



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

SALAMANCA

TOMO I
MEMORIA Y PLANOS



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

AÑO 1.989

01064

INVENTARIO NACIONAL DE
BALSAS Y ESCOMBRERAS
SALAMANCA

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

El equipo de trabajo que ha intervenido en la realización de esta provincia, está formado por las siguientes personas:

Por el I.T.G.E.

Por Equipo de Asistencia Técnica,
(E.A.T., S.A.)

D. José M^a Pernía Llera

Ingeniero de Minas

Director del Proyecto

D. José Luis Sanz Contreras

Ingeniero de Minas

D. José Luis Lamas Romero

Ingeniero de Caminos

D. Manuel A. Ramírez Rayo

Geólogo

D^a M^a Lourdes Calvo Peinado

Ingeniero Técnico de Minas

D. Luis García Varela

Ingeniero Técnico de Minas

Se agradece la colaboración prestada por el Servicio de Minas de la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía y por la Delegación Territorial de Economía y Hacienda de la Comunidad Autónoma de Castilla - León, (Servicio de Minas), así como a las personas responsables de las Empresas Mineras visitadas, que han hecho posible la realización de este Estudio.

INVENTARIO NACIONAL
DE
BALSAS Y ESCOMBRERAS
SALAMANCA

INDICE DE VOLUMENES

- TOMO I.- MEMORIA Y PLANOS
- TOMO II.- ANEJO N° 1.- APLICACION DEL INDICE "Qe"
ANEJO N° 2.- LISTADO DE ESTRUCTURAS
ANEJO N° 3.- FICHAS INVENTARIO DE LAS ESTRUCTURAS
(1ª Parte)
- TOMO III.- ANEJO N° 3.- FICHAS INVENTARIO DE LAS ESTRUCTURAS
(2ª Parte)

TOMO I

MEMORIA

**INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS
SALAMANCA**

INDICE

MEMORIA

	<u>Pag.</u>
1.- INTRODUCCION	1.
1.1.- Objeto y contenido del estudio	1.
1.2.- Metodología	3.
2.- MARCO SOCIO-ECONOMICO	20.
2.1.- Evolución demográfica	21.
2.2.- Actividad económica	22.
2.2.1.- Población activa	22.
2.2.2.- Producto interior	26.
2.2.3.- Sectores de actividad	28.
3.- MEDIO FISICO	31.
3.1.- Morfología	31.
3.2.- Hidrología	34.
3.2.1.- Superficial	34.
3.2.2.- Subterránea	39.
3.3.- Sismología	42.
3.4.- Climatología	44.
3.4.1.- Temperaturas	44.
3.4.2.- Precipitaciones	47.

	<u>Pag.</u>
3.4.3.- Insolación	49.
3.4.4.- Vientos	49.
4.- SINTESIS GEOLOGICA	54.
4.1.- Historia geológica	54.
4.2.- Tectónica	56.
4.3.- Estratigrafía	60.
5.- ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA	68.
6.- ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS	93.
6.1.- Zonificación minera	93.
6.2.- Características generales	93.
6.2.1.- Tipos de minería	97.
6.2.2.- Tipos de estructuras	100.
6.2.3.- Estado de la estructura	102.
6.2.4.- Tipo de terreno ocupado	104.
6.2.5.- Tipología del emplazamiento	106.
6.2.6.- Sistemas de vertido	108.
6.2.7.- Altura de las estructuras	111.
6.2.8.- Volumen	114.
6.2.9.- Taludes de los estériles	116.
6.2.10.- Tamaño de los residuos	118.
7.- CONDICIONES DE ESTABILIDAD	120.

	<u>Pag.</u>
8.- ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	141.
8.1.- Criterios generales	141.
8.2.- Evaluación global del Impacto	142.
8.2.1.- Alteración de la cuenca visual y del paisaje	144.
8.2.2.- Alteración en el Medio Aire	146.
8.2.3.- Contaminación de las aguas superficiales	147.
8.2.4.- Contaminación de acuíferos subterráneos	148.
8.2.5.- Alteración ambiental de los suelos	153.
8.2.6.- Alteraciones de la flora y de la fauna	153.
8.2.7.- Alteración del ámbito socio-cultural	154.
8.3.- Evaluaciones de las condiciones de implantación de escombreras y balsas	155.
8.4.- Relación de escombreras con incidencia en el medio ambiente	163.
9.- REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS	168.
9.1.- Utilidad de los residuos almacenados	168.
9.2.- Utilidad del espacio físico ocupado	171.
10.- CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES	173.
10.1.- Minería del estaño-wolframio	173.
10.2.- Minería del uranio	191.

	<u>Pag.</u>
11.- PROPUESTAS DE ACTUACION Y RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACION	200.
11.1. - Problemas de estabilidad en escombreras mineras	201.
11.2. - Problemas de estabilidad en balsas	204.
11.3. - Medidas correctoras de ámbito general de alteraciones ambientales producidas en balsas y escombreras	206.
12.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	213.
13.- BIBLIOGRAFIA	222.

1. INTRODUCCION

El estudio - inventario de la provincia de Salamanca es continuación de la labor iniciada en el año 1984 por el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (antes Instituto Geológico y Minero de España), con el objetivo prioritario de realizar un Inventario Nacional de Balsas y Escombreras con datos actuales.

La ejecución de los trabajos relativos a Salamanca, están contemplados dentro de una tercera fase de presupuesto administrativo, que contempla también la creación de un Banco de Datos informatizado a efectos de facilitar la consulta de los datos recogidos.

1.1. Objeto y contenido del estudio

Este estudio recoge la información básica sobre la localización, origen y evolución de los residuos mineros dentro de Salamanca con un posterior análisis estadístico aplicado al conjunto provincial, desde las perspectivas minera, geotécnica y ambiental.

Como última etapa se informatizan los datos para su análisis a efectos de cubrir y dar respuesta a distintas cuestiones planteadas.

Los trabajos específicos a realizar para cubrir los objetivos 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 de la creación de estructuras residuales mineras.
- Recopilación y análisis de 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 según el modelo existente.
- 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 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.

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, volumen 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 cuadrulado 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 volumen 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.

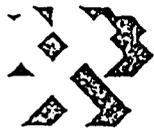
Así mismo, se pondera globalmente el impacto ambiental que suponen los actuales lugares de ubicación de las estructuras respec-

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 cartográficos
- 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 EMPRESA ⑦ *****
AÑO FINAL ⑤ *****	DENOMINACION ⑧ ***** PROV. ⑨ **
AÑOS DE INVENT. ⑥ ** ** **	MUNICIPIO ⑩ *** PARAJE ⑪ *****

MINERIA	COORDENADAS U. T. M.			TIPO DE TERRENO ⑬ *
TIPO ⑫ ** ** *	MUSO ⑮ ** * ***** y ***** z *****	LONGITUD (m) ⑳ ⑯	ANCHURA (m) ㉑ ⑰	ALTIMETRIA (m) ㉒ ⑱
ZONA MINERA ㉓ **	VOLUMEN (m³) ㉔ *****	VERTIDOS (m³/año) ㉕ *****	TALUDES (m) ㉖ **	TIPOLOGIA ㉗ **
MENA ㉘ *****				

EMPLAZAMIENTO ㉚ * *	SUSTRATO	RECUBRIMIENTO
PRE. TERRENO ㉛ * AGUAS EXT. ㉜ *	NATURALEZA ㉝ *****	NATURALEZA ㉞ *****
TRATAMIENTO ㉟ * N. FREATICO ㊱ *	ESTRUC. ㊲ * FRACTURACION ㊳ *	POTENCIA (m.) ㊴ *** RESISTENCIA ㊵ *
	PERMEAB. ㊶ * GRADO DE SISMIC. ㊷ *	PERMEAB. ㊸ *

ESCOMBRERAS

TIPO DE ESCOMB. (Litología) ㊹ *****	TAMAÑO ㊺ * * * FORMA ㊻ * ALTERAB. ㊼ * SEGREG. ㊽ * COMPACIDAD IN SITU ㊾ *
BALSAS, DIQUE INICIAL	LONGITUD ㊿ ANCHO BASE ㋀ ANCHO CORON ㋁ ALTURA ㋂ TALUD (m) ㋃ SISTEMA RECREC. ㋄ * NATURALEZA ㋅ * ANCHO ㋆ *
NATURALEZA ㋇ * * * * *	MURO SUCESIVO
BALSAS. LODOS	GRANULOMETRIA
NATURALEZA ㋈ * PLAYA ㋉ * BALSA ㋊ * CONSOLID. ㋋ *	

SISTEMA DE VERTIDO ㋌ * *	DRENAJE ㋍ * * *	ESTABILIDAD ㋎ ***** COSTRAS ㋏ *
VELOCIDAD DE ASCENSO (cm/año) ㋐ *****	RECUPERACION DE AGUA ㋑ *	PROBLEMAS OBSERVADOS ㋒
PUNTO DE VERTIDO ㋓ * *	SOBRENADANTE ㋔ *	GRIET. DESLIZ. LOC. DESLIZ. GEN. SUBS. SURG. EROS. SUP. CARC. SOCAV. PIE. ASSENT. SOCAV. MECAN.
TRATAMIENTO ㋕ *	DEPURACION ㋖ *	* * * * *

IMPACTO AMBIENTAL ㋗ * * * * *	RECUPERACION ㋘ *	ABANDONO Y USO ACTUAL
PAISAJE HUMO POLV. VEG. SUP. ACUIF. ㋙ * * * * *	DESTINO ㋚ * *	NAT. VEG. OTRAS
ZONA DE AFECCION ㋛ * * * * *	LEY ㋜ *	PROTECCIONES ㋝ * * *
ACCIDENTES, AÑOS ㋞ * * * *	CALIDAD OTROS USOS ㋟ *	USO ACTUAL ㋠ * * *

OBSERVACIONES: *****

Evaluación minera: *****

Evaluación ambiental: *****

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 FREATICO: 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: LITOLOGIA: 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. COMPACIDAD IN SITU: Alta: A. Media: M. Baja: B.
47. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampos - tería: M. Escombros: E.
53. SISTEMA DE RECRECIMIENTO: Abajo: B. Centro: C. Arriba: A.
54. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampos - tería: 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: Desección: 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 deportiva: D. Ninguno: N.

MATERIAL

CODIFICACION

Aluvión	ALUVIO
Conglomerados	CONGLO
Gravas, cantos, cascajo, morrillo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravav	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Albero	CALCAR
Calizas	CALIZA
Calizas Fisuradas	CALIFI
Calizas Karstificadas	CALIKA
Calizas Porosas	CALIPO
Calizas Dolomíticas	CADOLO
Margas	MARGAS
Margo calizas	MARCAL
Dolomías	DOLOMI
Carniolas	CARNIO
Cuarcitas	CUARCI
Pizarras	PIZARR
Pizarras silíceas	PIZASI
Lavas	LAVAS
Cenizas	CENIZA
Pórfidos	PORFID
Pórfidos Básicos	PORBAS
Pórfidos Acidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Plutónicas Acidas	PLUACI
Plutónicas Básicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
Mármoles	MARMOL
Neises	NEISES
Limos	LIMOS
Tobas	TOBAS

(Continúa...)

MATERIALCODIFICACION

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
Margas y Areniscas	MARARE

12.- TIPO

Hulla	HU	Glauberita	GL
Antracita	AN	Magnesita	MG
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
Feldespatos	FD	Yeso	YE
Fosfatos	FS	Otros prod. de cant.	OC
Manganeso	MN	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

La provincia de Salamanca, perteneciente a la Comunidad autónoma de Castilla-León, tiene una extensión de 12.336 km² y 359.285 habitantes, lo que representa el 13,1% de la superficie de aquélla Comunidad y el 13,9% de su población.

Por su nivel productivo es la 4^a provincia entre los nueve de la citada Comunidad.

A nivel estatal, Salamanca ocupa el 2,44% del territorio y el 0,93% de la población, ocupando el 38^o lugar entre las 50 provincias por su producción.

El sector básico en la economía provincial es el agrícola-ganadero, siendo sus industrias derivadas las más relevantes dentro de un sector industrial muy poco desarrollado. La provincia es, por otra parte, rica en minerales metálicos y recursos hidroeléctricos, si bien la utilización de unos y otros se realiza en su mayor parte fuera de aquélla, no reflejándose por lo tanto significativamente en la economía provincial.

2.1. Evolución demográfica

En el cuadro 2.1-1 se refleja el pobre desarrollo demográfico experimentado por la provincia en el presente siglo, similar al del conjunto de provincias que integran la actual Comunidad Autónoma Castellano-leonesa pero muy inferior al promedio estatal.

La debilidad demográfica provincial se acentúa en los años 50, en los que el crecimiento es prácticamente nulo y a las que sigue un período, fuertemente regresivo, situación que se prolonga hasta el momento actual y sólo interrumpida en el período 1975-1980 en que se produjo una ligera recuperación demográfica.

La regresión demográfica afecta prácticamente a todo el territorio, tradicional foco de emigración transatlántica en la primera mitad del siglo para, a partir de esos años, dirigirse a Centro-europa y hacia otras regiones del Estado. La capital de la provincia ha sido también a partir de 1960, un centro de atracción de la migración provincial, si bien actualmente está desapareciendo esta condición.

La población se agrupa en núcleos de muy pequeña dimensión predominando los inferiores a 1000 hab. y exceptuando la capital provincial, sólo tres de ellas superan los 5000 hab.

La población diseminada es importante especialmente en los amplios espacios del centro y norte provinciales, donde abundan caseríos y aldeas con poblaciones de 5 a 20 habitantes.

2.2. Actividad económica

2.2.1. Población activa

Su evaluación, en el período 1980-85, se recoge en el cuadro 2.2-1 junto a la correspondiente a la Comunidad Autónoma castellano-leonesa y conjunta del Estado.

En la provincia de Salamanca, con una tasa de actividad excepcionalmente baja hasta 1980, se produce, en el período indicado, un acusado incremento de los activos sin crecimiento apreciable de la población, consecuencia de la incorporación al mercado de trabajo provincial, de un importante sector de Salamanca de población en busca de su primer empleo.

Este fuerte crecimiento de la tasa de actividad que alcanza al final del quinquenio considerado valores similares al promedio estatal, no se ha visto acompañado por una evolución similar de la ocupación, por lo que cerca del 60% de los nuevos activos han pasado a engrosar la población parada que prácticamente se duplica en el período citado.

CUADRO 2.1-1 EVOLUCION DEMOGRAFICA

AÑO				COMUNIDAD AUTONOMA			ESTADO		
	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km ²	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km ²	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km ²
1900	326.233	0,24	26,4	2.351.943	0,24	24,97	18.830.649	0,78	37,3
1920	342.264	0,42	27,7	2.467.214	0,43	26,19	22.012.663	1,83	43,6
1930	356.882	1,10	28,9	2.575.131	0,66	27,34	24.026.571	0,94	47,5
1940	398.264	0,42	32,3	2.750.896	0,48	29,20	26.386.854	0,66	52,2
1950	415.127	0,02	33,7	2.884.540	0,11	30,62	28.172.268	0,89	55,7
1960	415.893	- 0,90	33,7	2.916.116	- 0,88	30,96	30.776.935	1,01	60,9
1970	380.133	- 1,27	30,8	2.668.289	- 0,80	28,33	34.041.531	1,13	67,4
1975	356.549	0,36	28,9	2.563.351	0,13	27,21	36.012.702	0,76	7,13
1981	364.305	- 0,28	29,5	2.583.141	- 0,01	27,42	37.682.355	0,42	74,6
1986	359.285		29,1	2.582.327		27,42	38.473.418		76,1

Fuente : Censos de población. INE.

	Poblacion (a 1º de Julio)	Activos	Tasa Acti- vidad (%)	Ocupados	Indice de empleo(%)	En paro	Indice de paro (%)
<u>1981:</u>							
Salamanca	364,6	104,9	28,8	93,0	88,6	11,9	11,4
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>1985:</u>							
Salamanca	360,6	126,5	35,1	102,0	80,6	24,5	19,4
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)

La variación en éste de la distribución del empleo por sectores, es poco significativa, si bien muestra una cierta tendencia a la disminución del peso del sector primario en favor de los servicios, mientras la industria refleja las crisis en el quinquenio, reduciendo su participación en la economía provincial a valores muy alejados del promedio en la Comunidad Autónoma y en el conjunto del Estado, según muestran los datos de la evolución del empleo recogidos en el cuadro 2.2-2.

SECTOR	1981		1985			
	Salamanca	C.Aut. Estado	Salamanca	C. Auton.	Estado	
Agricult.	29,9	29,7	18,5	26,2	28,3	16,5
Industria	15,3	19,4	25,5	14,4	20,0	23,7
Construc.	9,1	10,0	8,3	8,7	7,7	7,3
Servicios	45,7	36,4	47,7	50,7	44,0	52,5

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

CUADRO 2.2-2 - EVOLUCION DE LA DISTRIBUCION POR
SECTORES DEL EMPLEO (%)

2.2.2. Producto interior

La actividad económica provincial y su peso dentro de la Comunidad castellano-leonesa y del conjunto estatal, 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.

En el decenio considerado los porcentajes de participación de la provincia en la producción y renta del Estado se mantienen prácticamente constantes y sensiblemente inferiores a los que corresponderían por el nivel de población provincial. La disminución de población en el período indicado hace mejorar sin embargo la producción y renta por habitante, si bien siguen estando sensiblemente superiores a los correspondientes valores medios en el Estado.

Lo dicho es asimismo aplicable si se toma como referencia el conjunto de la Comunidad Autónoma, lo que refleja la debilidad de la economía provincial.

	1985					1981					1975				
	Estado	C. Auton.	Salamanca	% s/ C. A.	% s/ Est	Estado	C. Auton.	Salamanca	% s/ CA	% s/ Est	Estado	C. Auton.	Salamanca	% s/ CA	% s/ Est
Población (a 1º Julio)	38.424.200	2.583.599	360.576	13,96	0,94	37.814.796	2.584.246	364.592	14,11	0,96	35.515.184	2.552.449	355.949	13,95	1,00
VAB (10 ⁶ ₧)	27.859.655	1.681.133	212.848	12,66	0,76	16.698.773	969.483	123.998	12,79	0,74	5.653.211	345.681	43.026	12,45	0,76
VAB/Hab (₧/Hab)	725.055	650.694	590.300	90,72	81,41	441.504	375.151	340.101	90,66	77,02	159.177	135.431	120.877	89,25	75,94
Renta Int.(10 ⁶ ₧)	24.544.310	1.448.547	185.861	12,83	0,76	14.979.161	831.143	111.360	13,40	0,74	5.168.569	319.978	38.340	11,98	0,74
Renta p. cap.(₧/Hab)	638.772	560.670	515.456	91,94	80,69	397.365	321.619	305.437	94,97	76,87	146.001	125.361	107.712	85,92	73,77

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 para el período 1975-1985, es la indicada en el cuadro 2.2-4.

En el primer quinquenio se produce un fuerte crecimiento del terciario, mientras la industria y especialmente el sector primario disminuyen su peso en la economía provincial. Al final del decenio, la contribución de los distintos sectores a la economía provincial es semejante al correspondiente en la Comunidad castellano-leonesa pero en relación con el Estado, destacan la debilidad de la industria y la importante participación del sector primario.

La contribución a la producción y empleo de los sectores productivos se recoge en el cuadro 2.2-5, en el que destaca la baja productividad general de aquéllos, reflejada por el índice VAB/empleo, en relación con los promedios estatales y de la Comunidad Autónoma.

	1985				1981				1975		
	10 ⁶ Pts	% s/Total			10 ⁶ Pts	% s/Total			10 ⁶ Pts	% s/Total	
		Estado	C.A.	Sala- manca		Estado	C.A.	Sala- manca		C.A.	Sala- manca
AGRICULTURA	24754	6,40	12,57	11,63	11347	6,43	9,59	9,15	7260	21,62	16,87
MINERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	57609	32,00	27,20	27,07	33877	34,00	36,03	27,32	13530	31,67	31,45
COMERCIO Y SERVICIOS	130485	61,60	60,23	61,30	78774	59,57	54,38	63,53	22236	46,71	51,68
TOTAL	212848	100,-	100,-	100	123998	100,-	100,-	100	43026	100,-	100

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

CUADRO 2.2-4 - DISTRIBUCION SECTORIAL DEL VAB

1985	PROD. BRUTO (10 ⁶ ₧)	%s/TOTAL	V. A. B. (10 ⁶ ₧)	%s/TOTAL	VAB/PB (%)	Nº EMPLEOS	%s/TOTAL	VAB/EMPLEO (10 ³ ₧)
SALAMANCA								
AGRICULTURA	40.363	10,5	24.754	11,6	61,3	27.984	26,2	885
MINERIA (*)	7.431	1,9	2.453	1,2	33,0	1.248	1,1	1.986
INDUSTRIA	136.743	35,4	38.929	18,3	28,5	14.167	13,2	2.748
CONSTRUCCION	35.902	9,3	16.227	7,6	45,2	9.351	8,7	1.735
SECTOR INDUST.	180.076	46,6	57.609	27,1	32,0	24.766	23,1	2.326
SERVICIOS	165.747	42,9	130.485	61,3	78,7	54.312	50,7	2.403
T O T A L	386.186	100	212.848	100	55,1	107.062	100	1.986
C. AUTONOMA								
AGRICULTURA	384.903	11,8	211.327	12,6	54,9	216.345	26,9	977
MINERIA (*)	103.878	3,2	39.323	2,3	37,9	15.191	1,9	2.589
INDUSTRIA	1.361.814	41,8	418.019	24,9	30,7	150.368	18,7	2.780
CONSTRUCCION	241.866	7,4	106.926	6,3	44,2	59.160	7,3	1.007
SECTOR INDUST.	1.707.558	52,4	564.268	33,5	33,0	224.719	27,9	2.511
SERVICIOS	1.168.167	35,8	905.538	53,9	77,5	363.531	45,2	2.491
T O T A L	3.260.628	100	1.681.133	100	51,6	804.595	100	2.089
ESTADO								
AGRICULTURA Y PESCA	3.055.477	5,8	1.784.099	6,4	58,4	1.948.730	16,5	916
MINERIA (*)	2.714.990	5,1	903.192	3,2	33,3	307.440	2,6	2.938
INDUSTRIA	20.770.767	39,5	6.452.789	23,2	31,1	2.500.858	21,1	2.580
CONSTRUCCION	3.217.565	6,1	1.558.858	5,6	48,4	864.503	7,3	1.803
SECT. INDUST.	26.703.322	50,7	8.914.839	32,0	33,4	3.672.801	31,0	2.427
SERVICIOS	22.876.350	43,5	17.160.717	61,6	75,0	6.224.935	52,5	2.757
T O T A L	52.635.149	100	27.859.655	100	52,9	11.846.474	100	2.352

(*) Incluye productos metálicos y no metálicos

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

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

3. MEDIO FISICO

3.1. Morfología

Más de las tres cuartas partes de la provincia salmantina pertenecen a la penillanura del denominado Campo Charro, de relieve ondulado y altura media 700-800 m. Esta comarca queda delimitada en su borde NO por los profundos y encajados valles del Duero y del Agueda en su tramo final, que forman la comarca de los Arribes; al S por la franja que a lo largo del límite meridional de la provincia ocupan las sierras; finalmente, al NO por las planicies de la cuenca sedimentaria del Duero en las comarcas conocidas como Armunia y tierras de Alba y Peñaranda.

La penillanura del Campo Charro es la tierra de las dehesas salmantinas, con suelos de poco espesor por la proximidad del basamento de rañas y un peculiar paisaje de lomas, navas y tiberas que en su parte septentrional y noroccidental, en tierras de Vitigudino y Ledesma, presenta una morfología más ondulada y frecuentes afloramientos pétreos o berrocales graníticos y cuarcíticos que conforman un extenso batolito de 800 m de altitud media en descenso hacia la periferia, mientras al SO, en tierras de Azaba y Argañan, aparecen las pizarras en las que la red fluvial ha originado una morfología variada que enlza con las sierras del sur provincial.

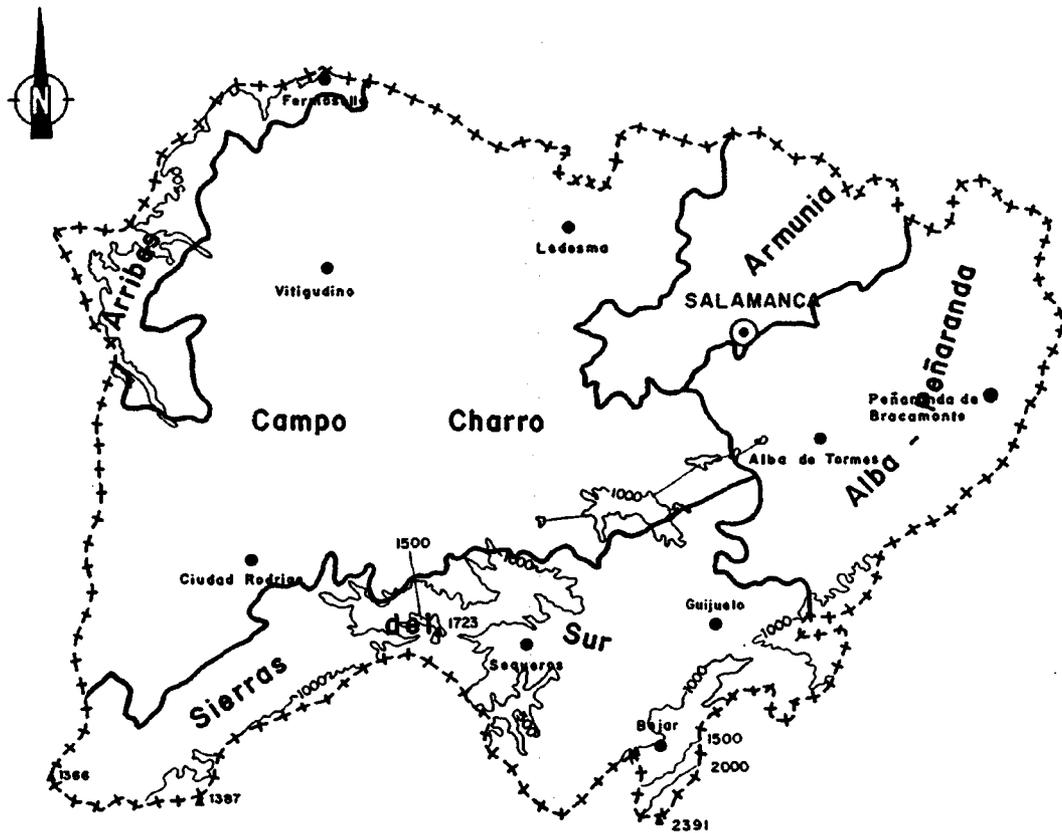


FIG. 3.1.1.- MORFOLOGIA

Escala 1:1.000.000

Aquí hace su aparición la gran barrera montañosa del Sistema Central que de E a O se levanta en las moles de las sierras de Béjar, Peña de Francia y Gata, separadas por fosas tectónicas unas y otras originadas por el plegamiento alpino, siendo la fosa del Alagón la más significativa de aquéllas.

La morfología se desarrolla en gran parte sobre granitos y pizarras, dando lugar a típicas formas abombadas, sustentadas por una plataforma a la cota 800-1000 m con dirección NE-SO. Las fosas tectónicas originan corredores transversales como el valle de las Batuecas que contrasta con la Peña de Francia (1723 m) por su diferencia altitudinal de 1000 m.

En el borde NO la penillanura salmantina se interrumpe violentamente al encajarse en ella los ríos con paredes verticales de hasta 500 m, adquiriendo una morfología que contrasta con las comarcas colindantes. El Duero, en su largo recorrido por la comarca en la frontera portuguesa, desciende 418 m con un intenso encajamiento en la penillanura que llega casi hasta el cauce, experimentando sus afluentes salmantinos algo similar, surgiendo así valles encajados en el extremo noroccidental de la penillanura, que mantiene sus rasgos en los interfluvios.

Al NE de la provincia, la Armunia y las tierras de Alba y Peñaranda forman morfológicamente parte de la cuenca sedimentaria del Duero, constituída principalmente por depó-

sitos terciarios y cuaternarios que aquí recubrieron y empastaron los materiales paleozoicos de la penillanura, conformando una amplia planicie que se desarrolla entre las cotas 800 y 900, sólo accidentada por la erosión fluvial que ha generado las formas actuales.

3.2. Hidrología

3.2.1. Superficial

La divisoria de las cuencas hidrográficas del Duero y Tajo, según se refleja en el mapa 3.2-1, define prácticamente el límite meridional de la provincia, desde la frontera portuguesa hacia el Este, hasta alcanzar la cuenca alta del Alagón tributario del Tajo.

La cuenca hidrográfica del Tajo penetra así en el extremo SE de la provincia, por la cuenca de cabecera del Alagón, perteneciendo a la misma desde su nacimiento hasta la confluencia por su margen derecha del río Batuecas.

En su recorrido de 44 km por el interior de la provincia, el Alagón recibe por su margen derecha, además del afluente citado el río Francia que drena la vertiente occidental de la Peña de Francia y por su margen izquierda el Sangusín y el Cuerpo de Hombre que recogen las aguas de la vertiente oriental de la Sierra de Béjar.

