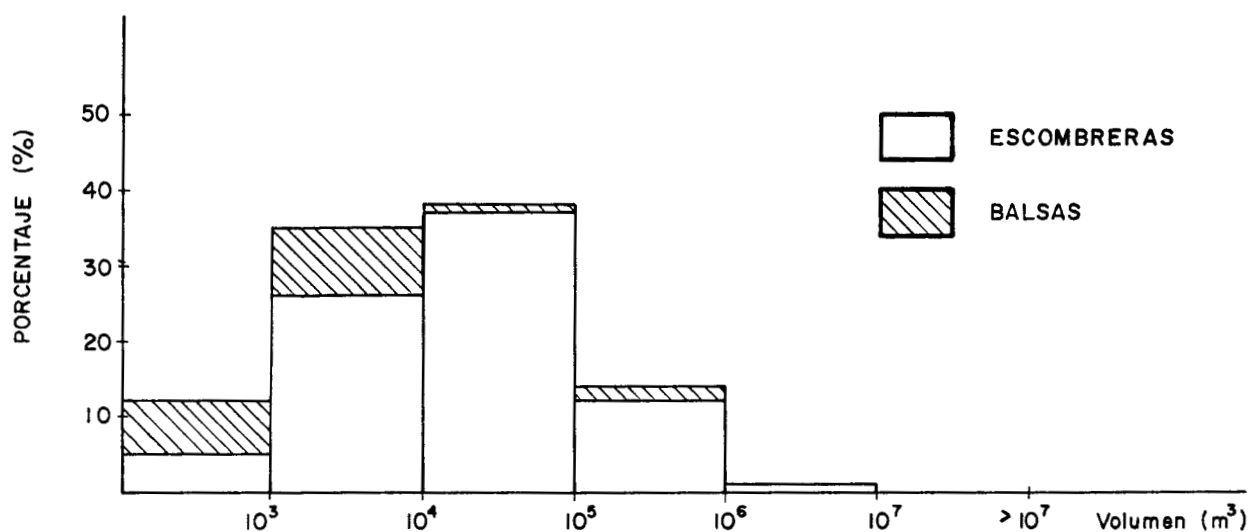


FIG. 6.2.8. - VOLUMEN.

## 6.2.9. Taludes de los estériles

<u>TALUD</u>	<u>ESCOBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
< 30º	10	5	-	-	10	5
30º - 32º	6	3	1	1	7	4
32º - 34º	5	2	1	1	6	3
34º - 36º	60	30	5	3	65	33
36º - 38º	47	23	14	7	61	30
38º - 40º	23	11	4	2	27	13
> 40º	11	6	12	6	23	12

La fig. 6.2.9. recoge el histograma correspondiente al muestreo de taludes realizado. Es posible observar un segmento de frecuencia entre los 34º-38º, que en el caso de escombreras corresponden a fracciones granulométricas gruesas.

En el caso de taludes en diques de estériles, los valores se encuentran muy dispersos, existiendo valores que superan los 40º.



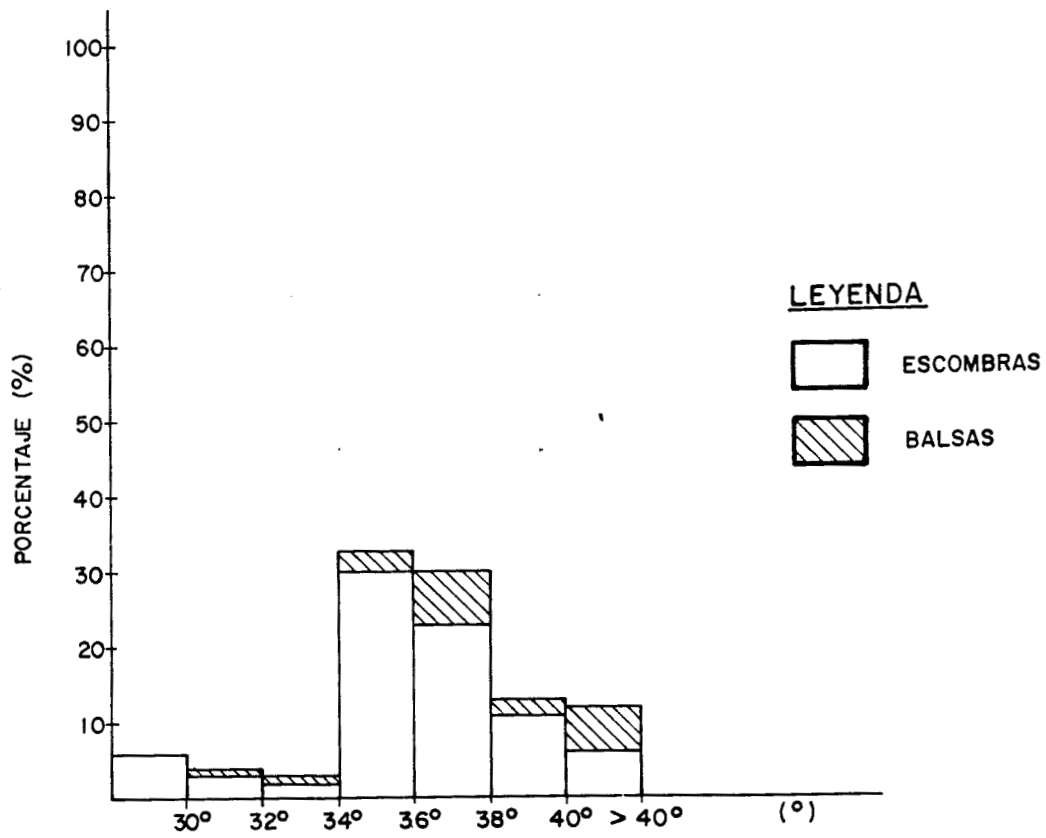


FIG. 6.2.9. - TALUD (°)

### 6.2.10. Tamaño de los residuos

La distribución porcentual conforme a los tamaños encontrados en escombreras, se han reflejado en el gráfico de la fig. 6.2.10.

En muchos casos se ha apreciado la existencia de todos los tamaños procedentes, no sólo de la explotación en sí, sino también de los procesos de tratamiento, trituración y clasificación. (Fotos 6.1. y 6.2.)

<u>TAMAÑO</u>	<u>ESCOMBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
ESCOLLERA	4	2	-	-
GRANDE	11	5,5	-	-
MEDIANO	13	6,5	-	-
FINO	9	4,5	37	18,5
HETEROMETRICO	125	63	-	-

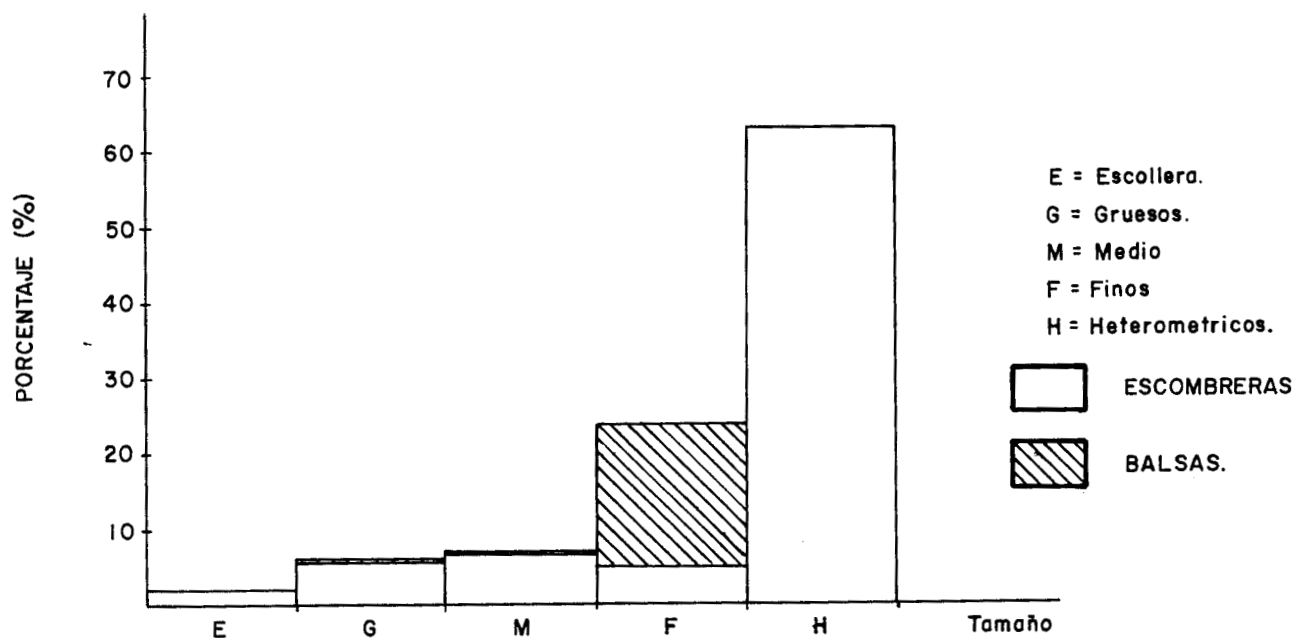


FIG. 6.2.10. - TAMAÑO DE RESIDUOS.



FOTO 6.1.- TAMAÑOS GRANULOMETRICOS EXISTENTES EN EL TODO UNO DE UNA ESCOMBRERA PROCEDENTE DE LABORES DEL INTERIOR.

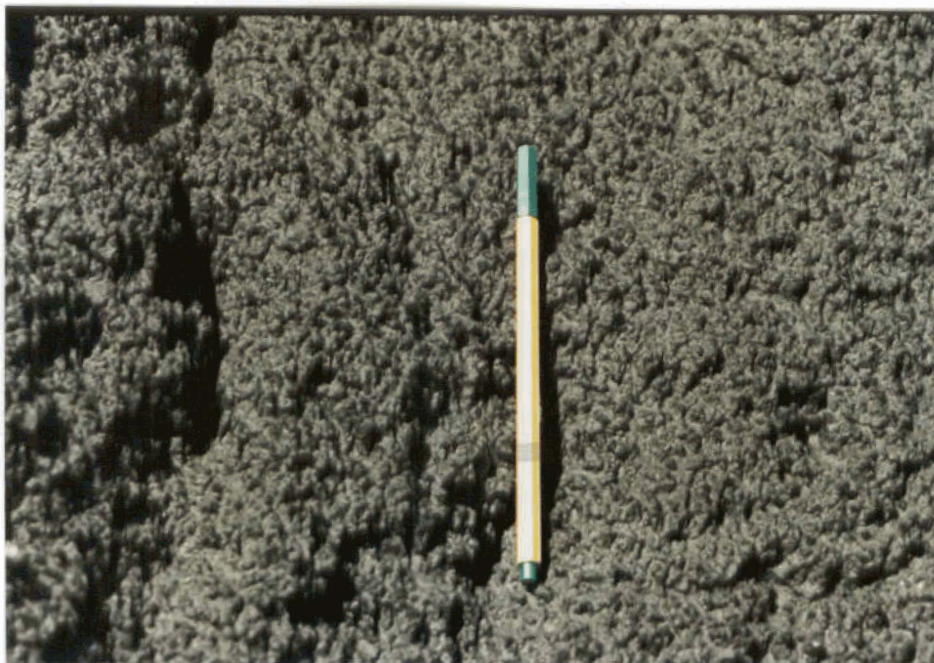


FOTO 6.2.- GRANULOMETRIA DE LOS ESTERILES DE LOS - PROCESOS DE LAVADO

## 7.- CONDICIONES DE ESTABILIDAD.

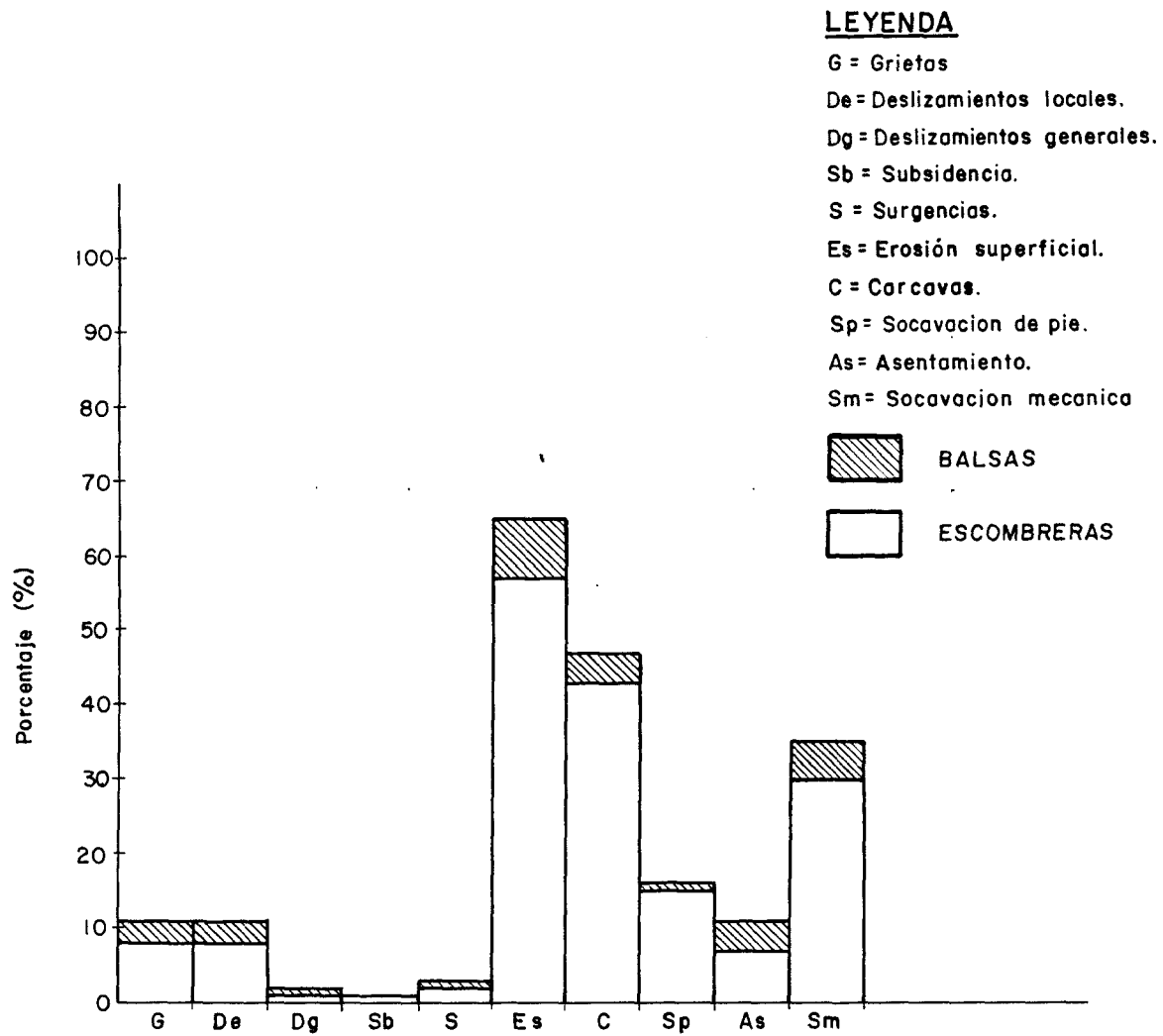
En este capítulo se ha hecho una revisión general de los problemas de estabilidad típicos de las escombreras y las balsas, sus causas más comunes y los fenómenos con ellas asociados que originan la problemática.

Se ha partido de los datos recogidos en las fichas de inventario, para realizar un análisis frecuencial de los problemas geotécnicos observados en las diferentes estructuras de la provincia.

Respecto a las escombreras que figuran en el listado, y que carecen de ficha, los problemas de estabilidad en las condiciones actuales, no tienen especial relevancia.

Los problemas observados, expresados de manera porcentual con respecto al número total de estructuras, se encuentran recogidos en la fig. nº 7.1.

De forma resumida, se detallan seguidamente las distintas frecuencias con que aparecen los fenómenos detectados sobre el total de estructuras con ficha: (Nº de fichas: 199).



**FIG. 7.1.- PROBLEMAS OBSERVADOS**

## PROBLEMAS OBSERVADOS

<u>PROBLEMAS</u>	<u>ESCOMBRERAS</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
GRIETAS	16	8	5	3	21	11
DESLIZAMIENTOS LOCALES	15	8	6	3	21	11
DESLIZAMIENTOS GENERALES	2	1	1	1	3	2
SUBSIDENCIAS	2	1	-	-	2	1
SURGENCIAS	4	2	1	1	5	3
EROSION SUPERFICIAL	114	57	16	8	130	65
CARCAVAS	85	43	8	4	93	47
SOCAVACION DE PIE	30	15	1	1	31	16
ASENTAMIENTO	14	7	7	4	21	11
SOCAVACION MECANICA	60	30	9	5	69	35

Los estériles vertidos en las escombreras conforman taludes que se corresponden con el talud natural que adoptan estos residuos según su forma de vertido y las condiciones de apoyo en la base de la estructura.

Son fenómenos de inestabilidad frecuentes, los correspondientes a deslizamientos superficiales y localizados, propios de escombros sin cohesión, que no afectan a un gran volumen de estériles.

Los deslizamientos más profundos, que dan lugar al movimiento de una mayor masa de estériles, suelen tener una evolución más lenta en el tiempo, y son el resultado de varias causas desfavorables.

Los problemas de estabilidad general pueden venir forzados por el establecimiento de un nivel freático alto en el cuerpo de la escombrera, bien por cubrir surgencias naturales o por embalsarse agua en zonas propicias para ello. El movimiento más frecuente cuando se produce es la formación de un abombamiento al pie de los taludes, con definición de un flujo o reptación, a favor de la pendiente.

Las balsas presentan formas geométricas, sencillas con predominio de la cuadrangular. Los diques perimetrales están contruidos en muchos casos, con materiales sueltos procedentes de la propia explotación, con altura variable que no excede los 5-6 cm. en cada recinto.

Este tipo de estructura con apoyo directo sobre la ladera, donde se acumulan los finos-lodos saturados sobre un recubrimiento arcillo-arenoso que se adapta a la inclinación de la yacente, puede producir reptaciones y deslizamientos de los mantos coluviales que afecten a la estabilidad general de la misma. Esta forma de inestabilidad conviene tenerla presente dados los someros reconocimientos de implantación realizados en muchos casos.

La erosión superficial, se manifiesta en estructuras con alto porcentaje en finos, y se traduce en huellas que en ocasiones adquieren notable profundidad, dando lugar a regueros y cárcavas. Se significan por su intensidad frente al resto de estructuras, los casos cuyos códigos son los siguientes:

CODIGO: 1508-4-156, S. MINERA SAN LUIS  
 CODIGO: 1508-4-160, S. MINERA SAN LUIS  
 CODIGO: 1508-4-200, ANTRACITAS DE VELILLA  
 CODIGO: 1608-1-7, MINERA CANTABRO-BILBAINA  
 CODIGO: 1608-2-4, ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.  
 CODIGO: 1608-2-5, ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.  
 CODIGO: 1608-2-6, ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.  
 CODIGO: 1608-2-48, MINERA CANTABRO BILBAINA  
 CODIGO: 1608-3-11, ANTRACITAS DE S. CLAUDIO  
 CODIGO: 1707-1-3, SANFESA  
 CODIGO: 1707-2-6, ANTRACITAS DE MONTEBISMO  
 CODIGO: 1707-3-3, HULLAS 'DE BARRUELO  
 CODIGO: 1707-6-11, MINAS DE S. CEBRIAN  
 CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
 CODIGO: 1608-1-89, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -(BALSA)  
 CODIGO: 1608-1-94, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -(BALSA)  
 CODIGO: 1608-1-95, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -(BALSA)  
 CODIGO: 1608-1-96, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -(BALSA)  
 CODIGO: 1608-1-97, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -(BALSA)  
 CODIGO: 1608-1-99, E.R.T. S.A. (F. Derivados).-(BALSA)

Las inestabilidades originadas por la socavación mecánica están relacionadas con la forma de llevarla a cabo, si ésta progresa, de una forma anárquica, pueden desestabilizarse determinadas zonas de la estructura, con riesgo de los medios humanos y mecánicos. Es frecuente observar esta problemática en las escombreras antiguas de carbón, y en los vertederos residuales procedentes de la fabricación



de otros productos energéticos.

Deslizamientos locales y/o situaciones de equilibrio estricto se han observado en las siguientes estructuras:

CODIGO: 1508-4-167, C. TERMICA. TERMINOR. ESCOMBRERA DE CENIZAS

CODIGO: 1608-2-48, MINERA CANTABRO BILBAINA

CODIGO: 1707-1-3, SANFESA

CODIGO: 1707-3-3, HULLAS DE BARRUELO S.A.

CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO S.A.

CODIGO: 1707-8-5, HULLAS DE BARRUELO S.A.

CODIGO: 1608-1-89, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -BALSA

CODIGO: 1608-1-94, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -BALSA

CODIGO: 1608-1-95, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -BALSA

CODIGO: 1608-1-96, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -BALSA

CODIGO: 1608-1-97, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -BALSA

CODIGO: 1608-1-99, E.R.T. S.A. (F. Derivados). -BALSA

Algunos ejemplos de estas balsas pueden observarse en las Fotos 7.1 y 7.2.

En el caso de escombreras, la aparición de presiones intersticiales por ascenso del nivel freático, al no existir sistema de drenaje, o ser este insuficiente, o bien, quedar inutilizado, ha originado el colapso de una zona de la estructura. En otros casos, la oclusión de las surgencias ha desencadenado una problemática similar.

Algunos casos, de drenaje inexistente o insuficiente son:



FOTO 7.1.- BALSAS DE HIDROXIDO CALCICO DE LA FABRICA DE DERIVADOS VINILICOS DE E.R.T., S.A. EN GUARDO



FOTO 7.2.- DESESTABILIZACION DEL DIQUE DEL DEPOSITO, CON ESCAPE EN COLADA DEL MATERIAL. FABRICA DE - DERIVADOS VINILICOS DE E.R.T., S.A. EN GUARDO.

CODIGO: 1508-4-200, ANTRACITAS DE VELILLA  
CODIGO: 1608-1-25, NEMESIO Y JOSE S.R.C.  
CODIGO: 1608-2-48, MINERA CANTABRO BILBAINA  
CODIGO: 1707-1-39, ANTRACITAS MINA EUGENIA  
CODIGO: 1707-7-12, HULLAS DE BARRUELO. S.A.

Respecto a escombreras en las que se ha detectado una socavación de pie que podría inducir descalces de los mantos de material, se citan las estructuras de:

CODIGO: 1707-2-6, ANTRACITAS DE MONTEBISMO  
CODIGO: 1707-2-10, FRUCTUOSO MARTIN  
CODIGO: 1707-5-5, FELIPE VILLANUEVA S.A.  
CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-7-19, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-7-29, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-8-5, HULLAS DE BARRUELO S.A.

La aparición de grietas en borde de talud, de intensidad y continuidad variables, se han observado en los casos de:

CODIGO: 1608-2-56, MINERA CANTABRO BILBAINA  
CODIGO: 1608-3-16, ANTRACITAS DEL NORTE S.A.  
CODIGO: 1707-7-5, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
CODIGO: 1707-7-12, HULLAS DE BARRUELO, S.A.

La lenta consolidación de los materiales vertidos, de nula cohesión y, en algunos casos, a su heterogeneidad, pueden dar lugar a la aparición de grietas en la parte superior de los taludes, de difícil identificación por la abundante vegetación desarrollada, sobre todo en las escombreras más antiguas.

En algunos diques de balsas, se han observado actuaciones encaminadas a corregir problemas de filtraciones, cuyo origen hay que buscarlo en la utilización de materiales de baja calidad, o de dudosa resistencia al corte.

Los fenómenos de combustión en las escombreras de carbón dan lugar por un lado a una notable cementación por fusión de los minerales arcillosos, pero muy posiblemente en fases intermedias del proceso se generen gases que den lugar a unas presiones intersticiales que puedan afectar a las condiciones de equilibrio.

Residuos calcinados se han observado en las estructuras de:

CODIGO: 1707-2-9, ANTRACITAS DE MONTEBISMO  
CODIGO: 1707-2-10, FRUCTUOSO MARTIN  
CODIGO: 1707-3-3, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-7-5, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-7-29, HULLAS DE BARRUELO S.A.  
CODIGO: 1707-8-5, HULLAS DE BARRUELO S.A.

CODIGO: 1707-8-11, HULLAS DE BARRUELO S.A.

CODIGO: 1707-6-12, MINAS DE SAN CEBRIAN S.A.

En el riesgo de ignición incide el contenido de carbón y azufre de los residuos, la calidad del lavado efectuado, los parámetros climáticos que gobiernan la zona, la porosidad del material, etc.

Finalmente, deben de llevarse a cabo todas aquellas actuaciones encaminadas a que tanto las estructuras activas como las abandonadas, tengan un control continuo de su evolución en el tiempo, a efectos de detectar los problemas que puedan producirse.

## 8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 8.1. Criterios generales

El constante aumento de las actividades industriales en los últimos tiempos, ha llevado consigo, la provisión de recursos minerales para abastecer de materias primas a los procesos.

Sin embargo, los trabajos de explotación, manipulación y transformación de esos "todo uno" originales, ha dado lugar a una amplia gama de alteraciones de la biosfera, de variable intensidad, que ha llegado a hacer dudar a algunos, de las ventajas de aplicación de un impulso de aceleración al sistema de desarrollo, pues muchas de las alteraciones producidas tienen un carácter irreversible, y son de aparición lenta pero duradera.

Actualmente, la tendencia en los países más desarrollados respecto al impacto ambiental producido por todas las actividades mineras o industriales, en que se procesan materias primas o industriales y se originan alteraciones en el entorno, es el dar carácter prioritario a estos procesos, mantenedores de una economía de desarrollo.

Pero resulta evidente que es necesario llegar a un equilibrio entre el aprovechamiento de recursos y la propia conservación de

la naturaleza, pero no sólo en lo que concierne a las actividades mineras extractivas, sino también en otras realizaciones industriales y civiles.

La variable fundamental a cuantificar en los estudios de Impacto Ambiental, es la alteración en el medio o en alguno de sus componentes como consecuencia de llevar a cabo un proyecto o actividad humana, admitiendo una valoración tanto cualitativa como cuantitativa en función del valor del recurso.

El fin primordial de las evaluaciones de impacto ambiental es el de la previsión y éstas evaluaciones pueden ser de aplicación integral o parcial a distintas alternativas de un mismo proyecto, actividad o acción, o bien a distintas fases del mismo, pudiéndose contemplar como impactos globales o sólomente parciales.

## **8.2. Evaluación global del impacto**

Es importante distinguir entre la incidencia ambiental de las estructuras mineras y minero-industriales y a las que da lugar las restantes operaciones mineras.

Partiendo de esta base, las alteraciones ambientales más importantes pueden resumirse en las siguientes:

- 1) Alteración visual y del paisaje.
- 2) Alteración ambiental del medio:aire
- 3) Alteración ambiental del medio:agua
- 4) Alteración ambiental de los suelos
- 5) Alteración de la flora y de la fauna.
- 6) Alteración del ámbito socio-cultural
- 7) Alteración de los procesos geofísicos.

Si realizamos un análisis medio-ambiental, de las escombreras de procedencia carbonífera en la provincia de Palencia, podríamos distinguir aquellas estructuras inactivas procedentes de una minería subterránea, antiguas y abandonadas y las actualmente activas también procedentes de actividades extractivas a cielo abierto y/o de interior.

Es indudable que para cada uno de estos grupos aparecen factores de distinción, con rasgos singulares definitorios como formas, pendientes, volúmenes, coberteras vegetales, etc.

En las escombreras procedentes tanto de labores subterráneas, como de cielo abierto, o de las plantas de lavado se han estimado volúmenes por debajo de  $10^6$  m<sup>3</sup>. Solamente 2 estructuras sobrepasaron esa capacidad. Del mismo modo, se contabilizaron 2 estructuras en que se superaban los 50 m de altura.

Su conformación en las cuencas de Guardo, Barruelo, La Pernia y San Cebrian desde hace muchos años, las han hecho parte constitutiva del paisaje de esas zonas, y a pesar de su carácter antrópico, pueden no ser consideradas en muchos casos por parte de los



habitantes de las mismas, objeto de intrusión visual. Ello no minimiza la importancia de esta alteración en otras situaciones de gran volumen y próximas a corredores visuales permanentes.

Las escombreras con residuos procedentes de los lavaderos, están próximas a ellos, y granulométricamente presentan una curva muy recortada. En algunos casos, han sido depositados o se dejan en los mismos lugares de vertido que los escombros procedentes de las labores de interior.

Los finos procedentes de las plantas de tratamiento, se acumulan en balsas, en las que se constituye un dique de altura somera con materiales no seleccionados, o de hormigón en masa, en algún caso.

Los vertederos de estériles procedentes de labores de cielo abierto son de un mayor volumen y altura que los restantes, aunque no siempre responden a éstas características, ya que la utilización de un método extractivo de transferencia que implique el relleno del hueco, enmascara notablemente la alteración morfológica y por tanto atenúa la alteración visual y del paisaje.

Los tamaños máximos son de un rango superior a los encontrados en otros vertederos, con notables segregaciones a su pie, a causa de los medios mecánicos empleados.

La configuración geométrica exterior, es muy variable, con definición de formas comunes: conos invertidos, conos truncados, pirámides truncadas, etc. Predominando las líneas rectas y los ángulos marcados, frente a las alineaciones curvas.

### 8.2.1. Alteración en el paisaje

Quizás el impacto sobre el paisaje sea uno de los más notables en minería, cuya alteración se produce desde el inicio de la explotación si no se adoptan medidas correctoras.

Cualquier paisaje es posible describirlo en términos visuales por los elementos básicos de: color, forma, línea, textura, escala y espacio y es precisamente la pérdida del equilibrio entre ellos lo que ha de valorarse en la alteración que se produzca como consecuencia de la ubicación, volúmen, topografía de la zona, contraste de colores con el entorno, etc. de las estructuras de almacenamiento.

Esos elementos plásticos y cromáticos que constituyen el paisaje, junto con la capacidad de absorción visual de la zona, la existencia de corredores visuales, el emplazamiento de la línea de cumbres, etc, van a ser los factores a evaluar.

Lógicamente ésta evaluación de la alteración debe de subordinarse a las directrices de conservación de especies, habitats, normas sobre espacios naturales, etc., que puedan existir para cada

zona concreta.

De otra parte, la perturbación que se produce es inevitable, por ello las medidas a aplicar deben de estar encaminadas a minorar el impacto visual producido con acciones tales como el taluzado y diseño de escombreras, con adaptación a la fisiografía del lugar, la revegetación con especies autóctonas, el enmascaramiento con pantallas, etc.

En los casos evaluados se ha efectuado una estimación basada en el grado de visibilidad y en el contraste de la estructura con los parámetros definitorios del paisaje y, en ella hay que remarcar el grado de subjetividad de la valoración.

No obstante, entre las estructuras que más lo modifican se han identificado las siguientes:

CODIGO: 1508-4-160, SOCIEDAD MINERA SAN LUIS

CODIGO: 1508-4-167, C. TERMICA. TERMINOR

CODIGO: 1508-4-206, ANTRACITAS DE VELILLA (En fase de restauración)

CODIGO: 1608-1-86, C. TERMICA. TERMINOR (Stock de carbón)

CODIGO: 1608-1-87, C. TERMICA. TERMINOR (Stock de carbón)

CODIGO: 1608-1-92, GIL MARTIN S.L. (Stocks calizos)

CODIGO: 1608-2-6, ANTRACITAS DEL NORTE

CODIGO: 1608-2-29, MINERA CANTABRO-BILBAINA  
 CODIGO: 1707-1-38, MINERA PALENTINA, S.A.  
 CODIGO: 1707-3-3, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
 CODIGO: 1707-6-10, MINAS DE SAN CEBRIAN  
 CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
 CODIGO: 1707-7-29, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
 CODIGO: 1707-7-30, HULLAS DE BARRUELO, S.A.  
 CODIGO: 1608-1-89, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) - Balsa  
 CODIGO: 1608-1-94, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) - Balsa  
 CODIGO: 1608-1-95, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) - Balsa  
 CODIGO: 1608-1-96, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) -Balsa  
 CODIGO: 1608-1-97, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) -Balsa  
 CODIGO: 1608-1-98, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) -Balsa  
 CODIGO: 1608-1-99, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) -Balsa  
 CODIGO: 1608-1-100, E.R.T. (F. Derivados Viníficos) -Balsa

### 8.2.2. Alteración en el Medio Atmosférico.

La alteración del medio aire en las explotaciones carboníferas tanto de interior como de cielo abierto, tiene lugar, por la emisión de gases y/o partículas sólidas en suspensión, por la generación de ruidos y por ondas aéreas en el caso de producirse voladuras.

Los niveles de intensidad son distintos según se trate de sistemas de laboreo de interior o de cielo abierto. Así mismo, su graduación es variable en las distintas fases operacionales de cada

proceso.

El polvo con tamaños de partícula del orden de micras es transportado por los vientos de las superficies excavadas y de los vertederos, a decenas de kilómetros. Este transporte está determinado por una serie de factores tales como: la dirección y la velocidad del viento, la humedad, las precipitaciones, la temperatura del suelo, la propia estación del año, etc.

Algunas estructuras que originan esta alteración son:

CODIGO: 1508-4-167, C. TERMICA. TERMINOR

CODIGO: 1608-1-89, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

CODIGO: 1608-1-94, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

CODIGO: 1608-1-95, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

CODIGO: 1608-1-96, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

CODIGO: 1608-1-97, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

CODIGO: 1608-1-98, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

CODIGO: 1608-1-99, E.R.T. (F. Derivados Vinílicos)

En el caso de las escombreras de carbón, la generación de gases puede darse, como consecuencia de la combustión espontánea de los materiales apilados bajo unos parámetros ambientales y físico-químicos que regulan las sucesivas reacciones que tienen lugar para ello.

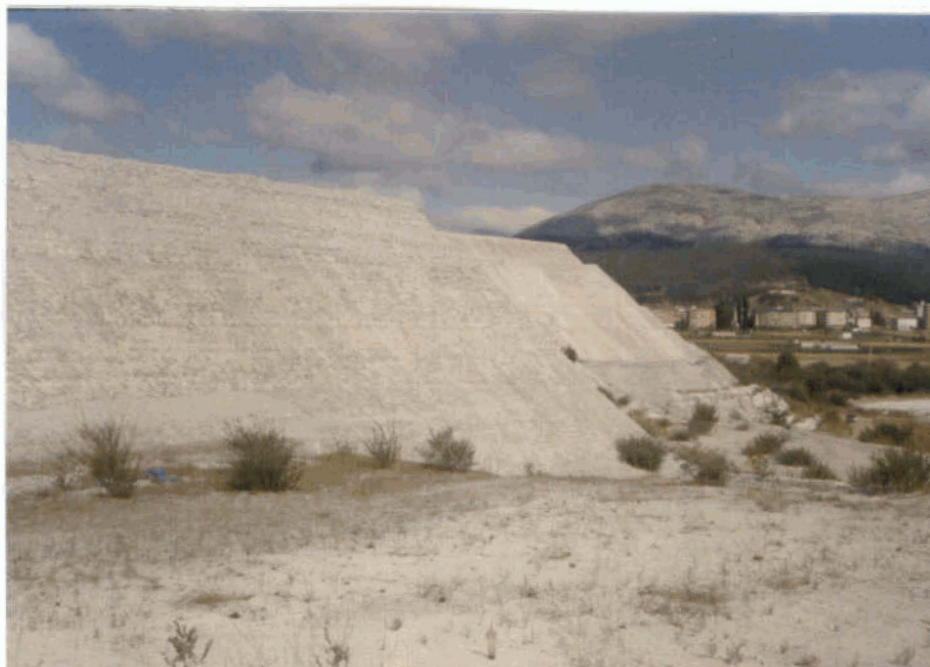


FOTO 8.1.- EN LOS TALUDES ES APRECIABLE EL PROCESO DE FORMACION DE COSTRAS. OBSRVESE LA VEGETA - CION ARBUSTIVA EXISTENTE.



FOTO 8.2.- LAS BALSAS SE ENCUENTRAN ENCADENADAS SOBRE LA TERRAZA DEL RIO CARRION. OBSERVESE LA SOCAVACION REALIZADA AL PIE DE UNO DE LOS DIQUES DE LA ESTRUCTURA

Los agentes gaseosos contaminantes más importantes son: el dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos de azufre. Entre estos últimos destaca el anhídrido sulfuroso que, por hidratación se incorpora al agua de lluvia en forma de ácido sulfúrico, con efectos corrosivos e inhibidor de la vegetación (lluvia ácida).

Respecto a los gases nocivos, pueden servir de orientación los límites siguientes para la adopción de medidas correctoras:

- Para la vegetación

$\text{NO}_x$  < 20 ppm

$\text{SO}_2$  < 0,002 %

$\text{C}_2\text{H}_4$  < 2 ppm

- Para las personas

CO < 0,01 %

$\text{CO}_2$  < 5 %

$\text{SH}_2$  < 0,01 %

$\text{SO}_2$  < 0,001 %

### 8.2.3. Alteración ambiental en las aguas

La contaminación de las aguas en minería, puede producirse en sus propiedades físicas y químicas con afección tanto a las superficiales como a las subterráneas.

En lo que respecta a la calidad física de las aguas superficiales quizás el aumento de sólidos en suspensión sea la alteración más notable. Preferentemente está desencadenada por el fenómeno erosivo de las aguas, que da lugar a la removilización de los elementos más finos. Este aumento de la concentración de sólidos da origen al fenómeno de "turbidez" en las aguas fluviales, lo que a su vez lleva acarreado una sedimentación continua, aguas abajo del cauce.

Las alteraciones potenciales de las aguas superficiales en el orden químico, son producidas generalmente por la disolución de determinados compuestos y por los cambios de PH que originan los elementos metálicos.

En las minas de carbón, en aquellas aguas que no circulan por circuitos cerrados, las aguas deben de ser tratadas en una planta depuradora antes de ser vertidas. Las etapas fundamentales del tratamiento de las mismas para un proceso de este tipo serían:

- 1.- Neutralización
- 2.- Aireación
- 3.- Floculación
- 4.- Decantación
- 5.- Filtración
- 6.- Ajuste final del pH



En el caso de las escombreras de carbón, las aguas con  $\text{pH} < 7$ , se dan por lixiviación de la capa centimétrica más superficial en un corto espacio de tiempo.

La compactación de los materiales apilados es un factor condicionante de la permeabilidad, y por tanto del grado de acidez de las aguas. Estas se infiltran por los espacios intergranulares y surgen en las zonas más inferiores o de menor permeabilidad, a modo de regueros.

Este proceso es muchas veces la causa que impide el desarrollo de una cubierta vegetal estable en la escombrera, ya sea espontánea o implantada mediante trabajos de restitución.

En cuanto a las aguas subterráneas, la alteración contaminante está condicionada fundamentalmente por dos factores: el grado de disolución de las sustancias activas y por la permeabilidad de los terrenos infrayacentes a la estructura.

Ello puede llegar a afectar a los niveles freáticos, y modificar los regímenes de los pozos y manantiales del entorno, con repercusión en otros aspectos tales como la agricultura.

Respecto a la disolución de contaminantes, en general, el problema se suele presentar en el caso de las balsas de estériles cuando la implantación se realiza en zonas de suelos con permeabilidad,

mientras que en el caso de escombreras, la disolución es función de la solubilidad y de la granulometría.