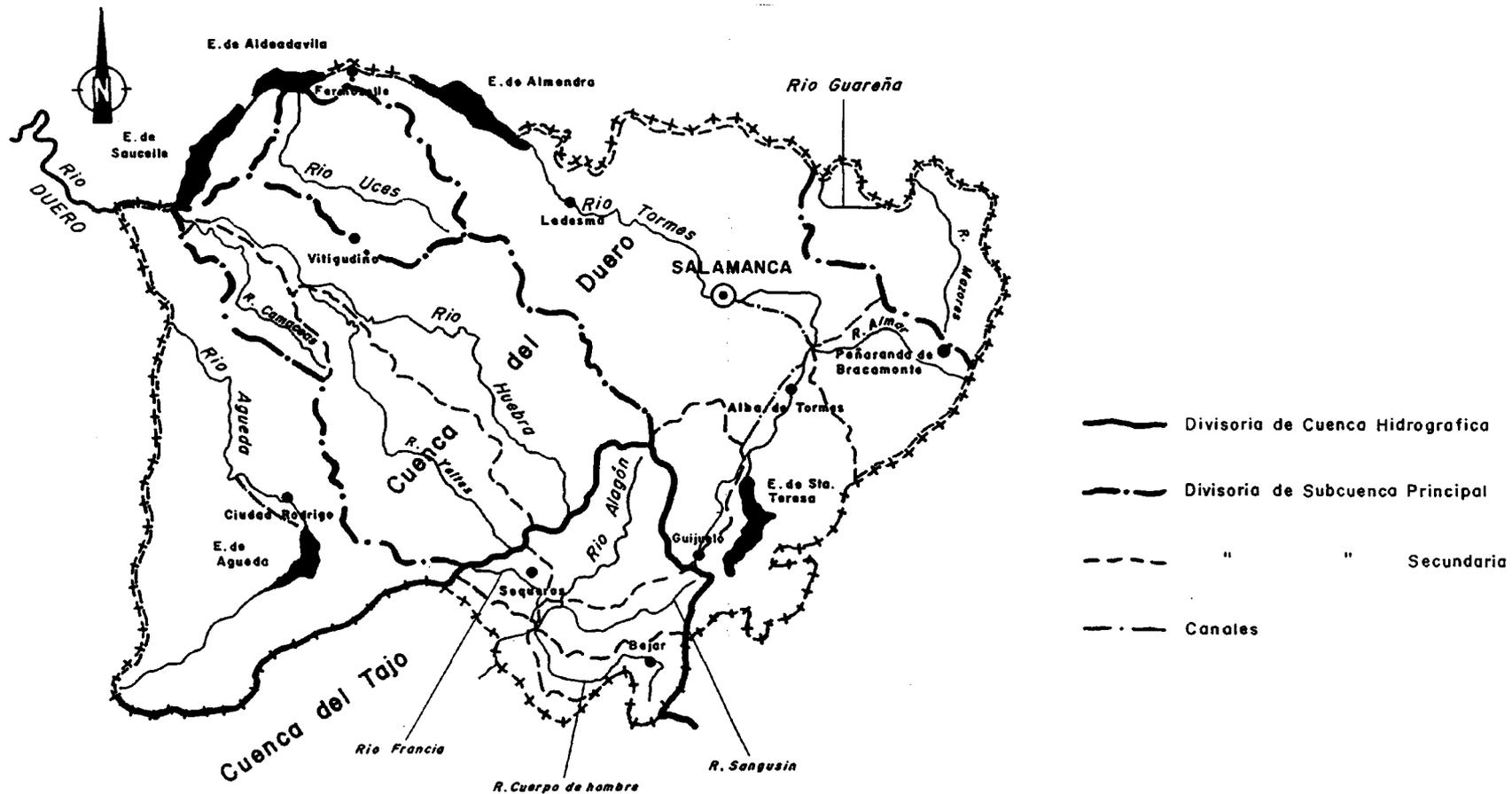


FIG. 3.2.1.- CUENCAS Y SUBCUENCAS PRINCIPALES

Escala 1:1.000.000

FUENTE : Servicio Meteorológico Nacional

El Duero, a cuya cuenca hidrográfica pertenece la mayor parte del territorio salmantino, es frontera con Portugal en el límite NO de la provincia, a lo largo de 60 km entre las desembocaduras del Tormes y del Agueda, afluentes de su margen izquierda. En este tramo, el Duero discurre en profundos cañones que han facilitado la ejecución de los importantes embalses de Aldeadávila y Saucelle, que junto al de Almendra, sobre el Tormes en el límite N provincial, integran el complejo hidroeléctrico de mayor potencia instalada del Estado.

El Tormes, el de mayor recorrido en la provincia, 215 km, discurre primeramente por su parte oriental de S a N para girar luego hacia el oeste en ángulo recto y recorrer su parte septentrional de E a O hasta desembocar en el Duero, definiendo en sus últimos 41 km el límite con Zamora.

En este último tramo, el río salva el desnivel hasta el Duero, incrementando sensiblemente su pendiente y encajándose profundamente en el terreno granítico, circunstancia aprovechada para la creación del embalse de Almendra antes citado, que por su volumen es el segundo del Estado.

Por otra parte, el curso alto del Tormes está regulado en el embalse de Santa Teresa, situado al pie del Sistema Central, donde el río entra en la penillanura, en la que aquél es cabecera de una importante zona regable.

El Tormes tiene un régimen pluvionival con aguas abundantes en marzo y abril por la fusión de las nieves del Sistema Central. Entre sus afluentes cabe citar el Alhóndiga y el Almor, éste último de escaso caudal.

Aguas abajo del Tormes recibe el Duero, procedentes de la provincia salmantina: el Uces que desemboca en el embalse de Aldeadávila; el Huebra y su afluente el Yeltes que, desde la divisoria del Tajo atraviesan la provincia con dirección SE-NO, cursos fluviales de poco caudal que se seca en estiaje y finalmente el Agueda, que discurre de S a N por la parte occidental de la provincia a lo largo de sus 131 km. Recoge las aguas de la vertiente occidental de la Sierra de Gata, reguladas en el embalse del Agueda, cabecera de importantes regadíos para encañonarse en su último tramo formando frontera con Portugal hasta su encuentro con el Duero.

Por último, en el extremo NE provincial, nace el Guareña que, tras recibir por su margen derecha su principal afluente, el Mazores, abandona la provincia salmantina, para desembocar en el Duero, al norte de aquélla.

En el cuadro 3.2-1 se han recogido los datos hidrológicos principales de la red fluvial de la provincia.

CUENCA HIDROGRAFICA	RIO	E ^{on} de Aforo (% s/cuenca total)	Sup/cuenca total Km ²	Nº de años registrados	Módulo medio(1) m ³ /s	Caudal específico l/s/Km ²	Extremos diarios en el período	
							Mínimo m ³ /s	Máximo m ³ /s
DUERO	Aihóndiga	Salvatierra (40,1%)	294	10	13,0	10,0	0,00	91,4
	Tormes	Encinas de Arriba (35,3%)	7257	7	31,8	11,1	11,6	166
	Tormes	Contiensa (66,3%)	7257	54	39,6	5,1	1,0	925
	Huebra	Puente Resbala (98,1%)	2393	13	11,9	2,3	0,00	865
	Agueda	Castillejo Martín V. (70,6%)	2409	16	17,5	10,1	0,00	780
TAJO	Alagón	Garcibuey						
	Sangusín	Horcajo de Montemayor						
	Francia	Miranda del Castañar						
	Cuerpo de Hombre	Sotoserrano						

Fuente : Aforos D-G. O. Hidráulicos MOPU.

CUADRO 3.2.-1 REGIMEN DE CAUDALES.

(1) Media en el período del promedio anual

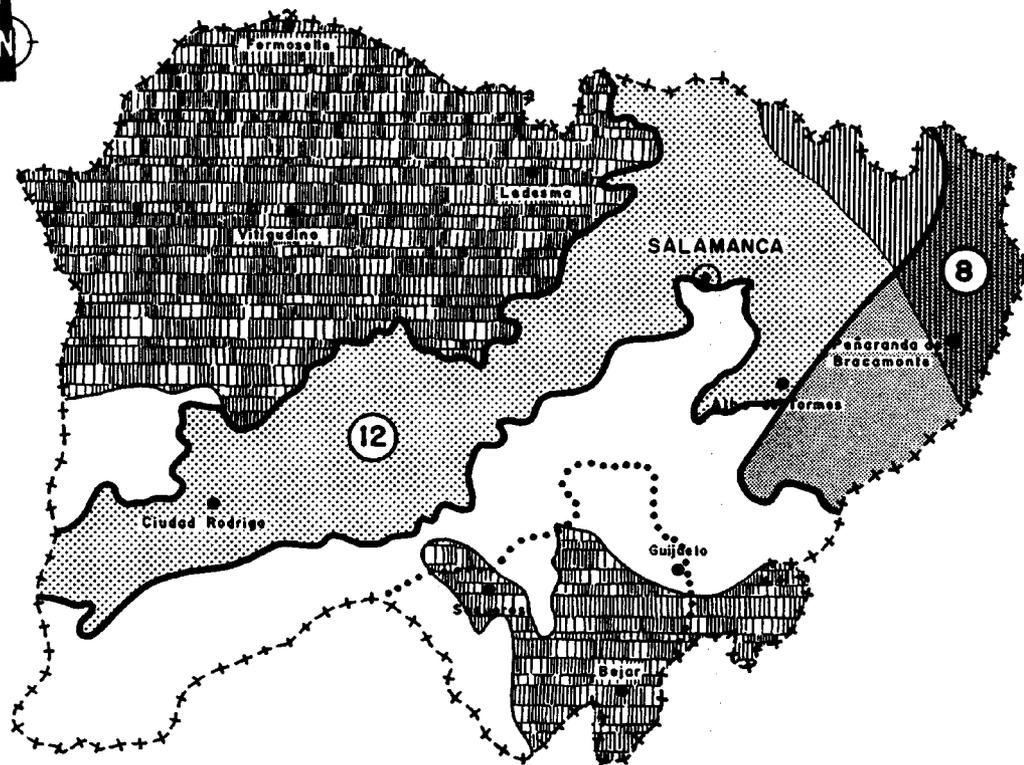
3.2.2. Subterránea

Los sistemas acuíferos 8 y 12 del Mapa Hidrogeológico Nacional se identifican prácticamente con la Cuenca Terciaria del Duero, que constituye la mayor unidad hidrogeológica de la península y penetra en la provincia de Salamanca en una franja que, con anchura media de 15 km, la atraviesa en dirección NE-SO (fig. 3.2-2) a lo largo del piedemonte de las sierras del sur provincial.

En la provincia salmantina los materiales de relleno que integran el acuífero son de tipo detrítico: arenas, areniscas y conglomerados, limitados por zocalo de granitos, cuarcitas y pizarras, estando recubiertos en el extremo NE de la provincia por los extensos depósitos de arenas cuaternarias de la margen izquierda del Duero.

Estos arenales, si bien relacionados con los acuíferos profundos subyacentes, constituyen un acuífero superficial libre de espesor variable, en general inferior a 5 m con transmisividad media a baja.

La recarga se produce por infiltración de agua de lluvia con un promedio anual de 550 m³/Ha y la descarga, aparte de los posibles bombeos, por percolación hacia los acuíferos profundos.



LEYENDA.-

-  Acuífero profundo del S.O.
-  Acuífero profundo del Sur
-  Acuífero superficial libre
-  Acuíferos aislados
-  Sin Acuíferos
-  Número de orden del sistema Acuífero
-  Límite del sistema Acuífero
-  Límite de Cuenca Hidrográfico

FIG. 3.2.2.- SITUACION DE ACUIFEROS PRINCIPALES

Escala 1:1.000.000

FUENTE : Mapa Hidrogeológico Nacional IGME 1.979
Investigación Hidrogeológica Cuenca del Duero Sistemas 8 y 12 IGME 1.980

En éstos se puede distinguir desde el punto de vista de homogeneidad del flujo subterráneo:

- Acuífero de la región sur que desde el Duero se extiende hasta el Sistema Central, alcanzando el borde NE de la provincia salmantina.

Toda su recarga procede prácticamente de infiltración de lluvia, que es cedida lentamente desde el acuífero superficial antes citado con promedio anual de 500 m³/Ha, con una aportación lateral de unos 10 Hm³/año del contiguo acuífero de la región SO.

Las salidas se producen por drenaje de los ríos y bombeos.

- Acuífero de la región SO, correspondiente al Terciario detrítico drenado por el Tormes, siendo su zona más importante la situada en la margen derecha del curso alto y medio del Tormes con una extensión de 2160 km² y espesor del orden de 300 m.

La recarga por infiltración de agua de lluvia se estima en 63 Hm³/año de los cuales 43 Hm³/año son drenados por el Tormes, 10 Hm³/año se bombean con sondeos profundos, correspondiendo a la salida hacia el acuífero de la región sur otros 10 Hm³/año, como se ha indicado.

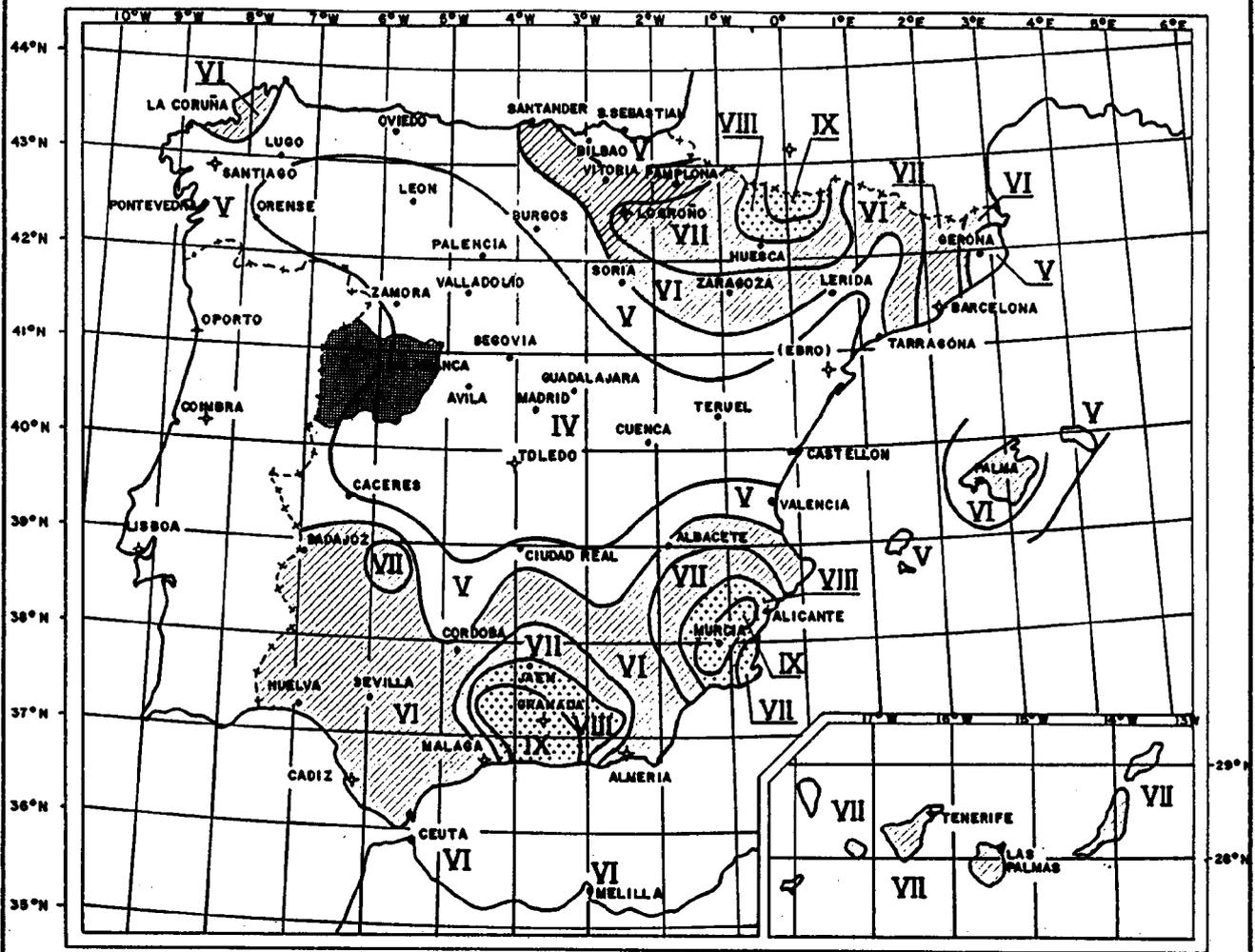
Finalmente, de los aluviales de los ríos sólo presenta interés el desarrollado a lo largo del Tormes.

3.3. Sismología

La provincia de Salamanca es atravesada de N a S en su parte central, por la isosista que delimita las zonas de grado sísmico IV y V de la escala internacional, quedando así toda la provincia comprendida en la "zona primera", correspondiente a intensidades bajas, de la zonificación sísmica de España, establecida por la Norma Sismorresistente P.D.S.-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

El clima salmantino es continental, muy frío en invierno y relativamente caluroso en verano, con precipitaciones escasas en toda la provincia a excepción de las sierras del sur, mientras que en el NO y S la influencia atlántica se manifiesta en zonas localizadas con un clima térmicamente más suave y de pluviometría más alta.

3.4.1. Temperaturas

Las isotermas anuales (fig. 3.4-1) indican, para la provincia, una media anual de 11º a 12º que sube a los 13º en el borde NO de los Arribes del Duero y Agueda, alcanzando los 14º en el valle del Alagón abierto a la influencia atlántica.

La distribución de las isotermas extremas (fig. 3.4-2) es semejante con medias invernales de 5º para toda la provincia, a excepción de los Arribes al NO y al S en el valle del Alagón, donde se superan los 6º. A estas zonas corresponden asimismo las máximas estivales, superando respectivamente los 21º y 23º.

Los meses más fríos son Diciembre y Enero, en tanto que Julio es el más caluroso, con oscilación térmica media de 18º, indicativa de la continentalidad del clima que dá lugar en la mayor parte de la provincia a mínimas absolutas

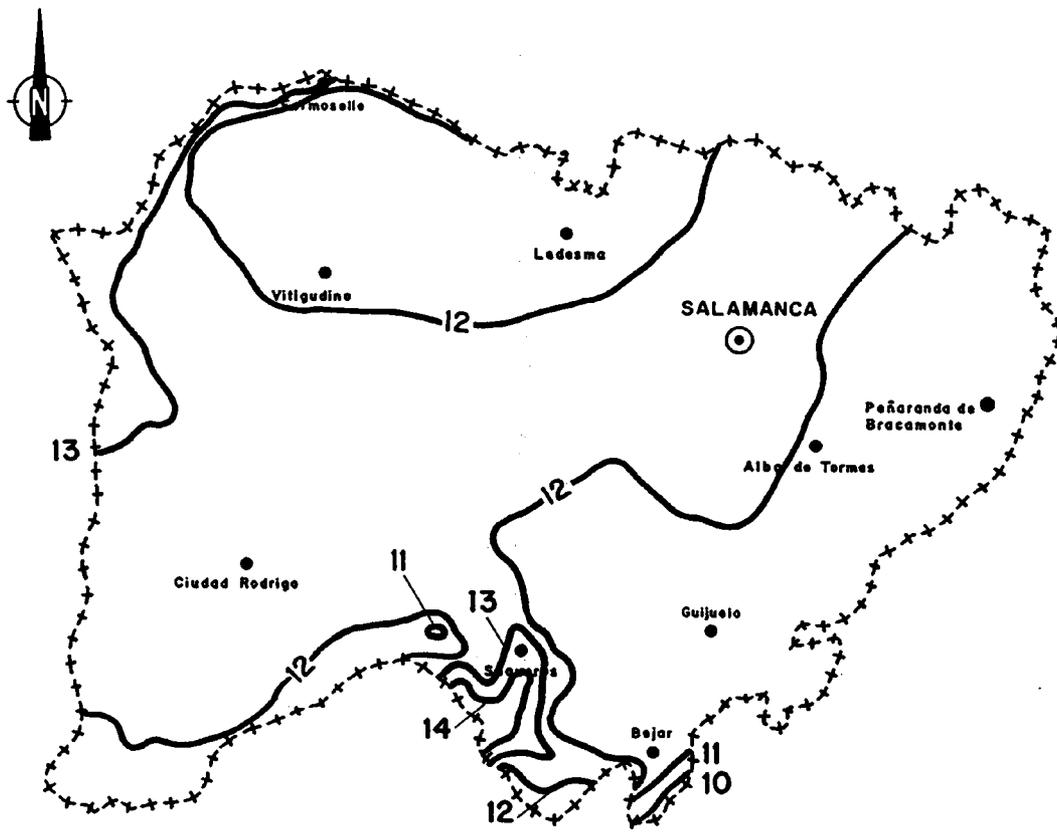


FIG.3.4.1.- ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°)

Escala 1:1.000.000

FUENTE : Mapas Provinciales de Suelos M° de Agricultura 1.970

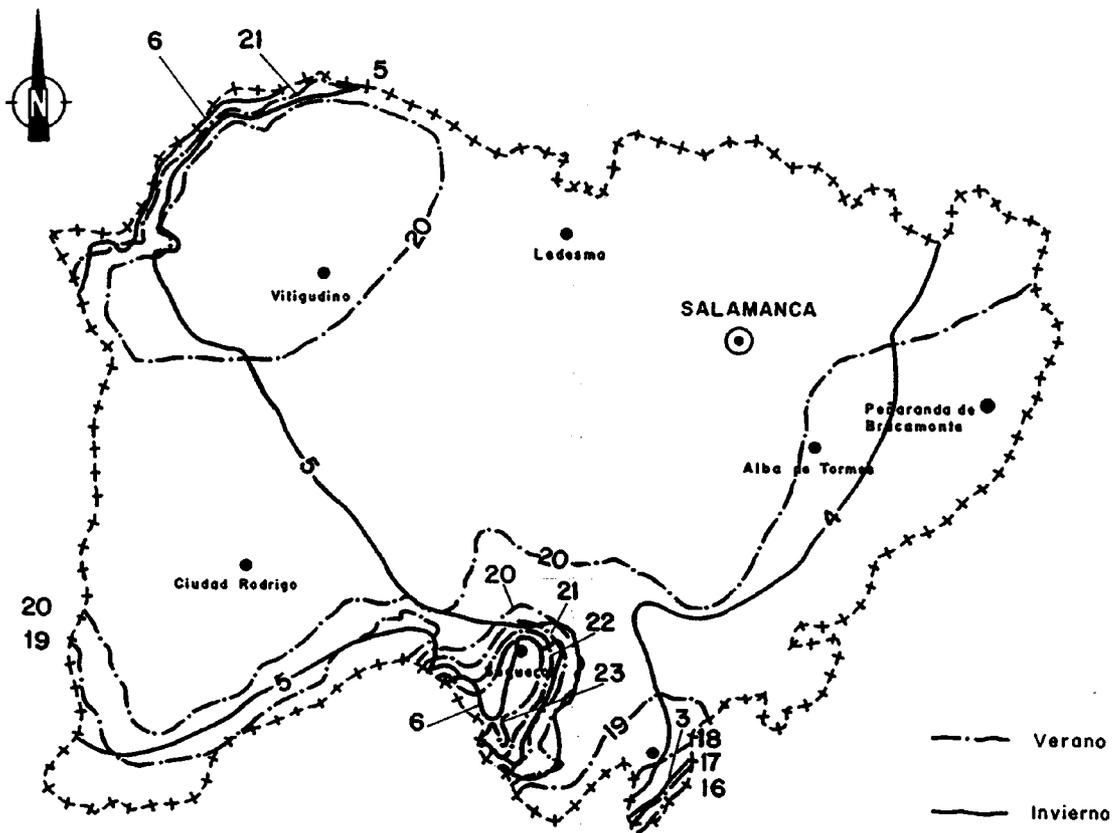


FIG. 3.4.2.- ISOTERMAS EXTREMAS (°)

Escala 1:1.000.000

FUENTE : Mapas provinciales de suelos M^o de Agricultura 1.970

entre -5° y -10° , en tanto que las máximas se elevan hasta los 40° .

El período de posibles heladas se extiende desde inicios de Noviembre hasta Marzo en el oeste provincial, alargándose hasta Abril y Mayo a medida que se avanza hacia el Este.

3.4.2. Precipitaciones

El mapa de isoyetas anuales de la fig. 3.4-3 muestra la zona del NE y centro provinciales, como la más seca con precipitaciones inferiores a los 500 mm/año, mientras hacia el NO, debido a la proximidad oceánica, se superan los 700 mm/año para cotas superiores a la 500, disminuyendo por debajo de los 600 mm/año a cotas inferiores a la indicada.

La pluviometría crece sensiblemente en el S de la provincia, a medida que se incrementa la altitud, alcanzando los máximos en las cumbres de las sierras meridionales y valle del Alagón, con valores superiores a los 1400 mm/año, determinando en esta alta pluviometría, tanto la orografía como la influencia oceánica que alcanza claramente esta zona.

Los meses más lluviosos corresponden al invierno en la mitad norte provincial, y al otoño en la mitad meridional.

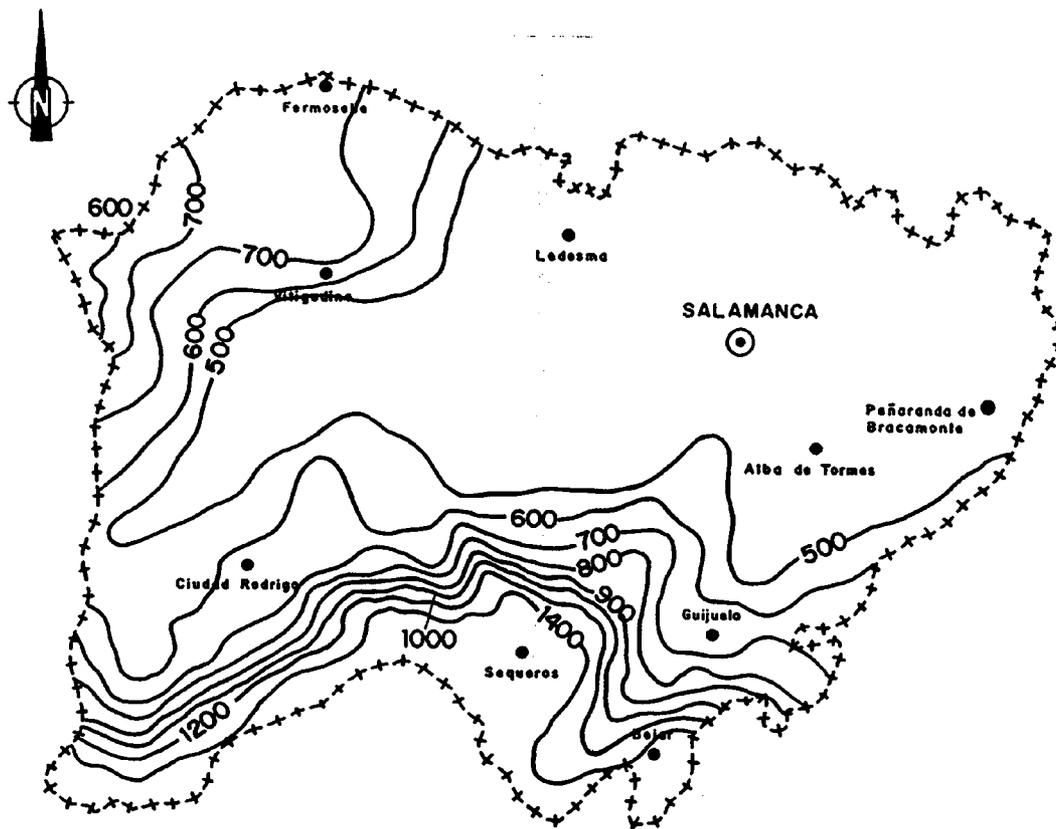


FIG.3.4.3.- ISOYETAS MEDIAS ANUALES (m.m.)

Escala 1:1.000.000

FUENTE : Mapas provinciales de suelos M^o de Agricultura 1.970

Los días de nieve son escasos exceptuando la Sierra de Bejas, en el SE provincial.

La torrencialidad de las precipitaciones se refleja en Fig. 3.4-4, siendo escasa en la mayor parte de la provincia con valores máximos de 80 - 100 mm/día, mientras en la vertiente meridional de las Sierras del sur alcanza máximos elevados de hasta 300 mm. en 24 h., correspondiendo a la zona NO valores intermedios del orden de 160 mm/día.

3.4.3. Insolación

La provincia de Salamanca presenta valores bastante elevados de insolación media anual, como indica el mapa de la Fig. 3.4-5, correspondiendo a la mitad septentrional, de 2600 a 2800 horas/año (\approx 60% del máximo teórico), superándose en la mitad meridional las 2800 h/año, excepción hecha de las sierras del SE y SO, donde se dan los mínimos provinciales del orden de los 2600 h/año.

3.4.4. Vientos

Salamanca es una provincia poca ventosa, con recorridos anuales medios del viento comprendidos entre 15 y 20 km/h., según la distribución representada en la Fig. 3.4-6, siendo las sierras del borde meridional las que presentan los mayores valores. En todo caso sus máximas intensidades no superan los 50 km/h.

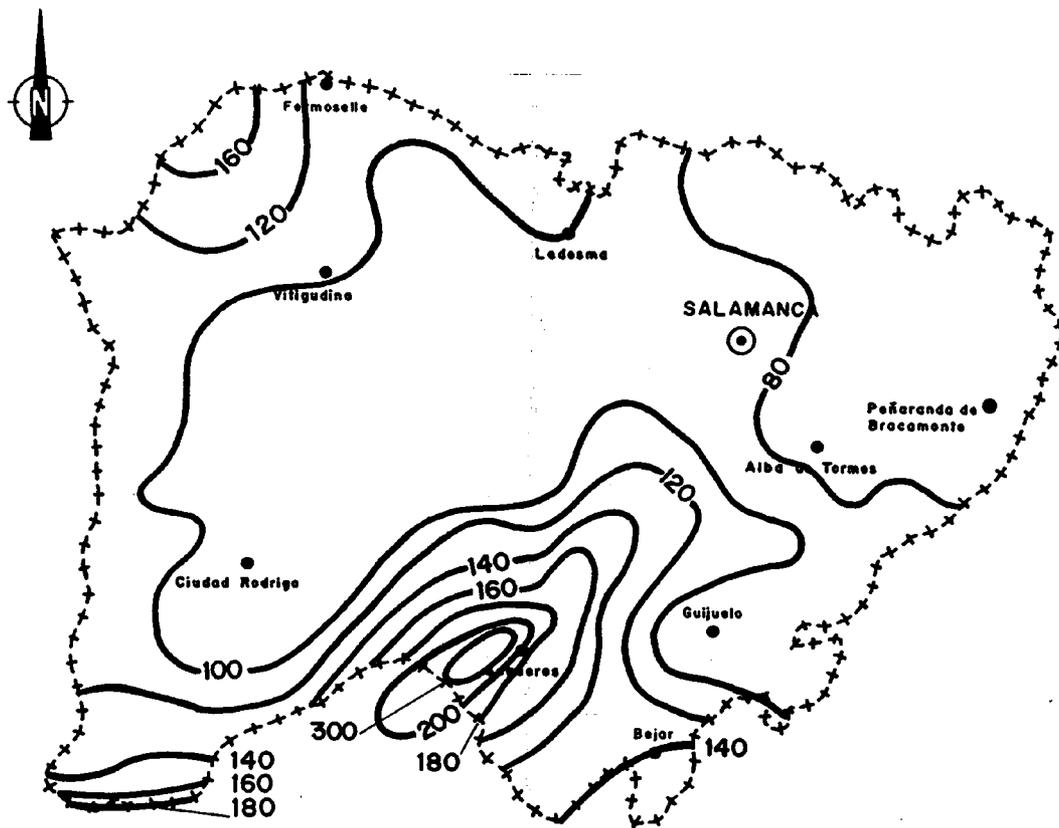


FIG. 3.4.4.- PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS (m.m.)

Escala 1:1.000.000

FUENTE : Precipitaciones Maximas en España F.Elias 1.979

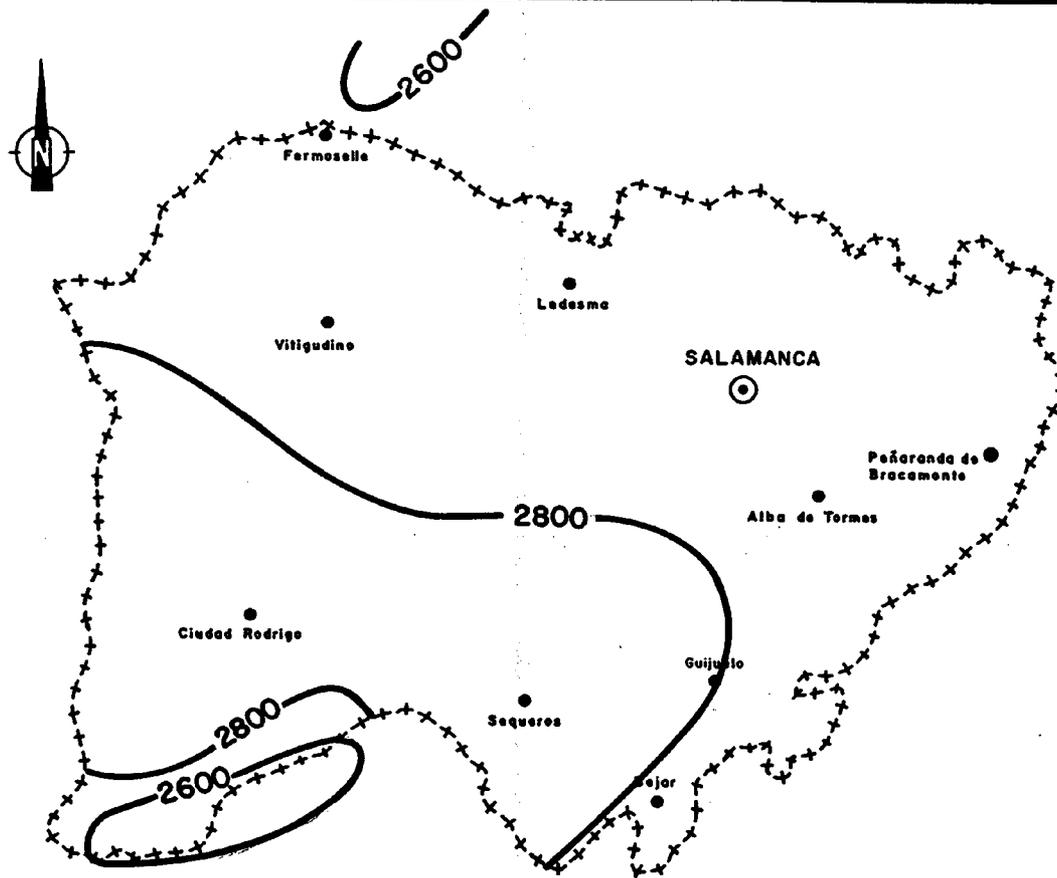


FIG. 3.4.5.- DURACION MEDIA DE LA INSOLACION ANUAL (Hora)

Escala 1:1.000.000

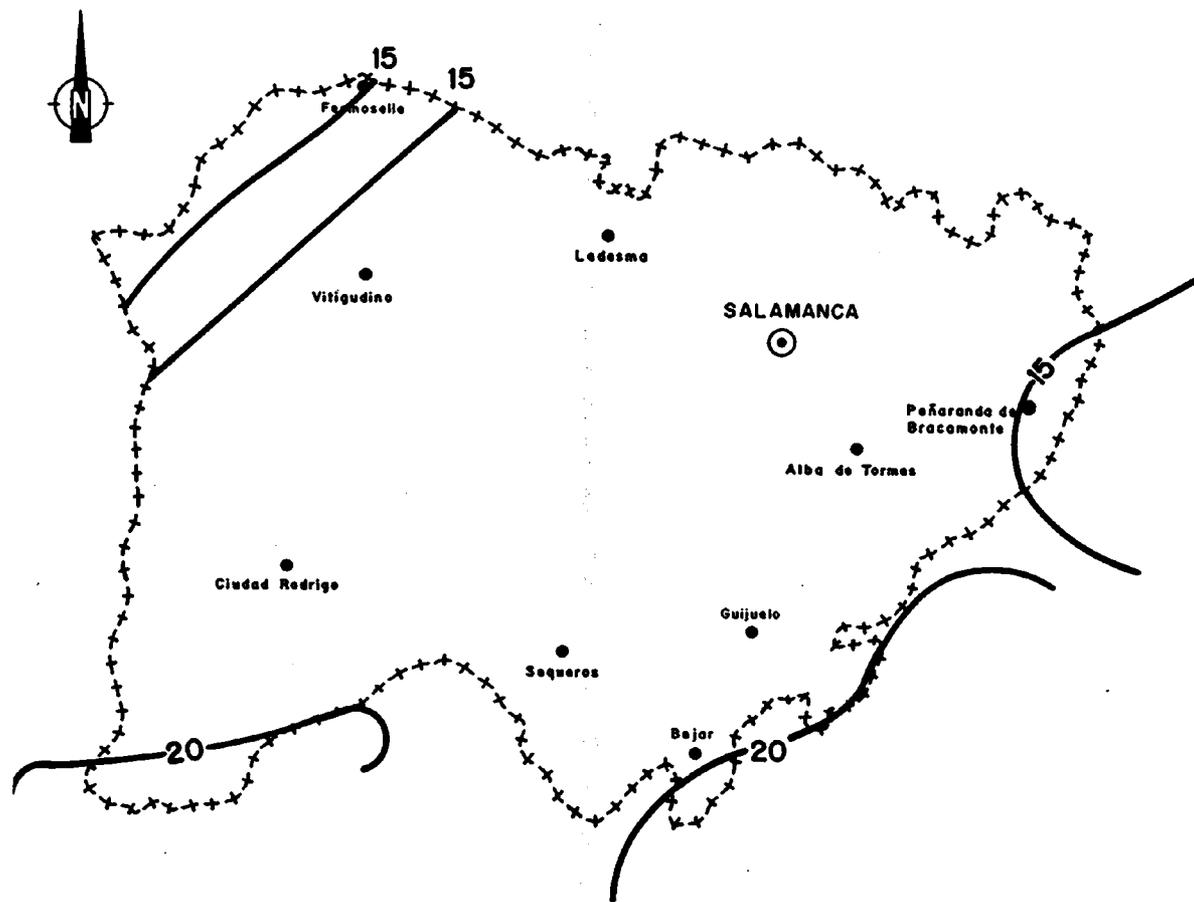


FIG. 3.4.6.- RECORRIDO MEDIO DEL VIENTO (Km/h.)

Escola 1:1.000.000

FUENTE : Atlas Climatológico de España I.N. de Meteorología 1.983

Las direcciones dominantes son las procedentes del NE y cuadrante SO. En invierno predominan los primeros que son extremadamente frios y secos mientras en las restantes estaciones soplan mayormente vientos más templados del O y SO, siendo estos últimos los más húmedos acompañados frecuentemente de lluvias.

4. SINTESIS GEOLOGICA

4.1. Historia geológica

La historia geológica de la provincia salmantina comienza durante el Precámbrico superior. En esta época parte de la provincia se encuentra cubierta por un mar poco profundo con una sedimentación pelítica y detrítica poco variada. Como es imposible definir la relación estratigráfica con los materiales del Cámbrico, nos limitaremos a decir que esta misma sedimentación continúa a través del Cámbrico medio que es cuando se produce la llamada orogenia Variscica, fase Sárdica, cuyas estructuras tienen una dirección predominante NE-SW y W-E.

Esta Orogenia produce una epirogénesis general que conduce a una rápida erosión de parte de los materiales anteriormente sedimentados y a una discordancia angular entre el Arenig y los terrenos subyacentes.

Se instala ya, a través del Arenig, un mar epicontinental que produce la sedimentación que da lugar a la cuarcita armoricana y que sigue con un mar más profundo donde se depositan las pizarras del Ordovícico superior.

El Silúrico comienza con la sedimentación de pizarras negras y cuarcitas que en su parte más alta intercalan unos niveles o sills de rocas volcánicas básicas.

A partir de aquí se produce una gran laguna sedimentaria que dura hasta comienzos del Terciario. Esta laguna se produce sin duda por las fuertes erosiones producidas desde el Pérmico hasta nuestros días, puesto que es indudable que durante el Pérmico se produjo un fuerte desmantelamiento de la cadena hercínica.

La representación más directa de la orogenia hercínica nos la encontramos con la intrusión de la extensa masa plutónica ácida (granítica) de carácter sinorogénico.

Ante los esfuerzos correspondientes a los movimientos alpinos, el zócalo cratonizado y parcialmente recubierto por una delgada cobertera en sus bordes, reacciona de un modo diferente según existiera o no ésta última.

En las zonas marginales, provistas de la citada cobertera, la tectónica se manifiesta por una fracturación del zócalo amortiguada en superficie a través de los materiales secundarios más plásticos, de modo que éstos últimos se deforman plegándose y fracturándose con estilo netamente sajónico.

Por el contrario, en el interior de la meseta, el zócalo desnudo reacciona ante las mismas causas fracturándose, dando origen a la formación de bloques hundidos que se enmarcan entre cordilleras marginales, así es como se constituye la depresión del Duero.

En esta depresión toma asiento, durante el Terciario, una sedimentación que a grandes rasgos permite una diferenciación entre depósitos detríticos más antiguos (en zonas marginales) y depósitos de origen químico de edad más reciente (en las partes más centrales de la cuenca).

Al retirarse las aguas y durante el Cuaternario se instaló la red fluvial actual cuya acción erosiva continúa en la actualidad.

4.2. Tectónica

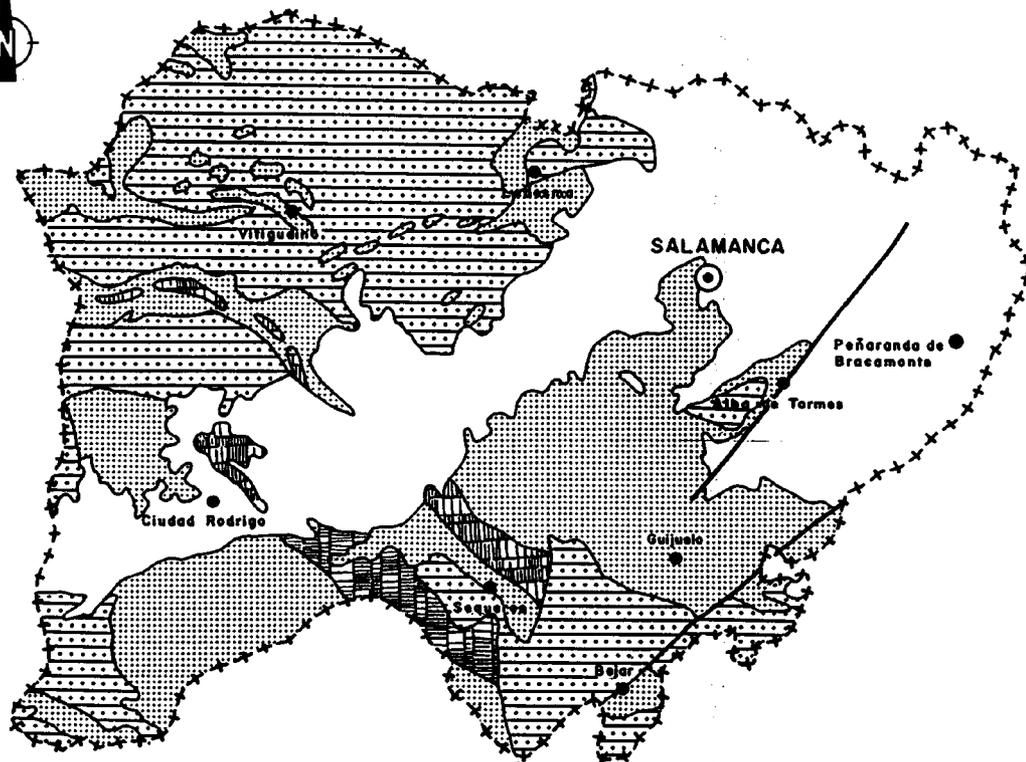
Tectónicamente la provincia de Salamanca se puede dividir en dos grupos con caracteres estructurales diferenciados:

- A.- Terrenos paleozoicos y precámbricos afectados por las fases de deformación hercínicas.
- B.- Areas de cobertura poco o nada deformadas apoyadas sobre un zócalo hercínico.

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

A.- Terrenos paleozoicos y precámbricos con deformación hercínica

Este grupo estructural se encuentra encuadrado en la llamada Zona Centroibérica dentro del macizo ibérico que fueron definidas por Julivert et al. (1981).



-  Terrenos anteordovicos afectados por la orogenia hercinica (Zona Centroiberica)
-  Terrenos paleozoicos afectados por la orogenia hercinica (Zona Centroiberica)
-  Areas de cobertura poco o nada deformadas
-  Granitoides posttectonicos

FIG. 4.1.- ESQUEMA TECTONICO

Escala 1:1.000.000

FUENTE : I.T.G.E.

Esta zona limita al NE con la zona asturoccidental-leonesa y como límite sur puede tomarse el Batolito de los Pedroches.

Desde el punto de vista estratigráfico el rasgo más destacado es el carácter transgresivo de la cuarcita del Ordovícico inferior. Los materiales preordovícicos forman la mayor parte de la zona centro ibérica y en ellos están representados, tanto el Cámbrico como el Precámbrico, aunque, como ya se ha indicado anteriormente, la diferenciación entre ambos no ha sido suficientemente establecida.

Por lo que se refiere a la estructura, el elemento más llamativo lo forman los largos núcleos sinformes que, orientados SE a NW, recorren longitudinalmente la zona. Se trata de sinformes de superficie axial bastante próxima a la vertical, aunque en algunas estructuras se tiende a las vergencias hacia el S.

El grado de metamorfismo que afecta a estos terrenos es muy variable, desde prácticamente nulo o correspondiente a la parte más alta de la epizona, hasta la zona de la sillimanita. En general en la provincia de Salamanca el tipo de metamorfismo es de grado bajo.

Como ya se comentó anteriormente, la orogenia alpina, al actuar sobre el basamento rígido hercínico, provocó la formación

de grandes fracturas que afectaron también a las formaciones terciarias suprayacentes, dando lugar a pliegues muy localizados. Dichas fracturas se presentan en la provincia con cuatro direcciones dominantes: E-W, N-S, NNE-SSW y NNW-SSE.

Las estructuras principales de la provincia salmantina son:

- La fractura de dirección SSW-NNE que recorre desde el S de Alba de Tormes hasta Cantalpino.
- La fractura de dirección NE-SW que recorre desde Béjar hasta las cercanías de Alarza.
- El pliegue sinforme de dirección NW-SE, dispuesto en la zona de la Peña de Francia.
- Y por último, el pliegue sinforme de Tamames - San Felices de los Gallegos, cuya dirección oscila entre NW-SE en la zona más meridional (Tamames) y E-W en la zona más septentrional (San Felices de los Gallegos).

B.- Áreas de cobertura poco o nada deformadas

Por un lado tenemos las zonas, cuyos materiales paleógenos no han sido prácticamente afectados por la orogenia alpina, y cuyos únicos movimientos corresponden a los reajustes del zócalo paleozoico. Así, este Paleógeno llega en el mismo borde de cuenca a alcanzar los 20^º de buzamiento.

Por el otro lado los materiales miocenos pertenecientes a la Cuenca del Duero. De esta manera, los niveles miocenos están dispuestos horizontales con una pendiente deposicional del orden del 2 a 4%₂ , 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.

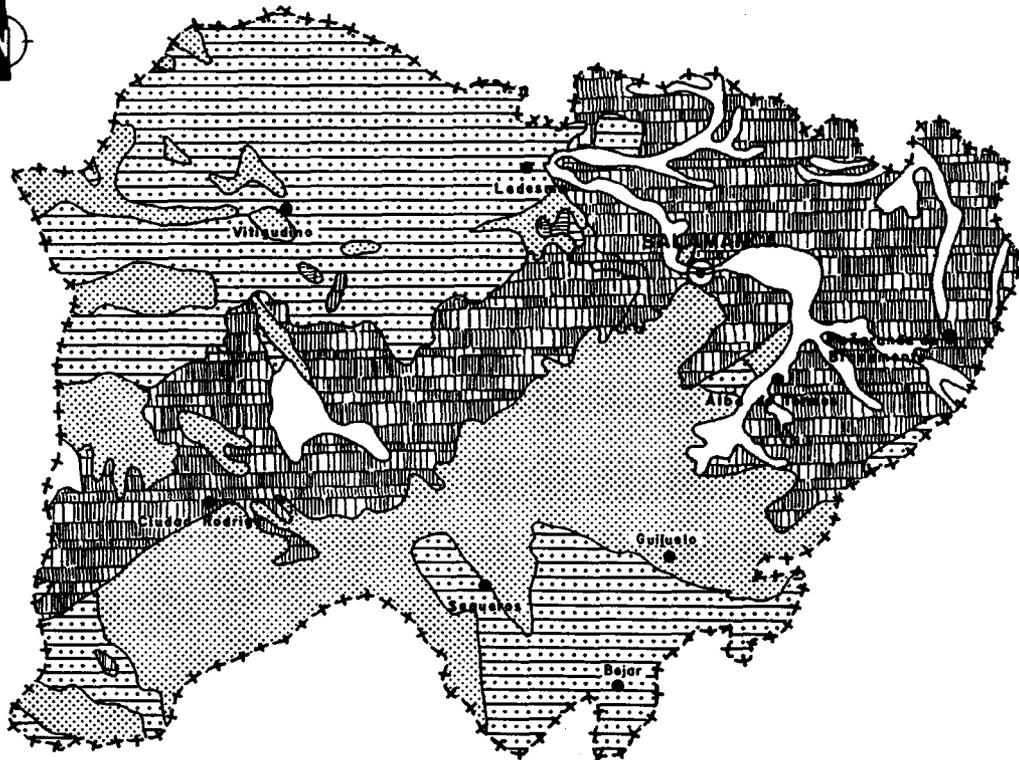
Ultimamente, la interpretación fotogeológica de imágenes landsat. ha permitido deducir una serie de lineamientos cuyo significado estructural aún no está probado.

4.3. Estratigrafía

En la figura 4.2. se puede ver un esquema geológico general de toda la provincia salmantina.

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

El Precámbrico aflora extensamente en toda la provincia aunque la mayor extensión se encuentra en el sureste. Está constituido por el llamado "Complejo esquisto-grauwackico". Su datación



-  Terrenos precambrios y Paleozoicos
-  Terrenos Terciarios
-  Terrenos Cuaternarios
-  Rocas Igneas

FIG. 4.2.- ESQUEMA GEOLOGICO

Escala 1:1.000.000

FUENTE : ITGE

oscila entre el Precámbrico superior y el Cámbrico inferior. Dentro de esta unidad, en la provincia, se han diferenciado dos unidades, que de muro a techo son:

- Formación Monterrubio, constituida por una alternancia de pizarras bandeadas y esquistos con intercalaciones de conglomerados porfiroides y cuarcitas microconglomeráticas. Su potencia es del orden de 2.000 m. De esta formación algunos niveles cuarcíticos serían potencialmente explotables para la obtención de áridos.
- Formación Aldea Tejada, constituida por una alternancia de pizarras verdes bandeadas, areniscas y calcoesquistos con intercalaciones de conglomerados y niveles carbonatados brechoides. Su potencia varía entre 2.000 y 3.000 m. Los niveles calcáreos de esta formación han sido algo explotados para la obtención de cal.

A estos últimos materiales se les superpone el Cámbrico inferior. Este se localiza exclusivamente en el área de Tamames-Linares. De muro a techo se distinguen tres formaciones:

- Areniscas de Tamames: alternancia de pizarras con una potencia de unos 600 m. Son aprovechadas para la construcción.
- Calizas de Tamames: calizas y dolomías con intercalaciones pizarras. Su potencia es de 500 m. Se explotan para la obtención de cal.
- Pizarras del Endrinal, pizarras verdes bandeadas con una potencia entre 50 y 120 m.

En discordancia angular con los materiales subyacentes aparece el Ordovícico. Está constituido principalmente por unidades siliciclásticas con una potencia media de 1.400 m.

Dentro del Ordovícico inferior se pueden distinguir tres formaciones, de muro a techo, son:

- Una alternancia de cuarcitas tableadas, pizarras y microconglomerados.
- Formación "Cuarcita armoricana" constituida por ortocuarcitas en bancos potentes que pueden apoyarse, bien en la formación anterior, bien en los materiales anteordovícicos. Esta formación está siendo explotada para materiales de construcción.
- Una alternancia de cuarcitas y lutitas.

En el Ordovícico superior únicamente se ha diferenciado una formación, ésta se compone de pizarras negras con algunas intercalaciones de cuarcitas y areniscas.

En concordancia con los materiales ordovícicos aparece el Silúrico, aflorando únicamente en los núcleos de las sinformas antes comentadas. Su espesor se ha estimado en torno a los 700 m. Está constituido por una alternancia de pizarras y cuarcitas, pizarras negras y coladas de rocas volcánicas básicas.

Como ya se indicó, a partir del Silúrico existe una laguna sedimentaria que llega hasta el Terciario. Ya dentro de esta última época los materiales más antiguos se datan como paleógenos.

El Paleógeno se debe separar en dos zonas al tener unas litologías bastantes diferenciadas.

Así, en la cuenca de Ciudad Rodrigo, el Paleógeno se presenta en tres series, según López Azcona (1971):

- Serie Inferior: formada por arcosas y subarcosas, arcillas y conglomerados.
- Serie Intermedia: formada esencialmente por arcillas entre las cuales aparecen canales de areniscas y conglomerados. Carbonatos a techo.
- Serie superior: constituida por arcosas, subarcosas, arcillas y calizas en la base.

Por otro lado, en la zona NE de Salamanca, Jiménez et al. (1977) establecieron la siguiente serie para los materiales paleógenos. Su espesor varía entre los 200 y 300 m. De muro a techo se compone de las siguientes formaciones:

- Conglomerado basal.
- Areniscas de Salamanca: está constituida por areniscas conglomeráticas, arenas, areniscas y fangos de tonos rojizos y blanquecinos. La parte superior está intensamente cementada por sílice.

De esta forma es únicamente la parte inferior la que se explota como áridos de construcción.

- Limos de Gerona.
- Areniscas de Toro.
- Areniscas de Aldearrubia o de Cabrerizos: formada por fangos arenas y areniscas de tonos rojizo-parduzco-amarillentos.
- Por último aparece dentro de esta serie las llamadas "Calizas de Valdefinjas" que en general son bastante detríticas. Según Jiménez esta formación está datada como Mioceno inferior, aunque es totalmente concordante con la serie paleógena.

De todo este paleógeno se aprovechan las arcillas para la industria cerámica y las arenas para la construcción.

Los materiales miocénicos se sitúan discordantemente sobre el Paleógeno y presentan una potencia del orden de 500 m. La naturaleza y composición de estos materiales va a estar directamente relacionada con el área frente a su grado de influencia durante la sedimentación y su distancia a ella. En general están esencialmente constituídos por areniscas conglomeráticas, arenas, areniscas y fangos. Ya en la parte más superior aparecen pequeños retazos de niveles calcáreos y margosos con fauna lagunar, datados como Pontienses. Estos últimos niveles son explotados para la obtención de cal, mientras que las arenas se explotan como áridos en construcción.

Superponiéndose a los materiales miocénicos aparecen restos de "rañas" (pliocuaternarias) repartidas irregularmente a lo largo de la provincia. Litológicamente son unas gravas heterométricas subangulosas englobadas en una matriz arcillo-arenosa rojiza. Estos materiales son también explotados como áridos en construcción.

Por otra parte, el Cuaternario está totalmente influenciado por la dinámica fluvial y de esta forma tendremos esencialmente las terrazas y los aluviales, si bien existen también coluviales que, a escala provincial, merece la pena destacar. En general son materiales sueltos o poco consolidados formados por arenas y gravas con una pequeña proporción en finos.

De estos materiales se aprovechan las pocas arcillas muy arenosas para la industria cerámica y las arenas y cantos como áridos en construcción.

Por último, las rocas ígneas existentes en la provincia corresponden casi exclusivamente a rocas de tipo granítico, así nos podemos encontrar con granitos de dos micas, granodioritas porfíroides, granitos moscovíticos orientados, cuarzomonzonitas lencratas porfídicas, etc.

Por otro lado, también aparecen (aunque en una proporción mucho menor) pórfidos, rocas basálticas de composición dolerítica, diques de cuarzo y pegmatitas.

Los granitos y pórfidos en general son objeto de una intensa explotación para su empleo en la industria ornamental y de construcción. Por otra parte, los emplazamientos de las masas graníticas han dado lugar a mineralizaciones principalmente de uranio, estaño y wolframio. Todas estas mineralizaciones están encajadas en casi todos los materiales.

Así, en primer lugar (por orden de importancia) se encajan en los contactos entre las rocas graníticas y los materiales hercínicos. En segundo lugar aparecen dentro de las formaciones hercínicas (Precámbrico, Cámbrico, Ordovícico y Silúrico). En tercer lugar aparecen dentro de la masa granítica, y por último algunas mineralizaciones aparecen en los Terciarios como consecuencia de la erosión-sedimentación de las formaciones hercínicas e ígneas.

5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

Dentro de la provincia de Salamanca existen grandes yacimientos de sustancias, que desde antiguo se vienen explotando con distinta intensidad, en directa correspondencia con las leyes económicas existentes para cada sustancia en el mercado internacional y nacional.

En los Anuarios de Estadística Minera que edita el Ministerio de Industria y Energía, son recogidos como sustancias con actividades extractivas en la actualidad, las siguientes:

- Uranio
- Estaño
- Estaño - Wolframio
- Wolframio
- + Feldespato
- + Calizas
- + Arcillas
- + Areniscas
- + Cuarzitas
- + Mármol
- + Granito
- + Otros productos de cantera.

URANIO

La mayoría de los depósitos uraníferos de la península aparecen en el basamento paleozoico y prepaleozoico de la Meseta. Forman un amplio arco que se inicia en su parte meridional, en la falla del Guadalquivir y sigue por el Batolito de los Pedroches, Castuera y Montánchez, hasta la frontera portuguesa en Alcántara, y continúa por Ciudad Rodrigo (Salamanca), Orense y Lugo.

Las mineralizaciones quizás más conocidas son de tipo Filoniano encajadas en rocas granitoides, unas veces con pechblenda masiva cuarzo y pirita poco abundantes o con cuarzo, blenda y galena abundantes, con ganga de pirita y calcopirita como en Lumbrales (Salamanca), otras veces con cuarzo, coffinita y fluorita (Villar de Peralonso - Salamanca).

Pero las mineralizaciones que han proporcionado unas mayores reservas explotables, son de tipo masivo, encajadas en sedimentos de granulometría muy variable, como las que se registran en las localidades salmantinas de Alameda de Gardón, Villavieja de Yeltes, Villar de la Yegua, y Saelices El Chico, donde se emplazan las denominadas minas a cielo abierto Fe y D. (Foto nº 5.1).

Los depósitos más importantes se sitúan a unos 10 km. al Norte de Ciudad Rodrigo, en el término municipal de Saelices el Chico. La mineralización encaja en esquistos sericíticos y cloríticos

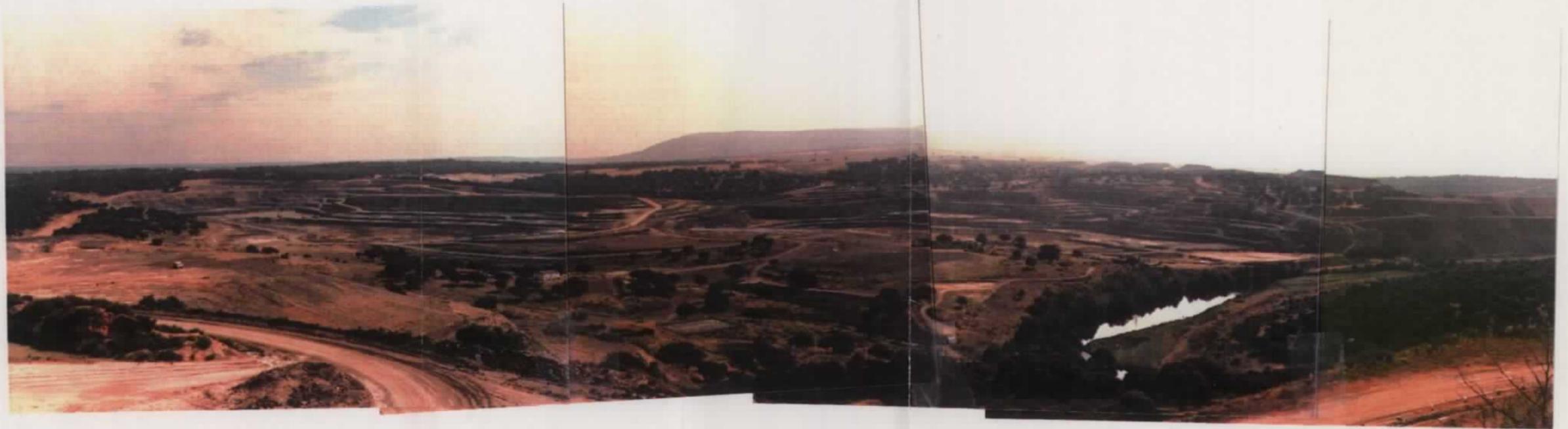


FOTO nº 5.1. - VISTA GENERAL DE LA CORTA FE
SAELICES EL CHICO

de edad cámbrica y precámbrica, con cierto contenido en materiales carbonosos.

La paragénesis mineral está constituida por Pechblenda y coffinita como minerales primarios, y por óxidos negros gummitas, Autonita tobernita, uranofilo alfa, etc.; como secundarios y piritas, marcasita, cuarzo, calcita y siderita como ganga.

Otros depósitos de minerales uraníferos se sitúan en Villar de Peralonso, Villavieja de Yeltes, Sobradillo, Villar del Ciervo, Alameda de Bardón, Carpio de Azaba, Casilla Flores.

ESTAÑO - WOLFRAMIO

Los depósitos económicamente explotables de Sn-W se distribuyen a lo largo del denominado "Arco del Sn", por las provincias de Jaén, Badajoz, Cáceres, Salamanca, Zamora, Orense, Pontevedra y La Coruña, estando vinculados al magmatismo hercínico.

Estos depósitos de tipo primario al ser denudados por los agentes externos originan, por concentración natural depósitos de tipo eluvial y aluvial.

En la provincia, son conocidos más de un centenar de puntos donde ha sido beneficiado el estaño, bien como producto principal, bien como subproducto de explotaciones dedicadas a otros metales, especialmente el Wolframio, elemento que genética y espacialmente se relaciona con el estaño dentro del marco geológico y geográfico.

Una clasificación tipológica basada en factores morfológicos, es la elaborada por Gonzalo y García (1985), en ella se distinguen los tipos:

1. Filonianos.

1.1. Filones de cuarzo - Individualizados

- Complejos

2. Diseminación

- Diseminación en Leucogranitos

- En niveles

3. Detriticos

- Terciarios

- Cuaternarios

Yacimientos Filonianos individualizados de cuarzo

Los filones de cuarzo se presentan individualizados, o en grupo. Es posible distinguir aquellos que presentan como mineral beneficiable, la casiterita fundamentalmente (Yacimientos de Lumbralles y Barquilla) de los que se presentan la asociación casiterita-Wolframita.

Los materiales encajantes suelen ser esquistosos, siendo su destino las escombreras.