A este respecto, Ayala F.J. y Rodríguez Ortiz, J.M., en el "Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros", IGME, 1986, citan y recogen las reglamentaciones siguientes:

- Decreto 2.414/1961 de 30 de Noviembre (B.O.E. de 7 Diciembre), que regula los límites de toxicidad de las aguas a verter a cauces públicos.
- Real Decreto 1423/1982 de 18 Junio (B.O.E. del 29 de Junio) donde se establecen los límites máximos tolerables en aguas de consumo público.

En el cuadro 8.2-1 se dan los niveles indicados por ambas reglamentaciones.

El reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril) que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985 de 2 de Agosto, de Aguas, señala que los vertidos autorizados conforme a lo dispuesto en los artículos 92 y siguientes de la Ley de Aguas se gravarán con un canon destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica.

Las tablas del cuadro 8.2-2 indican los parámetros característicos que se deben considerar, como mínimo, en el muestreo del tratamiento del vertido.

CUADRO 8.2-1 CONCENTRACIONES MAXIMAS TOLERABLES EN  
AGUAS DE CONSUMO PUBLICO EN ESPAÑA

Componente	Máx. tolerable mg/l	
	D.2.414/61	R.D. 1.423/82
Plomo (expresado en Pb) .....	0,1	0,05
Arsénico (expresado en As).....	0,2	0,05
Selenio (expresado en Se) .....	0,05	0,02
Cromo (expresado en Cr hexavalente)...	0,05	0,05
Cloro (libre y potencialmente liberable, expresado en Cl) .....	1,5	0,35
Acido cianhídrico (expresado en Cn) ...	0,01	0,05
Fluoruros (expresado en F I) .....	1,50	1,50
Cobres (expresado en Cu) .....	0,05	1,50
Hierro (expresado en Fe) .....	0,10	0,20
Manganeso (expresado en Mn) .....	0,05	0,05
Compuestos fenólicos (expresado en Fe nol) .....	0,001	0,001
Cinc (expresado en Zn) .....		5,00
Fósforo (expresado en P) .....		2,15
(expresado en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....		5,00
Cadmio (expresado en Cd) .....		0,005
Mercurio (expresado en Hg) .....		0,001
Níquel (expresado en Ni) .....		0,050
Antimonio (expresado en Sb) .....		0,010
Radioactividad .....	100 pCi/l	

FUENTE: REAL DECRETO 2414/1961 - 30 NOVIEMBRE  
REAL DECRETO 1423/1982 - 18 JUNIO

CUADRO Nº 8.2-2

Parámetro Unidad	Nota	Valores lmites		
		Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
pH	(A)	Comprendido entre 5,5 y 9,5		
Sólidos en suspensión (mg/l)	(B)	300	150	80
Materias sedimentables (ml/l)	(C)	2	1	0,5
Sólidos gruesos	-	Ausentes	Ausentes	Ausentes
D.B.O.5 (mg/l)	(D)	200	60	40
D.Q.O. (mg/l)	(E)	500	200	160
Temperatura (°C)	(F)	3ª	3ª	3ª
Color	(G)	Inapreciable en disolución:		
		1/40	1/30	1/20
Aluminio (mg/l)	(H)	2	1	1
Arsénico (mg/l)	(I)	1,0	0,5	0,5
Bario (mg/l)	(H)	20	20	20
Boro (mg/l)	(H)	10	5	2
Cadmio (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,1
Cromo III (mg/l)	(H)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Hierro (mg/l)	(H)	10	3	2
Manganeso (mg/l)	(H)	10	3	2
Níquel (mg/l)	(H)	10	3	2
Mercurio (mg/l)	(H)	0,1	0,05	0,05
Plomo (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Selenio (mg/l)	(H)	0,1	0,03	0,03
Estaño (mg/l)	(H)	10	10	10
Cobre (mg/l)	(H)	10	0,5	0,2
Cinc (mg/l)	(H)	20	10	3
Tóxicos metálicos	(J)	3	3	3
Cianuros (mg/l)	-	1	0,5	0,5
Cloruros (mg/l)	-	2000	2000	2000
Sulfuros (mg/l)	-	2	1	1
Sulfitos (mg/l)	-	2	1	1
Sulfatos (mg/l)	-	2000	2000	2000
Fluoruros (mg/l)	-	12	8	6
Fósforo total (mg/l)	(K)	20	20	10
Idem	(K)	0,5	0,5	0,5
Amoníaco (mg/l)	(L)	50	50	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	(L)	20	12	10
Aceites y grasas (mg/l)	-	40	25	20
Fenoles (mg/l)	(M)	1	0,5	0,5
Aldehidos (mg/l)	-	2	1	1
Detergentes (mg/l)	(N)	6	3	2
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05	0,05	0,05

FUENTE: REAL DECRETO 2414/1961 - 30 NOVIEMBRE  
REAL DECRETO 1423/1982 - 18 JUNIO

## NOTAS AL CUADRO Nº 8.2-2

General.- Cuando el caudal vertido sea superior a la décima parte del caudal mínimo circulante por el cauce receptor, las cifras de la tabla I podrán reducirse en lo necesario, en cada caso concreto, para adecuar la calidad de las aguas a los usos reales o previsibles de la corriente en la zona afectada por el vertido.

Si un determinado parámetro tuviese definidos sus objetivos de calidad en el medio receptor, se admitirá que en el condicionado de las autorizaciones de vertido pueda superarse el límite fijado en la tabla I para tal parámetro, siempre que la dilución normal del efluente permita el cumplimiento de dichos objetivos de calidad.

(A) La dispersión del efluente a 50 metros del punto de vertido debe conducir a un pH comprendido entre 6,5 y 8,5.

(B) No atraviesan una membrana filtrante de 0,45 micras.

(C) Medidas en cono Imhoff en dos horas.

(D) Para efluentes industriales, con oxidabilidad muy diferente a un efluente doméstico tipo, la concentración límite se referirá al 70 por 100 de la D.B.O. total.

(E) Determinación al bicromato potásico.

(F) En ríos, el incremento de temperatura media de una sección fluvial tras la zona de dispersión no superará los 3°C.

En lagos o embalses, la temperatura del vertido no superará los 30°C.

(G) La apreciación del color se estima sobre 10 centímetros de muestra diluida.

(H) El límite se refiere al elemento disuelto, como ión o en forma compleja.

(J) La suma de las fracciones concentración real/límite exigido relativa a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo VI, níquel, mercurio, plomo, selenio, cobre y cinc) no superará el valor 3.

(K) Si el vertido se produce a lagos o embalses, el límite se reduce a 0,5, en previsión de brotes eutróficos.

(L) En lagos o embalses el nitrógeno total no debe superar 10 mg/l, expresado en nitrógeno.

FUENTE: REAL DECRETO 1414/1961 - 30 NOVIEMBRE

REAL DECRETO 1423/1982 - 18 JUNIO

Algunas estructuras que inciden sobre este medio son:

CODIGO: 1608-2-4, ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.

CODIGO: 1608-2-5, ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.

CODIGO: 1608-2-6, ANTRACITAS DEL NORTE, S.A.

CODIGO: 1707-5-5, FELIPE VILLANUEVA, S.A.

CODIGO: 1707-5-6, FELIPE VILLANUEVA, S.A.

CODIGO: 1707-6-17, MINAS DE SAN CEBRIAN, S.A.

CODIGO: 1707-7-7, HULLAS DE BARRUELO, S.A.

CODIGO: 1707-7-19, HULLAS DE BARRUELO, S.A.

CODIGO: 1707-7-29, HULLAS DE BARRUELO, S.A.

CODIGO: 1707-8-5, HULLAS DE BARRUELO, S.A.

CODIGO: 1608-1-89, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

CODIGO: 1608-1-94, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

CODIGO: 1608-1-95, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

CODIGO: 1608-1-96, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

CODIGO: 1608-1-97, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

CODIGO: 1608-1-98, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

CODIGO: 1608-1-99, E.R.T. (F. Derivados). Balsa

#### **8.2.4. Alteración ambiental de los suelos**

La actuación minera creando escombreras y balsas puede afectar al suelo productivo, ya sea por la simple ocupación, o bien, por la alteración de sus características.

Este tipo de acciones pueden considerarse similares a las que produciría cualquier obra de tipo civil.

Por consiguiente, como alteraciones básicas a identificar, hay que considerar la ocupación irreversible del suelo que afecta tanto a la estructura como a los viales de acceso.

Es muy conveniente, y debe ser práctica común que a medida que se ocupen nuevas superficies de terreno, los horizontes superiores más fértiles se apilen para después recuperarlos.

#### **8.2.5. Alteraciones de la flora y de la fauna**

Las alteraciones fundamentales de estos dos ámbitos pueden estar originadas bien por la sustitución parcial del medio por ocupación de la propia explotación y de sus estructuras anejas y de sus vertidos, o bien, por cambios en las condiciones de los hábitats. (condiciones fisiográficas, suelos, accesibilidad del agua, et.).

#### **8.2.6. Alteración del ámbito Socio-Cultural**

Los recursos culturales por su limitación y su carácter no renovable deben ser tratados con especial cuidado.

Dentro de este ámbito deben considerarse también aquellas zonas con una determinada significación histórica, artística, educativa, etc, a la hora de decidir la implantación de una de estas estructuras, o bien, para el diseño eficaz de una restauración.



### 8.3. Evaluación de las condiciones de implantación de escombros y balsas

La elección del lugar de almacenamiento de una determinada estructura debe obedecer a una serie de condicionantes, como pueden ser el volúmen previsible de residuos, la mejor adaptación al medio físico, una respuesta adecuada a las condiciones de tipo económico, funcional o legal, etc.

En este sentido, era lógico que los criterios de implantación de las estructuras más antiguas estuviesen predispuestos por un sentido económico muy estricto, pero, modernamente y siguiendo a la paulatina entrada en vigor de leyes reguladoras del medio físico, se hace necesario considerar una serie de parámetros básicos.

Por ello, la evaluación de las condiciones de implantación de las estructuras residuales mineras, teniendo en cuenta la escasa bibliografía existente al respecto, y que los medios con que se cuenta para la valoración de parámetros geomecánicos en campo son muy escasos, se ha realizado mediante una expresión numérica de tipo cuantitativo de los emplazamientos ya existentes, los cuales hay que aceptar a priori, aunque los criterios para su elección no hayan sido del todo correctos.

Partiendo de esta base, y a pesar de la complejidad del problema, se ha tratado de evaluar las condiciones de implantación

de las diversas estructuras, mediante una metodología simplificada, en donde la expresión que más se aproxima a la evaluación final, adopta la fórmula (IGME, 1982):

$$Q_e = I \cdot \alpha (\beta \theta)^{(\eta + \delta)}$$

donde  $Q_e$ : Índice de calidad

$I$ : es un factor ecológico

$\alpha$ : es un factor de alteración de la capacidad portante del terreno debido al nivel freático.

$\beta$ : es un factor de resistencia del cimientto de implantación (suelo o roca)

$\theta$ : es un factor topográfico o de pendiente

$\eta$ : es un factor relativo al entorno humano y material afectado

$\delta$ : es un factor de alteración de la red de drenaje existente

De manera aproximada se ha supuesto que cada uno de estos factores varía según los criterios siguientes:

1º)  $I = Ca + P$ , donde:

$Ca$ : factor de contaminación de acuíferos

$P$ : factor de alteración del paisaje

(Se ha matizado el criterio original del valor medio entre  $Ca$  y  $P$ , valorándolos ahora por separado y sumándolos).

La evaluación de cada uno de estos factores depende en el primer caso (Ca) del tipo de escombros (alteración química de los mismos) y del drenaje del área de implantación; en el segundo caso (P) el impacto visual de la escombrera será función de la sensibilidad al paisaje original, al volúmen almacenado, a la forma, al contraste de color, y al espacio donde está implantada. Para ellos, se han adoptado los siguientes valores numéricos:

Factores ecológicos	VULNERABILIDAD DEL AREA				
	Irrelevante	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Ca o P	0,5-0,4	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,1	< 0,1

2º) El factor  $\alpha$  de alteración del equilibrio del suelo, debido a la existencia de un nivel freático próximo en el área de implantación o su entorno, se ha considerado en la forma siguiente:

$\alpha = 1$  sin nivel freático o con nivel de profundidad superior a 5 m.

$\alpha = 0,7$  con nivel freático entre 1,5 y 5 m.

$\alpha = 0,5$  con nivel freático a menor profundidad de 0,5 m.

$\alpha = 0,3$  con agua socavando < 50% del perímetro de la escombrera.

$\alpha = 0,1$  con agua socavando  $\geq$  50% del perímetro de la escombrera.

3º) El factor de cimentación ( $\beta$ ) depende, tanto de la naturaleza del del mismo, como de la potencia de la capa superior del terreno de apoyo, de acuerdo con el siguiente Cuadro:

TIPO DE SUELO	POTENCIA				
	< 0,5 m	0,5 a 1,5 m	1,5 a 3,0 m	3,0 a 8,0 m	> 8,0 m
Coluvial granular	1	0,95	0,90	0,85	0,80
Coluvial de transición	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Coluvial 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 flojo	0,75	0,70	0,60	0,50	0,40

En el caso de que el substrato sea rocoso, independientemente de su fracturación  $\beta = 1$ .

4º) El factor topográfico  $\theta$  se ha evaluado en razón de la inclinación del yacente, según la siguiente tabla:

	<u>TOPOGRAFIA DE IMPLANTACION</u>	<u>VALOR DE <math>\theta</math></u>
TERRAPLEN	inclinación < 1º	1
	inclinación entre 1º y 5º (< 8%)	0,95
	inclinación entre 5º y 14º (8 a 25%)	0,90
LADERA	inclinación entre 14º y 26º (25 a 50%)	0,70
	inclinación superior a 26º (> 50%)	0,40
	perfil transversal en "v" cerrada (inclinación de laderas > 20º)	0,8
VAGUADA	perfil transversal en "v" abierta (inclinación de laderas < 20º)	0,6-0,7

CUADRO 8.3.-1

APLICACION DEL INDICE "Q<sub>e</sub>"

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1507-8-82	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,0	0,3	TOLERABLE (0,48)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,65)
1507-8-83	0,45	0,25	0,75	1	1	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,43)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO. (0,62)
1507-8-85	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,35)	TOLERABLE 0,47
1507-8-89	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,0	0,3	TOLERABLE (0,48)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,65)
1507-8-90	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,8	1,3	0,3	TOLERABLE (0,36)	TOLERABLE (0,48)
1507-8-91	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,8	1,2	0,3	TOLERABLE (0,38)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,51)
1507-8-93	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,8	1,0	0,3	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO. (0,55)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1507-8-95	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,0	0,5	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,61)
1507-8-96	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,3	0,5	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,55)
1507-8-97	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,1	0,5	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,59)
1507-8-100	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,0	0,5	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,61)
1507-8-102	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,1	0,5	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,59)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1507-8-103	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,8	1,0	0,5	TOLERABLE (0,38)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,51)
1507-8-104	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,0	0,6	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,59)
1507-8-105	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,35)	TOLERABLE (0,47)
1507-8-117	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,0	0,6	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,59)
1507-8-121	0,45	0,25	0,75	0,7	1	0,70	1,3	0,3	MEDIOCRE (0,27)	TOLERABLE (0,39)
1507-8-122	0,45	0,30	0,75	0,7	1	0,90	1,2	0,2	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,60)



CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1507-8-123	0,45	0,30	0,75	0,7	0,80	0,8	1,3	0,5	MEDIOCRE (0,23)	TOLERABLE (0,31)
1507-8-124	0,45	0,23	0,75	1	1	0,8	1,3	0,3	TOLERABLE (0,48)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,69)
1507-8-125	0,45	0,30	0,75	0,7	1	0,8	1,3	0,2	TOLERABLE (0,37)	TOLERABLE (0,50)
1507-8-127	0,45	0,30	0,75	0,7	1	0,90	1,2	0,2	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,60)
1507-8-128	0,45	0,25	0,75	0,7	1	0,8	1,2	0,3	TOLERABLE (0,35)	TOLERABLE (0,50)
1507-8-139	0,45	0,25	0,75	1	1	0,70	1,6	0,3	TOLERABLE (0,35)	TOLERABLE (0,50)
1507-8-129	0,4	0,4	0,8	0,7	1	0,95	1,0	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,52)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,65)

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECCOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1507-8-131	0,4	0,4	0,8	0,7	1	0,95	1,0	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,52)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,65)
1507-8-142	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,70	1,3	0,3	MEDIOCRE (0,27)	TOLERABLE (0,39)
1507-8-143	0,4	0,4	0,8	1	1	0,70	1,0	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,50)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,62)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	CRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1508-4-148	0,45	0,35	0,8	0,5	0,90	0,8	1,7	0,8	MEDIOCRE (0,17)	MEDIOCRE (0,21)
1508-4-149	0,45	0,25	0,7	0,5	0,90	0,8	1,7	0,8	MALO (0,14)	MEDIOCRE (0,21)
1508-4-154	0,45	0,35	0,8	0,7	0,90	0,7	1,2	0,2	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,36)
1508-4-155	0,45	0,35	0,8	1	0,8	0,7	1,2	0,3	TOLERABLE (0,33)	TOLERABLE (0,41)
1508-4-156	0,45	0,25	0,7	1	0,8	0,7	1,1	0,3	TOLERABLE (0,30)	TOLERABLE (0,44)
1508-4-160	0,45	0,25	0,7	1	0,8	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-161	0,45	0,25	0,7	1	0,8	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-162	0,45	0,35	0,8	1	0,8	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,37)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-164	0,45	0,25	0,7	1	0,8	0,90	1,0	0,3	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,65)
1508-4-176	0,45	0,35	0,8	1	0,8	0,7	1,3	0,3	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,39)
1508-4-177	0,45	0,25	0,7	1	0,8	0,7	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,41)
1508-4-188	0,45	0,25	0,75	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-192	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,35)	TOLERABLE (0,47)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1508-4-186	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,80	1,3	0,5	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,55)
1508-4-183	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1	0,5	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,61)
1508-4-187	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,3	0,5	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,55)
1508-4-198	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,2	0,5	TOLERABLE (0,42)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,57)
1508-4-199	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,8	1,2	0,5	TOLERABLE (0,42)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,57)
1508-4-200	0,45	0,25	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0,5	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1508-4-201	0,45	0,30	0,75	1	0,90	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,54)
1508-4-202	0,45	0,25	0,7	1	0,90	0,90	1,0	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,53)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,76)
1508-4-203	0,45	0,15	0,6	1	0,80	0,7	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-204	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,95	1,0	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,53)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,71)
1508-4-205	0,45	0,30	0,75	1	0,80	0,95	1,0	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,53)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,71)
1508-4-206	0,45	0,15	0,6	1	0,80	0,70	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-167	0,45	0,15	0,6	1	0,80	0,70	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,47)
1508-4-207	0,40	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,3	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)
1508-4-208	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,3	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOCLOGICO			F. NIVEL FREAITICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $\eta_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $\eta_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1607-7-11	0,45	0,35	0,8	0,7	1	0,95	1,2	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,51)	ADECUADO PARA ES TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,64)
1607-7-22	0,45	0,35	0,8	0,7	0,8	0,9	1,2	0,3	TOLERABLE (0,34)	TOLERABLE (0,72)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1608-1-23	0,45	0,25	0,7	1	0,90	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,37)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,54)
1608-1-24	0,45	0,25	0,7	1	0,90	0,7	1,2	0,3	TOLERABLE (0,35)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,50)
1608-1-25	0,45	0,25	0,7	1	0,90	0,7	1,2	0,3	TOLERABLE (0,35)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,50)
1608-1-27	0,45	0,35	0,8	1	0,90	0,7	1,2	0,3	TOLERABLE (0,40)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,50)
1608-1-35	0,45	0,25	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,2	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-1-49	0,45	0,35	0,8	1	0,90	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,43)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VO- LUMEN MODERADO (0,54)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1608-1-51	0,45	0,35	0,8	1	0,90	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,43)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,54)
1608-1-66	0,45	0,35	0,8	1	0,90	0,95	1,2	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,63)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,79)
1608-1-76	0,45	0,35	0,8	0,5	0,90	1	1,7	0,2	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,40)
1608-1-77	0,45	0,25	0,7	0,5	0,90	1	1,2	0,2	TOLERABLE (0,29)	TOLERABLE (0,42)
1608-1-81	0,45	0,35	0,8	0,7	0,90	1	1,7	0,2	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,57)
1608-1-86	0,45	0,15	0,76	0,7	1	0,90	1,3	0,2	TOLERABLE (0,33)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,59)
1608-1-87	0,45	0,15	0,6	0,7	1	0,90	1,3	0,2	TOLERABLE (0,35)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,59)



CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1608_1-92	0,45	0,30	0,75	1	1	0,90	1,3	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,63)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,84)
1608-1-93	0,45	0,30	0,75	1	1	0,90	1,3	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,63)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,84)
1608-1-88	0,4	0,2	0,6	0,7	0,85	0,90	1,7	0,3	MEDIOCRE (0,24)	TOLERABLE (0,40)
1608-1-89	0,25	0,1	0,35	0,7	0,80	0,90	1,7	0,2	MALO (0,13)	TOLERABLE (0,37)
1608-1-94	0,25	0,1	0,35	0,7	0,80	0,70	1,7	0,2	MALO (0,08)	MEDIOCRE (0,23)
1608-1-95	0,1	0,05	0,15	0,7	0,80	0,95	1,7	0,4	INACEPTABLE (0,05)	TOLERABLE (0,39)
1608-1-96	0,1	0,05	0,15	0,7	0,80	0,95	1,7	0,4	INACEPTABLE (0,05)	TOLERABLE (0,39)
1608-1-97	0,1	0,05	0,15	0,7	0,80	0,95	1,7	0,4	INACEPTABLE (0,05)	TOLERABLE (0,39)
1608-1-98	0,1	0,1	0,2	0,5	0,70	0,95	1,7	0,4	INACEPTABLE (0,04)	MEDIOCRE (0,21)
1608-1-99	0,1	0,05	0,15	0,5	0,80	0,95	1,7	0,4	INACEPTABLE (0,04)	MEDIOCRE (0,28)
1608-1-100	0,4	0,2	0,6	0,7	0,85	0,90	1,7	0,3	MEDIOCRE (0,24)	TOLERABLE (0,40)
1608-1-101	0,4	0,4	0,8	1	0,80	0,95	1,7	0,3	TOLERABLE (0,46)	ADECUADO (0,57)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $\eta_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $\eta_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1608-4-9	0,45	0,25	0,7	0,7	0,80	0,95	1,0	0,3	TOLERABLE (0,33)	TOLERABLE (0,48)
1608-4-10	0,45	0,25	0,7	1	0,80	1	1,0	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,53)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,76)
1608-3-6	0,45	0,25	0,7	0,7	0,80	0,95	1,2	0,2	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-3-8	0,45	0,25	0,7	0,7	0,80	0,95	1,2	0,2	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-4-12	0,45	0,25	0,7	0,7	1	1	1,0	0	TOLERABLE (0,49)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,7)
1608-3-11	0,45	0,25	0,7	0,7	1	0,90	1,0	0,2	TOLERABLE (0,42)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,61)
1608-4-13	0,45	0,25	0,7	1	1	0,7	1,3	0,2	TOLERABLE (0,40)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,58)
1608-3-16	0,45	0,25	0,7	1	0,80	0,7	1,3	0,3	MEDIOCRE (0,27)	TOLERABLE (0,39)
1608-3-17	0,45	0,25	0,7	1	0,80	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-3-19	0,45	0,35	0,8	0,7	0,90	0,7	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,35)
1608-2-4	0,45	0,25	0,7	0,7	0,90	0,4	1,2	0,8	MALO (0,10)	MEDIOCRE (0,15)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $\eta_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1608-2-5	0,45	0,35	0,8	0,7	0,90	0,7	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,35)
1608-2-6	0,45	0,25	0,7	0,7	0,90	0,7	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,24)	TOLERABLE (0,35)
1608-2-8	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,2	0,2	TOLERABLE (0,30)	TOLERABLE (0,44)
1608-2-9	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,2	TOLERABLE (0,33)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-10	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,2	TOLERABLE (0,33)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-11	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,0	0,2	TOLERABLE (0,33)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-13	0,4	0,3	0,7	1	0,70	0,90	1,0	0,2	TOLERABLE (0,40)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,57)
1608-2-29	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,8	1,0	0,6	TOLERABLE (0,34)	TOLERABLE (0,48)
1608-2-30	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-38	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-44	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-48	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-49	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,95	1,3	0,2	TOLERABLE (0,46)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,66)
1608-2-50	0,4	0,3	0,7	1	0,8	1	1,3	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,50)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,71)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice $\eta_E$ SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1608-2-56	0,4	0,3	0,7	0,7	0,9	0,8	1,2	0,5	MEDIOCRE (0,28)	TOLERABLE (0,40)
1608-2-59	0,4	0,3	0,7	0,7	0,9	1	1,0	0	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,63)
1608-2-51	0,4	0,3	0,7	1	0,9	1	1,3	0	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,61)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,87)
1608-2-61	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,95	1,2	0	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,58)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,82)
1608-1-7	0,4	0,25	0,65	1	0,8	0,7	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1608-2-64	0,4	0,3	0,7	0,7	0,8	0,95	1,0	0,2	TOLERABLE (0,35)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,50)
1608-1-9	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,95	1,2	0,2	TOLERABLE (0,47)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,68)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
1608-1-10	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,90	1,2	0,2	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,63)
1608-1-19	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,7	1,2	0,3	TOLERABLE (0,35)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,50)
1610-2-1	0,4	0,3	0,7	0,5	0,90	0,95	1,3	0,2	MEDIOCRE (0,27)	TOLERABLE (0,39)
1610-2-2	0,3	0,3	0,6	0,5	0,90	0,95	1,7	0,2	MEDIOCRE (0,22)	TOLERABLE (0,37)
1611-2-1	0,4	0,3	0,7	1	1	0,95	1,3	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,64)	TOLERABLE PARA ES- TRUCTURAS DE GRAN VOLUMEN (0,92)
1612-8-2	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,1	0,2	TOLERABLE (0,48)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,69)
161-28-7	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,3	0	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,65)
1613-8-12	0,4	0,25	0,65	0,7	1	0,95	1,3	0,2	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,64)
1613-8-13	0,35	0,25	0,7	0,7	1	0,95	1	0,2	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,65)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
1614-4-26	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,70)	OPTIMO PARA CUAL- QUIER TIPO DE ES- TRUCTURA (0,94)
1706-5-4	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,70	2,0	0,3	MEDIOCRE (0,24)	TOLERABLE (0,34)
1706-5-5	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1706-5-8	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1706-5-12	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,70	1,1	0,3	MEDIOCRE (0,21)	TOLERABLE (0,31)
1706-5-13	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,5	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,41)
1707-7-26	0,4	0,4	0,8	0,7	0,80	0,90	1,3	0,2	TOLERABLE (0,34)	TOLERABLE (0,42)
1707-7-29	0,40	0,15	0,55	0,5	0,90	0,95	1,7	0,8	MEDIOCRE (0,18)	TOLERABLE (0,33)
1707-7-30	0,40	0,15	0,55	1	0,90	0,70	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,27)	TOLERABLE (0,50)
1707-6-10	0,40	0,30	0,70	0,7	0,80	0,70	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,23)	TOLERABLE (0,32)
1707-6-11	0,40	0,30	0,70	0,5	0,80	0,90	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,22)	TOLERABLE (0,32)
1707-6-12	0,40	0,30	0,70	0,5	0,80	0,90	1,2	0,2	MEDIOCRE (0,22)	TOLERABLE (0,31)
1707-6-13	0,40	0,30	0,70	0,5	0,80	0,90	1,7	0,2	MEDIOCRE (0,18)	MEDIOCRE (0,26)
1707-6-16	0,40	0,30	0,70	0,7	0,80	0,90	1,3	0,2	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,42)
1707-6-17	0,40	0,30	0,70	0,5	0,80	0,90	1,7	0,8	MALO (0,15)	MEDIOCRE (0,21)
1707-5-5	0,45	0,25	0,7	0,5	0,80	0,8	1,2	0,4	MEDIOCRE (0,17)	MEDIOCRE (0,24)
1707-5-6	0,45	0,25	0,7	0,5	0,80	0,8	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,17)	MEDIOCRE (0,25)
1707-1-34	0,4	0,3	0,7	0,5	1	0,90	1,3	0,3	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,42)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
1707-1-35	0,4	0,3	0,7	0,5	1	0,90	1,2	0,4	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,42)
1707-1-36	0,4	0,3	0,7	0,5	1	0,90	1,2	0,2	MEDIOCRE (0,30)	TOLERABLE (0,43)
1707-1-37	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1707-1-38	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,1	0,3	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,44)
1707-1-39	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,1	0,3	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,44)
1707-5-1	0,4	0,35	0,75	0,7	1	0,70	1,0	0,2	TOLERABLE (0,34)	TOLERABLE (0,45)
1707-8-4	0,45	0,25	0,7	0,5	0,9	0,7	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,17)	MEDIOCRE (0,25)
1707-8-5	0,45	0,25	0,7	0,5	0,9	0,7	1,2	0,4	MEDIOCRE (0,16)	MEDIOCRE (0,23)
1707-8-8	0,45	0,25	0,7	1	0,80	0,7	1	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1707-8-11	0,45	0,35	0,8	1	0,80	0,7	1,1	0,3	TOLERABLE (0,35)	TOLERABLE (0,44)
1707-7-6	0,45	0,35	0,8	1	0,90	0,7	1,2	0,3	TOLERABLE (0,40)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,50)
1707-7-7	0,40	0,15	0,55	0,5	0,90	0,7	1,7	0,8	MALO (0,80)	MEDIOCRE (0,15)
1707-7-10	0,45	0,25	0,7	0,5	0,80	0,7	1,0	0,3	MEDIOCRE (0,16)	MEDIOCRE (0,23)
1707-3-3	0,45	0,25	0,7	1	0,80	0,4	1,3	0,5	MALO (0,90)	MALO (0,12)
1707-7-13	0,45	0,35	0,8	1	0,80	0,7	1,3	0,3	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,39)
1707-7-14	0,45	0,35	0,8	0,7	0,8	0,7	2,0	0,3	MALO (0,12)	MEDIOCRE (0,18)
1707-7-16	0,45	0,35	0,8	1	0,8	0,7	2,0	0,3	MEDIOCRE (0,21)	MEDIOCRE (0,26)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
1707-7-19	0,45	0,2	0,65	0,5	0,8	0,90	1,7	0,9	MALO (0,13)	MEDIOCRE (0,21)
1707-7-22	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,3	0	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)
1707-7-23	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,3	0	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)
1707-7-24	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,3	0	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)
1707-7-25	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,90	1,3	0	TOLERABLE (0,31)	TOLERABLE (0,45)
1707-1-40	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,70	1,1	0,3	MEDIOCRE (0,21)	TOLERABLE (0,31)
1707-1-41	0,4	0,3	0,7	0,5	0,80	0,70	1,7	0,8	MALO (0,80)	MALO (0,11)
1707-1-47	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1707-2-5	0,4	0,3	0,7	0,5	0,80	0,70	1,7	0,3	MALO (0,10)	MEDIOCRE (0,15)
1707-2-6	0,4	0,3	0,7	0,5	0,80	0,70	1,7	0,3	MALO (0,10)	MEDIOCRE (0,15)
1707-2-9	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,70	1,7	0,3	MEDIOCRE (0,15)	MEDIOCRE (0,21)
1707-2-10	0,4	0,3	0,7	0,1	0,80	0,70	1,7	0,9	INACEPTABLE (0,01)	INACEPTABLE (0,02)
1707-1-49	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,32)	TOLERABLE (0,47)
1707-1-30	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,70	1,6	0,3	MEDIOCRE (0,23)	TOLERABLE (0,33)
1707-8-19	0,4	0,3	0,7	0,3	0,80	0,95	1,2	0,2	MALO (0,14)	MEDIOCRE (0,20)
1707-7-31	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,0	0,3	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,65)
1707-7-32	0,4	0,3	0,7	0,3	0,80	0,90	1,2	0,3	MALO (0,12)	MEDIOCRE (0,18)



CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
1707-7-33	0,4	0,3	0,7	0,3	0,80	0,90	1,2	0,3	MALO (0,12)	MEDIOCRE (0,18)
1707-1-32	0,4	0,4	0,8	0,3	0,80	0,90	1,2	0,3	MALO (0,14)	MEDIOCRE (0,18)
1707-1-7	0,4	0,4	0,8	0,7	0,70	0,90	1,0	0,3	TOLERABLE (0,30)	TOLERABLE (0,38)
1707-1-3	0,4	0,3	0,7	0,7	0,70	0,95	1,2	0,3	MEDIOCRE (0,26)	TOLERABLE (0,37)
1707-7-5	0,4	0,3	0,7	0,7	0,80	0,95	1,6	0,2	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,42)
1707-1-51	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,3	0,3	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ES- TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,59)
1708-7-9	0,4	0,3	0,7	0,7	0,85	0,90	1,7	0,2	MEDIOCRE (0,29)	TOLERABLE (0,42)
1708-3-6	0,4	0,25	0,65	0,7	0,95	0,7	1,1	0,2	MEDIOCRE (0,26)	TOLERABLE (0,41)
1708-4-6	0,4	0,25	0,65	1	1	0,90	1,3	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,55)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,85)
1709-3-2	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,90	1,6	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,51)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,74)
1709-3-3	0,4	0,3	0,7	1	0,95	0,90	1,6	0,2	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,51)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,74)
1710-3-1	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,90	1,7	0,2	TOLERABLE (0,40)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,57)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C <sub>a</sub>	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = I α (βθ) η + δ	Indice Q <sub>E</sub> con factor ecológico Q <sub>E</sub> = α (βθ) η + δ
1710-3-2	0,4	0,25	0,65	0,7	1	0,90	1,3	0,2	TOLERABLE (0,38)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,59)
1710-3-3	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,90	1,7	0,2	TOLERABLE (0,40)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,57)
1711-6-1	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,1	0,2	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,65)
1713-5-15	0,35	0,35	0,7	0,7	1	0,95	1,3	0,2	TOLERABLE (0,45)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,64)
1713-5-16	0,4	0,3	0,7	1	1	0,90	1,0	0,3	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,61)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,87)
1713-4-5	0,4	0,25	0,65	1	0,80	0,70	1,3	0,2	MEDIOCRE (0,27)	TOLERABLE (0,41)
1713-1-6	0,4	0,35	0,75	1	0,7	1	1	0	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,52)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,7)
1713-1-14	0,4	0,35	0,75	0,5	1	1	1,3	0	TOLERABLE (0,37)	ADECUADO PARA ES - TRUCTURAS DE VOLU- MEN MODERADO (0,5)

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	$\alpha$	$\beta$	$\theta$	$\eta$	$\delta$	Indice $Q_E$ con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$	Indice $Q_E$ con factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$
1713-1-15	0,35	0,35	0,7	0,5	1	1	1,7	0	TOLERABLE (0,35)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,5)
1712-5-8	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,90	1,3	0,3	TOLERABLE (0,41)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,59)
1712-7-3	0,3	0,4	0,7	1	1	0,70	1,0	0,3	TOLERABLE (0,44)	ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO (0,62)

## 9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

El efecto combinado del encarecimiento de las materias primas de los costes energéticos y del suelo, tanto agrícola, industrial o urbano, junto a la toma de conciencia de la degradación ambiental producida por las estructuras mineras, ha producido en los últimos años estudios y técnicas de aprovechamiento de tales estructuras.

Se deben señalar dos grandes grupos de posibles aprovechamientos:

- a) Por el contenido de las estructuras
- b) Por el espacio ocupado

Es decir, que por un lado cabe la posibilidad de aprovechar, total o parcialmente, los materiales almacenados, con un tratamiento más o menos complejo, intentando alcanzar condiciones de competitividad con las materias primas o aprovechar el espacio ocupado por las estructuras residuales, bien integrándolo con el entorno o empleándolo como suelo industrial o urbano. (Foto 9.1.)



FOTO 9.1.- MINA EUGENIA (ABANDONADA).- MONTE PEÑOTA

### 9.1. Utilidad de los residuos almacenados

Respecto a los estériles almacenados en escombreras procedentes de la minería del carbón, dada su composición mineralógica, su coste negativo o nulo, y su contenido energético residual, les hacen especialmente singulares a la hora de su posible reutilización.

Ante esta posibilidad, son factores primarios a tener en cuenta la viabilidad de un relavado de las escombreras más antiguas, y los procesos de autocombustión por presencia de materiales oxidantes, lo que da lugar a una pérdida del mineral.

Como investigaciones que se están llevando a cabo con objeto de buscar un aprovechamiento de estos estériles hay que citar los siguientes:

#### Rellenos en minería

Los estériles procedentes de la apertura de galerías pueden ser utilizados en el relleno de talleres, junto con los tamaños más gruesos procedentes de las plantas de preparación y tratamiento.

Con ello se consigue reducir los costos de evacuación y almacenamiento y restauración posterior de la estructura. Así, por ejemplo, en las Hulleras del Norte y Paso de Calais, emplean 1.500.000 t/año, mientras que las de la Cuenca de Lorraine utilizan toda su

producción de estériles para dicho fin.

### Empleo en terraplenes

La utilización de los estériles del carbón en el campo de la obra pública es una de las aplicaciones más interesantes, sobre todo en aquellas zonas donde los materiales naturales comunes, son escasos o su extracción es problemática en el aspecto ambiental.

Este tipo de residuos, calcinados o no, se han venido empleando satisfactoriamente en terraplenes próximos a las zonas de producción y/o apile, en algunas zonas carboníferas del país, así como, en pistas y accesos mineros.

Dada su aceptable granulometría y su naturaleza granular pseudolajosa, admiten puesta en obra en todo el espesor del terraplén, hasta la subbase, con una adecuada compactación.

Los factores negativos más comunes para el empleo de este tipo de estériles son: la susceptibilidad a la helada y su posible contenido en azufre. En cuanto a la combustión espontánea en terraplenes, no sólo viene condicionada por el porcentaje en carbón, sino también por las dimensiones de las partículas, la distribución de los residuos carboníferos en la masa, el porcentaje de huecos en la estructura.

Se puede afirmar que la combustión no tendrá lugar en un terraplén bien compactado.

Sin embargo estos materiales no han dado los resultados apetecidos, en su utilización en las capas altas de los firmes de carreteras.

El radio de aplicación aproximado de estos residuos es de unos 25 Km, y siempre en desventaja con los normalmente utilizados procedentes de canteras, por su gran variabilidad en las propiedades fundamentales. Por ello son inexcusables los ensayos adecuados para su caracterización geotécnica.

#### Otras posibilidades de empleo industrial

Francia ha sido uno de los primeros países en buscar salidas tecnológicas adecuadas a los estériles.

Una de ellas, consiste en la fabricación de ladrillos a partir de los residuos del carbón, para lo que han desarrollado el proceso Surschiste cuya singularidad estriba en aprovechar la energía residual carbonosa de los estériles. La cual, es suficiente para alcanzar una temperatura de  $900^{\circ}\text{C}$  sin aporte de calor exterior. La cocción se realiza a  $1025-1050^{\circ}\text{C}$ . En el secado se aprovecha el aire del horno. Todo ello hace que el consumo térmico del proceso se sitúe en 250 Kcal/Kg -para un poder calorífico de los estériles del orden de 350



Kcal/Kg- entre el secado y la cocción siendo un 50% menor que el de las cerámicas de la zona que utilizan materias primas tradicionales.

Las piezas cerámicas obtenidas tienen características similares a las fabricadas con arcilla.

Con esta tecnología se han construido tres fábricas: una de Hulluch (Francia) que tiene la producción de 460 t/día, otra en Fontaine-Léveque (Bélgica) y otra en Eygelshoven (Holanda).