La casiterita se presenta con tamaño de grano grueso, lo que facilita su liberación en el tratamiento mineralúrgico que posteriormente se sigue. Las recuperaciones de estaño son altas, situándose en

más del 70%.

Yacimientos filonianos complejos de cuarzo

Dentro de este tipo se agrupan los yacimientos en los que la casiterita está asociada a redes de filones entrecruzados, en haces o enjambres o con direcciones definidas de estructuras conjugadas.

La densidad, potencia individual y distribución espacial de los filones presenta una gran variedad. La recuperación del estaño es algo más baja, entorno al 50 - 60 %, ello se debe a un menor ratio mineral - estéril y al pequeño tamaño de los granos para su liberación. Puede citarse como yacimiento ejemplo La Fregeneda (Foto nº 52.).

Yacimientos diseminados en leucogranitos

La casiterita se encuentra diseminada en masas leucograníticas o en granitos cristalizados como apófisis de otras grandes masas plutónicas, acompañada por lo general de columbita-tantalita y óxidos de hierro y manganeso.

Como yacimiento representativo en la provincia, hay que citar el de Golpejas.

Al ser el tamaño de grano, inferior al de una arena gruesa, el tratamiento de liberación y concentración obliga a recurrir a sucesivas etapas de moliendas con la consiguiente producción de



FOTO nº 5.2. - VISTA DE UNO DE LOS FRENTES DE
EXPLORACION DEL GRUPO MINERO
DEL DUERO EN LA FREGENEDA

ultrafinos muy difíciles de recuperar y que precisan de un depósito-almacén.

El yacimiento de Golpejas junto con el de Penouta en Orense, han proporcionado las mayores producciones de las sustancias: estaño, niobio y tántalo a nivel nacional en los últimos veinte años.

Las leyes son muy variables, con frecuentes enriquecimientos locales.

Yacimientos diseminados en niveles Preferenciales

Se agrupan dentro de este tipo las mineralizaciones de casiterita diseminada en rocas con niveles diferenciados de características mineralógicas.

En Morille - S. Pedro de Rozados los niveles calcosilicatados que albergan la mineralización en casiterita presentan como mineral beneficiable la sheelita, (Fotos nº 5.3. y 5.4.)

La importancia económica de este tipo de yacimiento es muy escasa, aunque recientes investigaciones reflejan la existencia de unas reservas importantes, con leyes espaciales variables.

Yacimientos detriticos Terciarios

Son yacimientos coluvionares situados en el borde de las fosas tectónicas terciarias producidas como consecuencia del reactivamiento de grandes fracturas más antiguas, localizadas cerca de yacimientos primarios de estaño.

El sedimento mineralizado suele ser heterométrico, a veces conglomerático con cantos angulosos empastados en una matriz arcillo-arenosa, de compacidad no muy elevada. La casiterita va acompañada de otros minerales secundarios como los óxidos de hierro y titanio, la monacita y los óxidos de manganeso.

Las leyes suelen ser bajas pero el volumen mineralizado es alto en las reservas conocidas. Un claro ejemplo es el yacimiento de El Cubito.

Yacimientos detriticos Cuaternarios

Se trata de depósitos detriticos recientes, aluviales o eluviales generados por el desmonte de yacimientos primarios próximos o por el reacondicionamiento de otros yacimientos secundarios.

Es factor fundamental el carácter disgregado del material lo cual implica unos sistemas de tratamiento no excesivamente complejos.

Se ha beneficiado casiterita en los depósitos aluvionares de Puebla de Azaba, Martinamor y Santo Tomé de Rozados.

Se evalúa la aportación de este tipo de yacimientos a la producción nacional en un 15 %.

Si en la provincia significamos las áreas en las que aparece una mineralización importante no solo de estaño, sino también de Wolframio, litio, niobio, tántalo y oro son:

- A.- La Fregeneda - Bermellar
- B.- Golpejas - Garcirrey
- C.- Villar del Ciervo
- D.- Puebla de Azaba
- E.- Navasfrias
- F.- Morille - Guijuelo
- G.- Miranda del Castañar

LA FREGENEDA - BERMELLAR

Localizada en el extremo ONO de la provincia de Salamanca el límite occidental lo establece el río Duero que constituye la frontera con Portugal, ocupando gran parte de la comarca de los "Arribes del Duero".

Los materiales aflorantes, se reparten aproximadamente por igual entre los metasedimentos pertenecientes al Complejo Esquisto Grauvaquico y las rocas intrusivas hercínicas representadas básicamente por granitoides (granitos y granodioritas) y rocas filonianas.

La serie estratigráfica está constituida fundamentalmente por rocas de edad preordovícica: esquistos, pizarras, niveles de cuarcita y niveles calcosilicatados. Los materiales se disponen por lo general formando bandas y masas más o menos grandes circunscritas por rocas intrusivas y controladas por estructuras tectónicas. En el caso de la banda de Cerralbo-Lumbrales estos materiales reciben el nombre de Complejo Laminar del Alamo.

Las rocas paleozóicas más modernas se encuentran en las localidades de Saucelle y Vilvestre (al NO de la zona) e incluyen cuarcitas y pizarras sericíticas de edad Arenig (Ordovícico inferior-medio).

Los materiales intrusivos están formados por granitoides y por rocas filonianas: filones de cuarzo y diques pegmatíticos y aplíticos, muy abundantes en esta zona, dando lugar en algunos casos a verdaderos campos filonianos, como es el de La Fregeneda.

En la zona este y norte se encuentra un granito calcoalcalino de dos micas denominado Granito de Barruecopardo con distintas facies entre las que cabe destacar: Granito de grano medio leuco-

crático, granito de grano grueso con fenocristales de feldespato, granito porfiroide de dos micas ligado a numerosas pegmatitas con turmalina y granitos aplíticos.

La mineralización está asociada a rocas filonianas, fundamentalmente a filones del cuarzo, pegmatitas y pegmoaplitas.

En general podemos distinguir dos subáreas: una, con dominio de menas estanníferas, y otra, con mayor importancia de menas wolframo-estanníferas.

La primera se encuentra representada por el campo filoniano de La Fregeneda y se caracteriza por la existencia de filones de cuarzo de potencia entre 0,05 y 1 m. bien en haces o individualizados. Presentan una mineralización metálica de casiterita y abundantes sulfuros: arsenopirita y pirita dominantes y en menor grado molibdenita y calcopirita; puntualmente también llevan asociados fluorita y berilio.

Además destacan en esta subárea una densa red de diques pegmatíticos con casiterita diseminada.

La segunda subárea, más septentrional, queda situada en torno a la localidad de Saucelle, donde los indicios presentan una mineralización asociada a filones de cuarzo de potencia y orientación variable, dentro del rango descrito con anterioridad, con una paragénesis constituida por wolframita, scheelita, casiterita, arsenopirita, pirita y oro.

GOLPEJAS - GARCIRREY

Situada al Oeste de la ciudad de Salamanca la constituyen materiales graníticos de diferente composición y paleozóico - preordovícicos que albergan mineralizaciones de estaño.

La serie estratigráfica está constituida por micaesquistos, cuarcitas y grauvacas del Complejo Esquisto Grauváquico preordovícico, cuarcitas y pizarras negras ampefíticas del Ordovícico y Silúrico, arenas y conglomerados rolizos terciarios y el aluvial-coluvial del cuaternario.

Las rocas ígneas comprenden granitos de dos micas, a veces porfídicos o leucogranitos.

Tres tipos de mineralización en estaño están representados en el área: diseminación en leucogranito, asociada a filones de cuarzo individualizado, concentraciones en aluviones cuaternarios.

En Golpejas, la casiterita aparece en forma de granos finos acompañada de tantalita y en menor grado de sulfuros. Esta mineralización, única en España, presenta leyes entre los 600 y más de 2.000 gr. de estaño por tonelada.

Al sur de Doñinos de Ledesma existen pequeñas labores mineras abiertas sobre filones de cuarzo intragraníticos.

En las proximidades de Garcirrey y hacia el NO de dicha localidad se ha constatado la existencia de aluviones y coluviones poco potentes que contienen concentraciones interesantes de casiterita e ilmenita, dispuestos sobre un sustrato constituido por granitos de dos micas de grano grueso y porfídicos. En algunos casos, el estaño ha sido beneficiado empleando para su concentración métodos rústicos.

Villar del Ciervo

Se define al SO de Salamanca y al N de Ciudad Rodrigo, estableciéndose como límite occidental la frontera portuguesa.

Las mineralizaciones estanníferas están asociadas a rocas filonianas, filones de cuarzo y pegmatitas que intruyen los materiales del complejo Esquisto Grauváquico.

En la zona se distinguen tres tipos de mineralización:

- Mineralización de casiterita diseminada en pegmatitas (Indicio Valdecaña).
- Mineralización de cuarzo-casiterita-sulfuros, representada en la zona de La Barquilla (Mina Inesperada).
- Mineralización de cuarzo-sheelita-casiterita-sulfuros asociada a filones de cuarzo de escasa potencia.

Puebla de Azaba

Situada a unos 18 km. al SQ de Ciudad Rodrigo (Salamanca), por la carretera que une esta localidad con las de Ituero de Azaba Puebla de Azaba y La Alberquería de Argañán, se encuadra en el borde SO de la Fosa de Ciudad Rodrigo.

Las mineralizaciones características de la zona están asociadas a los depósitos sedimentarios terciarios (bordes de la cuenca), depósitos pliocuaternarios y depósitos aluviales recientes. Se trata por tanto de mineralizaciones secundarias formadas tras un proceso de denudación de los materiales preexistentes con contenidos primarios en casiterita, posteriormente concentrados y sedimentados en las cuencas terciarias y cuaternarias.

Las mayores concentraciones de casiterita se obtienen en los sedimentos cuaternarios de tipo eluvial y aluvial. Estos depósitos presentan potencias variables según los puntos oscilando entre 0,3 y 5 m. con una granulometría variable (más de 70% por debajo de 5 mm.).

Las leyes obtenidas en distintos puntos se encuentran en el rango situado entre los 80 gr.Sn/m³ y 400 gr.Sn/m³.

En las proximidades de Puebla de Azaba, se explotaba un yacimiento aluvial para el que se dispusieron unas instalaciones con una capacidad de tratamiento de unas 400 t/día, de todo - uno.

Navasfrias

Las mineralizaciones corresponden tanto a estaño como a wolframio. Litológicamente se distinguen 3 conjuntos:

- Sedimentos detríticos preordovícicos pertenecientes al Complejo Esquisto-Grauváquico; son esquistos, areniscas y niveles de conglomerado
- Aluviones y coluviones cuaternarios.
- Rocas ígneas correspondientes al granito del Jálama, presentando dos facies; una constituida por un granito moscovítico, con turmalina y la otra facies es de grano fino (aplítica), con casiterita diseminada y menor cantidad de turmalina.

Las mineralizaciones, explotadas ya desde la antigüedad, corresponden a morfología filonianas, pegmatíticas, diseminadas o aluvionares.

Los filones encajan en las rocas graníticas con orientaciones NE-SO y E-O, estando mineralizados en casiterita o wolframita

En las zonas de intersección de los dos tipos, hay tanto wolframita como casiterita en forma de "bolsadas". Además, en los filones wolframíferos también aparece arsenopirita y otros sulfuros (galena, pirita, etc.).

En las rocas graníticas existen zonas más evolucionadas que corresponden a leucogranitos aplíticos y en cuyo interior se presentan diseminaciones de casiterita cuyos contenidos pueden alcanzar los 250 gr. por tonelada.

Por último, cabe referirse a las acumulaciones estanníferas asociadas a los sedimentos aluviales y coluviales procedentes de la erosión de las rocas anteriormente citadas. El conjunto está formado por arenas y gravas fundamentalmente entre las que se disponen los granos tanto de casiterita como de wolframita y menormente los de tantalita.

Morille-Guijuelo

Un gran número de explotaciones de wolframio y estaño se localizan al sur de la ciudad de Salamanca, desde la localidad de Vecinos, hasta Matinamor y desde Sto. Tomé de Rozados se extiende unos 20 km. al sur. Al norte de Guijuelo aparecen unas mineralizaciones que por similitud geológica también se han encuadrado en el mismo área.

Pueden a su vez, distinguirse geográficamente tres subáreas:

- Morille-Vecinos
- Martinamor
- Guijuelo

Dentro de la primera se incluyen los indicios mineros abiertos con la intención de beneficiar wolframio, bien en forma de wolframita, bien scheelita, o ambas. La casiterita aparece aquí en diferentes paragénesis y ambientes, distinguiéndose mineralizaciones filonianas, disseminaciones en aplitas y niveles calcosilicatados y placeres en materiales terciarios y cuaternarios. (Foto nº 5.3.)

Dentro de esta subárea, se significa por su notable producción de estaño el grupo Minero Nueva España o El Cubito.

El subárea de Martinamor presenta una diferencia esencial respecto a la anteriormente citada: las rocas encajantes. En efecto mientras que en Morille-Vecinos las mineralizaciones arman en rocas esquistosas, aquí lo hacen principalmente en ortogneises. La casiterita aparece en filones, individualizados o en haces, acompañada de sulfuros, wolframita, malaquita y ocasionalmente minerales secundarios de uranio, además de turmalina y moscovita.



FOTO nº 5.3. - CORTA DEL GRUPO MINERO ALEGRIA
EN MORILLE



FOTO nº 5.4. - DETALLE DE LA CORTA DE MINA CARMEN
EN SAN PEDRO DE ROZADOS

El único yacimiento de estaño incluido en la subárea de Guijuelo corresponde a la Mina Dominica, explotación de interior que profundiza más de 100 m. y que en su última etapa de actividad a finales de la década de los 60, estaba dedicada al beneficio del oro más que al del estaño. Los filones de cuarzo encajan en materiales de la Formación Monterrubio, e incluyen una mineralización metálica compleja compuesta por casiterita, molibdenita, arsenopirita, pirita, pirrotina, calcopirita, blenda, bismuto nativo, galena, oro y limonita.

Miranda del Castañar

Este área se sitúa al sur de Salamanca en las proximidades de la Sierra de la Alberca. El río Alagón la atraviesa de N. a S.

Las mineralizaciones de este área, se conforman con filones de cuarzo con casiterita, wolframita y sulfuros. Un ejemplo es Mina Isabelita.

En la provincia de Salamanca, se encuentran arcillas con variable contenido de arenas, pertenecientes al Eoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.

En general las condiciones de explotación son aceptables aunque adolecen de los adecuados estudios geomecánicos que garanticen la estabilidad de sus taludes. Los accesos no se encuentran preparados para soportar unas lluvias de intensidad media y sus explanadas se deterioran con facilidad.

Las explotaciones a cielo abierto, utilizan como medios de arranque y transporte del material, palas, traillas, tractores, y volquetes. En algunos casos, la demanda se produce desde lugares suficientemente alejados como para tener que realizar una distancia de transporte importante, tal es el caso de las fábricas de productos cerámicos.

Los depósitos residuales corresponden a materiales de cobertura, con altos porcentajes de la fracción arenosa.

En la provincia de Salamanca encontramos arenas pertenecientes al Eoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario. En el Eoceno las arenas proceden de la descomposición de areniscas. Su aparición en muchas ocasiones no es continua, estando definidas en algunas zonas bolsadas arenosas dentro de grandes niveles arcillosos.

El método de explotación es sencillo, y los accesos a estas formaciones adolecen de una escasa preparación y mantenimiento.

Dentro de las arenas cuaternarias es posible la diferenciación de las correspondientes a depósitos fluviales y las que proceden de la alteración de los granitos, en base a su colocación y granulometría.

Todas las arenas se utilizan fundamentalmente como áridos, aunque algunos yacimientos podrían utilizarse en otro tipo de industria.

ARENISCAS

Las areniscas se encuentran en alternancia con los conglomerados. Se presentan en niveles estratificados, pseudohorizontales y cubiertos por niveles arcillo-arenosos o conglomeráticos.

Las areniscas presentan una gran variedad en cuanto al tamaño de grano y calidad. Estando por ello muy condicionada su explotación a rendimientos económicos.

La utilización primordial de estas areniscas consiste en su empleo como roca de construcción aunque en algunos casos también es utilizada como áridos o en industrias diversas (abrasivos).

CALIZA

Son afloramientos muy diseminados. Las calizas de tonos blanquecinos y bien estratificadas se presentan con condiciones favorables para abordar una explotación sencilla que minore las potenciales alteraciones ambientales que puedan darse.

El arranque requiere en algunos casos de la utilización de perforación y voladuras, con sistemas convencionales de transporte de la carga.

CUARCITAS

Las cuarcitas del Cámbrico, están formando pequeños afloramientos que se extienden al Sur de Salamanca, en contacto con los esquistos.

Las condiciones de explotación son favorables, al igual que los accesos a los yacimientos, y sus reservas pueden evaluarse como importantes.

Las canteras de cuarcitas con destino a la obtención de áridos que posteriormente son utilizados en capas de rodadura, subbases o préstamos, adolecen de la falta de criterios técnicos de explotación, que sin duda mejorarían los rendimientos a obtener.

FELDESPATO

Dentro de los afloramientos de rocas metamórficas aparece el feldespato en disposición filoniana en las proximidades de San Miguel de Serrezuela, Garcirrey, etc.

Estos filones de potencia relativamente importante, se encuentran encajados entre pizarras, con intercalaciones de niveles de cuarzo.

El arranque se realiza mediante perforación y voladuras, utilizándose hasta la zona de carga, sistemas de transporte tipo pala y volquete. Las canteras existentes, todas ellas a cielo abierto, presentan frentes de muy distinta magnitud.

GRANITOS

Teóricamente todos los afloramientos, constituyen potenciales yacimientos sin embargo, criterios de racionalidad de la explotación y ambientales, deben limitar las acciones a emprender.

Su explotabilidad es sencilla y va ligada a las características de cada caso. Así, es posible la explotación de grandes masas graníticas, en disposición banqueada mediante una planificación y mecanización adecuada, sin embargo en otras, los métodos que se siguen son puramente artesanales.

El destino del granito que se extrae es muy variable :
piedras de sillería, mampostería, bordillos, adoquines, ornamentación,
etc.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

6.1. Zonificación minera

La situación geográfica de las principales materias y sustancias mineras extraídas en la provincia de Salamanca se recogen en el plano de la fig. nº 6.1.

6.2. Características Generales

Las escombreras vistas corresponden a los tipos comunes representados en la fig. 6.2.1., aunque en ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros, y resultan ser combinaciones de los anteriormente señalados. Así, pueden existir estructuras que ocupen una vaguada y parte de una ladera, sin llegar a colmarlas 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. 6.2.2. pudiendo existir casos de tipología mixta.

Con los datos recogidos se ha efectuado un análisis estadístico de los aspectos más específicos, lo cual permite apuntar en términos generales, una serie de conclusiones sobre el conjunto de escombreras y balsas a nivel provincial. Estos aspectos han sido:



FOTO nº 6.1. - Balsa implantada en terreno llano con
estribos en laderas. Deslizamiento activo
del talud de aguas abajo



FOTO nº 6.2. - Balsa de la minería Sn-W observe su
sistema de vertido de finos

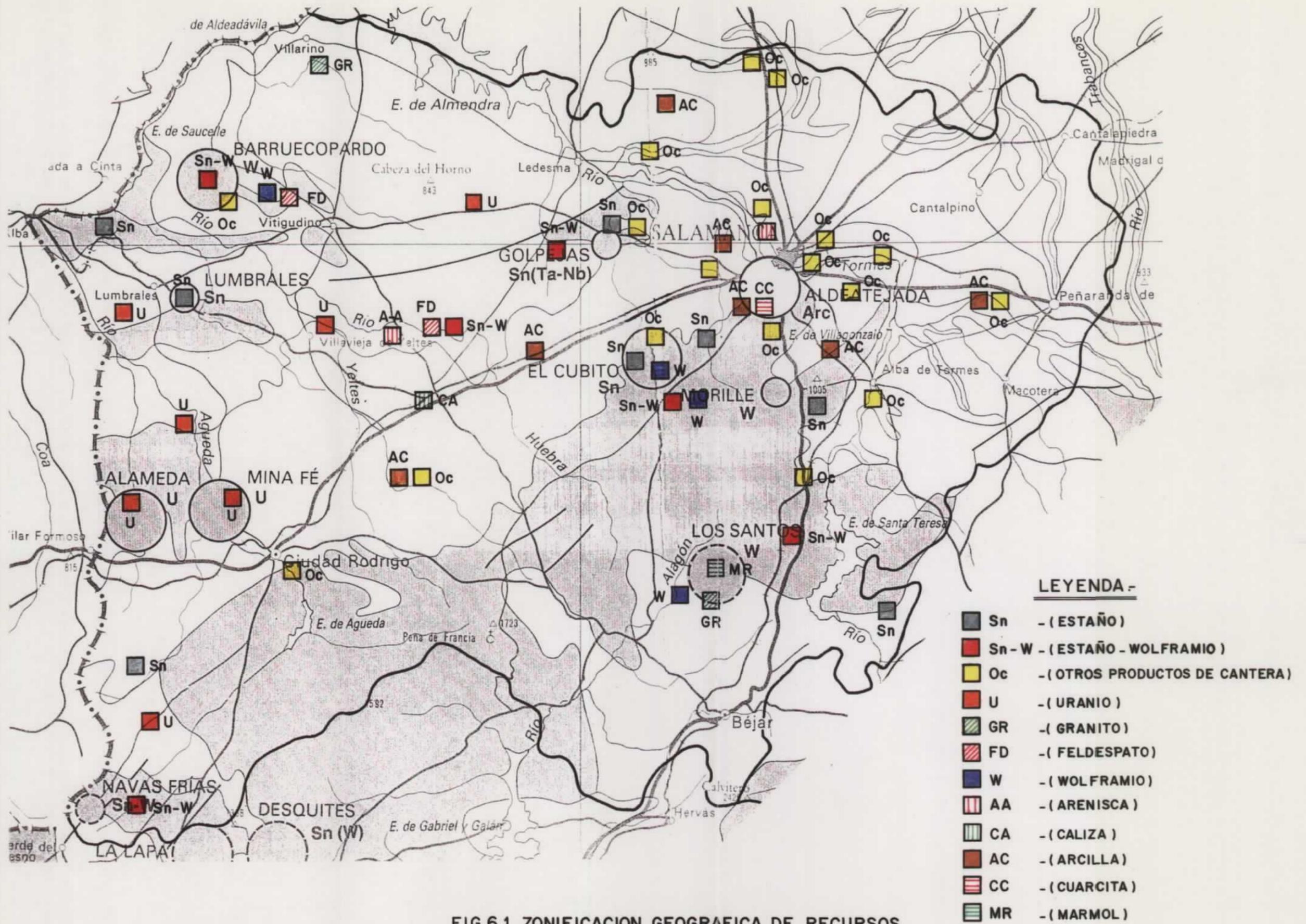
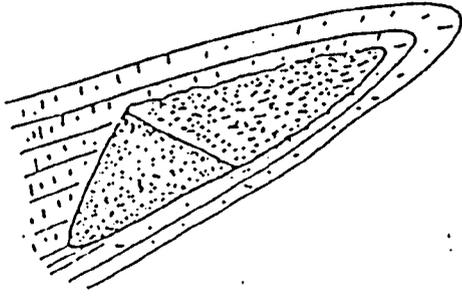
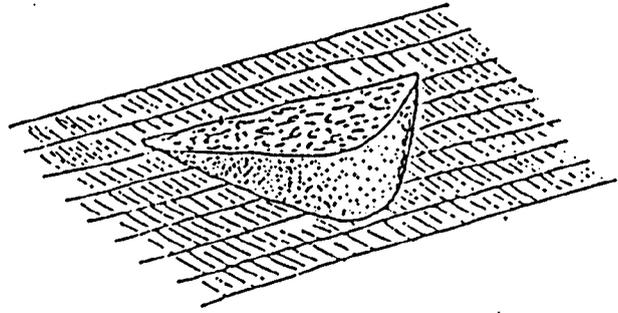


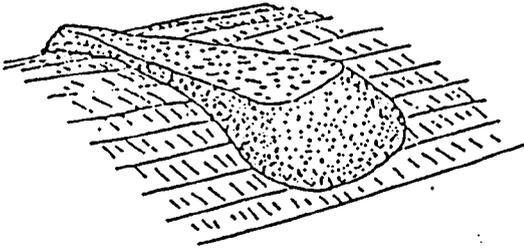
FIG.6.1. ZONIFICACION GEOGRAFICA DE RECURSOS MINEROS



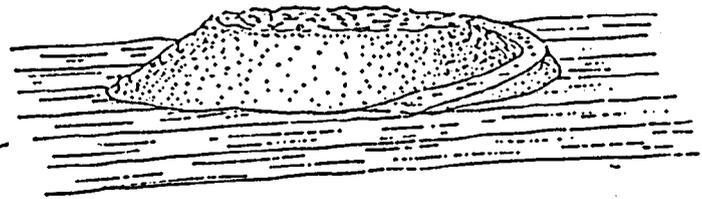
a) DE VAGUADA



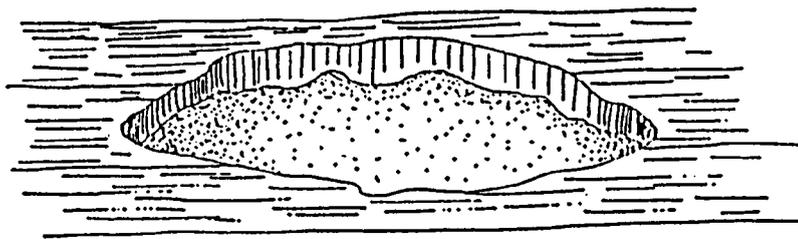
b) DE LADERA



d) DE DIVISORIA



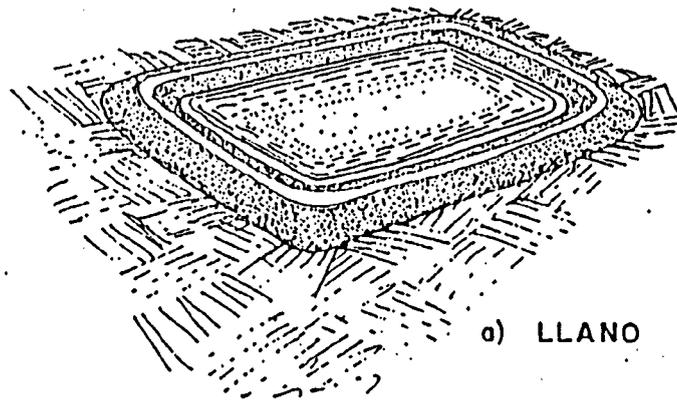
e) LLANO



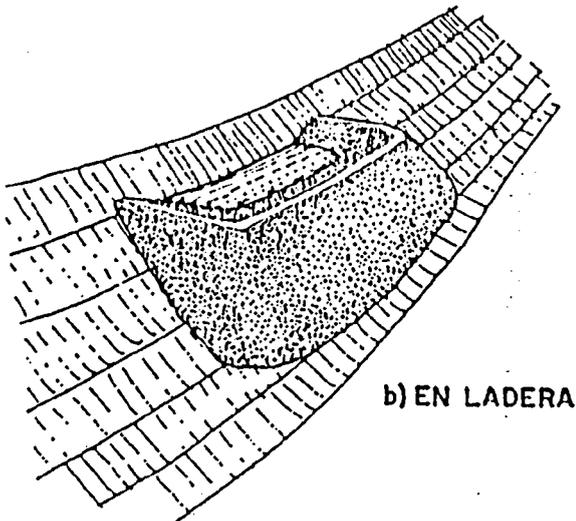
f) RELLENO DE CORTA

FIG.6.2.1.- TIPOS DE ESCOMBRERAS

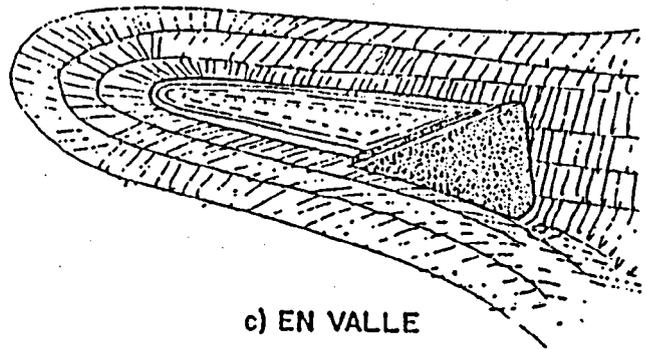
Fuente: Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros.



a) LLANO



b) EN LADERA



c) EN VALLE

FIG.6.2.2.- 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.)

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

6.2.1. Tipos de minería

<u>MINERIA</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>
UR (Uranio)	12	6,3	12	6,3	24	12,6
SN (Estaño)	38	20	13	6,8	51	26,8
SW (Estaño-Volframio)	28	14,7	6	3,2	34	17,9
CA (Caliza)	1	0,5	-	-	1	0,5
AC (Arcilla)	11	5,8	-	-	11	5,8
OC (Otros Prod.Cant.)	33	17,4	10	5,3	43	22,7
FD (Feldespatos)	2	1,1	-	-	2	1,1
AA (Arenisca)	3	1,6	-	-	3	1,6
CC (Cuarcita)	5	2,6	-	-	5	2,6
VE (Vertidos Urbanos)	1	0,5	-	-	1	0,5
WO (Volframio)	9	4,7	2	1,1	11	5,8
MR (Mármol)	1	0,5	-	-	1	0,5
GR (Granito)	3	1,6	-	-	3	1,6
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

Distribución Percentual

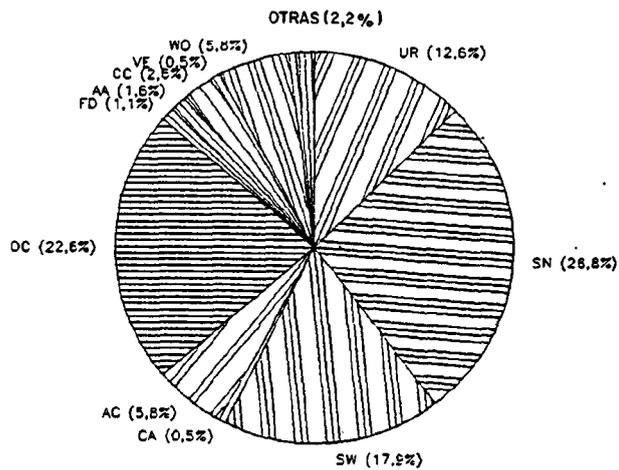


FIG. 6.2.1.A - TIPOS DE SUSTANCIA

En las Figs. 6.2.1.A y B se recogen gráficamente la distribución porcentual por tipos de minería. Atendiendo únicamente al tipo de sustancia del cual provienen los residuos, predominan los vertidos procedentes de la minería del estaño y estaño-wolframio, frente al resto de estériles.

Atendiendo al tipo de estructura, las figs. 6.2.1.C y D resumen también la procedencia de los residuos depositados.

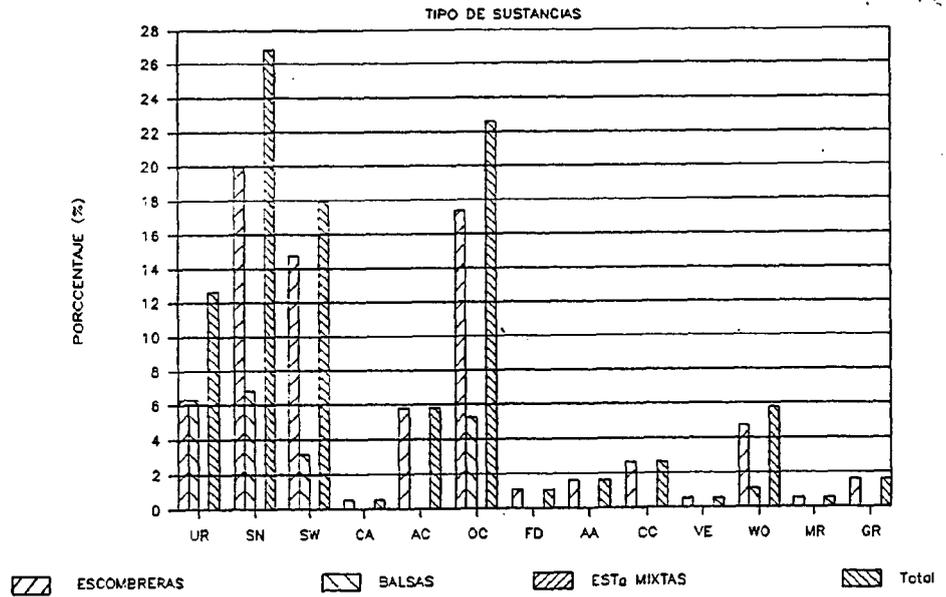


FIG. 6.2.1.B - TIPOS DE SUSTANCIAS

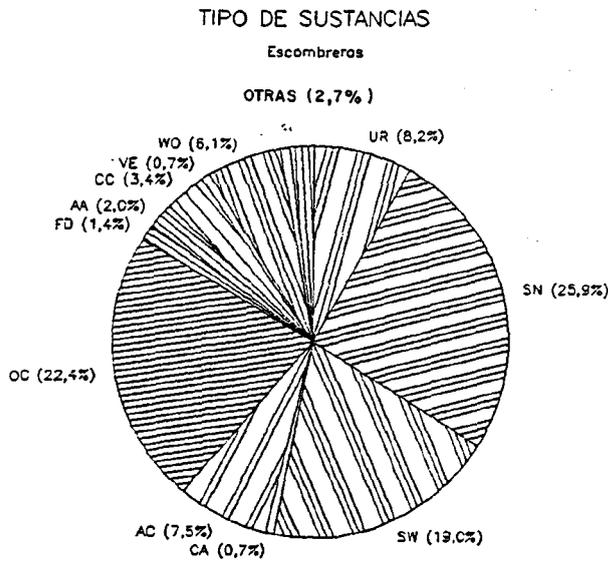


FIG. 6.2.1.C - TIPOS DE SUSTANCIAS EN ESCOMBRERAS

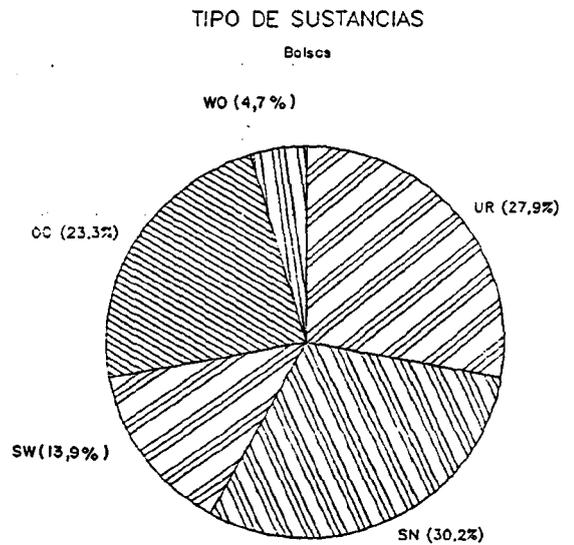


FIG. 6.2.1.D - TIPOS DE SUSTANCIAS EN LAS BALSAS

6.2.2. Tipos de estructuras

<u>ESTRUCTURAS</u>	<u>Nº</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Escombreras	147	77,4
Balsas	43	22,6
Mixtas	---	---
TOTAL	190	100

Las figuras 6.2.2.A y B recogen el gráfico de frecuencias obtenido respecto a la tipología de las estructuras.

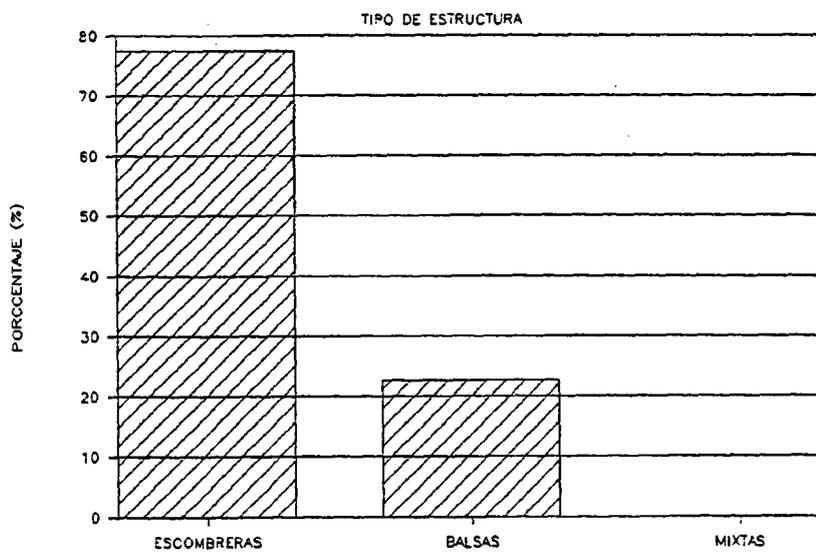


FIG. 6.2.2.A - TIPOS DE ESTRUCTURAS



FOTO nº 6.1. - Balsa implantada en terreno llano con
estribos en laderas. Deslizamiento activo
del talud de aguas abajo

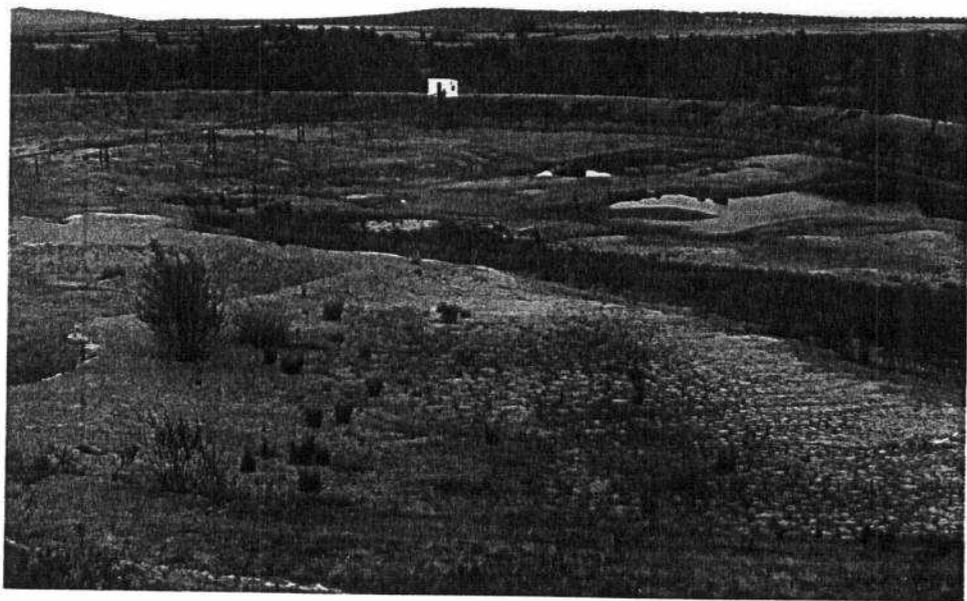


FOTO nº 6.2. - Balsa de la minería Sn-W observe su
sistema de vertido de finos

6.2.3. Estado de la estructura

ESTADO	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Activas	61	32,1	21	11,1	82	43,2
Paradas	43	22,6	9	4,7	52	27,3
Abandonadas	43	22,6	13	6,9	56	29,5
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

Las figuras 6.2.3.A y B recogen el gráfico de frecuencias obtenido para este parámetro, en donde el estado de actividad supone el 43,2%.

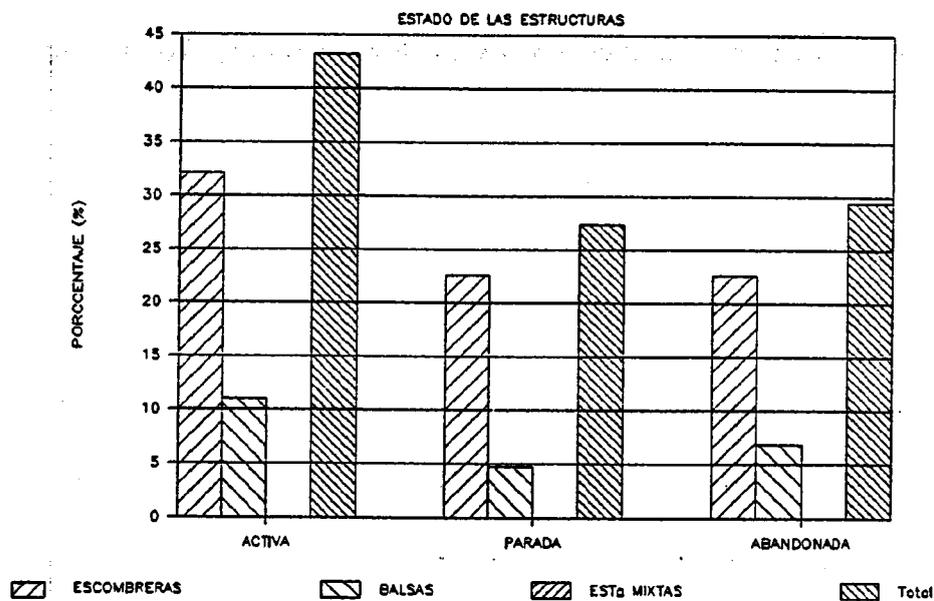


FIG. 6.2.3.A - ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS
SEGUN SU TIPOLOGIA

ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

Distribución Porcentual

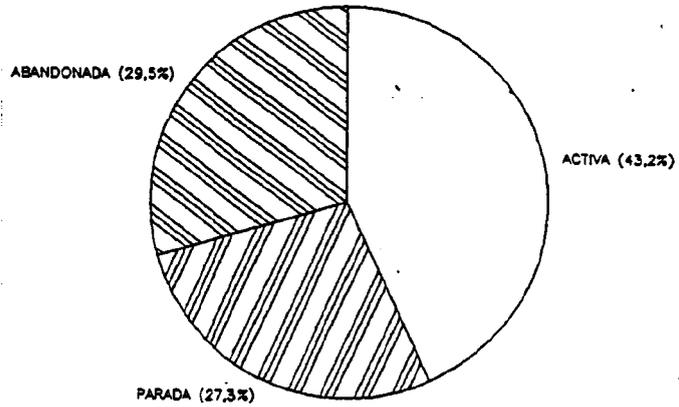


FIG. 6.2.3.B - ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

Las figuras 6.2.3.C y D, reflejan los porcentajes de estado de las estructuras tipo escombreras y balsas, respectivamente.

ESTADO DE LAS ESCOMBRERAS

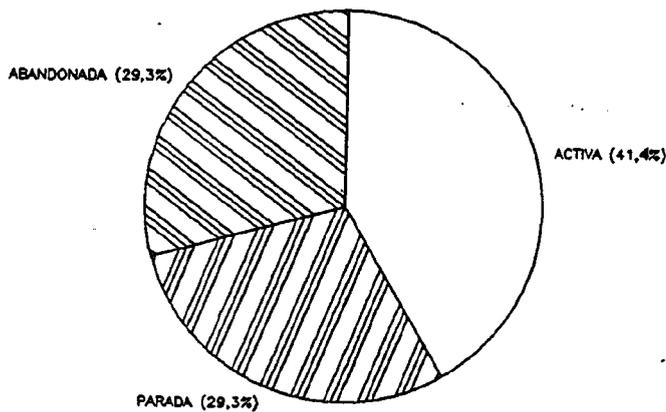


FIG. 6.2.3.C - ESTADO DE LAS ESCOMBRERAS

ESTADO DE LAS BALSAS

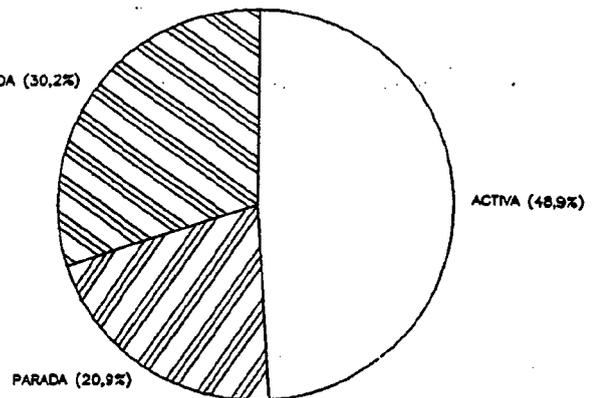


FIG. 6.2.3.D - ESTADO DE LAS BALSAS

6.2.4. Tipo de terreno ocupado

TIPO DE TERRENO	ESCOBRERA		BALSA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Terreno baldío	44	23,2	9	4,7	53	27,9
Terreno agrícola	49	25,8	14	7,4	63	33,2
Monte bajo	54	28,4	20	10,5	74	38,9
Terreno forestal	--	--	--	--	--	--
TOTAL	147	77,4	43	22,6	0	100

El tipo de terreno ocupado que predomina es el calificado como monte bajo (38,9%).

Las figuras 6.2.4.A y B recogen los gráficos de frecuencias obtenidos para este parámetro.

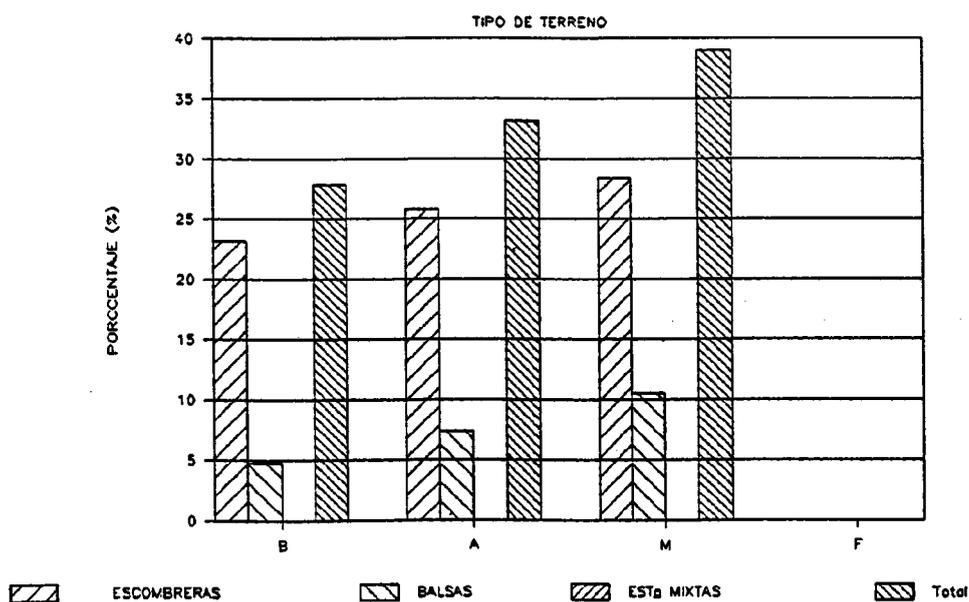


FIG. 6.2.4.A - TIPOS DE TERRENO SEGUN TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS

TIPO DE TERRENO
Distribución Porcentual

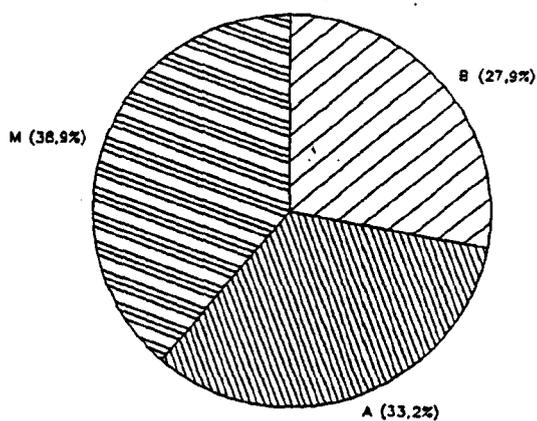


FIG. 6.2.4.B - TIPOS DE TERRENO

Las figuras 6.2.4.C y D reflejan los tipos de terreno ocupado en las estructuras tipo escombreras y balsas, respectivamente.

TIPO DE TERRENO
Escombreras

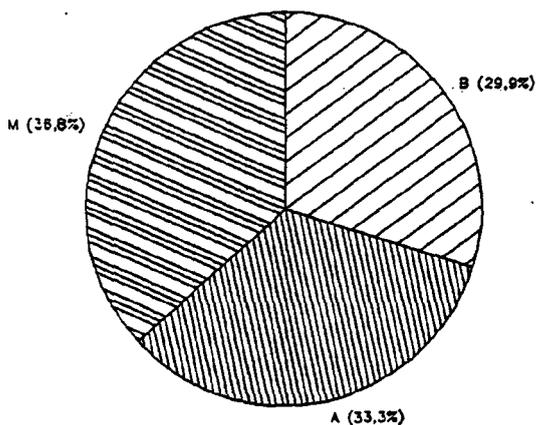


FIG. 6.2.4.C - TIPOS DE TERRENO
EN ESCOMBRERAS

TIPO DE TERRENO
Balsas

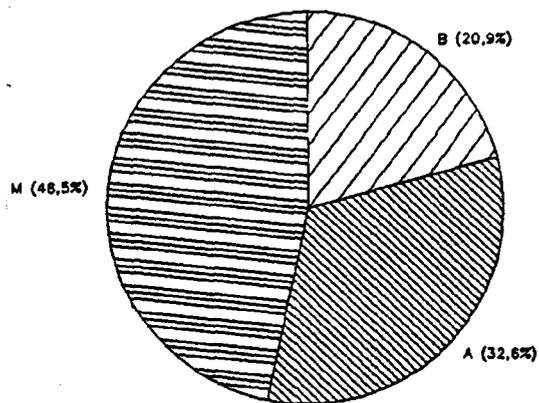


FIG. 6.2.4.D - TIPOS DE
TERRENO EN BALSAS

6.2.5. Tipología del emplazamiento

TIPOS	ESCOBRERA		BALSA		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Llano	98	51,6	24	12,6	122	64,2
Ladera	23	12,1	5	2,6	28	14,7
Vaguada	--	--	8	4,2	8	4,2
Llano-Ladera	20	10,5	4	2,1	24	12,6
Ladera-vaguada	6	3,2	2	1,1	8	4,3
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

La variedad predominante es la implantación en llano (64,2%). (Foto nº 6.1.).

Las figuras 6.2.5.A y B resumen la distribución porcentual obtenida.

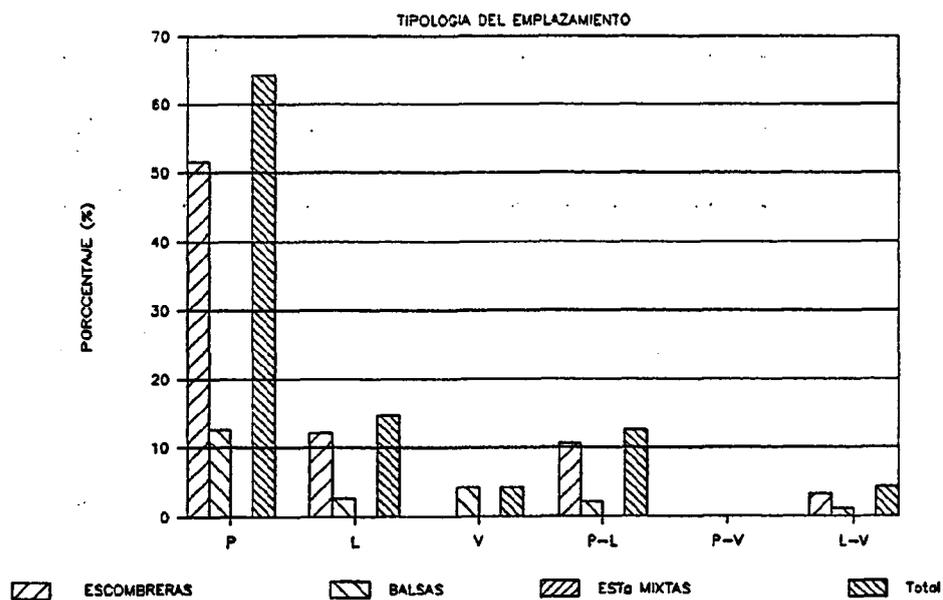


FIG. 6.2.5.A - TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO SEGUN EL TIPO DE ESTRUCTURA

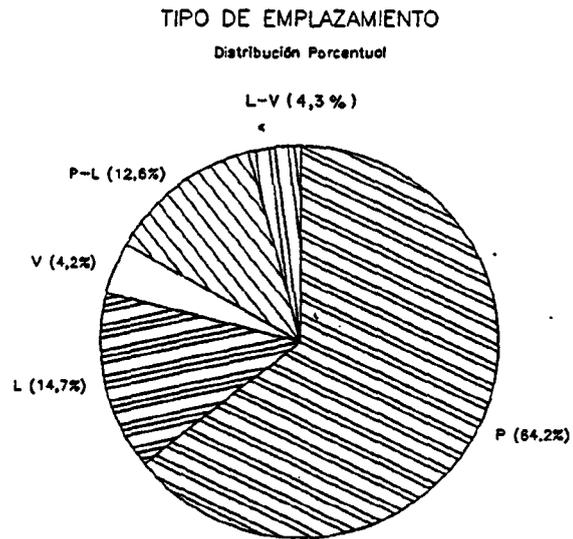


FIG. 6.2.5.B - TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO

Las figuras 6.2.5.C y D recogen los tipos de emplazamiento en las estructuras tipo escombreras y balsas.

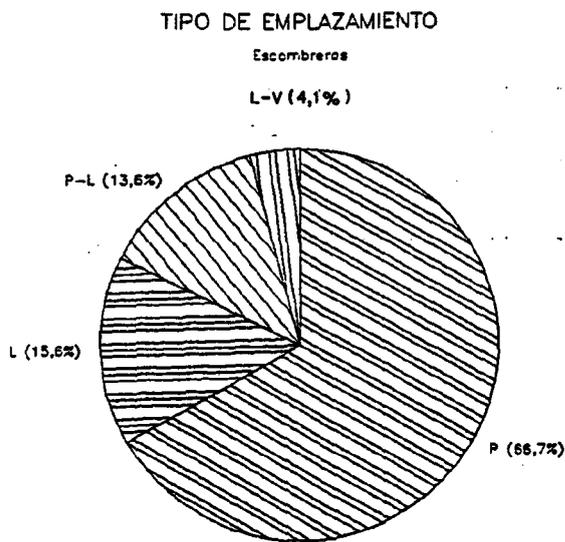


FIG. 6.2.5.C - TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO EN ESCOMBRERAS

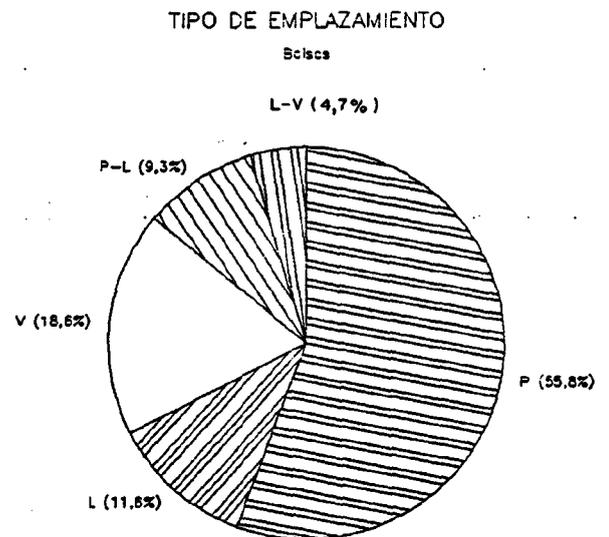


FIG. 6.2.5.D - TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO EN BALSAS

6.2.6. Sistemas de vertido

<u>SISTEMAS DE VERTIDO</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>
Vagoneta (W)	2	1,1	-	-	2	1,1
Volquete (V)	59	31,1	-	-	59	31,1
Canal (N)	-	-	16	8,4	16	8,4
Tubería (T)	-	-	17	8,9	17	8,9
Tubería-Canal (T-N)	-	-	10	5,3	10	5,3
Pala (P)	34	17,9	-	-	34	17,9
Pala-Volquete (P-V)	49	25,8	-	-	49	25,8
Cinta (I)	1	0,5	-	-	1	0,5
Volquete-Cinta (V-I)	2	1,1	-	-	2	1,1
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

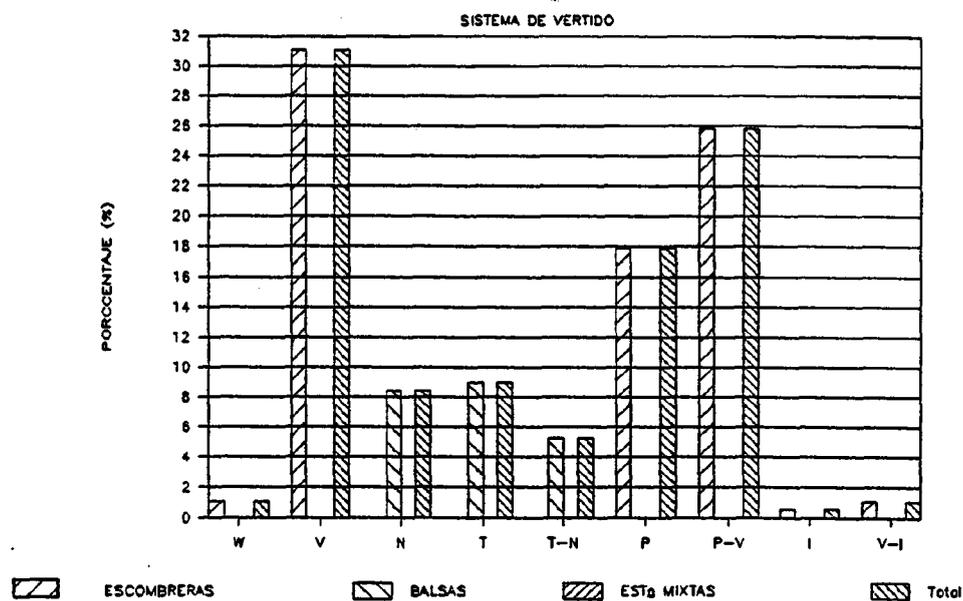


FIG. 6.2.6.A - SISTEMAS DE TRANSPORTE-VERTIDO

El sistema de vertido que predomina es el de volquete con 31,1%, seguido del sistema mixto pala-volquete con un 25,8%; todos corresponden a casos de escombreras procedentes del laboreo de explotaciones de cielo abierto.

Conviene señalar la importancia que tiene la secuencia de vertido de los estériles en el depósito, pues crea unas estructuras internas que condicionan la estabilidad final de las mismas, siendo muy difícil detectar a posteriori.

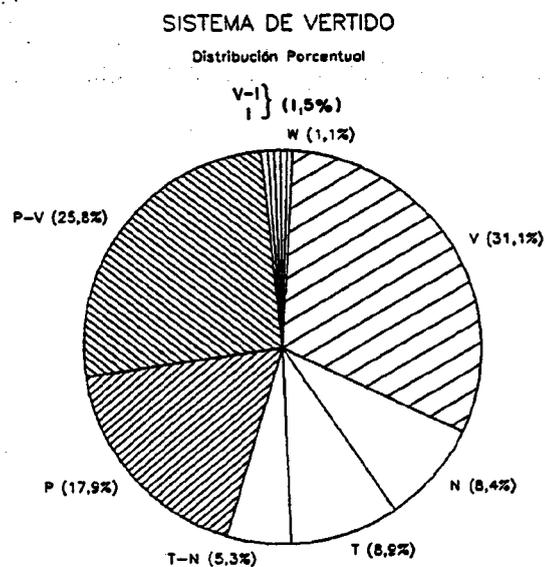


FIG. 6.2.6.B - TIPOS DE SISTEMAS DE VERTIDO

Las figuras 6.2.6.C y D recogen la distribución porcentual de las estructuras tipo escombreras y balsas.

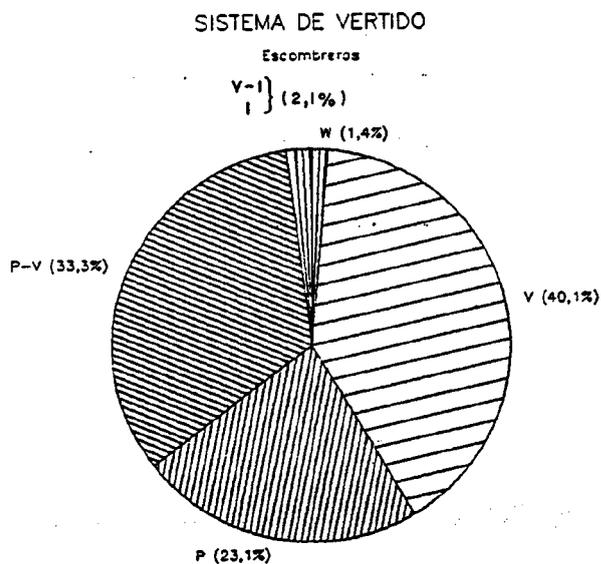


FIG. 6.2.6.C - SISTEMAS DE VERTIDO EN LAS ESCOMBRERAS

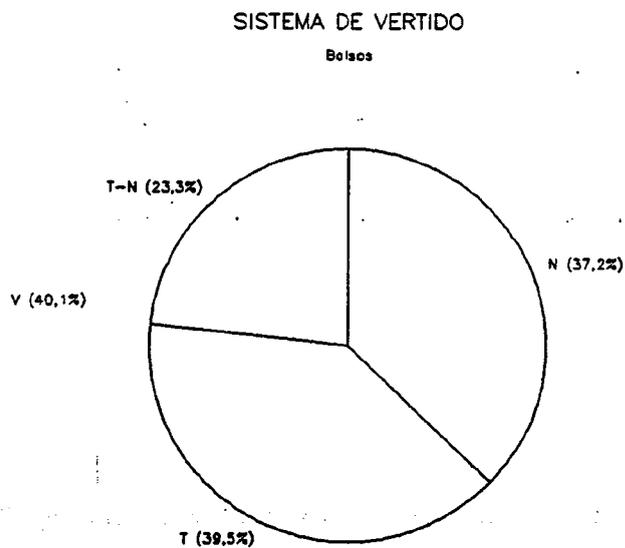


FIG. 6.2.6.D - SISTEMAS DE VERTIDO EN LAS BALSAS

6.2.7. Altura de las estructuras

ALTURA (m)	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
≤ 10 m	106	55,8	36	18,9	142	74,7
10-20 m	31	16,3	7	3,7	38	20
20-30 m	5	2,6	--	--	5	2,6
30-40 m	2	1,1	--	--	2	1,1
40-50 m	2	1,1	--	--	2	1,1
≥ 50 m	1	0,5	--	--	1	0,5
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

La distribución por alturas se refleja en las figuras 6.2.7.A y B.