Dentro del mismo campo de la cerámica, se están haciendo estudios para la fabricación de gres, pero el procedimiento no ha pasado todavía de las pruebas de laboratorio.

Otra posibilidad de aplicación industrial es la fabricación de materiales vitrocerámicos, encontrándose en la actualidad esta investigación en fase experimental.

Otra de las aplicaciones industriales es la utilización de los estériles en la fabricación de clínquer de cemento ya que, en razón a su contenido en sílice, alúmina, etc., pueden reemplazar a toda o parte de la arcilla y, en razón a su poder calorífico, proporcionar un interesante aporte de calorías en la combustión de su carbón residual, con lo cual se reducen los consumos de fuel, gas, etc.

Así mismo, hay que citar, también, la utilización en Francia de los estériles en las fábricas de cemento por vía húmeda.

No obstante, se considera que los mismos deberán encontrar una salida importante en los procesos por vía semiseca o seca en los próximos años a causa de un consumo térmico inferior, para lo que es necesario que los estériles posean un poder calorífico superior a 800-1.000 Kcal/Kg.

Por otro lado, mediante mezcla de caliza y estériles de flotación es posible obtener, en condiciones económicamente ventajosas, ligantes que pueden ser utilizados en trabajos de carreteras y bloques de construcción. La puesta a punto del procedimiento ha sido efectuada en un calcinador de lecho fluidizado de una centena de Kg/h. El interés económico de estos ligantes es doble: su fabricación no exige aportes de energía exterior bajo la forma de gas o fuel y su empleo permite economizar cal y cemento.

Otra de las líneas de investigación en cuanto aplicaciones industriales de los estériles, es la fabricación de áridos y arenas ligeras.

A este respecto, según citan Guillón. P., González. J. (1987), las HBNPC y CERCHAR han desarrollado el proceso SUREX para la fabricación de árido ligero a partir de los estériles del carbón, para lo cual construyeron una planta piloto en Hulluch con una capacidad de 35 t/día. En este caso los nódulos extrusionados sufren un tratamien-

to térmico en una línea de cuatro hornos rotativos en cascada de control automático: precalentamiento, descarbonatación, preexpansión y expansión, lográndose áridos con una densidad a granel entre 350 y 800 Kg/m<sup>3</sup> según el uso al que se les destine. El paso de una densidad a otra se efectúa en continuo sin detener la producción. El aprovechamiento del contenido energético de los estériles permite reducir el consumo térmico del proceso a menos de 700 Kcal/Kg que es la mitad del necesario para la expansión de las arcillas. A la vista de los buenos resultados obtenidos se construyó en Fonquière, Norte de Francia, por la sociedad SUREX, una fábrica con una capacidad de producción de 1.000 m<sup>3</sup>/día. Sin embargo, debido por un lado a problemas técnicos: formación de anillos, apelmazamiento de los nódulos, densidades mayores de las esperadas y, principalmente, a condicionantes del mercado: disminución de la demanda de árido ligero, etc., la fábrica está parada.

No obstante, el procedimiento no ha sido utilizado más que en una planta piloto de laboratorio con una producción de 80 Kg/h de material y se teme que su balance térmico no sea muy favorable debido a la cantidad de agua a evaporar.

Otro camino ensayado con los estériles de flotación es la obtención de morteros, que daban una resistencia a la compresión de unos 70 Kg/cm<sup>2</sup>.

Con la finalidad de obtener áridos ultraligeros de densidad a granel inferior a 300 Kg/m<sup>3</sup>, Cerchar está realizando investigaciones

destinadas a aplicaciones industriales, en las cuales las temperaturas de expansión serían de 1.200-1.250°C, más bajas que los 1.350°C utilizados por el proceso SUREX.

Así, en la fabricación de arenas ligeras, las investigaciones hasta el momento realizadas tienen dos caminos:

a) La utilización de los estériles, triturados y calibrados, entre 1 y 3 mm para su expansión dentro de una fuente energética.

Sólo una fracción de los estériles de composición mineralógica particular es susceptible de fundir y expandir a estas condiciones.

b) El aprovechamiento de los estériles triturados y mezclados con una cantidad de agua suficiente para formar un fluido limoso, el cual es pulverizado en gotas en un lecho fluidizado de arena silícea, mantenida entre 300 y 400°C.

La mezcla con cenizas volantes, cal o yeso se pueden emplear en: la construcción de firmes de vías de tráfico no intenso, en la construcción de aceras, losados, etc.

Por otro lado, los estériles rojos son utilizados desde hace tiempo: después de molidos y tamizados como grava en la fabricación de hormigones o bloques de construcción.

Así mismo, como algunas de las características de los residuos calcinados se presentan más interesantes que las de los estériles negros existe la probabilidad de su utilización en la fabricación de arenas ligeras para hormigones, en baños proyectados, en puzolanas artificiales, en materia prima para agregados ligeros, etc.

Evidentemente la respuesta total a todas estas investigaciones, no sólo debe darse en el orden técnico, sino también en el económico, estudiándose la rentabilidad de todos estos procesos frente a las materias primas convencionales en el tiempo.

En relación con los residuos que se originan en las explotaciones de rocas industriales, sin tener en cuenta los stocks que dan lugar a los mayores volúmenes de material apilado, suelen proceder de los desmontes y preparación de los frentes de cantera, de los rechazos de la clasificación por tamaños, etc., con un bajo contenido en la roca a comercializar y una gran diversidad de tamaños granulométricos, donde abunda el "bloque-estéril". Por ello el valor minero de este tipo de depósitos puede llegar a ser muy reducido.

Los stocks residuales de gravas clasificadas tienen naturalmente un valor potencial y su comercialización es un problema coyuntural de mercado, que puede replantearse desde la planta de tratamiento, a efectos de reducir el volumen de estas fracciones.

En un principio, podría pensarse en la siguiente reutilización de este tipo de vertidos:

- Los materiales gruesos, previa trituración y clasificación, podrían utilizarse como áridos o como material de relleno para distintos acondicionamientos en la propia cantera.
- Los materiales con granulometría intermedia pueden tener salida; aunque esporádica, para relleno de caminos, pistas y otros acondicionamientos externos a la cantera.
- Los materiales finos mezclados con suelos orgánicos pueden utilizarse en prácticas de restauración.
- El conjunto de los materiales de la escombrera pueden servir de relleno de corta, en los planes de restauración de las propias canteras como así se tiene previsto en algunas de ellas.

Las estructuras de volúmenes pequeños, desde esta perspectiva, limitan al emprender cualquier operación de transformación de sus materiales, aunque estos sean de buena calidad para determinados fines. En estos casos, con los residuos se debe tratar de integrarlos en el entorno, al mismo tiempo que se acomete la etapa de restauración de la explotación de la cual proceden.

Son casos especiales, las escombreras de cenizas de la Central Térmica y las balsas de hidróxido cálcico de la fábrica de E.R.T. Respecto a las primeras, los materiales tienen un comportamiento geotécnico distinto, pues son cenizas procedentes de una combustión a alta temperatura, con características puzolánicas y formas de partícula esferoidal.

Los resultados más satisfactorios en su aplicación industrial, han sido en la conformación de capas estabilizadas y en capas de rodadura con mezclas bituminosas.

Las balsas de hidróxido cálcico ubicadas en las terrazas del río Carrión, en Guardo, están siendo utilizadas en una pequeña parte por distintas cementeras y fábricas próximas.

Como todo producto residual, su aplicación está también condicionada por la distancia de transporte.

## **9.2. Utilidad del espacio físico ocupado**

Más importante que el valor intrínseco de los materiales almacenados, que al fin y al cabo han sido desechados, en un momento dado, en muchos casos, es el del espacio físico ocupado, el que puede ser aprovechado, con un tratamiento más o menos complejo de la estructura, en una amplia gama de posibilidades, dentro de un coste aceptable.

La integración en el entorno de las áreas afectadas por las estructuras mineras requiere conocer de antemano el uso futuro de los terrenos, planificado en función de la utilización del suelo preexistente y de las necesidades futuras, planificadas dentro de la Organización del Territorio. Entre las diversas posibilidades se encuentran:

- . El empleo de los residuos en el acondicionamiento de pistas y accesos a plazas, suelos de almacenes, oficinas, naves, etc., en los alrededores de las explotaciones, sobre todo a cielo abierto.
  
- . También es posible, con un tratamiento más elaborado, la corrección de algunas de las alteraciones ambientales desencadenadas, sobre todo en climas húmedos cubriendo las superficies con los materiales más finos y alterables, incluso abonando y añadiendo materia orgánica por medio de la revegetación de taludes superficiales, aprovechándolas agrícola o forestalmente.
  
- . En los casos de actividad se debe acometer la restauración de las estructuras, al mismo tiempo que se emprende la restauración de la explotación de la que proceden, integrando ambas en su medio natural, corrigiendo en lo posible las alteraciones ambientales producidas.



## 10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

La tradición minera de ciertas zonas de Palencia, con labores extractivas desde hace muchos años han dado lugar a almacenamientos de residuos de gran capacidad, con configuración de una morfología para muchos, ya constitutiva del paisaje del entorno.

Todo ello, junto a la presencia de una serie de caracteres especiales en relación a su emplazamiento o a su comportamiento llevan a un tratamiento más pormenorizado de sus estructuras residuales con el objeto de reflejar una idea más completa que la obtenida por simple consulta de las fichas de inventario.

Como es conocido por todos, la minería que ha tenido un desarrollo más intenso ha sido la de hulla y antracita en las cuencas de La Pernía-Barruelo y de Guardo-Cervera. (Fig. nº 10.1.).

### 10.1. Explotaciones de carbón

Palencia cuenta con dos cuencas carboníferas importantes, una de hulla al noreste, en los municipios de Barruelo de Santullán, Brañosera, Casavegas, San Cebrián de Mudá y otra de antracita al noroeste de la provincia, que es continuación de los yacimientos leoneses. Comprende los términos de Velilla del Río Carrión, Guardo, Santiabñez de la Peña, etc.

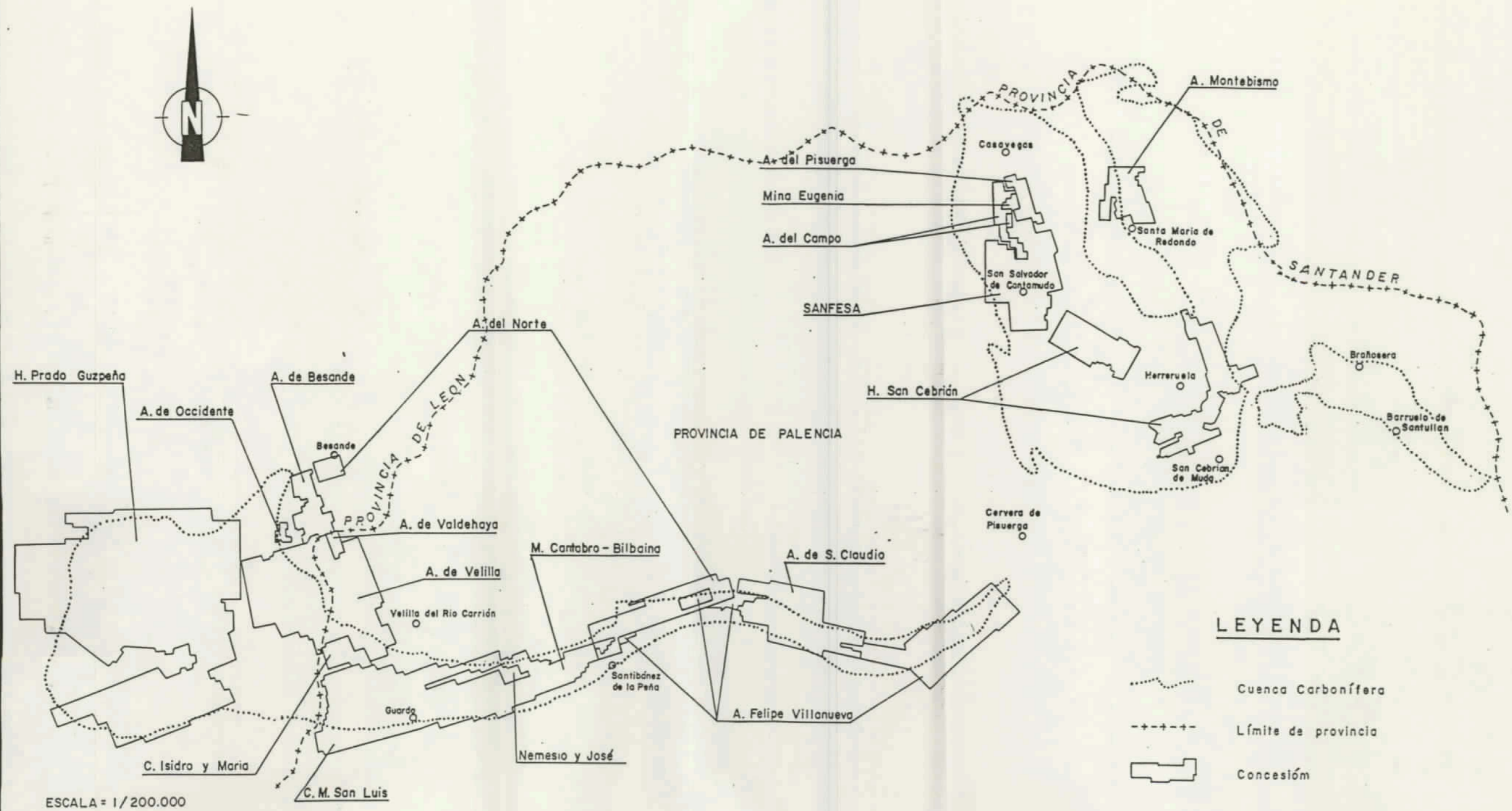


FIG. 10.1. - Ubicación geográfica de las cuencas carboníferas

PRINCIPALES CONCESIONES

Su producción es mayor que la hullera, y las reservas seguras de tipo de carbón se estiman en unos 85 millones de toneladas.

La cuenca de Guardo-Cervera, se sitúa en el límite meridional de la Cordillera Cantábrica, con apoyo discordante sobre materiales devónicos y carboníferos.

Litológicamente la serie está compuesta por lutitas, areniscas, calizas y conglomerados con abundantes cambios laterales de facies que corresponden a una disposición de carácter deltáico con emersiones en las que se desarrollan pasos de carbón.

Las explotaciones se localizan en la actualidad en los tramos conocidos por San Pedrín, Santibáñez, Requejada, Prado, Santo Domingo, etc.

Las estructuras tienen su origen en la fase Astúrica, pudiéndose distinguir dos unidades distintas en cuanto a pliegues y fallas:

- La unidad al oeste del río Carrión.
- La unidad al este del río Carrión.

La primera comprende una unidad plegada discordante, limitada por fallas al norte y sur. Se esquematizan dos importantes sinclinales: "Otero" al norte y "Taranilla" al sur, separados por el anticlinal del "El Sestil".

La otra unidad al este del río Carrión, se presenta como un monoclinal estrecho y largo de pendientes limitado al sur por una gran falla inversa.

El borde sur de la cuenca lo constituye otra falla inversa que pone de manifiesto el cabalgamiento del Carbonífero sobre el Cretácico.

Los sistemas de fallas existentes tienen una notable influencia en las capas de carbón productivas y otro sistema de Este-Oeste de fallas directas que eliminan tramos importantes.

La calidad de las hulla de Barruelo de Santullán y su consumo en el transporte ferroviario junto a su situación estratégica respecto a este medio y, sobre todo, el hecho de que sus minas fuesen adquiridas por una empresa de gran capacidad financiera, dió auge y dinámica a este núcleo minero, en contraposición al resto de las explotaciones del Norte de Palencia, en donde la atomización de las actividades extractivas encontraba innumerables inconvenientes para llegar a una estabilidad productiva, según recoge M.P. Cabello (1983), en su publicación "La crisis de un núcleo minero".

Sin embargo, el núcleo minero de Barruelo, con una población exclusivamente minera y con unas reservas apreciables de carbones de calidad, no ha visto florecer ninguna industria que aprovechara su entorno de riqueza.

El área de Barruelo forma parte de la gran mancha paleozóica del Norte de España, de la cual ella constituye el extremo SE. En este sector el afloramiento de los materiales paleozóicos se encuentra rodeado al Norte, Este y Sur por el Permo-Triásico, prolongándose hacia el Oeste en materiales del Carbonífero y Devónico.

H. Wagner en uno de sus numerosos estudios geológicos describe respecto de la zona de Barruelo:

"La serie del Carbonífero es, como queda dicho, muy completa, extendiéndose del Viseano Superior al Estefaniense de época posterior a la orogenia Astúrica. El Viseano Superior Namuriense Inferior alcanza una extensión superficial considerable y está constituido por pizarras en las que se encuentran interestratificados arrecifes coralíferos que han dado lugar a calizas "macizas" que se traducen invariablemente en relieves destacados por la erosión diferencial. La existencia de estos arrecifes y su espesor -hasta 250 metros- obligan a suponer unas condiciones determinadas en el momento de su formación que pueden resumirse en la existencia de una mar cálida y poco profunda en esta área y en un movimiento de subsidencia.

Una detención del movimiento subsidente e, incluso, un levantamiento debió producirse durante el Namuriense, piso que está representado por una facies netamente litoral: areniscas (grauwackas). Al Sur de Brañosera aflora el Westfaliense Inferior, representado por pizarras y areniscas con bancos calizos interestratificados; al Sur,

está limitado por una falla inversa que lo pone en contacto con materiales más modernos, estefanienses, y en las restantes direcciones se hunde bajo la cobertura permotriásica. El Westfaliense Superior está representado al Oeste, en el coto minero de San Cebrián de Mudá, y está constituido por diversas facies: en su base está conformado por pizarras arenosas y areniscas con bancos calcáreos intercalados, formación a la que sigue un tramo productivo, sobre el que reposan las calizas de montaña que dan lugar a los inhiestos relieves de Sierra Coriza".

El Estefaniense está representado por dos tramos de distinta edad. El más antiguo está constituido por el paquete productivo de Barruelo. En él pueden distinguirse tres niveles que conforme a su antigüedad son:

- Grupo Superior compuesto por pizarras arenosas en el que arman tres o cuatro capas de hulla.
- Grupo Medio, formado por pizarras arenosas y areniscas, con una potencia de unos 300-400 m.
- Grupo Inferior, o tramo productivo, compuesto por pizarras alternantes con las capas de hulla.

Sobre estos estratos del Estefaniense reposan, discordantemente, otros más modernos de este mismo piso. Se trata de un potente

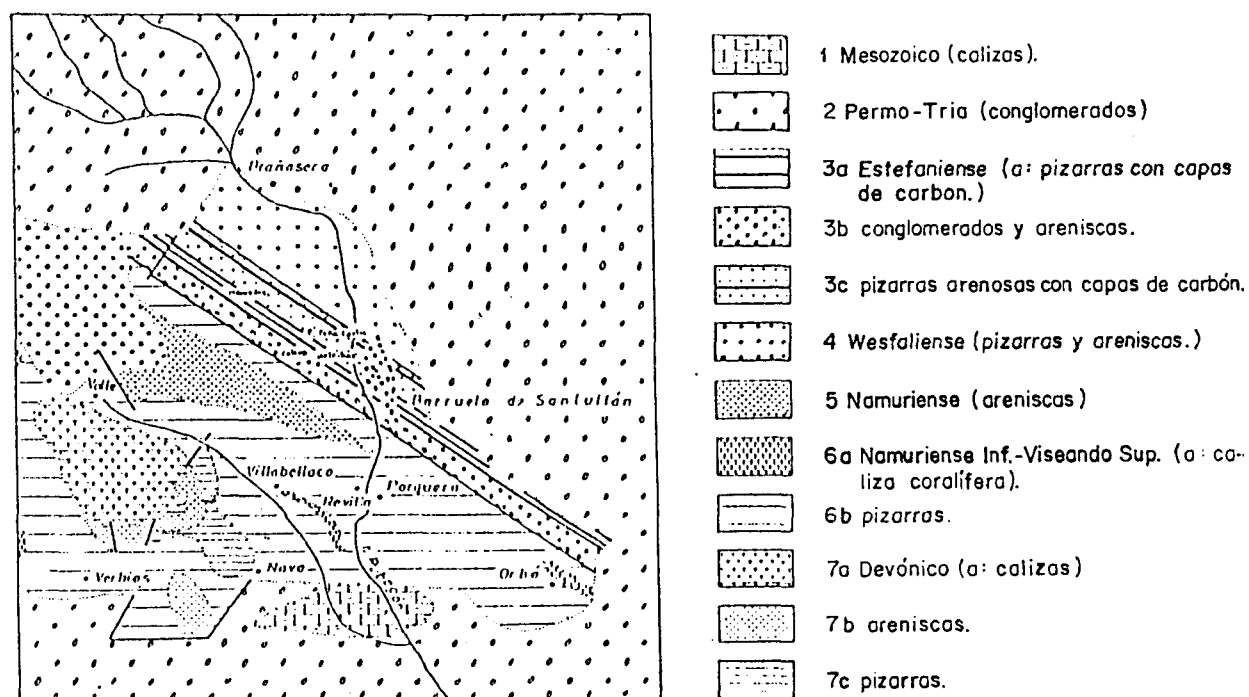


FIG. 10.2. - Esquema geológico de la cuenca de Barruelo.

banco de conglomerados de base en los que arma una única capa de carbón. (Fig. 10.2.)

Enmarcado el conjunto de los materiales paleozóicos, los conglomerados de base permotriásicos se extienden en todas las direcciones, excepto hacia el Oeste, reposando en manifiesta discordancia sobre ellos.

En líneas generales, desde la perspectiva de la tectónica, pueden decirse que se trata de un área que ha estado sometida a los

movimientos de distintas fases orogénicas y los materiales han reaccionado plegándose y fracturándose, siendo el resultado unas estructuras de enorme complejidad por lo que muchas veces es imposible reconstruir y aislar los procesos que están en el origen de las estructuras.

El conjunto de los materiales paleozóicos que afloran en el sector de Barruelo lo hacen en la charnela desmantelada de un gran anticlinal asimétrico permotriásico, cuyo flanco sur, vergente, aparece mucho más fracturado. El núcleo está constituido por los materiales paleozóicos que se encuentran plegados, aunque no es posible deducir que se encuentren formando una estructura anticlinal puesto que se desconoce cómo se produce el contacto del Devónico con el Carbonífero y la propia disposición de los materiales devónicos.

En resumen, el paquete productivo de Barruelo tiene una complicadísima disposición estructural. Limitado al NE por el Westfaliense de Brañósera, al SW por el Viseano-Namuriense de Perapertú y al Norte y al Sur por dos fallas que lo ponen en contacto con materiales más antiguos. Respecto a la falla meridional, puede decirse que se produjo en la fase astúrica, puesto que desplazó al Estafaniense de Barruelo, pero no afecta al Estefaniense discordante. Sucesivas fases tectónicas han originado una tectónica de fractura en la que predominan los saltos en la vertical; es el caso de las fallas que han afectado al Estefaniense más moderno que recubre en discordancia al más antiguo. Pero, en la fase orogénica que parece ser más activa, la astúrica, tienen un gran desarrollo las fracturas con un desplazamiento en la



horizontal y las fallas inversas, de las que es un buen ejemplo la que limita al Sur el paquete minero de Barruelo.

La cuenca carbonífera de Barruelo comprende los cotos mineros de Barruelo de Santullán y de Orbó. Se trata de un criadero de dimensiones no muy grandes pues la extensión del terreno productivo es sólo de 10 kilómetros de longitud, siguiendo la dirección NW-SE de las capas, por unos 2 Km de anchura.

El número de capas de hulla que alberga es de trece, separadas en dos grupos por un potente banco en estéril de unos 500 m de espesor. El grupo inferior que ha sufrido la explotación ocupa la posición meridional, comprende diez capas, separadas entre sí por intercalaciones estériles de un espesor máximo de 30 metros. El grupo septentrional encierra tres-cuatro capas muy próximas unas a otras.

La regularidad de corrida de las capas de carbón es bastante aceptable, pues se las sigue sin interrupción a lo largo de toda la extensión de la cuenca. El buzamiento de las capas es siempre superior a los 60º al NE. (Foto 10.1.).

Los espesores de las capas son muy variables, oscilando entre 0,5 y 3 metros; esas oscilaciones afectan también en gran medida a cada capa.

Las hullas de esta cuenca son muy quebradizas, dando una proporción muy baja de las granulometrías mayores y una gran cantidad de menudos. Esta ha variado según los sistemas utilizados en la explotación, pero en el mejor de los casos los granos nunca han sobrepasado el 10 por ciento de la producción. La poca coherencia de estos carbones se ha constituido siempre en un problema, puesto que la cotización de los menudos en el mercado es considerablemente inferior. Por otra parte, cualquier intento de mecanización de las labores de arranque no ha hecho sino disminuir la ya muy baja proporción de granos.

Atendiendo a la composición química, los carbones de esta cuenca han sido clasificados tradicionalmente como hullas semigrasas de vapor, que coquizan bien y tienen una excelente calidad.

Sus contenidos medios en materias volátiles oscilan entre el 19 y el 33% y la proporción de cenizas entre el 2 y el 10%.

De acuerdo con ello, y la clasificación del INCAR, las hullas de Barruelo quedan encuadradas como hullas de coque y vapor.

De otra parte, la caracterización del riesgo al occidente en estas minas ha variado con el tiempo conforme se iban avanzando las labores y alcanzando una mayor profundidad.

La aparición de capas grisuosas y pizarras piritosas, propicias a los desprendimientos súbitos, junto a una lenta combustión en algunos



FOTO 10.1.- EXPLOTACION ACTIVA A CIELO ABIERTO EN HULLAS DE BARRUELO



FOTO 10.2.- EXPLOTACION ACTIVA A CIELO ABIERTO DE LA SOCIEDAD MINERA DE SAN LUIS (LAS CONTRILLAS)

casos, de los materiales sulfurados, han llevado a la toma de medidas de seguridad con notable repercusión en el costo de la unidad de producción.

#### **10.1.1. Características de las estructuras y de los residuos**

Los residuos generados por la minería del carbón de la zona, corresponden a estériles de naturaleza pizarrosa y areniscosa fundamentalmente, que son depósitos en escombreras y balsas de decantación, si bien en éstas los finos que se depositan son de litología carbonosa y pizarrosa en un sentido amplio.

Los fragmentos pizarrosos son poco lajosos oseudolajosos, y entre sus variedades destacan las de color gris que incluyen hiladas o vetas carbonosas.

También aparecen en las escombreras pizarras de grano fino, gris oscura, así como alguna variedad arcillosa de color marrón y otras algo calcáreas.

Como se ha señalado al principio, los residuos pizarrosos predominan sobre el resto de las litologías, entre las que destacan también las areniscas de grano fino-medio y grueso, bien cementadas.

Se han encontrado también en algunos estériles pizarrosos un cierto contenido en pirita.

En lo que respecta a ejecución son escasas las escombreras que llevan un método constructivo. Asientan en muchos casos sobre laderas con taludes en estériles próximos a los 38-40°.

En las explotaciones a cielo abierto, el procedimiento seguido es el de minería de transferencia, siempre que el tamaño del hueco permita compaginar las labores de explotación con las de relleno. El vacíes inicial externo es una de las huellas residuales más claras.

Hay que destacar la restauración que viene realizándose en algunas de estas escombreras con vegetación de sus taludes, y que influye favorablemente no sólo en la estética del paisaje sino que también, en un claro freno para los efectos erosivos.

En relación con las balsas de decantación, éstas son claramente minoritarias frente a las escombreras, encontrándose en terrenos próximos a las instalaciones de lavado.

En muchos casos, se aprovechan los propios estériles para conformar el dique que, a su vez, adopta la forma perimetral. En otros, se ha optado por aprovechar el hueco de una antigua excavación a cielo abierto, o bien una depresión propia del terreno.

Los problemas observados se centran en los efectos erosivos sobre las superficies, que salvo casos concretos no son excesivamente intensos.

La no selección en el vertido de los materiales que conforman el dique, puede dar lugar a su asentamiento paulatino, con la consiguiente aparición de grietas. Sin embargo, en aquéllos diques de pequeñas dimensiones no parece que la estabilidad global de la estructura quede comprometida. No obstante, un seguimiento de su evolución en el transcurso del tiempo, es siempre aconsejable y prudente.

## **10.2. Explotaciones de rocas industriales**

Las estructuras residuales están constituidas por materiales procedentes de la limpieza y preparación de los frentes de arranque y por los de rechazo de las plantas de tratamiento, etc.

Los volúmenes apilados son pequeños, por debajo de los 10.000 m<sup>3</sup>, abundando los tamaños de bloque y escollera en sustancias como la caliza y el mármol, y los finos en los casos de arcillas, yesos, arenas-gravas, etc.

Las alturas de las escombreras son escasas, por debajo de los 10 m y sus taludes de reposo están en íntima relación con la granulometría del material vertido. (Foto 10.3.).



FOTO 10.3.- VISTA GENERAL DE LAS CANTERAS DE GIL MARTIN,  
S.L. GUARDO



FOTO 10.4.- ALMACENAMIENTOS EN PEÑATORQUILLA

Desde la perspectiva ambiental, las alteraciones más dominantes están en el paisaje y en la vegetación, destacando las estructuras en el horizonte por el contraste de color con su entorno y la visibilidad desde vías de comunicación. (Foto 10.4.).

### **10.3. Otros casos de estructuras residuales**

Se engloban en este grupo los casos de estructuras residuales resultantes de procesos industriales de tratamiento.

Entre las estructuras de este tipo destacan por sus grandes volúmenes, situación en zonas de corredores visuales, proximidad a zonas urbanas, contraste de color y lugar de implantación, las balsas de la factoría de E.R.T. en Guardo, y la escombrera de cenizas de la Central Térmica de Velilla del río Carrión.

Las citadas balsas situadas en la margen derecha aguas abajo del río, están implantadas a pié de una escombrera, y pueden observarse en el plano de la Fig. nº 10.3.1.

Las estructuras recogidas mediante ficha-inventario han sido las siguientes:

CODIGO 1608-1-88, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). ESCOMBRERA

CODIGO 1608-1-89, E.R.T., S.A. (Fabrica de Derivados Vinílicos). BALSA



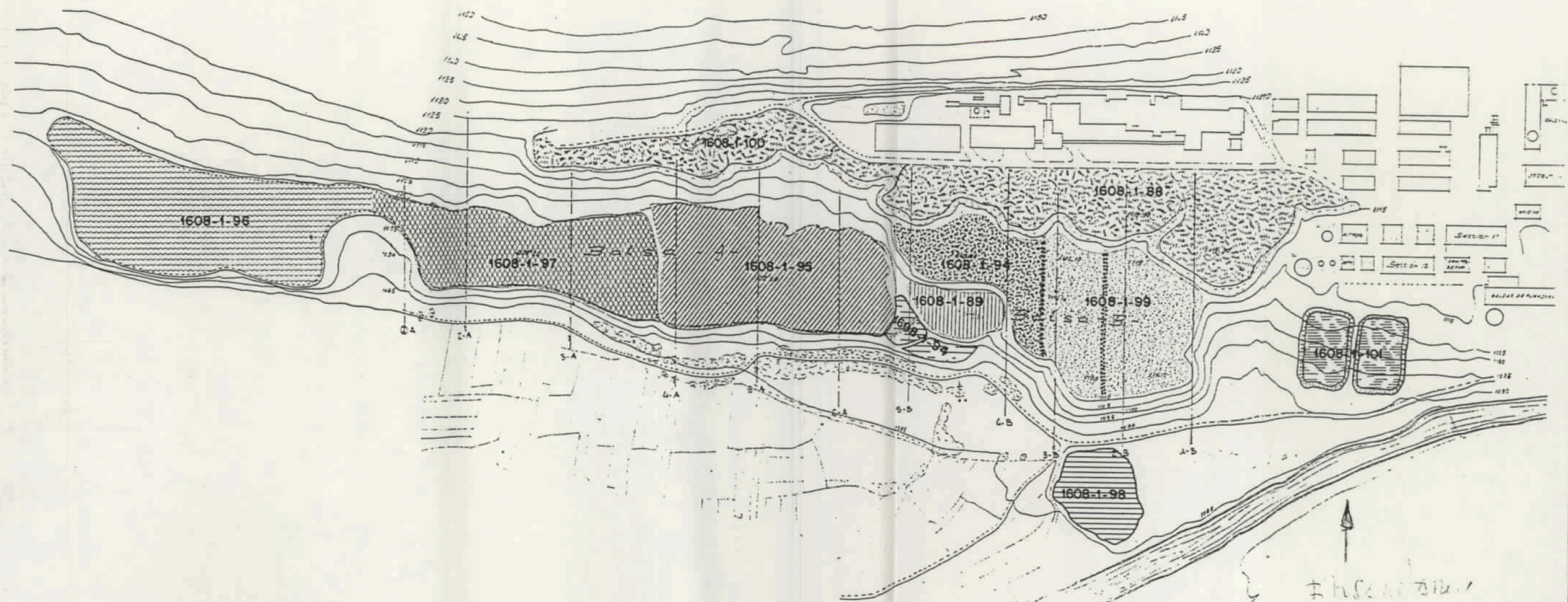


FIG. 10.3.1. - Ubicacion de balsas de hidroxido calcico.

FUENTE = E.R.T. (Guardo).  
 ESCALA: 1/4.000 (aprox).

CODIGO 1608-1-94, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa  
CODIGO 1608-1-95, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa  
CODIGO 1608-1-96, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa  
CODIGO 1608-1-97, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa  
CODIGO 1608-1-98, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa  
CODIGO 1608-1-99, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa  
CODIGO 1608-1-100, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). ESCOM  
BRERA  
CODIGO 1608-1-101, E.R.T., S.A. (Fábrica de Derivados Vinílicos). Balsa

El producto residual depositado es hidróxido cálcico, transportado en lecho fluido.

Los diques están constituidos del mismo material, pero la propia operación de vertido en las estructuras efectúa una selección granulométrica desde el dique hacia el interior de la estructura.

Con base a la observación particular, puede indicarse que los materiales no están consolidados, rezumando humedad en los niveles deposicionales y teniendo una consistencia floja, una vez descubierto el mismo.

De otra parte, el carácter pulverulento del material en las superficies descubiertas hace que sea fácilmente transportable. Sin embargo, en los taludes exteriores de los diques, es apreciable el proceso de formación de costras, pero no de un modo continuo.

Se han observado inestabilidades en algunos diques, en la forma de deslizamientos puntuales, con volúmenes de material movilizad o en algún caso importantes.

En la actualidad se llevan a cabo trabajos de revegetación en algunas zonas de taludes y de superficies de las balsas.

Otras estructuras residuales o almacenamientos que por su ubicación en zonas de corredores visuales, volúmenes, formas, proximidad a poblaciones, color, etc. se significan son:

CODIGO 1508-4-167, C. TERMICA-TERMINOR-ESCOBRERA DE CENIZAS (EN FASE DE INVESTIGACION, DESARROLLO Y RESTAURACION)

CODIGO 1508-1-86, C. TERMICA-TERMINOS-STOCK DE CARBON(Foto 10.5.)

CODIGO 1508-1-87, C. TERMINA-TERMINOR-STOCK DE CARBON(Foto 10.5.)

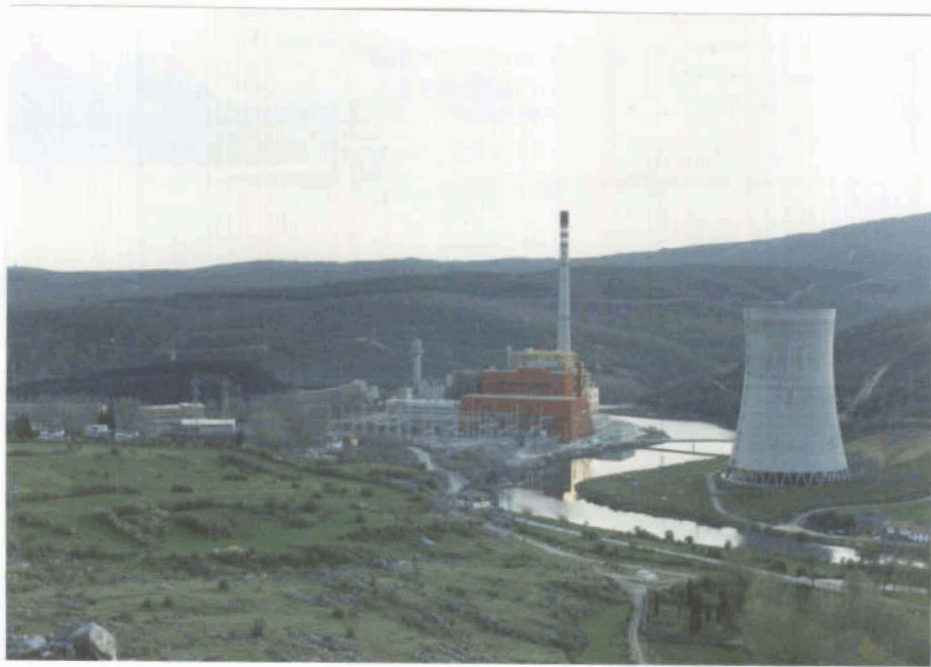


FOTO 10.5.- INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMICA DE  
VELILLA DEL RIO CARRION

## 11. PROPUESTAS DE ACTUACION

Una vez realizado el Inventario de Balsas y Escombreras Mineras de la provincia de Palencia, las conclusiones obtenidas, ponen de manifiesto la necesidad de proponer una serie de medidas y actuaciones, tanto en el ámbito particular como en el general, las cuales serían aconsejable acometer, a efectos de corregir y controlar en lo posible, los aspectos negativos o situaciones de estabilidad desfavorables.

Las balsas y las escombreras son estructuras que requieren de un proyecto, a efectos de considerar posibles alternativas donde se consideren las situaciones de inestabilidad e impacto ambiental.

El citado proyecto además de estudiar la implantación y realizar un análisis de estabilidad, debe de incluir una predicción de los potenciales problemas contaminantes, derivados de la presencia de compuestos férricos y sulfurosos, así como, el tratamiento de los efluentes corrosivos o nocivos, la protección frente a la erosión, las medidas correctoras de las alteraciones ambientales que desencadenan y las actuaciones preventivas para que, una vez abandonada la estructura, no constituya un elemento de riesgo.

Las propuestas encaminadas para controlar y minorar las anteriores situaciones y problemas, pueden resumirse en la forma siguien-

te:

### **11.1. Problemas de estabilidad en escombreras mineras**

- Se deben corregir los defectos de ejecución, las deformaciones anormales o los comportamientos que puedan entrañar algún tipo de riesgos, estudiando y evaluando todas las implicaciones sobre la estabilidad general de la escombrera.
- La existencia de zonas blandas dentro del cuerpo de una escombrera deberán estudiarse con especial cuidado dadas las implicaciones que sobre la estabilidad general de la estructura tienen.
- La ubicación de escombreras en terrazas o en zonas de cauces pueden dar lugar a la intercepción parcial o total de los cursos de agua por deslizamiento o desprendimientos. No es una ubicación apropiada y en el caso de existir deben de adoptarse especiales medidas de protección.
- Si se observan zonas permanentemente encharcadas se rellenarán con materiales gruesos seleccionados, con buen drenaje.
- La recogida de aguas de escorrentía debe realizarse mediante diques de retención o zanjas de intercepción ladera arriba de la escombrera, asegurando su limpieza y mantenimiento en todo momento.