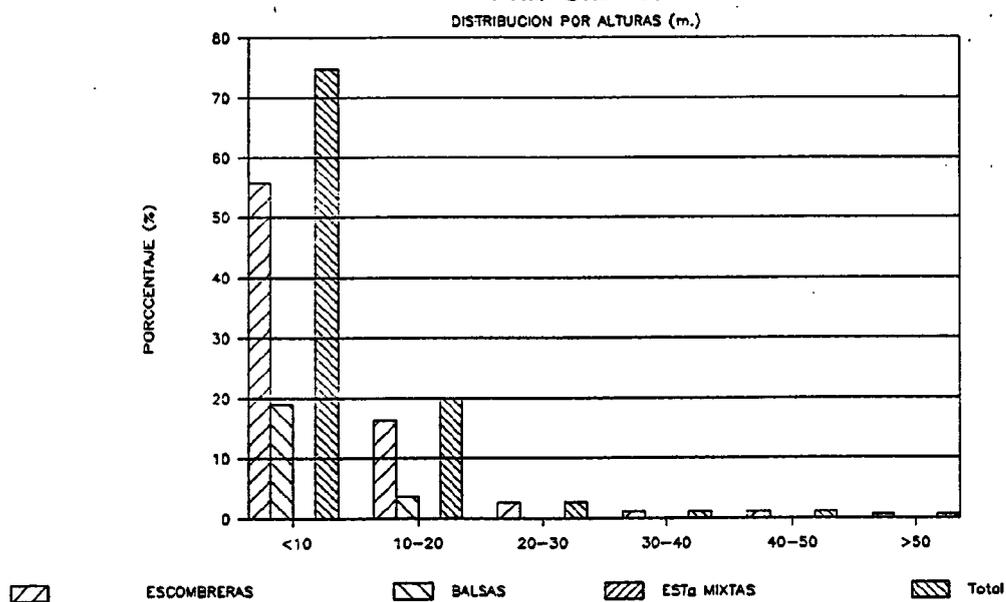


FIG. 6.2.7.A - ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS
SEGUN SU TIPOLOGIA

La gran mayoría de las estructuras no tienen alturas que sobrepasen los 10 m (74,7%). Se han evaluado 5 casos de escombreras con alturas superiores a los 30 m.

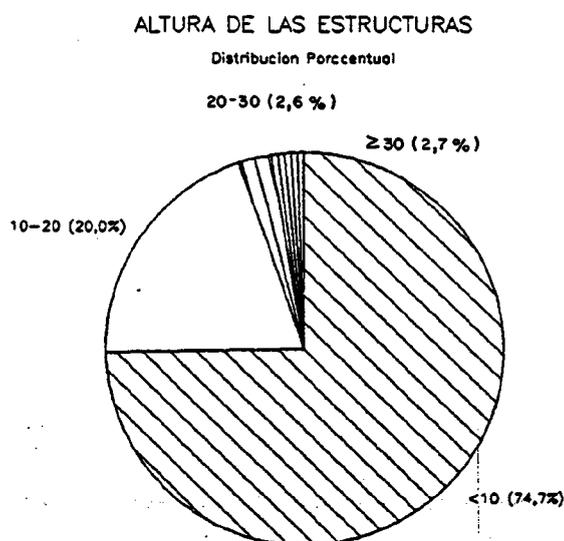


FIG. 6.2.7.B - ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS

Las figuras 6.2.7.C y D reflejan las alturas estimadas en las estructuras tipo escombreras y balsas, respectivamente.

ALTURA DE LAS ESCOMBRERAS

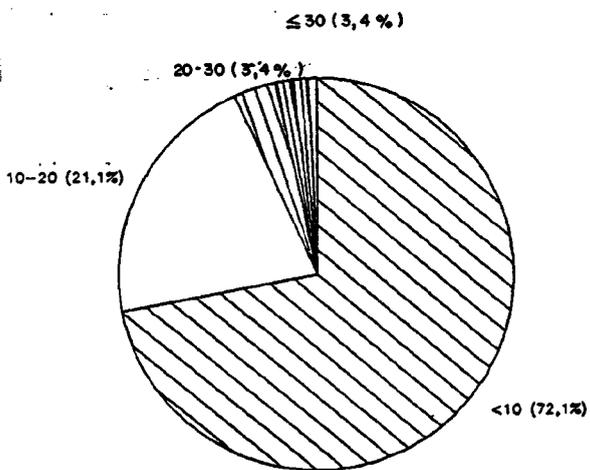


FIG.6.2.7.C -ALTURA EN LAS ESCOMBRERAS

ALTURA DE LAS BALSAS

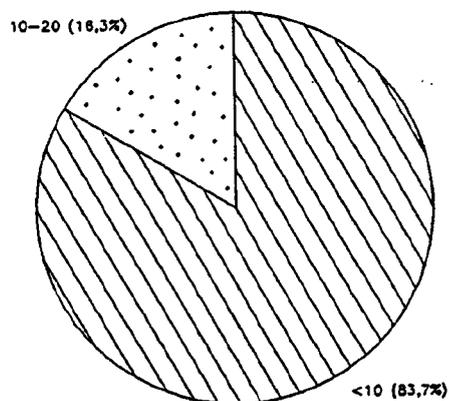


FIG. 6.2.7.D - ALTURA EN LOS DIQUES DE LAS BALSAS

6.2.8. Volumen

VOLUMEN (m ³)	ESCOMBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
$V \leq 10^3$	12	6,3	6	3,2	18	9,5
10^3-10^4	58	30,5	10	5,3	68	35,8
10^4-10^5	49	25,8	14	7,4	63	33,2
10^5-10^6	19	10	12	6,3	31	16,3
10^6-10^7	8	4,2	1	0,5	9	4,7
$\geq 10^7$	1	0,5	--	--	1	0,5
TOTAL	147	77,3	43	22,7	190	100

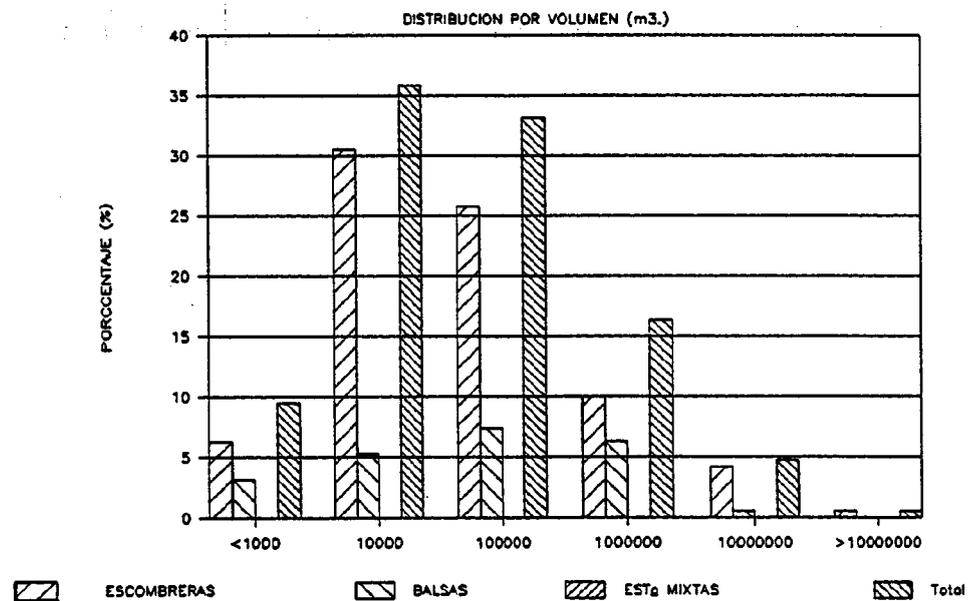


FIG. 6.2.8.A - VOLUMENES DE LAS ESTRUCTURAS SEGUN
SU TIPOLOGIA

VOLUMEN DE LAS ESTRUCTURAS

Distribucion Porcentual

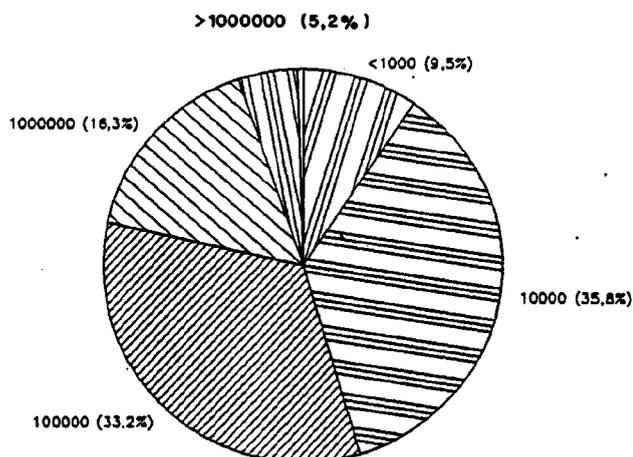


FIG. 6.2.8.B - VOLUMEN DE LAS ESTRUCTURAS

Se han evaluado 10 estructuras que superan los 10^6 m³, encontrándose en la gama 10^5 - 10^6 m³, 19 escombreras y 12 balsas, lo que supone el 16,3%.

VOLUMEN DE LAS ESCOMBRERAS

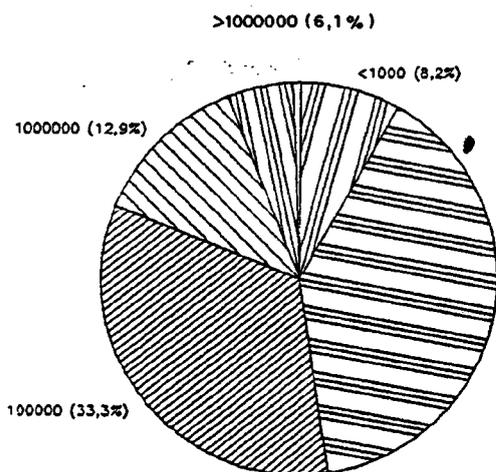


FIG. 6.2.8.C - VOLUMEN PONDERADO EN ESCOMBRERAS

VOLUMEN DE LAS BALSAS

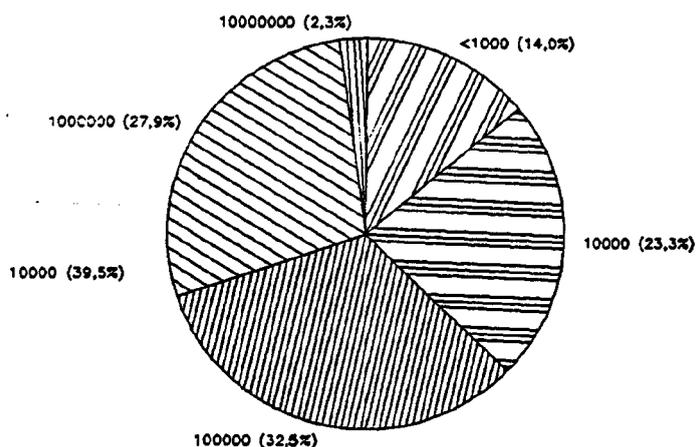


FIG. 6.2.8.-D - VOLUMEN PONDERADO EN BALSAS

6.2.9. Taludes de los estériles

TALUD	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
≤ 30º	2	1,1	2	1,1	4	2,2
30-32	8	4,2	-	-	8	4,2
32-34	38	20	11	5,7	49	25,7
34-36	50	26,3	7	3,7	57	30
36-38	43	22,6	10	5,3	53	27,9
38-40	6	3,2	1	0,5	7	3,7
≥ 40º	-	-	12	6,3	12	6,3
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

Las figuras 6.2.9.A y B recogen la gama de frecuencias correspondiente al muestreo de taludes realizado.

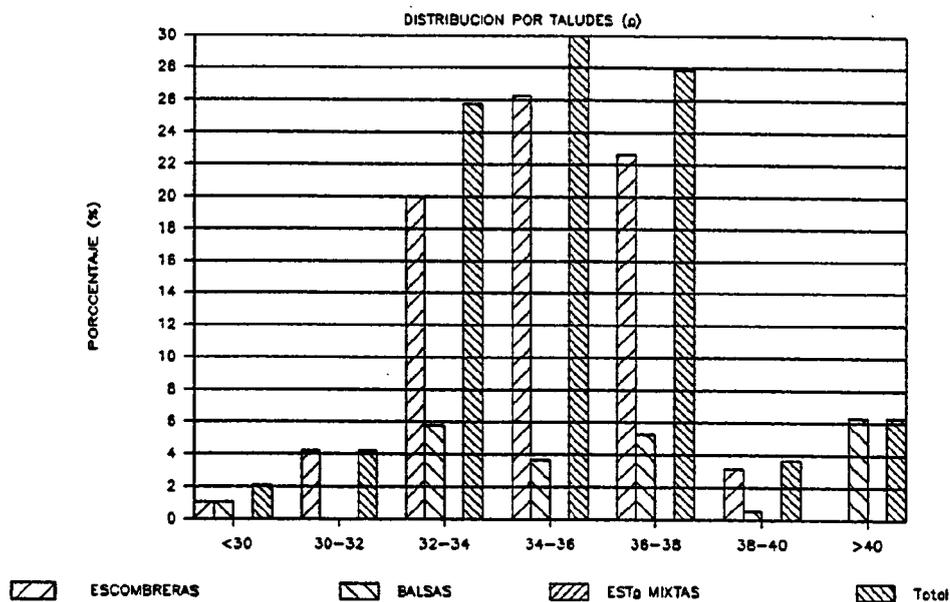


FIG. 6.2.9.A - DISTRIBUCION POR TALUDES

Distribucion Porcentual

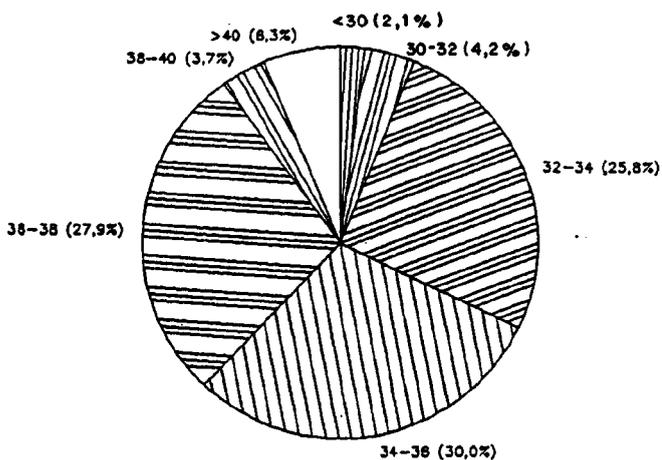


FIG. 6.2.9.B - DISTRIBUCION PORCENTUAL DE TALUDES

Las figuras 6.2.9.C y D reflejan la gama de taludes atendiendo a la tipología de la estructura. En el caso de las balsas, las mediciones se efectuaron sobre el talud de aguas abajo.

TALUD DE LAS ESCOMBRERAS

TALUD DE LAS BALSAS

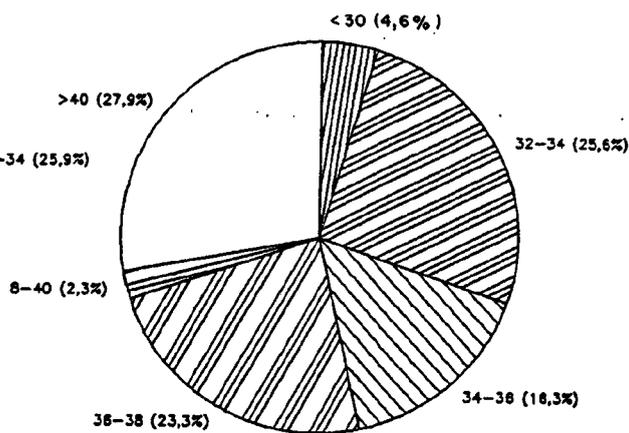
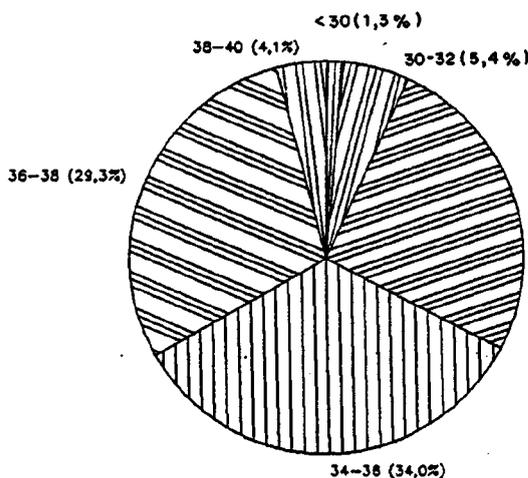


FIG. 6.2.9.C - GAMA DE TALUDES EN ESCOMBRERA

FIG. 6.2.9.D - GAMA DE TALUDES MEDIDOS EN EL DIQUE DE LAS BALSAS

6.2.10. Tamaño de los residuos

TAMAÑOS	ESCOBRERAS		BALSAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Escollera (E)	3	1,6	-	-	3	1,6
Grande (G)	2	1,1	-	-	2	1,1
Medio (M)	53	27,9	-	-	53	27,9
Fino (F)	19	10	42	22,1	61	32,1
Heterométrico (H)	70	36,8	1	0,5	71	37,3
TOTAL	147	77,4	43	22,6	190	100

Las figuras 6.2.10.A y B recogen el gráfico de frecuencias obtenido para este parámetro. En bastante número de casos se ha apreciado la existencia de todos los tamaños procedentes no sólo de la explotación, sino también de las plantas o sistemas de tratamiento.

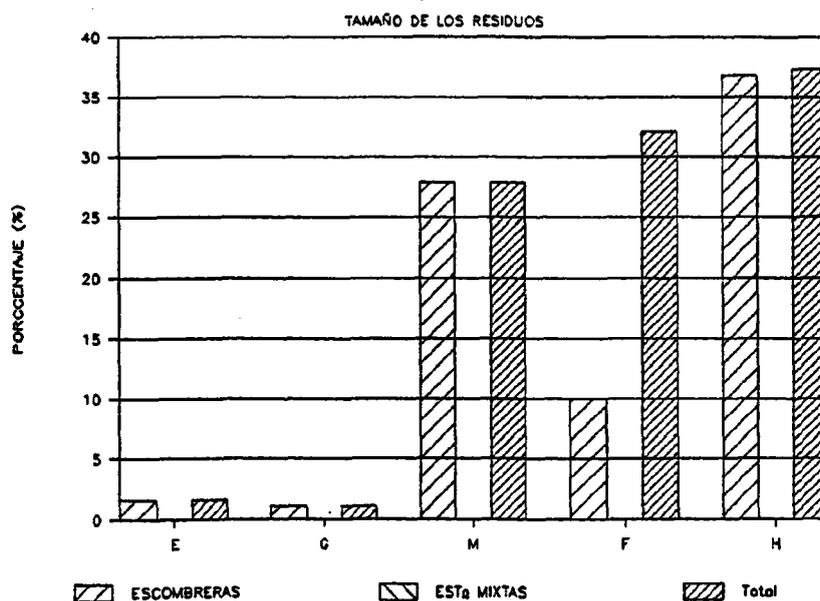


FIG. 6.2.10.A - TAMAÑO DE LOS RESIDUOS

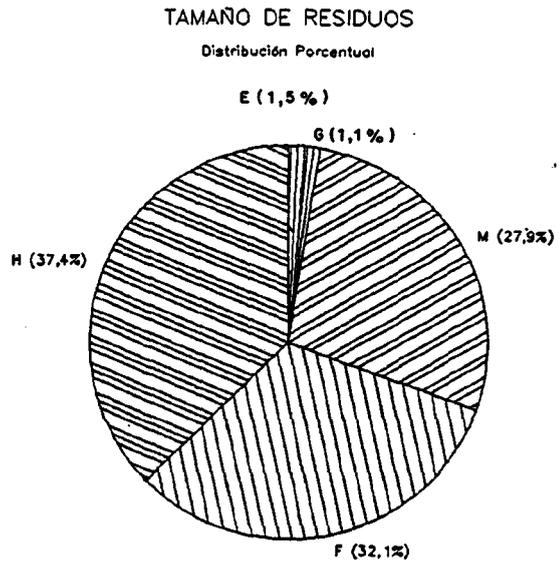


FIG. 6.2.10.B - TAMAÑO DE ESTERILES EN LAS ESTRUCTURAS

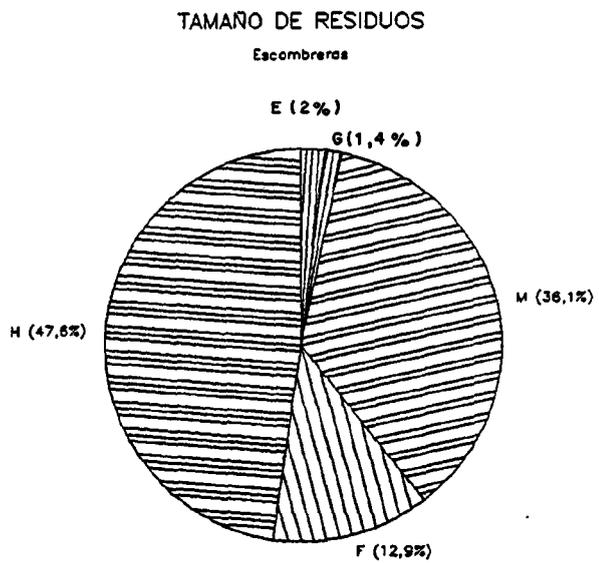


FIG. 6.2.10.C - TAMAÑO DE ESTERILES EN LAS ESCOMBRERAS

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

En este apartado se lleva a cabo 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 (Cuadro 7.1.).

CUADRO Nº 7.1. - PROBLEMAS OBSERVADOS

<u>PROBLEMAS</u>	<u>ESCOMBRERA</u>		<u>BALSAS</u>		<u>TOTAL</u>	
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>
Grietas	21	7,9	8	14,3	29	22,1
Deslizamientos locales	19	7,2	7	12,5	26	19,6
Deslizamientos generales	4	1,6	3	5,4	7	6,9
Subsidiencias	2	0,01			2	0,01
Surgencias						
Erosión superficial	84	31,4	21	37,5	105	68,8
Cárcavas	46	17,3	13	23,2	59	40,4
Socavación de pie	3	1,2			3	1,1
Asentamiento	4	1,6	3	5,4	7	6,9
Socavación mecánica	85	31,8	1	1,7	86	33,4
TOTAL	268	100	56	100	324	

La figura 7.1.A. refleja los tipos de problemas registrados en las estructuras.

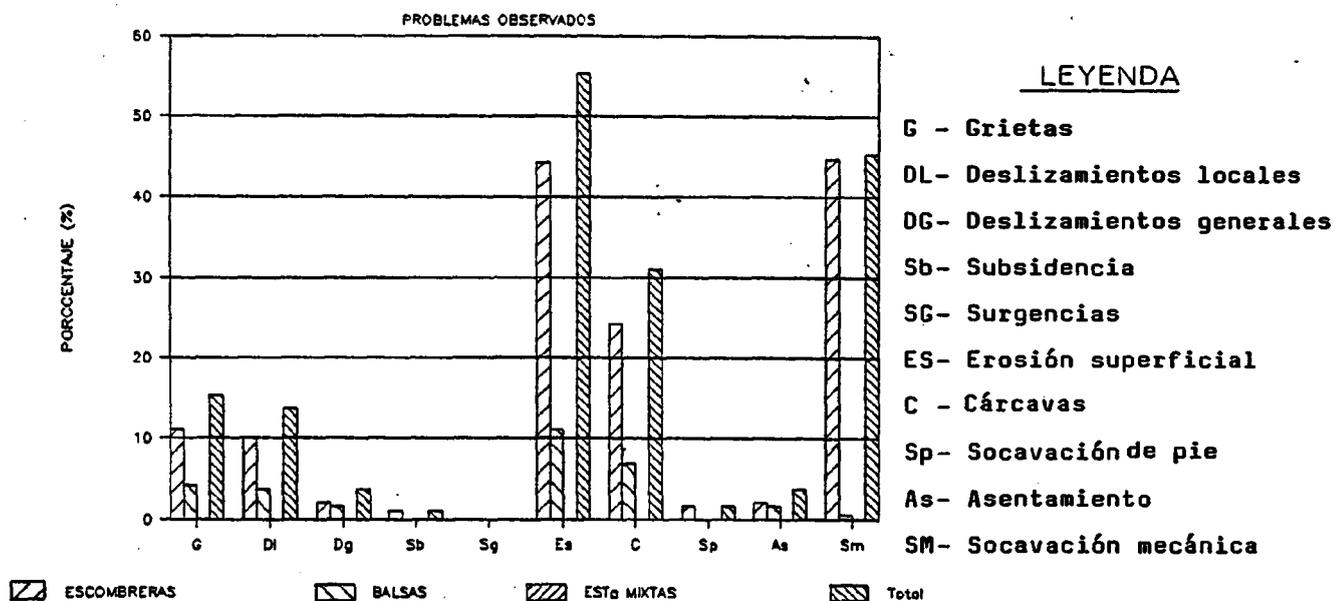


FIG. 7.1.A - PROBLEMAS OBSERVADOS

Las figuras 7.1.B y C, registran los problemas observados en las estructuras tipo escombreras y balsas, respectivamente.

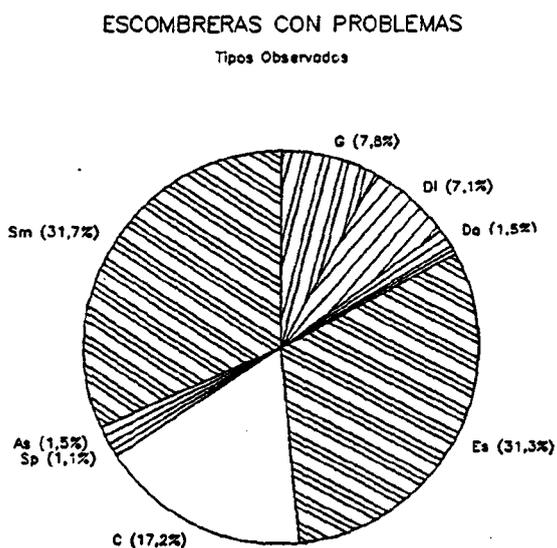


FIG. 7.1.B. - TIPOS DE PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS TIPO ESCOMBRERAS

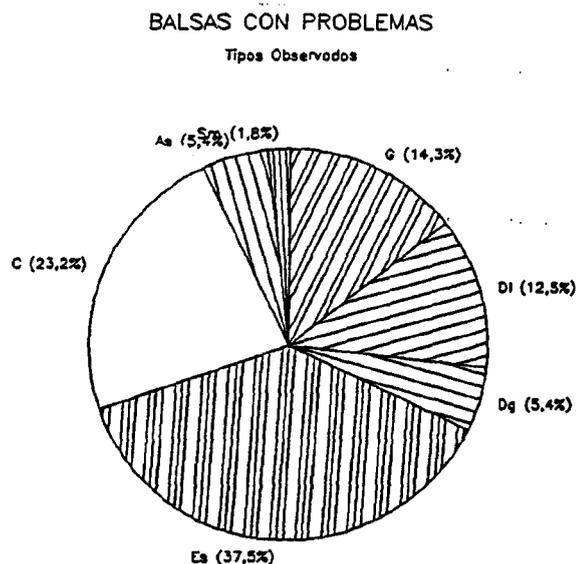


FIG. 7.1.C. - TIPOS DE PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS TIPO BALSAS

Seguidamente para cada tipología del problema observado se han visualizado los gráficos correspondientes al ámbito general de las estructuras, con reflejo de la intensidad del problema en algunos casos. Así se han obtenido los gráficos de las Figuras 7.2.A., B., C. y D., que corresponden a la existencia de grietas en las escombreras o en el dique de la balsa. En algunos casos la lenta consolidación de los materiales vertidos, con distinto grado de saturación, dan lugar a la aparición de una secuencia de cicatrices escalonadas en el borde del talud.

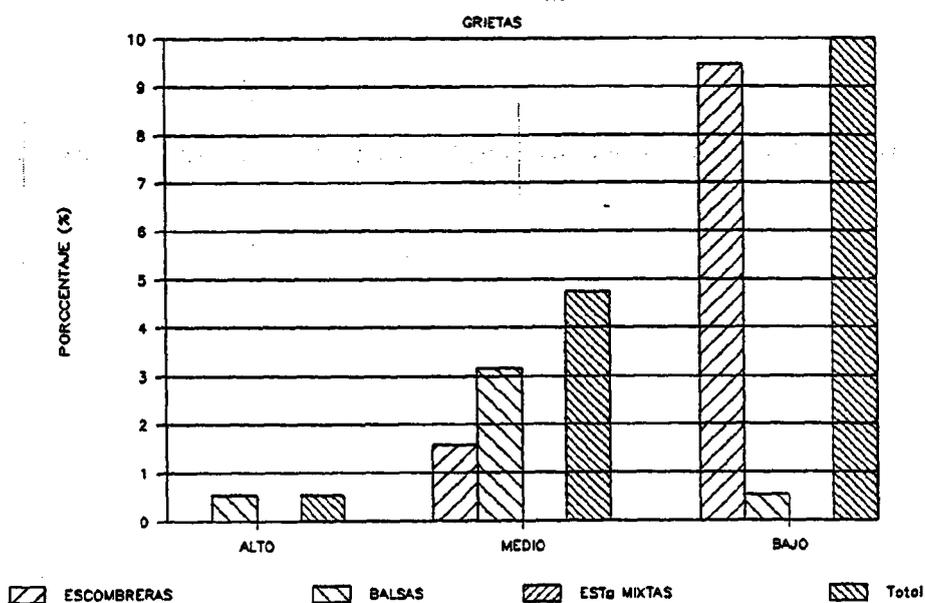


FIG. 7.2.A. - EVALUACION DE LAS GRIETAS SEGUN LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS.