- Las fuentes o surgencias deben captarse y derivarse del entorno de la escombreras .
- Si las fuentes o surgencias son extensas debe disponerse una red de zanjas o tubos drenantes, conectadas a colectores visitables.
- Se debe evitar la inundación del pie de las escombreras.
- Las necesidades de evacuación y drenaje deben dimensionarse para evacuar el máximo volúmen embalsable en un plazo máximo de - 24 h.

Así por ejemplo, para las escombreras implantadas en vaguadas deben estimarse a partir de datos pluviométricos y de las características de la cuenca receptora los caudales que pueden incidir sobre el depósito de estériles, a efectos de darles la evacuación necesaria y evitar problemas de estabilidad y erosión.

- Se debe cuantificar la erosión, tanto pluvial como fluvial o eólica, y crear las pantallas adecuadas en los casos de notable intensidad.
- Hay que evitar la erosión interna en las estructuras por causas imputables a filtraciones.
- Se deben conformar taludes en las estructuras, estables y compatibles con los materiales vertidos y el lugar de emplazamiento. (Fotos 11.1. y - 11.2.).



FOTO 11.1.- RESTAURACION DE LA ESTRUCTURA DE VILLANUEVA DE ARRIBA DE LA COMPAÑIA MINERA DE SAN LUIS



FOTO 11.2.- RESTAURACION DEL BALCON DE HORTIGUERA DE LA COMPAÑIA MINERA DE SAN LUIS



- Se debe evitar la socavación descontrolada del pie de la escombrera por medios mecánicos, etc.
- Los estériles de lavadero, los escombros finos y plásticos, o los recubrimientos arcillosos deben depositarse en una escombrera general en zonas de estabilidad asegurada, o repartiendo los vertidos de la forma más discontinua posible no creando una tongada blanda.
- No deben mezclarse en una misma estructura los residuos de mina y los estériles procedentes de lavadero, salvo que se controle la ejecución de la estructura.
- Cuando por el contenido de residuos carbonosos, y piritosos sea de temer la combustión espontánea y el desprendimiento de gases nocivos, se adoptarán las medidas oportunas que impidan tales procesos.

### **11.2. Problemas de estabilidad en balsas**

- Adecuar los drenajes de las balsas a las necesidades de evacuación de agua, en el caso de que las estructuras intercepten cursos o cauces intermitentes.
- Regularizar las zonas de vertido de lodos, impidiendo la formación de bolsas inestables.

- Mejorar la estabilidad de los diques, en aquéllos casos en que se constate mediante los estudios adecuados que pueda ser insuficiente. Como medidas correctoras a introducir están:
  - La disminución del talud exterior.
  - El aumentar la capa de materiales de aportación.
  - Una mejora de calidad en los materiales a colocar.
  - El adosar espaldones de escombros o escollera.
  - El refuerzo del dique con materiales estabilizados, geotextiles, etc.
  - La mejora del drenaje del dique mediante sondeos, drenes horizontales, etc.
  
- Reducir las filtraciones o surgencias en el paramento exterior colocando el espaldón adecuado a las propiedades filtrantes y permeables en cada caso, según se trate de diques permeables o impermeables. Así mismo se instalarán los oportunos drenes o cunetas de recogida de efluentes y se evacuarán.

### **11.3. Medidas correctoras de alteraciones ambientales en balsas y escombreras (Fotos 11.1. y 11.2.)**

- Delimitación de la zona de influencia de la estructura mediante muros, barreras, terraplenes de contención, o similares.
  
- Restitución y revegetación de las estructuras a efectos de integrarlas

en su entorno; para ello se tendrá en cuenta, el tipo de vertido, el tipo litológico, la granulometría, el lugar de implantación, las características hidrológicas, los condicionantes climáticos, etc., a efectos de definir una metodología de restauración acorde con el entorno del lugar de implantación de la estructura.

- Un tratamiento mínimo habitual, consiste en el recubrimiento vegetal, cuya aplicación puede realizarse incluso antes del abandono completo de la estructura.
- Un método de protección frente a la erosión es la revegetación. Su aplicación, en muchos casos, hace necesaria la corrección del perfil de los taludes respecto a los configurados por simple vertido.
- A efectos de prever una situación desfavorable, en una estructura, conviene habilitar un área de protección al pie de la misma para recoger los eventuales residuos desprendidos.

Las escombreras con estériles procedentes de explotaciones carboníferas, lavaderos o/y tratamientos industriales pueden verse sometidas a procesos de lixiviación por aguas de lluvia, y de escorrentía superficial, al igual que las balsas donde también se depositan este tipo de estériles pero con una granulometría más fina.

Las alteraciones ambientales principales que se producen en la calidad del agua de las minas de carbón son:

- Acidez (pH: bajo)
- Contaminación por presencia del ión Fe.
- Contaminación física por sólidos en suspensión.

La acidez y la contaminación química por Fe se originan en un mismo proceso, que es el lavado de la pirita.

El hidróxido férrico formado  $-Fe(OH)_3-$  en contacto con el agua, al neutralizarse el pH, precipita dando lugar a una película de color rojo que cubre el fondo de los arroyos y que impide la formación de algas que ayudan a la oxigenación por fotosíntesis de las aguas.

Las escombreras producen contaminación física por transporte de sólidos que se depositan en los cauces de los ríos, aguas abajo.

La lixiviación de la pirita se puede evitar con aportes carbonatados o de hidróxidos, impermeabilizaciones de arcilla, cenizas volantes, combinaciones de ambos, etc.

Así mismo habrán de preverse las situaciones en que se constate la debilidad del substrato (calizas oquerosas, rocas blandas, suelos, etc.).

En los casos ya existentes, la concentración de compuestos metálicos en los efluentes disminuirá, si además de perfilar sus taludes, se recubren con un manto de arcilla o similar y tierra vegetal sus super-

ficies vistas, generando un tapiz vegetal, que fije el suelo, y reduzca los efectos de la pronunciada erosión.

Las escombreras con alto contenido en finos conviene que estén al abrigo del viento, para evitar contaminar el entorno. Se recomienda la utilización de pantallas.

La protección del paisaje se llevarán con especial interés en aquellas estructuras que supongan un mayor impacto visual desde núcleos urbanos y vías de comunicación. Una medida recomendable para aquellas escombreras y balsas que ya están implantadas, es la creación de barreras forestales que oculten en lo posible a las estructuras, y para las que han de ubicarse, el adoptar criterios de alejamiento de las vías de comunicación, cursos y embalses de agua.

#### **11.4. Casos de las estructuras procedentes de explotaciones de áridos naturales, áridos de trituración, y otros procesos**

En las estructuras procedentes de áridos naturales y de áridos de trituración, el riesgo de daños debido a su colapso es muy pequeño. Este riesgo se incrementa con el volumen de la estructura y las condiciones de implantación y de deposición de los residuos de tipo industrial. La principal incidencia es de tipo ambiental, fundamentalmente visual, en consonancia con el volumen y la morfología que la estructura adopta.

Las actuaciones encaminadas a corregir las alteraciones ambientales, han de contemplarse dentro de las que se emprendan en la propia cantera o centro de producción, cuyo impacto global es muy superior al de la propia escombrera, en muchos casos.

Tanto para las estructuras activas o paradas, como para las explotaciones que, además poseen planta de producción, tratamiento o clasificación se recomienda:

- Creación de barreras forestales que oculten en lo posible los frentes de arranque y las acumulaciones de residuos.
- Evitar el vertido de materiales finos, procedentes de los procesos de clasificación o producción en lugares que permitan su arrastre por cursos de agua próximos, o por la escorrentía superficial, o por el viento.
- Las estructuras residuales pueden utilizarse para el relleno parcial de los huecos creados por la extracción del material o bien puede procederse a su integración en el paisaje mediante la plantación de especies vegetales, que minoren el impacto visual, y enmascaren la zona.
- En cuanto a las balsas de lodos procedentes tanto de procesos de lavado de carbón como industriales cuya implantación tenga carácter definitivo, es decir, sus materiales no van

a ser objeto de transporte periódico a otros depósitos se recomienda proteger los taludes contra la erosión mediante un sellado con arcilla, un recubrimiento con suelo de la zona y la creación de una cubierta vegetal estable.

- El llevar los residuos a un vertedero controlado, en donde los efectos de la contaminación potencial de las aguas superficiales y/o subterráneas sea nulo o mínimo debe de ser uno de los criterios principales.

En definitiva, se trata de que toda estructura, balsa o escombrera en actividad o abandonada, cumpla la condición fundamental de que "no dé lugar a problemas de inestabilidad o contaminación, además de restituir los valores paisajísticos y asegurar la reutilización del terreno para otros usos" para ello deberá tratarse de forma que se minimice su posible impacto, tanto ambiental como respecto a posibles riesgos.

## 12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Una vez realizados los trabajos del Estudio-Inventario de Balsas y Escombreras mineras en la provincia de Palencia, con la metodología recogida en el epígrafe nº 1.2. de la presente Memoria, su presentación se efectúa en la forma siguiente:

- 1.- Un Anejo-Documento de fichas donde se han recogido los datos de situación, implantación, características geométricas, condiciones de estabilidad, e impacto ambiental, así como un croquis de situación a escala aproximada 1:50.000, un esquema estructural y unas evaluaciones minera, geomecánica y ambiental.

La ficha-inventario recoge en su dorso una fotografía de la estructura.

- 2.- Un Anejo-Documento donde figura un listado con la situación y breve descripción de los materiales, de aquellas estructuras residuales que, por su escaso volumen o pequeña incidencia en el entorno, se han merecido un análisis más detallado.

- 3.- Un documento de planos, constituido por:



- . 1 Mapa provincial a escala 1:200.000 que recoge las estructuras con ficha-inventario y de listado.

- . Mapas a escala 1:50.000, de zonas que por su densidad de estructuras es necesaria una representación cartográfica de menor escala.

4.- Un Documento-Memoria, donde se reflejan los resultados alcanzados en este estudio.

Los trabajos realizados pueden resumirse en los puntos siguientes:

- En la actualidad, la minería activa de Palencia, extrae fundamentalmente los materiales siguientes:

- ANTRACITA
- HULLA
- ARCILLAS
- ARENAS-GRAVAS
- ARENISCAS
- CALIZAS
- MARMOL
- YESO

Por consiguiente, la actividad de las estructuras residuales, está en consonancia con las labores extractivas de estas sustancias.

- Se han realizado 199 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 786 estructuras, indicándose en cada caso su estado: abandonada, parada, o en actividad.
- Las explotaciones de carbón: hulla y antracita son las que originan un mayor número de escombreras y balsas residuales. Se han reflejado un total de 158 estructuras, lo que representa el 79,5% del total.
- El 81,4% de las estructuras con ficha son escombros, siendo el porcentaje de balsas relacionadas con la minería el 18,6%.
- El porcentaje de estructuras que se encuentran en situación de actividad es del 57,3%.  
Son estructuras abandonadas el 26,1% y sólo un 16,6% son utilizadas de forma discontinua.
- Los tipos de terrenos utilizados que predominan son los calificados como de monte bajo (53,3%) y como baldío (31,7%).
- Las tipologías de estructura que predominan son:
  - Para el caso de escombreras:
    - . tipo ladera: 25,2%
    - . tipo llano-ladera: 21,1%
  - Para el caso de balsas:
    - . tipo llano: 14%
    - . tipo llano-ladera: 4%

- El método de transporte de los residuos más utilizado es el sistema: volquete-pala en los casos de escombreras (33,8%) y el de tubería en las balsas (9%).
- La altura de un gran número de estructuras es moderada, pues el 56,4% de los casos no superan los 10 m. De este porcentaje 79 casos corresponden a escombreras y 33 casos a alturas de dique en las balsas.
- Con alturas significativas que superen los 30 m se encuentran 4 escombreras. Ello representa un 2% del conjunto inventario.
- El mayor porcentaje en cuanto a volúmen se encuentra en el segmento 10.000 m<sup>3</sup>-100.000 m<sup>3</sup>, con un 38%.  
No obstante un 47% de los casos, se encuentra por debajo de los 10.000 m<sup>3</sup>.
- En el muestreo de taludes realizado en escombreras, es posible observar un segmento de valores entre 34°-38°.  
En el caso de taludes en diques de estériles, los valores se encuentran muy dispersos, existiendo valores que superan los 40° en el talud exterior en algún caso.
- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños. En el caso de escombreras se han catalogado como granulometrías heterométricas el 63% de los casos. Como es lógico, este parámetro

se encuentra ligado con la litología de los materiales explotados y encajantes, y por supuesto, con el tipo de minería, su lavado y su transporte.

- La zona montañosa del norte de la provincia donde se encuentran la mayor parte de las estructuras presenta un clima lluvioso y frío con precipitaciones medias anuales de 800 a 1000 mm y medias térmicas de 6°C a 9°C.

Hacia el sur la pluviosidad desciende rápidamente con la altura, reduciéndose a 600-800 mm/año en las estribaciones montañosas y a 400 mm en las tierras bajas del sur provincial. Al mismo tiempo se suavizan algo las temperaturas con medias anuales de 11°C a 12°C.

La torrencialidad de las precipitaciones es moderada alcanzando los mayores valores (100 a 120 mm/día) en el norte montañoso.

Consecuencia de lo anterior, el riesgo de lixiviación y/o erosión superficial en las estructuras es apreciable en el norte montañoso, siendo reducido en el resto de la provincia.

- La torrencialidad de los cursos de agua es alta en la zona montañosa, debido a la alta pluviosidad y fuertes pendientes, lo que hace a esta zona sensible frente a fenómenos erosivos en piés de escombreras, a desbordamientos que afecten a balsas, etc.
- El riesgo sísmico en la provincia no debe afectar a la estabilidad dinámica de las estructuras mineras, y su consideración debe realizarse en estructuras muy singulares por sus dimensiones y/o por la gravedad

de los daños que pudieran producirse en caso de rotura.

- Los vientos dominantes son los del NE y SO correspondiendo su mayor intensidad a la primavera y el otoño.

Las tierras llanas y secas meridionales son los de mayor riesgo de arrastre eólico de finos siendo menor en la zona montañosa por la mayor humedad ambiental y el abrigo de la accidentada topografía.

- Basándose en las estimaciones visuales, de los trabajos de campo llevados a cabo, alejadas de estudios puntuales de calidad, precisos para correlacionar los múltiples parámetros incidentes en un estudio de estabilidad por el que se de una evaluación numérica fiable, se han observado las formas usuales de inestabilidad.

- Los problemas más frecuentes están relacionados con fenómenos de:

- Aparición de grietas: 11%
- Deslizamientos locales: 11%
- Deslizamientos generales: 2%
- Subsistencia: 1%
- Aparición de surgencias: 3%
- Erosión superficial: 65%
- Definición de cárcavas: 47%
- Socavación de pie: 16%
- Asentamiento gradual: 11%
- Socavación mecánica: 35%

- Se ha utilizado para la evaluación del terreno de implantación de las estructuras con ficha-inventario, la fórmula del índice numérico - "Qe". La citada expresión engloba los factores de resistencia del terreno, la pendiente, las posibles alteraciones de la red de drenaje y el impacto ecológico, así como, el potencial riesgo sobre personas, servicios o instalaciones.

Atendiendo a la evaluación realizada mediante este índice, predominan las implantaciones calificadas como tolerables, existiendo un 11% con la calificación de malo e inaceptable.

- Las alteraciones ambientales principales a que dan lugar estas estructuras se resumen por orden de importancia en los factores ambientales de:
  - Alteración morfológica y de volúmen.
  - Alteración del paisaje.
  - Alteración visual con el entorno.
  - Alteración ambiental en las aguas.
  - Alteración ambiental en los suelos.
  - Alteración del ámbito socio-cultural.

Indudablemente, la variación de estos parámetros no ha sido siempre en el mismo sentido.

- Teniendo en cuenta el volúmen apilado en cada estructura, se han considerado las posibilidades de reutilización de las mismas, desde las perspectivas del espacio ocupado y el valor físico de los residuos almacenados.

- Por último se proponen una serie de medidas y actuaciones, a efectos de corregir y minorar la incidencia de las estructuras con su entorno, fundamentalmente en los aspectos de estabilidad y medio ambiente.

Madrid, 1988

### 13. BIBLIOGRAFIA

BANCO DE BILBAO.- Renta Nacional de España y su distribución provincial 1983.

IGME.- Determinación de parámetros geomecánicos con vistas al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras con la minería del carbón. Madrid 1980.

IGME.- Geología de España. J.M. Ríos.

IGME.- Guía para la restauración del medio natural afectado por las explotaciones de canteras. Madrid 1985.

IGME.- Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de residuos mineros: Ayala Carcedo, F.J., Rodríguez Ortiz, J.M<sup>a</sup>. Madrid 1986.

IGME.- Mapas de Rocas Industriales E: 1/200.000, Hojas N<sup>o</sup> 10 (MIERES) N<sup>o</sup> 11 (REINOSA) N<sup>o</sup> 19 (LEON) N<sup>o</sup> 20 (BURGOS) N<sup>o</sup> 29 (VALLADOLID) N<sup>o</sup> 30 (ARANDA DE DUERO).

IGME.- Mapa geológico nacional. Serie Magna. E: 1/50.000.



IGME.- Mapa hidrogeológico nacional. E: 1/1.000.000.

IGME.- Estudio Geoambiental para la restauración del espacio natural afectado por las explotaciones de carbón en las cuencas palentinas. Madrid 1986.

IGME.- Mapa tectónico de España. E: 1/1.000.000.

IGME.- Mapas Metalogenéticos de España. E:1/200.000. Hojas Nº 10 (MIERES) Nº 11 (REINOSA) Nº 19 (LEON) Nº 20 (BURGOS) Nº 29 (VALLADOLID) Nº 30 (ARANDA DE DUERO).

IGME.- Plan Nacional de Investigaciones de Aguas Subterráneas. Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero.

I.N.E.- Censos de Población.

I.N.E.- Encuestas Población Activa (E.P.A.).

I.N.E.- Reseña estadística de PALENCIA

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA.- Anuarios de Estadística Minera.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.- Dirección General de obras Hidráulicas. Aforos: Cuenca del Duero.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.-  
Atlas Climático de España. Madrid 1983.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.-  
Climatología de España y Portugal. Font. Tullot. I. Madrid  
1983.

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO.- Norma Sismorresistente PDS-1 (1974).

SALVAT, S.A. DE EDICIONES - PAMPLONA.- Conocer España, tomo  
9. Castilla y León.

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.- Barruelo de Santullán. La crisis  
de un núcleo minero (1983).

IGME.- Depósitos Minerales de España.

LOS ESTERILES DE CARBON EN FRANCIA. CARACTERISTICAS Y  
APLICACIONES.- J. González Cañivano. Pierre Guillón.

LA MINERIA DEL CARBON.- Papeles de Economía Española Nº 29  
(1986).

LOS ESTERILES DE MENUDOS DE LAVADEROS DE CARBON COMO  
MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION DE TERRAPLENES.- J. Gonzá-  
lez Cañivano. Carreteras Julio-Agosto 1986.

UNA PIEZA UNICA DE LA TECNOLOGIA MINERA ESPAÑOLA DEL SIGLO XIX EL CANAL SUBTERRANEO DE LAS MINAS DE ORBO (PALENCIA).- 1879-1895 por J. Sierra Alvarez (Boletín Geológico y Minero).

EL CARBONIFERO DE LA REGION ORIENTAL PISUERGA-CARRION  
Boletín Geológico y Minero.

LA INDUSTRIA MINERA ESPAÑOLA DURANTE 1885.- Por E. Ruiz de Somavia Cabello (Boletín Geológico y Minero).

IGME.- Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. 1975.