ESTRUCTURAS CON GRIETAS

Distribución s/. grado

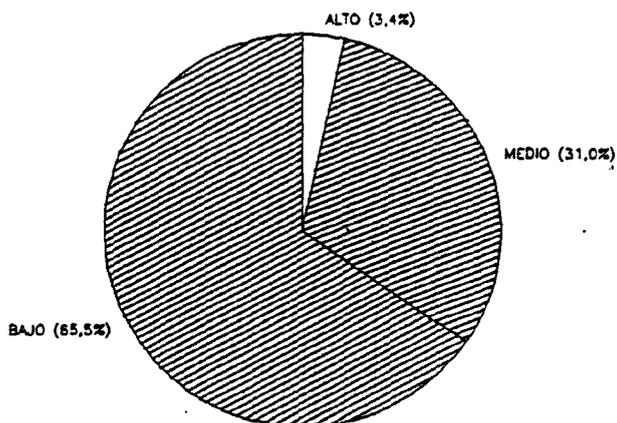


FIG. 7.2.B. - EVALUACION DE LAS GRIETAS EN LAS ESTRUCTURAS

ESCOMBRERAS CON GRIETAS

Grado del Problema

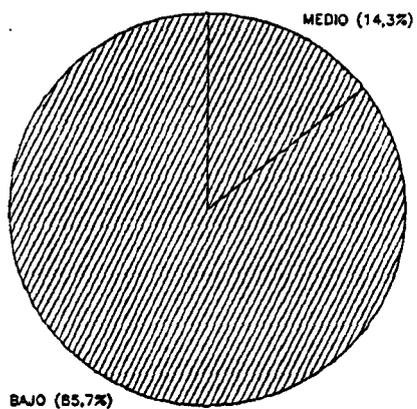


FIG. 7.2.C. - GRIETAS EN LAS ESTRUCTURAS TIPO ESCOMBRERAS

BALSAS CON GRIETAS

Grado del Problema

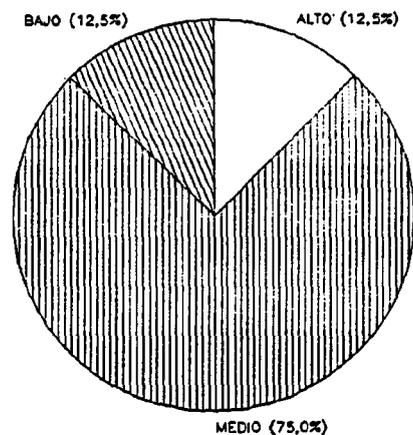


FIG. 7.2.C. - GRIETAS EN LAS ESTRUCTURAS TIPO BALSAS

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 deslizamientos superficiales y localizados, propios de escombros sin cohesión, que no afectan a un gran volumen de estériles. En las figuras 7.3.A., B. y C., se reflejan la estimación realizada del grado de intensidad del movimiento.

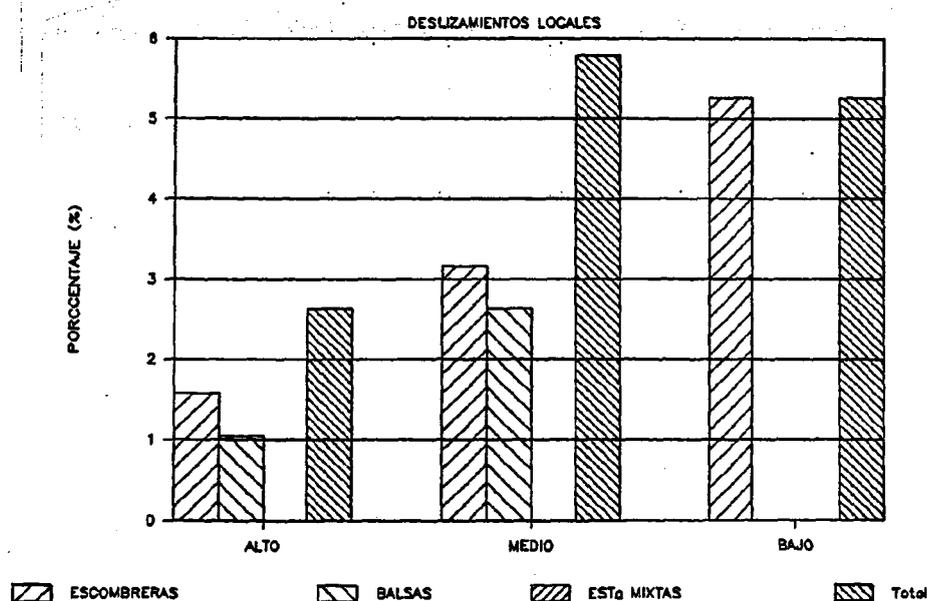


FIG. 7.3.A. - EVALUACION DE LOS DESLIZAMIENTOS LOCALES SEGUN LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

ESTRUCTURAS CON DESLIZAMIENTOS LOCALES

Distribución s/. grado

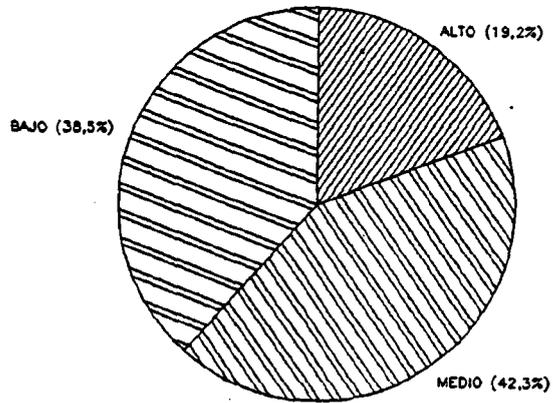


FIG. 7.3.B. - EVALUACION DE LOS DESLIZAMIENTOS LOCALES EN LAS ESTRUCTURAS

ESCOBRERAS CON DESLIZAMIENTOS LOCALES

Grado del Problema

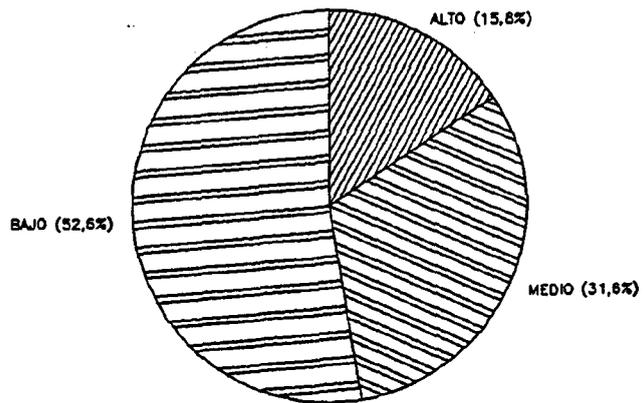
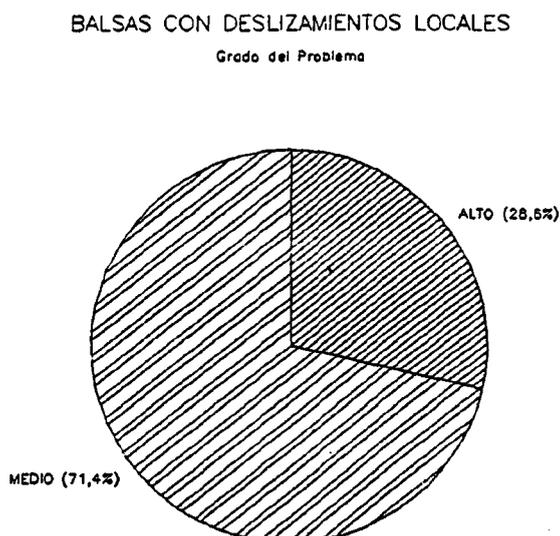


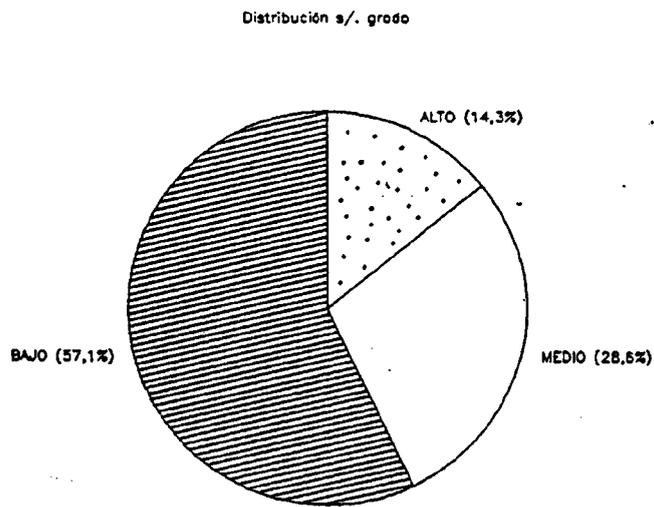
FIG. 7.3.C. - DESLIZAMIENTOS LOCALES EN LAS ESTRUCTURAS TIPO ESCOBRERAS



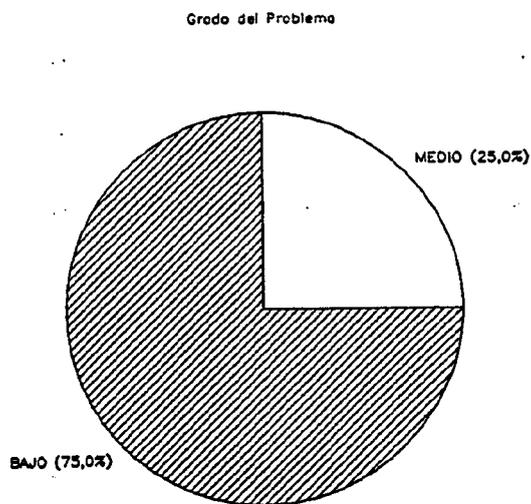
**FIG. 7.3.D. - DESLIZAMIENTOS LOCALES EN LAS ESTRUCTURAS
TIPO BALSAS**

Los deslizamientos más profundos, que ponen en movimiento un mayor volumen de estériles, suelen tener una evolución más lenta en el tiempo, y suelen ser suma de distintos problemas (Fig. 7.4.A., B., C., D.).

Los problemas de estabilidad general pueden venir forzados por el establecimiento de un nivel freático profundo o alto en el cuerpo de la escombrera. 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.



**FIG. 7.4.B. - EVALUACION DE LOS DESLIZAMIENTOS
GENERALES EN LAS ESTRUCTURAS**



**FIG. 7.4.C. - DESLIZAMIENTOS GENERALES EN LAS ESTRUCTURAS
TIPO ESCOMBRERAS**

BALSAS CON DESLIZAMIENTOS GRALES.

Grado del Problema

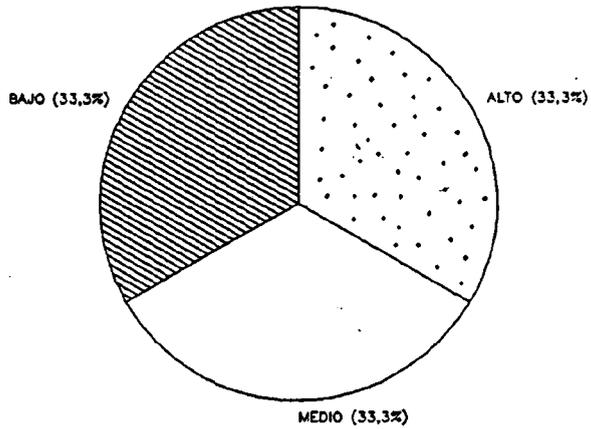


FIG. 7.4.D. - DESLIZAMIENTOS GENERALES EN LAS ESTRUCTURAS
TIPO BALSAS

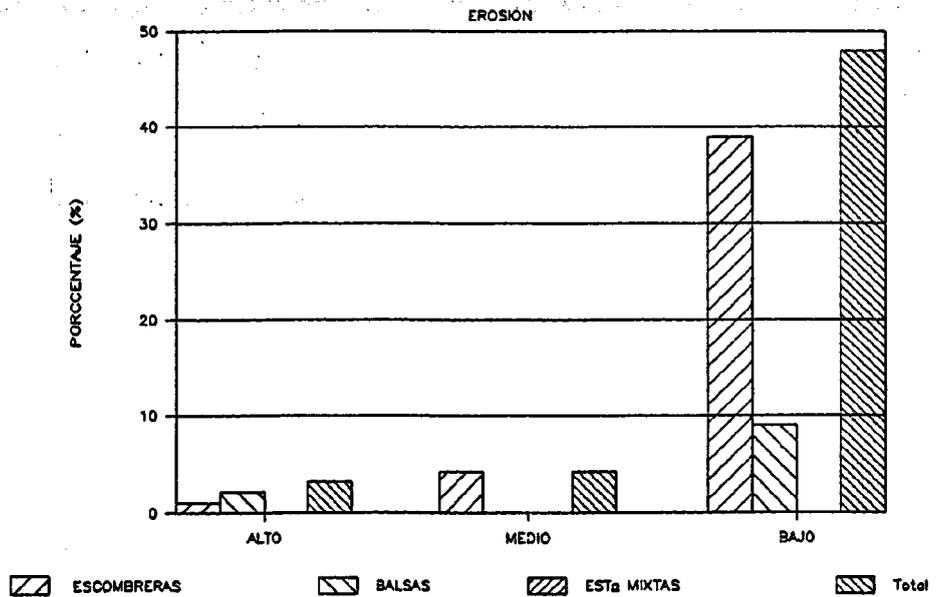


FIG. 7.5.A. - EVALUACION DE LA EROSION SUPERFICIAL SEGUN
LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

ESTRUCTURAS CON EROSION

Distribución s/. grado

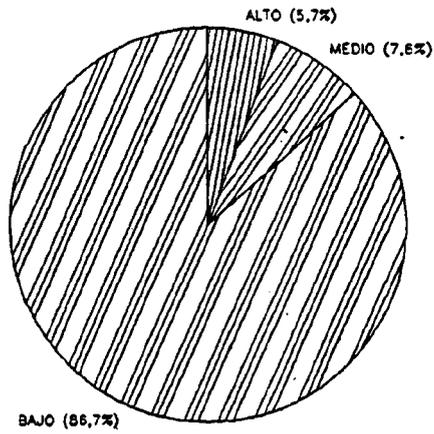


FIG. 7.5.B. - EVALUACION DE LA EROSION SUPERFICIAL EN LAS ESTRUCTURAS

ESCOMBRERAS CON EROSION

Grado del Problema

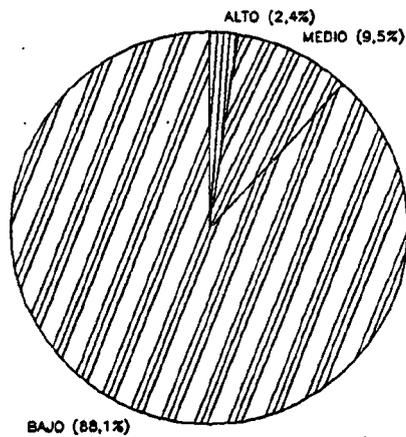


FIG. 7.5.C. - EROSION SUPERFICIAL EN LAS ESTRUCTURAS TIPO ESCOMBRERA

BALSAS CON EROSION

Grado del Problema

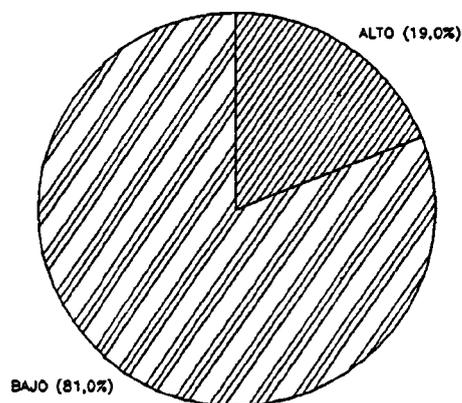


FIG. 7.5.D. - EROSION SUPERFICIAL EN LAS ESTRUCTURAS

TIPO BALSAS

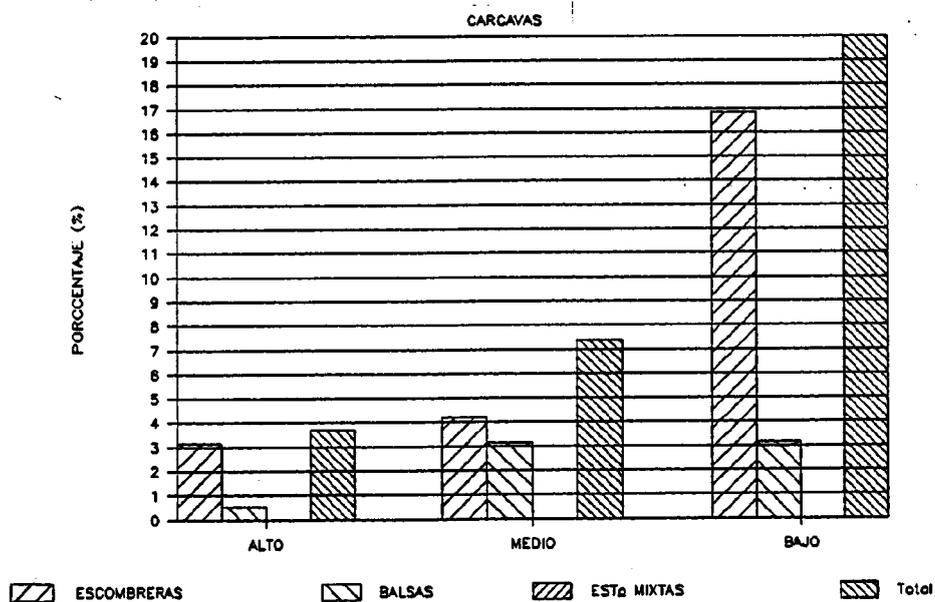


FIG. 7.6.A. - EVALUACION DE LAS CARCAVAS SEGUN LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

ESTRUCTURAS CON CARCAVAS

Distribución s/. grado

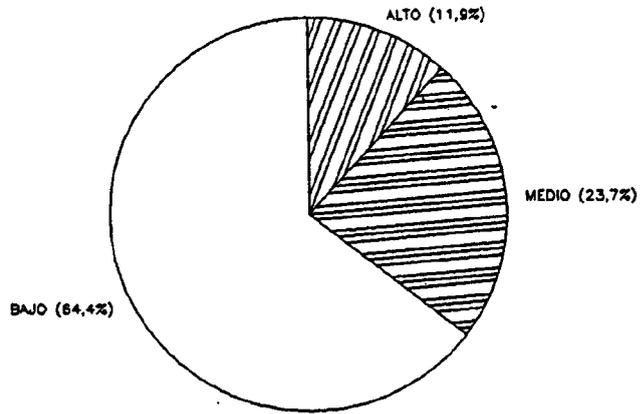


FIG. 7.6.B. - EVALUACION DE LAS CARCAVAS EN LAS ESTRUCTURAS

ESCOMBRERAS CON CARCAVAS

Grado del Problema

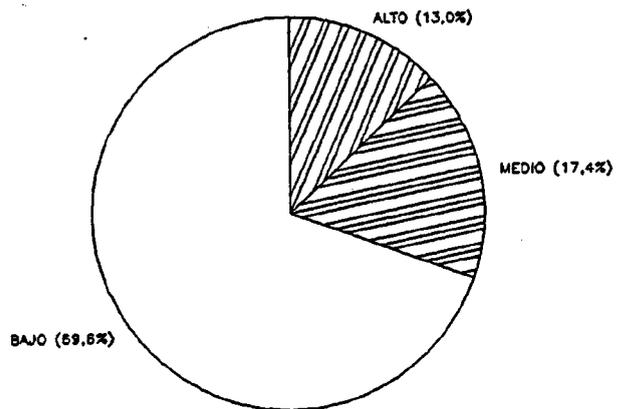


FIG. 7.6.G. - CARCAVAS EN LAS ESCOMBRERAS

BALSAS CON CARCAVAS

Grado del Problema

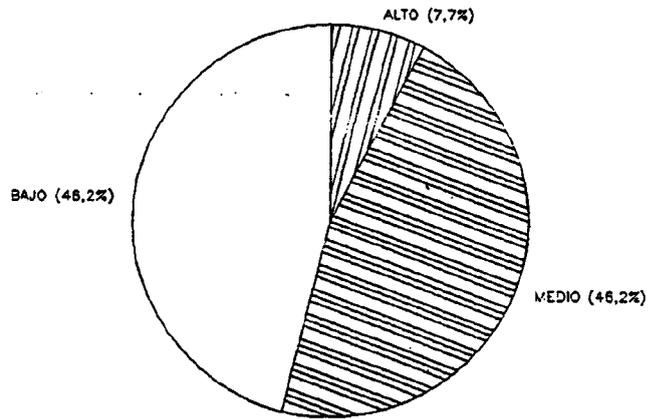


FIG. 7.6.D. - CARCAVAS EN LAS BALSAS

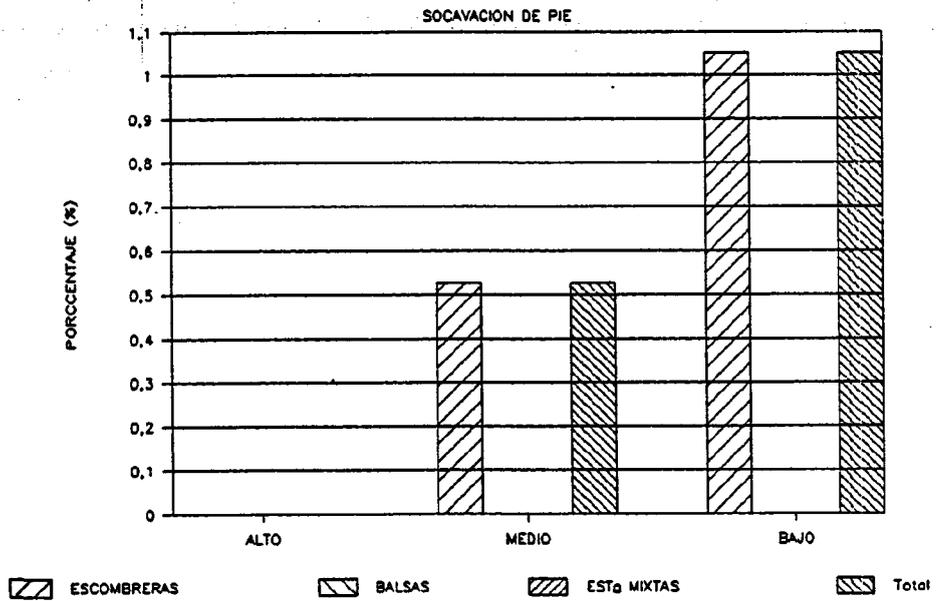
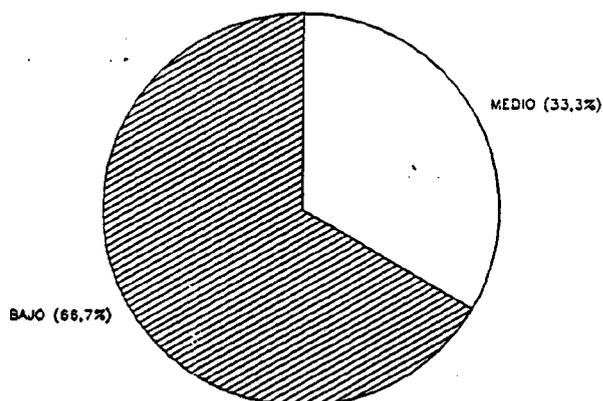


FIG. 7.7.A. - EVALUACION DE LA SOCAVACION DE PIE SEGUN
LOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

ESTRUCTURAS CON SOCAVACION DE PIE

Distribución s/. grado



**FIG. 7.7.B. - EVALUACION DE LA SOCAVACION DE PIE
EN LAS ESTRUCTURAS (ESCOMBRERAS)**

La erosión superficial alcanza su máxima expresión en las cárcavas y regueros con distinta profundidad de huella. Por lo general, suelen estar representadas en las estructuras con finos, en relación directa con la pluviometría de la zona de implantación y la granulometría. Las figuras: 7.5.A., B., C., D., y 7.6.A., B., C., D., reflejan el grado de intensidad de la erosión en los taludes de las estructuras. (Foto nº 7.1. y 7.2.)

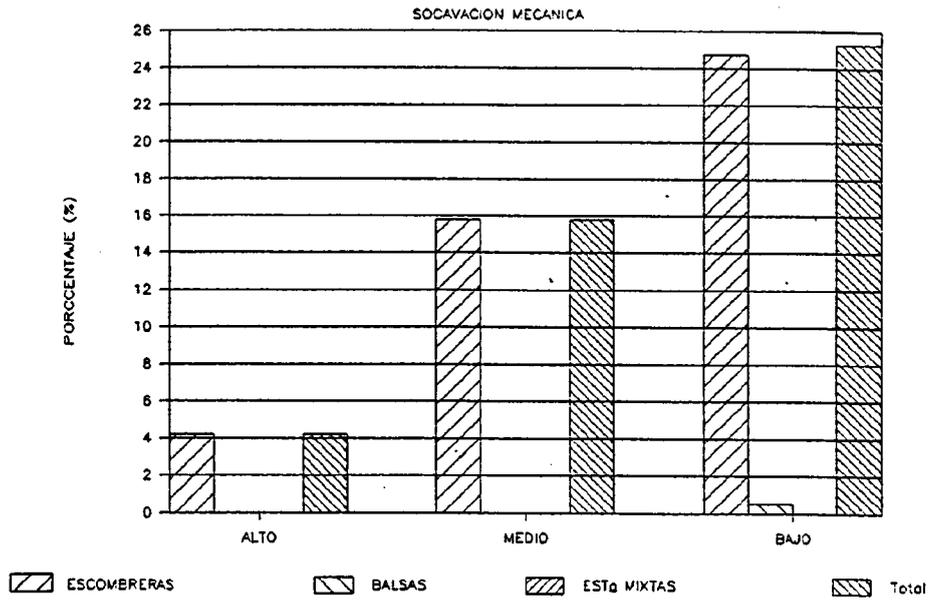
La erosión de pie, se recoge en las figuras 7.7.A., B., Las desestabilidades originadas por la socavación mecánica están relacionadas con la forma de llevarla a cabo, recogiendo en las figuras 7.8.A., B., y C., las estimaciones realizadas.



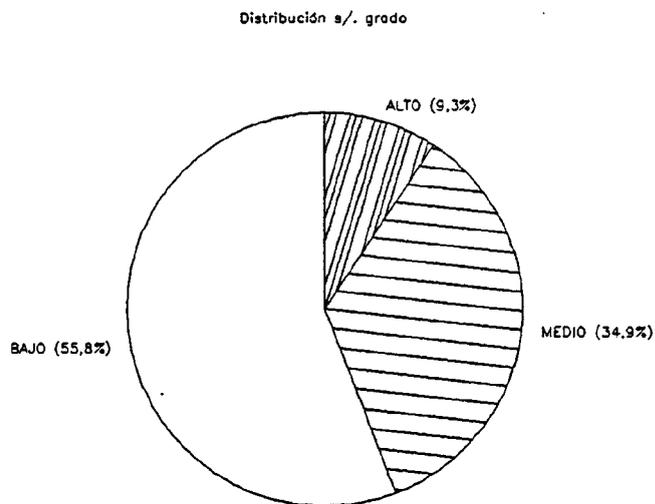
FOTO nº 7.1. - EROSION CONTINUA EN LOS TALUDES DE
LAS ESCOMBRERAS DE FINOS



FOTO nº 7.2. - DETALLE DE LAS FORMAS CREADAS POR
LA EROSION ACTIVA



**FIG. 7.8.A. - EVALUACION DE LA SOCAVACION MECANICA SEGUN
LOS TIPOS DE ESTRUCTURA**



**FIG. 7.8.B. - EVALUACION DE LA SOCAVACION MECANICA SEGUN
EL TIPO DE ESTRUCTURA**

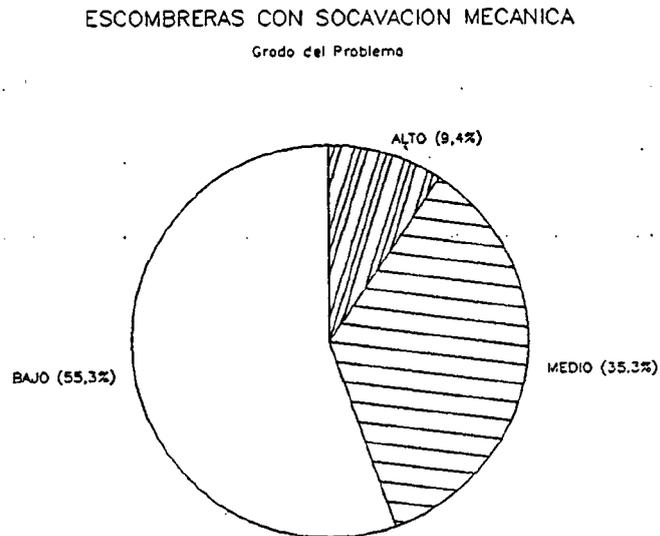


FIG. 7.8.C. - SOCAVACION MECANICA EN LAS ESCOMBRERAS

Por último, el cuadro 7.2., resume las estructuras que presentan una mayor problemática desde la perspectiva de estabilidad.

Por todo ello, deben de llevarse a cabo todas aquellas actuaciones encaminadas a que tanto las estructuras activas como las abandonadas, tengan un control continuo de la evolución en el tiempo, a efectos de detectar las anomalías lo antes posible y poder corregirlas.

PROBLEMAS DE ESTABILIDAD

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>PROBLEMAS OBSERVADOS</u>
091880004	Escombrera	Grietas Deslizamientos locales Erosión Socavación mecánica Socavación de pie
101870001	Balsa	Grietas Deslizamientos locales Erosion superficial-Carcavas Carcavas
101870002	Escombrera	Grietas Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
101870004	Escombrera	Grietas Deslizamientos locales Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
101870009	Balsa	Grietas Deslizamientos locales Erosión superficial-carcavas
101870010	Balsa	Grietas Deslizamientos locales Erosión superficial-carcavas
101870011	Balsa	Grietas Deslizamientos locales Erosión superficial-carcavas

PROBLEMAS DE ESTABILIDAD

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>PROBLEMAS OBSERVADOS</u>
101870012	Escombrera	Grietas Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
101870013	Escombrera	Grietas Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
101920002	Balsa	Grietas Deslizamientos locales Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
102220005	Balsa	Grietas Deslizamientos local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas
102260003	Balsa	Grietas Deslizamiento local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas
121880007	Escombrera	Deslizamiento local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas
12188-15	Escombrera	Deslizamiento local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas
12188-18	Escombrera	Socavación mecánica

PROBLEMAS DE ESTABILIDAD

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>PROBLEMAS OBSERVADOS</u>
12198-6	Escombrera	Deslizamiento local Erosión superficial-carcavas
13192-23	Escombrera	Deslizamiento local Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
13192-24	Escombrera	Grietas Deslizamiento local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
13192-25	Escombrera	Grietas Deslizamiento local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
13195-1	Escombrera	Deslizamiento local Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica
13202-8	Balsa	Grietas Deslizamiento local Deslizamiento general Erosión superficial-carcavas
13202-23	Escombrera	Grietas Deslizamiento local Erosión superficial-carcavas Socavación mecánica

8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

8.1. Criterios generales

El constante aumento de las actividades industriales en los últimos tiempos, lleva consigo la búsqueda continua de recursos minerales para abastecer de materias primas a las industrias básicas.