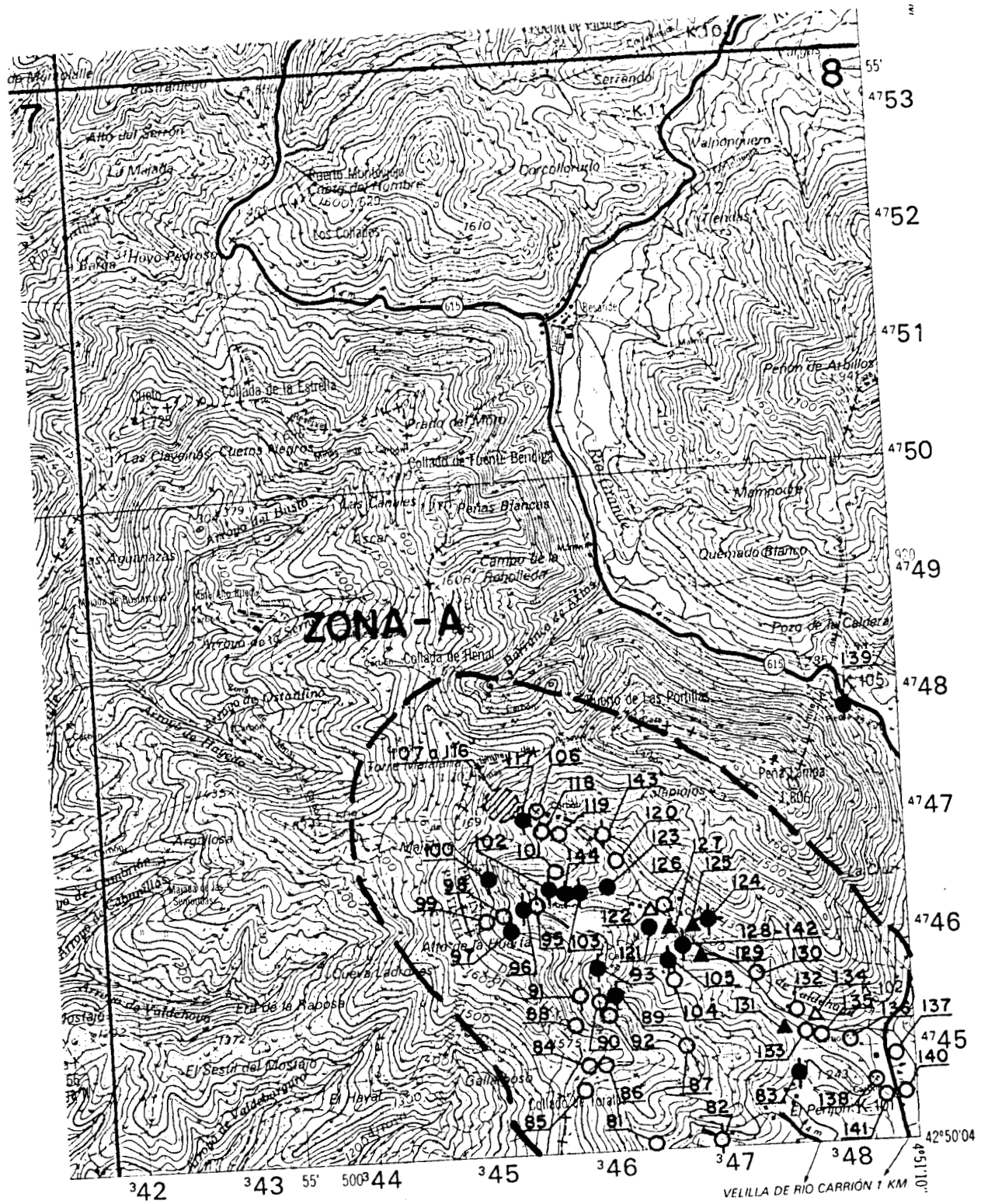
INVENTARIO DE RECURSOS DE CARBON EN ESPAÑA (1979)

ANEJO - PLANOS DE SITUACION

PLANO Nº 1.- ESTRUCTURAS EN FICHA-INVENTARIO (E:1/200.000)

PLANO Nº 2.- MAPAS ZONALES (E:1/50.000)

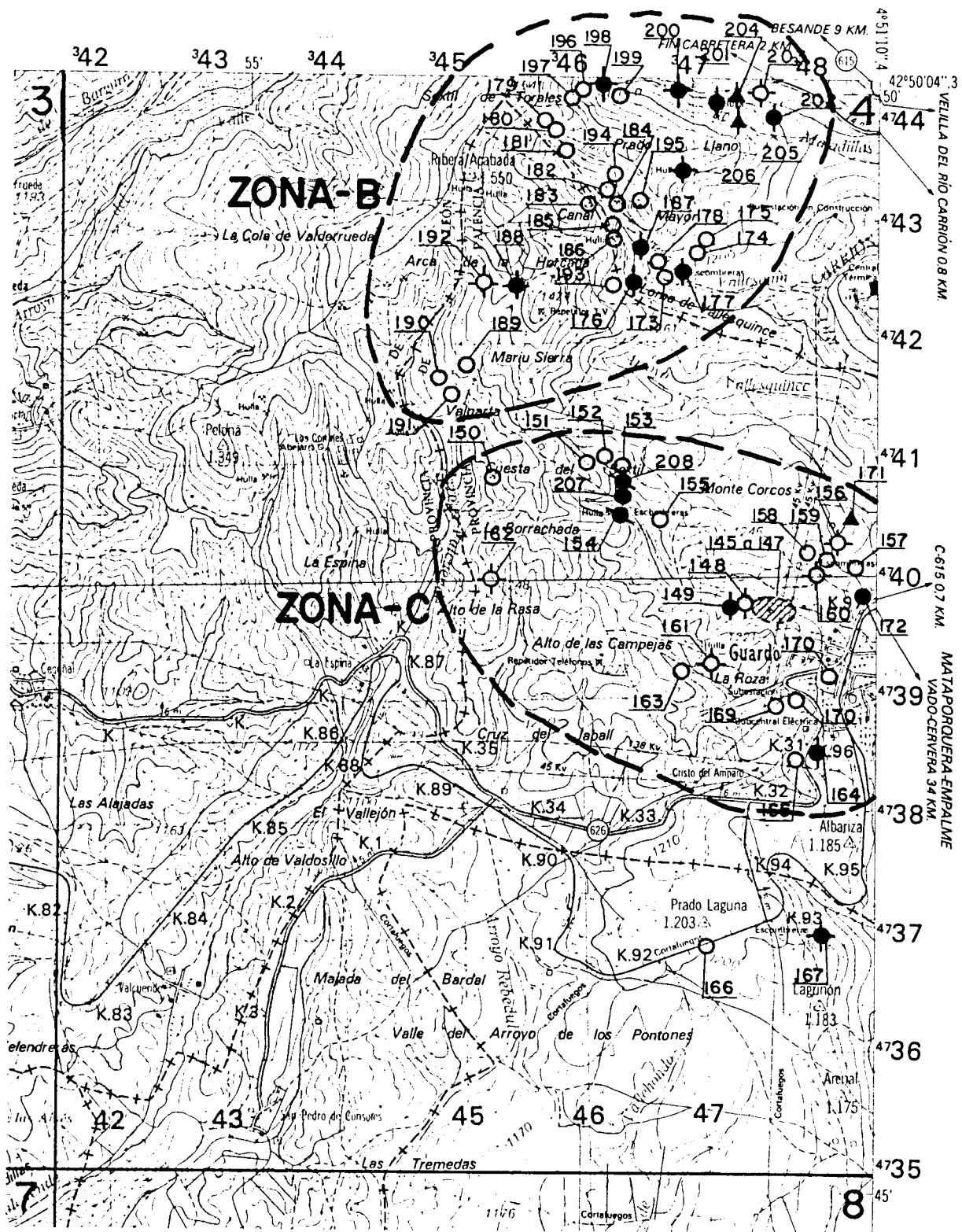
PLANO n° 1



HOJA 15-7

ZONA-A  
PALENCIA

E: 1/50.000



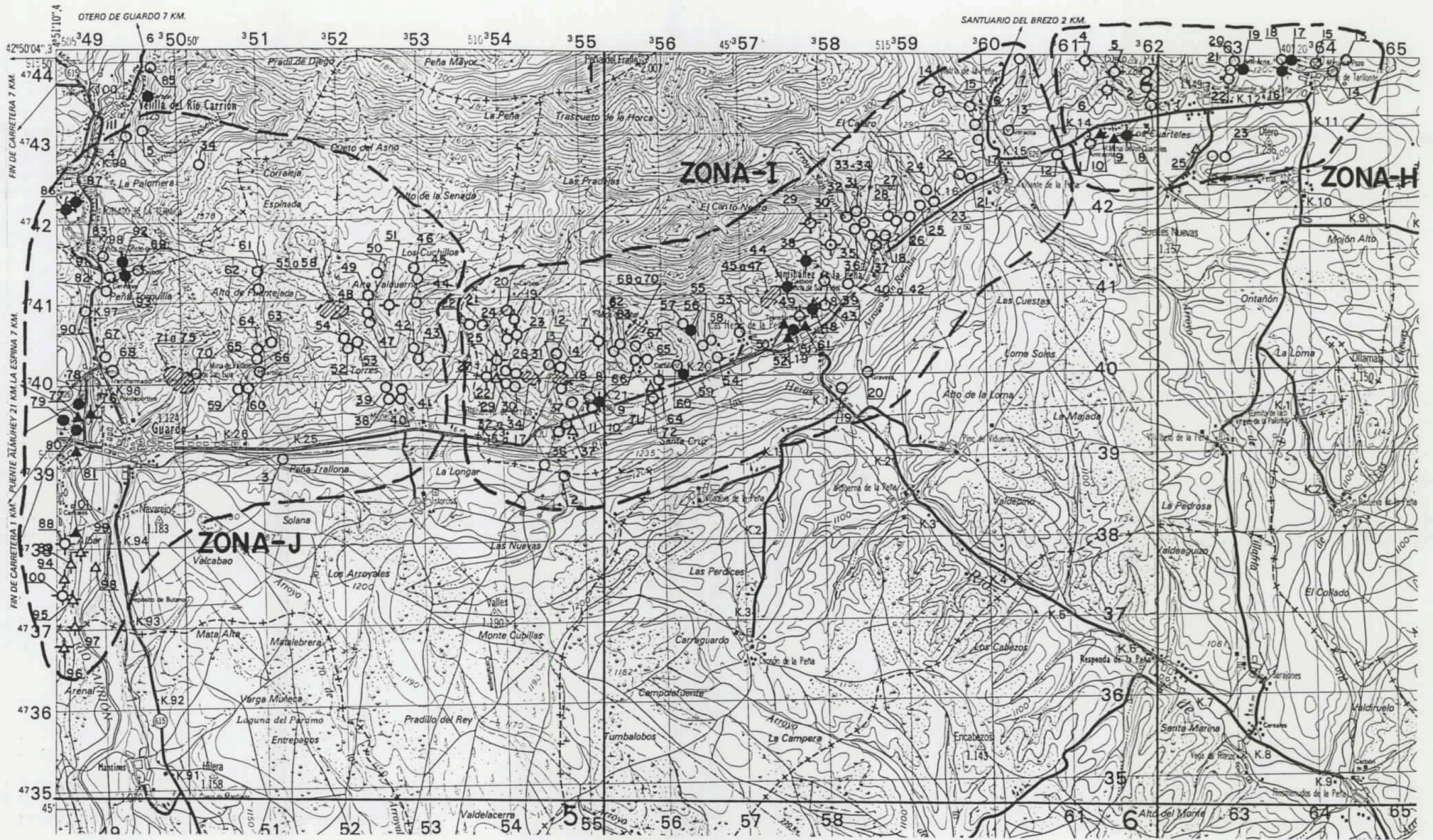
HOJA 15-8

E: 1/50.000

ZONAS B y C  
PALENCIA



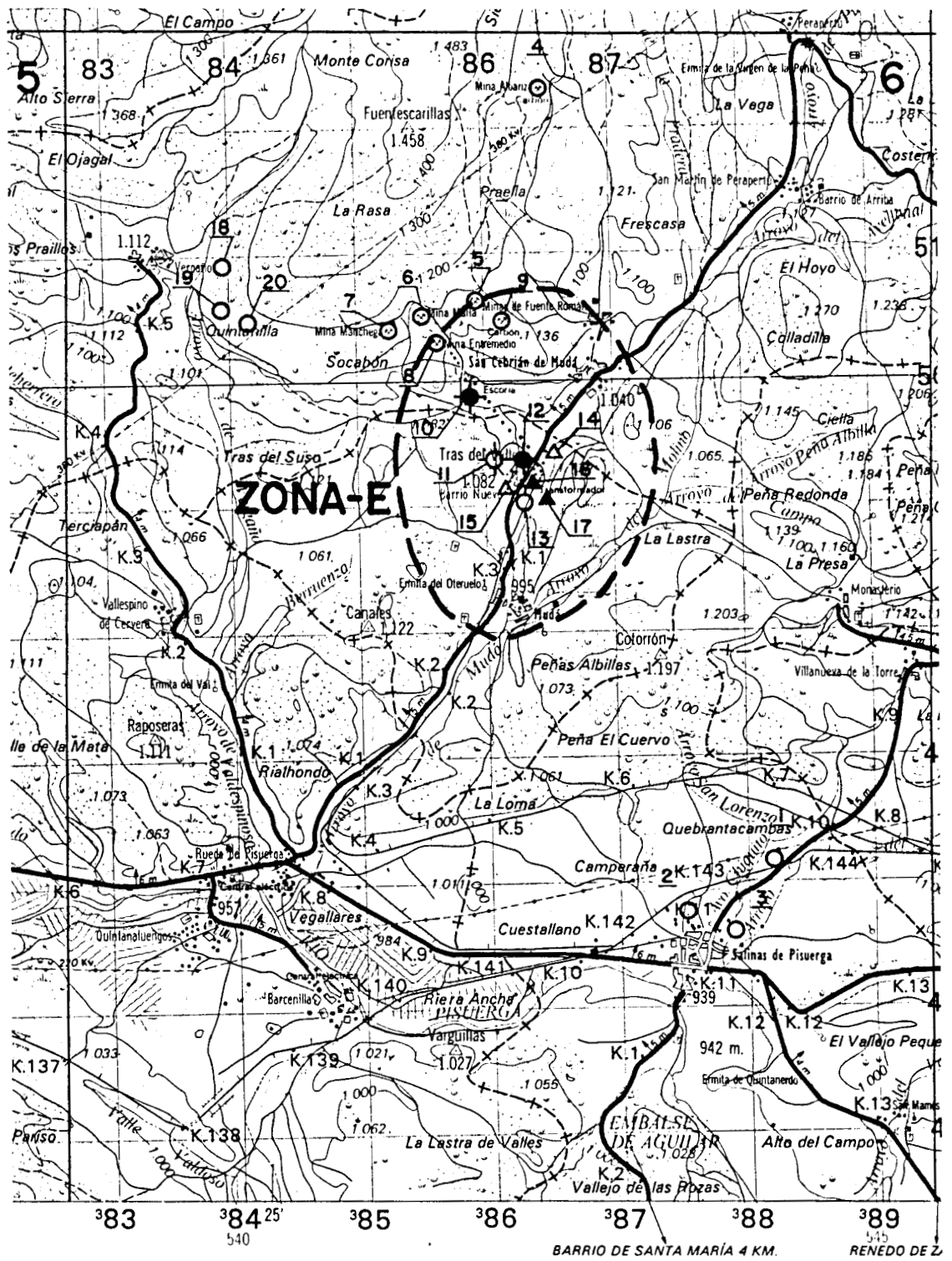




HOJA 16-8

E: 1 / 50.000

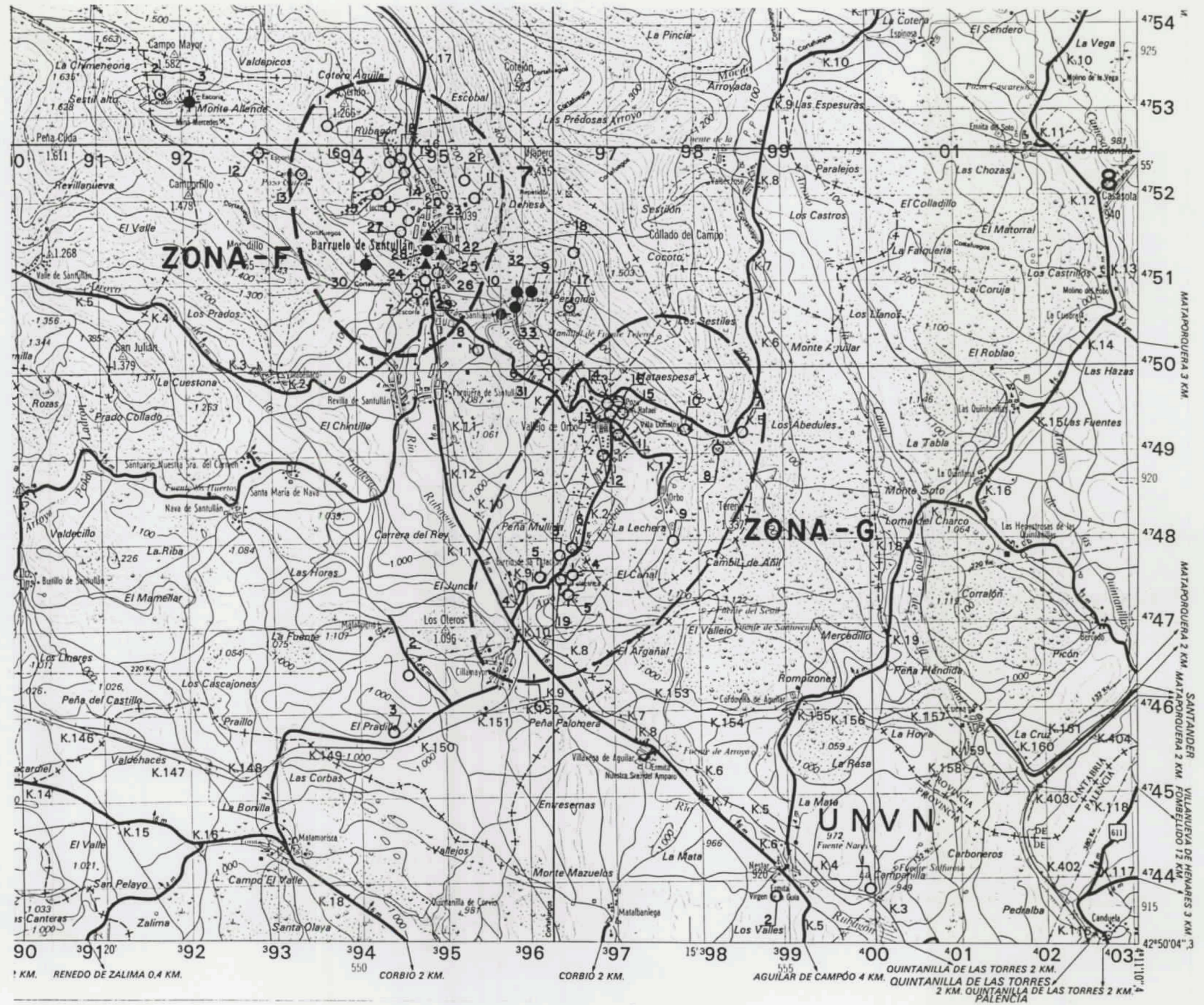
ZONAS-J, I e H  
PALENCIA



HOJA 17-7

E: 1/ 50.000

ZONA-E  
PALENCIA



HOJA 17-7

E : 1/50.000

ZONAS - F y G  
PALENCIA

# PALENCIA



## LEYENDA

	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )		
	≤ 5.000	5.000 - 50.000	≥ 50.000
ESCOMBRERAS	Activas	●	◆
	Perdidas y abandonadas	○	◇
BALSAS	Activas	▲	★
	Perdidas y abandonadas	△	☆
Conjunto de voricos estructuras	○		

DIBAJADO			Instituto Tecnológico GeoMinero de España
FECHA 1989			
COMPROBADO		PROYECTO	INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS
AUTOR		ESCALA	1:200.000
CONSULTOR		PALENCIA	PLANO Nº 1
		( ESTRUCTURAS EN FICHAS Y LISTADO )	