Sin embargo, los trabajos de explotación, manipulación y transformación de esos "todo uno" originales, han desencadenado 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 este impulso de aceleración al sistema de desarrollo actual, pues muchas de las alteraciones producidas tienen un carácter irreversible y son de aparición lenta pero duradera.

La tendencia de los países más desarrollados respecto al impacto ambiental producido por todas las actividades mineras o industriales en que se procesan materias primas y se originan alteraciones ambientales 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 algunos 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 estas 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 solamente 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 dan lugar las restantes operaciones mineras.

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

- 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.

En un breve análisis medio-ambiental de las estructuras existentes en la provincia de Salamanca, pueden distinguirse aquéllas inactivas procedentes de una minería subterránea, o de cielo abierto, antiguas y abandonadas, de las actualmente activas que crecen conforme aumenta o disminuye el ritmo de explotación.

Es indudable que para cada uno de estos grupos aparecen rasgos y factores de distinción, definitorios de formas, pendientes, volúmenes, coberteras vegetales, etc. que los caracterizan.

Algunos casos de implantación 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, por parte de los habitantes de los núcleos habitados próximos, objeto de intrusión visual.

Los finos procedentes de las plantas de tratamiento son almacenados en balsas próximas a ellas, y granulométricamente presentan una curva muy recortada. En otras ocasiones, son entremezclados con

los escombros procedentes de las explotaciones, marcándose una heterogeneidad importante.

La configuración geométrica exterior de estas estructuras es muy variable. Quizás las formas más comunes sean: conos invertidos, conos truncados, pirámides truncadas, etc. con predominio de las alineaciones rectas y los ángulos marcados, frente a las líneas curvas.

8.2.1. Alteración de la cuenca visual y del 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 las medidas correctoras oportunas.

Es evidente, que el impacto visual es uno de los más difíciles de cuantificar, pues depende entre otros de la susceptibilidad visual del sujeto activo que efectúa la contemplación.

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 la evaluación de la alteración ha de subordinarse a las directrices de conservación de especies, hábitats, normas sobre espacios naturales, etc., que puedan existir en cada implantación concreta.

De otra parte hay que señalar, que la perturbación que se produce es inevitable, por ello las medidas a aplicar deben estar encaminadas a minorar el impacto visual producido con acciones tales como el reperfilado de los taludes de las escombreras hasta su 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.

8.2.2. Alteración en el Medio: Aire

La contaminación está generada por la liberación de polvo y/o gases. La importancia del polvo y los gases o humos está ligada a la climatología local, a la velocidad y dirección dominante de los vientos y al tamaño granulométrico de los vertidos.

El polvo con tamaños de partícula del orden de micras es transportado por los vientos de las superficies expuestas 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.

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

$\text{NO}_x < 20 \text{ ppm}$

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

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

- Para las personas

CO < 0,01%

CO₂ < 5%

SH₂ < 0,01%

SO₂ < 0,001%

8.2.3. Contaminación de las aguas superficiales

Este tipo de alteración se presenta bien por transporte de materiales o por la disolución o suspensión de ciertos elementos tanto en las aguas superficiales como subterráneas.

Las aguas de lluvia producen efectos erosivos sobre las superficies de las estructuras, que en muchos casos, donde la granulometría es muy fina, dan lugar a movilizaciones y arrastres. Como resultado de ello, son las incisiones lineales en forma de regueros y cárcavas, y la deposición de materiales muy finos en las zonas próximas a los cauces.

Resulta evidente que la contaminación de las aguas superficiales está en relación directa con el lugar de emplazamiento de los estériles y la naturaleza de éstos.

Es pues, la calidad física de las aguas la que es afectada con el aumento de los sólidos en suspensión.

En el orden químico, las potenciales alteraciones básicas de las aguas superficiales son producidas por la disolución de determinados compuestos, y por los cambios de pH que originan esos elementos metálicos.

También se han detectado aportes de finos a la red de drenaje natural en algunas estructuras relacionadas con la producción de áridos, arcillas y otros productos de cantera.

8.2.4. Contaminación de acuíferos subterráneos

La alteración contaminante de los acuíferos subterráneos 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.

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 alta permeabilidad, mientras que en el caso de escombreras, la disolución es función de la solubilidad y de la granulometría de los materiales depositados.

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:

El 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 y con fecha posterior el Real Decreto 1423/1982 de 18 de Junio (B.O.E. de 29 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 ₂ O ₅)		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 de 30 de Noviembre

Real Decreto 1423/1982 de 18 de Junio

CUADRO Nº 8.2-2

Parámetro Unidad	Nota	Valores límites		
		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)	300	60	40
D.Q.O. (mg/l)	(E)	500	200	160
Temperatura (°C)	(F)	3º	3º	3º
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
Barlo (mg/l)	(H)	20	20	20
Boro (mg/l)	(I)	10	5	2
Cadmio (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,1
Cromo III (mg/l)	(I)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Hierro (mg/l)	(I)	10	3	2
Manganeso (mg/l)	(I)	10	3	2
Níquel (mg/l)	(I)	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)	(I)	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 849/1986 de 11 de Abril

NOTAS AL CUADRO Nº 0.2-2

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.

8.2.5. Alteración ambiental de los suelos

Las actuaciones extractivas y de tratamiento del "todo uno", crean unos productos residuales apilados en escombreras ó balsas que ocupan extensiones de suelo, que en algunos casos es productivo. Ello da origen a una serie de alteraciones concatenadas que afectan a sus características de aprovechamiento, ya sea por la simple ocupación, o bien por la alteración de sus propiedades.

Sin embargo, como alteración básica 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 en las nuevas implantaciones, que a medida que se ocupen nuevas superficies de terreno, los horizontes superiores más fértiles se apilen para después recuperarlos, y extenderlos sobre las superficies descubiertas.

8.2.6. Alteraciones de la flora y de la fauna

Las alteraciones fundamentales de estos dos ámbitos pueden estar originadas, bien por la sustitución parcial del hábitat por ocupación de la propia explotación y de sus estructuras anejas y de sus vertidos, o bien, por cambios en las condiciones de los mismos, por modificación de los cursos de agua, destrucción de los suelos productivos, cambios en las características fisiográficas, etc.

8.2.7. Alteración del ámbito socio-cultural

Los recursos culturales por su limitación y carácter no renovable e irreversible deben ser tratados con especial cuidado, especialmente aquéllos de una determinada significación histórica, artística o educativa. Sobre todo a la hora de decidir la implantación de una determinada estructura sobre una zona, o bien, en el diseño eficaz de una restauración.

8.3. Evaluación de las condiciones de implantación de escombreras y balsas

La elección del lugar de almacenamiento de una determinada estructura debe obedecer a una serie de condicionantes, como pueden ser el volumen 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, función de la distancia de transporte pero, modernamente y siguiendo a la paulatina entrada en vigor de leyes reguladoras del medio físico, se hace necesario considerar otra 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 limitados, 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 (ITGE, 1982):

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

donde Q_e : Índice de calidad

I : es un factor ecológico

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

β : es un factor de resistencia del cimiento de implantación (suelo o roca).

θ : es un factor topográfico o de pendiente

η : es un factor relativo al entorno humano y material afectado

δ : 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 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 volumen 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

2ª) El factor α 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 a 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 > 50% del perímetro de la escombrera.

3ª) El factor de cimentación (β) depende, tanto de la naturaleza 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 θ se ha evaluado en razón de la inclinación del yacente, según la siguiente tabla:

	<u>TOPOGRAFIA DE IMPLANTACION</u>	<u>VALOR DE θ</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
VAGUADA	perfil transversal en "v" cerrada (inclinación de laderas > 20º)	0,8
	perfil transversal en "v" abierta (inclinación de laderas < 20º)	0,6-0,7

5º) La caracterización del entorno afectado se ha realizado considerando el riesgo de ruina de distintos elementos si se produjera la rotura (destrucción) de la estructura

<u>ENTORNO AFECTADO</u>	<u>VALOR DE η</u>
. Deshabitado	1,0
. Edificios aislados	1,1
. Explotaciones mineras poco importantes	1,1
. Servicios	1,2
. Explotaciones mineras importantes	1,3
. Instalaciones industriales	1,3
. Cauces intermitentes	1,2 - 1,4
. Carreteras de 1º y 2º orden, Vías de comunicación	1,6
. Cauces fluviales permanentes	1,7
. Poblaciones	2,0

6º) Por último, la evaluación de la alteración de la red de drenaje superficial se ha hecho con el siguiente criterio.

<u>ALTERACION DE LA RED</u>	<u>VALOR DE δ</u>
. Nula	0
. Ligera	0,2
. Modificación parcial de la escorrentía de una zona	0,3
. Ocupación de un cauce intermitente	0,4
. Ocupación de una vaguada con drenaje	0,5

. Ocupación de una vaguada sin drenaje	0,6
. Ocupación de un cauce permanente con erosión activa de < 50% del perímetro de una escombrera	0,8
. Ocupación de un cauce permanente con erosión activa de > 50% del perímetro de una escombrera	0,9

Así evaluados los distintos factores, se han calificado los valores resultantes del índice "Qe" de acuerdo con la tabla siguiente:

<u>Qe</u>			<u>El emplazamiento se considera:</u>
1	a	0,90	Optimo para cualquier tipo de escombrera.
			Tolerable para escombreras de gran volumen.
0,90	a	0,50	Adecuado para escombreras de volumen moderado.
0,50	a	0,30	Tolerable
0,30	a	0,15	Mediocre
0,15	a	0,08	Malo
	<	0,08	Inaceptable

La aplicación de los criterios adoptados es recogida en un cuadro que se incluye como Anejo de este informe. Esta valoración de las estructuras con ficha-inventario identificadas por su clave o código correspondiente, permite tener un enfoque orientador de las condiciones de implantación de las estructuras más representativas de la provincia de Salamanca.

Esta metodología de evaluación se ha efectuado sobre 190 estructuras, tomándose en consideración el factor ecológico o ambiental (I). En el caso de no ponderar este parámetro en el índice de calidad " Q_e " de un emplazamiento, los factores que intervienen son claramente condicionantes de una estabilidad.

Las cualificaciones del emplazamiento obtenidas en el caso de no tener en cuenta el factor ecológico (I), han sido las que se recogen en el cuadro 8.3.1.

CALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO	NUMERO DE ESTRUCTURAS	PORCENTAJES
OPTIMO	12	6,3%
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	46	24,3%
ADECUADO PARA ESCOMBRERAS DE VOLUMEN MODERADO	87	45,8%
TOLERABLES	35	18,4%
MEDIOCRES	8	4,2%
MALO	1	0,5%
INACEPTABLES	1	0,5%

CUADRO Nº 8.3-1 - INDICE DE CALIDAD " Q_e " SIN EL FACTOR AMBIENTAL (I)

Sin embargo, si consideramos el citado factor (I), las calificaciones del emplazamiento pasan a ser las recogidas en el cuadro 8.3.2.

CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO	NUMERO DE ESTRUCTURAS	PORCENTAJE
OPTIMO	-	-
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	-	-
ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO	90	47,4%
TOLERABLES	60	31,6%
MEDIOCRES	32	16,8%
MALO	7	3,7%
INACEPTABLES	1	0,5%

CUADRO Nº 8.3-2 - CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS MEDIANTE EL INDICE "Q_e"

Las valoraciones más desfavorables obtenidas sin tener en cuenta el factor ecológico, indican a 8 estructuras con la calificación de "mediocres" y 2 con la calificación de "malo o inaceptable"

Al introducir el factor ecológico (I) los valores obtenidos se modifican, obteniéndose 32 estructuras (16,8%) con la calificación de emplazamiento "mediocre" y 8 estructuras con la calificación de "malo o inaceptable" (4,2%).

No obstante, conviene recordar el carácter orientador de la evaluación efectuada, y para los casos de acumulación de parámetros resulta recomendable acometer estudios técnicos más detallados, a efectos de cuantificar aquellos factores implicados, en la mayor medida posible.

8.4. Relación de estructuras con incidencia en el medio ambiente

Con base a los datos recogidos en las fichas-inventario, a continuación se listan aquéllas estructuras en donde se han apreciado unas alteraciones ambientales más intensas.

Dado el tiempo transcurrido en la ejecución de este inventario, es posible que en algunos casos se hayan acometido las oportunas medidas correctoras.

ESTRUCTURAS CON IMPACTO AMBIENTAL ALTO

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>ALTERACIONES AMBIENTALES</u> <u>BASICAS</u>
091880004	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales Vegetación
091880005	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales
091880007	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales
101870001	Balsa	Paisaje Vegetación Aguas superficiales
101870002	Escombrera	Paisaje
101870003	Escombrera	Paisaje
101870006	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación
101870009	Balsa	Paisaje Vegetación Aguas superficiales
101870010	Balsa	Paisaje Vegetación Aguas superficiales
101870011	Balsa	Paisaje Vegetación Aguas superficiales

PROBLEMAS AMBIENTALES

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>ALTERACIONES AMBIENTALES</u> <u>BASICAS</u>
101870012	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación Aguas superficiales y subterráneas
101870013	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación Aguas superficiales y subterráneas
101870015	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación Aguas superficiales
101920002	Balsa	Paisaje Vegetación Aguas superficiales
102130001	Escombrera	Paisaje Vegetación Aguas
102130002	Escombrera	Paisaje Vegetación Aguas
102130014	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales
102130015	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales
102130016	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales
102130017	Escombrera	Paisaje Aguas superficiales

PROBLEMAS AMBIENTALES

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>ALTERACIONES AMBIENTALES</u> <u>BASICAS</u>
1021-4-6	Escombreras	Paisaje Aguas superficiales
1022-6-4	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación Aguas superficiales
1118-8-1	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación
1218-8-6	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación
1218-8-7	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación
1218-8-8	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación
1218-8-9	Balsas	Paisaje Vegetación
1218-8-15	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación
1219-8-3	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación
1219-8-4	Escombreras	Paisaje Polvo Vegetación Aguas superficiales

PROBLEMAS AMBIENTALES

<u>CODIGO</u>	<u>TIPO DE ESTRUCTURA</u>	<u>ALTERACIONES AMBIENTALES BASICAS</u>
1219-8-5	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación Aguas superficiales
1219-8-6	Escombrera	Paisaje Vegetación Aguas superficiales Acuíferos
1319-2-23	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación
1319-2-24	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación
1319-2-25	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación
1319-3-8	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación
1319-5-1	Escombrera	Paisaje Vegetación Aguas superficiales
1320-2-8	Balsas	Paisaje Vegetación Aguas superficiales
1320-2-23	Escombrera	Paisaje Polvo Vegetación
1419-5-4	Balsas	Paisaje Aguas superficiales

9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

El efecto combinado del encarecimiento de las materias primas, de los costes energéticos y del suelo, tanto agrícola, industrial como 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 existentes o aprovechar el espacio ocupado por las estructuras residuales, bien integrando con el entorno o empleándolo como suelo industrial o urbano.

9.1. Utilidad de los residuos almacenados

Entre las estructuras inventariadas en la provincia de Sala-

manca y desde la perspectiva de reutilización de los materiales residuales es lógico admitir en un principio, sólomente aquéllos casos de emplazamiento con un volúmen importante de residuos.

En el caso de un posible aprovechamiento minero de los residuos procedentes de labores extractivas estos se encuentran condicionados por la necesaria realización de ensayos y análisis, a efectos de definir las leyes y contenidos de impurezas contaminantes, que hagan viable la rentabilidad del proceso a seguir.

Son aspectos decisivos, los volúmenes apilados en cada estructura, la naturaleza o estado en que se encuentran los residuos (oxidados, carbonatados, sulfatados, ...), la distancia respecto a los posibles centros de consumo, etc. Estos factores, no son exclusivos de estos tipos de estructuras, sino que también constituyen parámetros de criterio en aquellos depósitos que se conforman a expensas de la extracción de rocas industriales, (áridos, arcillas, etc...), aunque como es conocido, su volumen es muy reducido.

En relación con las explotaciones de estos últimos materiales, los estériles vertidos proceden de los desmontes y preparaciones de los frentes de cantera o explotación, de los rechazos de clasificación de la propia planta de tratamiento.

Las granulometrias son mezcladas, con contenido en finos variable y dependiendo del tipo de sustancia a obtener.

En un principio, podría pensarse en la siguiente reutilización de los vertidos, de esas estructuras:

- Los materiales gruesos, previa trituración y clasificación podrían utilizarse como áridos y como material de relleno para distintos acondicionamientos en la propia cantera. Caso de materiales cuarcíticos, carbonatados, etc.
- 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 podrían utilizarse en prácticas de restauración.
- El conjunto de los materiales de la escombrera puede 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 volúmen pequeño limitan el 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 propio tiempo que se acomete la etapa de restauración de la cantera de la cual proceden.

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 cual puede ser aprovechado, con un tratamiento más o menos complejo de la estructura, en una variada gama de posibilidades.

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

- El empleo de los residuos en el acondicionamiento de pistas y accesos, en 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 para su aprovechamiento agrícola o forestal si procede.
- . En los casos de actividad se debe acometer la restauración de las escombreras al mismo tiempo que se emprende la restauración de la cantera o explotación de la que proceden, integrando ambas en su medio natural, y corrigiendo en lo posible las alteraciones ambientales producidas.

10. CONSIDERACIONES ESPECIFICAS EN CASOS SINGULARES

10.1. Minería del estaño - wolframio

Los depósitos primarios económicamente explotables de la asociación casiterita - wolframita se distribuyen a lo largo del denominado "arco del estaño", que recorre la provincia de Salamanca, estando vinculados al magmatismo hercínico.

Los yacimientos primarios, en los que el mineral se presenta integrado en filones y acompañado de arseno-pirritas, pirritas y otros sulfuros o diseminado en la roca de caja, las bajas leyes obligan a un control analítico severo con el fin de optimizar su laboreo y rendimiento económico.

En los yacimientos secundarios, las individualizaciones de la casiterita están diseminadas en una matriz, compuesta por arcillas y cantos. En su laboreo han sido o son utilizados diversos métodos específicos, que posteriormente precisan de tratamientos mineralúrgicos de concentración.

Debido a la alta densidad de la casiterita, las técnicas de concentración de mayor empleo se centran en las gravimétricas

que aunque proporcionan recuperaciones por lo general pobres, permiten tratar un gran volumen de material. Si la casiterita se presenta en alto porcentaje de liberación como en los yacimientos secundarios y en algunos del tipo diseminación en rocas ígneas muy alteradas, la fracción granulométrica en la que está incluida la mineralización es separada de otros tamaños mayores y menores mediante clasificadores, cribas y tamices para después ser concentrada en mesas de sacudidas, espirales, etc., de donde posteriormente es llevada al afino final.

Las Menas procedentes de yacimientos primarios, arrancados por voladura, deben ser machacadas y molidas antes de ser tratadas por cualquier método de concentración.

De los yacimientos que han tenido o tienen importantes producciones en la provincia de Salamanca, deben citarse: Barruecopardo Golpejas, Morille-Martinamor, El Cubito, etc.

MINA DE BARRUECOPARDO

El depósito de scheelita de Barruecopardo, al noroeste de la provincia de Salamanca, propiedad de Coto Minero Merladet, S.A., es el único de volframio que se ha mantenido en explotación con continuidad y regularidad, aunque con grandes altibajos. (foto nº 10.1)



FOTO nº 10.1. - MINA DE BARRUECOPARDO. VISTA GENERAL
DE LAS INSTALACIONES Y LOS DEPOSITOS
RESIDUALES

Geológicamente el depósito encaja en una zona constituida por materiales sedimentarios cuya edad está comprendida entre el Ordovícico Inferior y el Precámbrico. Estas rocas fueron deformadas durante la orogenia hercínica y han sufrido metamorfismos regional de baja presión y de contacto. (Fig.10.1), debido a la intrusión.

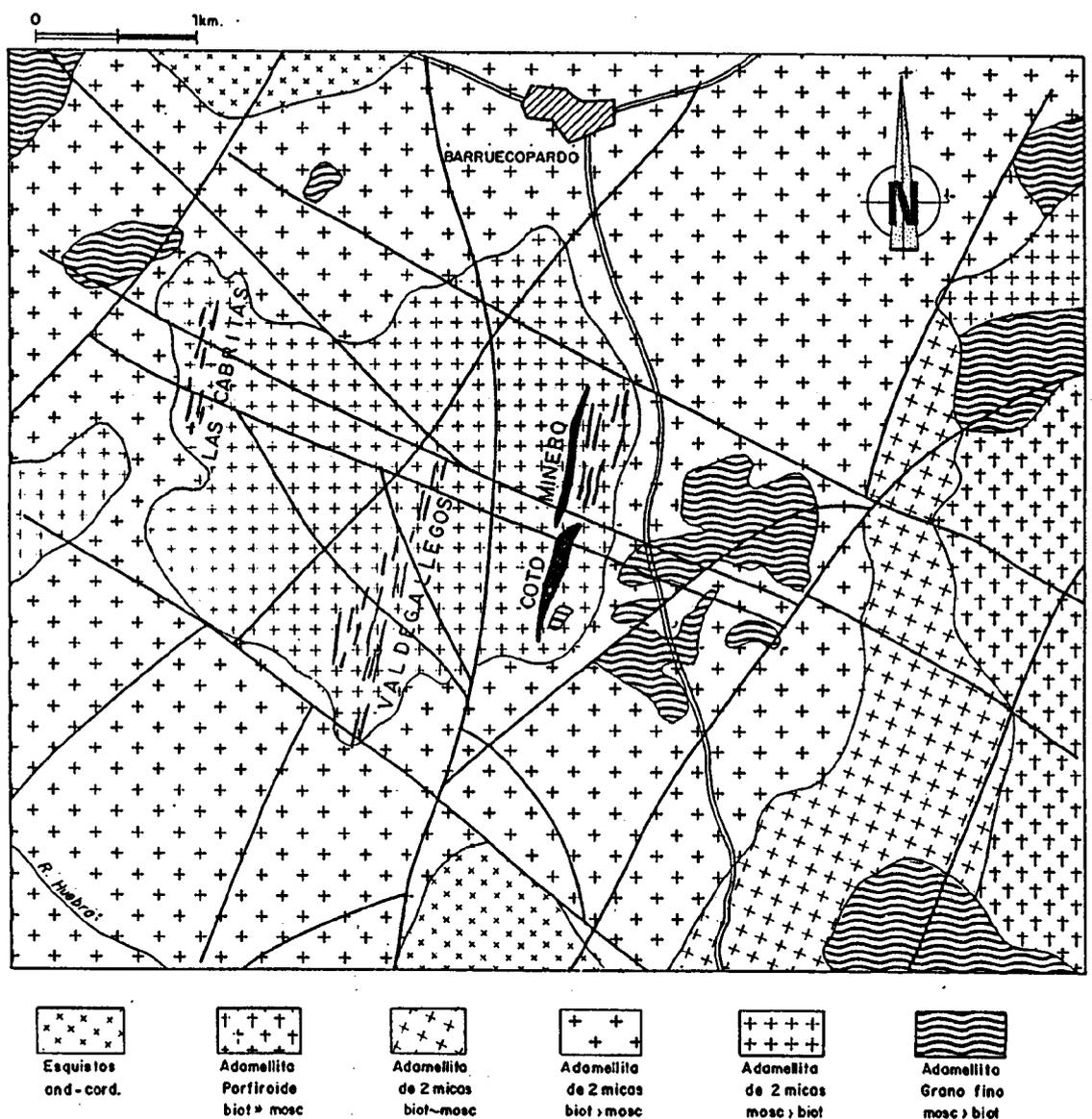


FIG. 10.1.- ESQUEMA GEOLOGICO DE BARRUECOPARDO (SALAMANCA), CON LAS PRINCIPALES AREAS MINERALIZADAS.

SEGUN ARRIBAS . I.T.G.E.

de varios complejos graníticos.

La mineralización encaja en materiales graníticos, en los que se conservan pequeños enclaves metamórficos. El granito es de tendencia alcalina y varía desde granito a adamellita y leucogranodiorita, todos ellos de dos micas. Existen además una microclinización más o menos acentuada, acompañada en muchos casos de una muscovitización de los feldespatos y las biotitas.

El depósito mineral está constituido por una serie de filones de cuarzo hidrotermal, paralelos y subverticales, con longitudes variables, desde decenas de metros hasta los 1.400 m. del "filón maestro", y potencias que oscilan entre 0,5 cm y 15 cm. La paragénesis está constituida por mispíquel, scheelita, wolframita, casiterita, molibdenita, pirita, calcopirita y bismutina. En las proximidades de los filones hay una red de filoncillos de cuarzo, con scheelita y mispíquel, que van acompañados de un intenso proceso de transformación del granito de caja. Relacionada con este proceso se produce la mineralización de la zona, anterior en la que aparecen scheelita y casiterita.

El conjunto de filones y granito de caja se explotaba a cielo abierto mediante bancos, de 15 a 20 metros de altura. (Foto nº 10.2.)

El todo - uno, una vez triturado a tamaño menor de 15 mm. y concentrado en cribones y mesas a fin de obtener un preconcentrado que es sometido a separación magnética para eliminación



FOTO nº 10.2. - DEPOSITOS DEL GRUPO MINERO MERLADET
EN BARRUECOPARDO

de los óxidos de hierro, es tostado para eliminar primero y recuperar después los óxidos de arsénico.

Los depósitos más relevantes (Foto 10.2.), corresponden a la Mina de Barruecopardo, con reflejo de una evaluación cualitativa de su estabilidad e Impacto Ambiental Global son los que a continuación se indican:

MINA DE BARRUECOPARDO

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>I. AMBIENTAL</u> <u>GLOBAL</u>
101870001	BARRUECOPARDO	2.000.000	BALSA	BAJA	ALTO
101870002	BARRUECOPARDO	50.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIA
101870004	BARRUECOPARDO	100.000	ESCOBRERA	BAJA	MEDIO
101870006	BARRUECOPARDO	150.000	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
101870007	BARRUECOPARDO	60.000	ESCOBRERA	ALTA	BAJO
101870008	BARRUECOPARDO	55.000	ESCOBRERA	ALTA	BAJO
101870009	BARRUECOPARDO	500.000	BALSA	BAJA	ALTO
101870010	BARRUECOPARDO	500.000	BALSA	BAJA	ALTO
101870011	BARRUECOPARDO	500.000	BALSA	BAJA	ALTO
101870012	BARRUECOPARDO	1.500.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
101870013	BARRUECOPARDO	1.500.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
101870014	BARRUECOPARDO	120.000	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
101870016	BARRUECOPARDO	100.000	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO

MINA DE GOLPEJAS

Está situada a 23 km. al Oeste de Salamanca, cerca de la carretera de Salamanca a la frontera portuguesa por Vitigudino, y es propiedad de Minera del Duero, S.A.

A unos 2 km. al Este de un batolito granítico, rodeado de rocas esquistosas cámbricas metamorfizadas, micacitas y filitas con signos de metamorfismo de contacto, existen, a manera de interdigitaciones en ellas, diques de apuntamiento de leucogranitos albíticos con mineralización de casiterita y, accesoriamente, de columbatintalita, con potencias máximas de 35 m.

El conjunto se halla afectado por diversas fallas que apenas logran modificar su primitiva disposición.

El granito está fuertemente orientado y caolinizado, y el conjunto constituye un "stock" circular desmochado que buza hacia el Oeste y hacia el Norte.

La interdigitación explotada, denominada "Dique de las canteras", tiene una longitud de unos 2.400 m. Una alteración neumatolítica ha provocado la greisenización, cuyo grado aumenta de muro a techo, en el mismo sentido en que aumenta la ley en el estaño.



FOTO nº 10.3. - CORTA DEL GRUPO MINERO
MERLADET BARRUECOPARDO

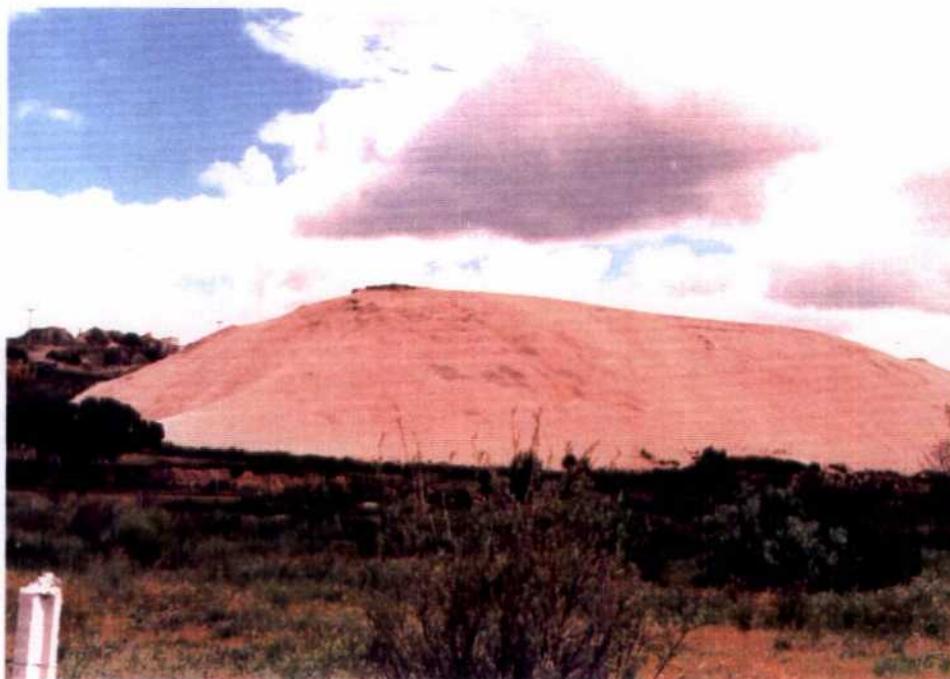


FOTO nº 10.4. - ESCOMBRERA DE LA MINA DE
GOLPEJAS CON ABUNDANCIA
DE FINOS

En los extremos la alteración es de más baja temperatura, hidrotermal, y se han producido fenómenos de caolinización, siendo más bajos los contenidos en estaño.

Las labores de extracción han tenido lugar en el terreno central del "Dique de las canteras", en las "Canteras Tita" y "Cantera Oeste".

Los depósitos más relevantes (Foto 10.4.), correspondientes a la Mina de Golpejas, con reflejo de una evaluación cualitativa de su estabilidad e Impacto Ambiental Global son los que a continuación se indican:

<u>MINA DE GOLPEJAS</u>					
<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u>			<u>I. AMBIENTAL</u>
		<u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>GLOBAL</u>
121880006	GOLPEJAS	145.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
121880007	GOLPEJAS	160.000	ESCOBRERA	BAJA	ALTO
121880008	GOLPEJAS	500.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
121880009	GOLPEJAS	400.000	BALSAS	MEDIA	MEDIO
121880010	GOLPEJAS	11.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
121880011	GOLPEJAS	190.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
121880012	GOLPEJAS	273.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
121880013	GOLPEJAS	10.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
121880014	GOLPEJAS	18.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
121880015	GOLPEJAS	43.000	ESCOBRERA	BAJA	MEDIO
121880016	GOLPEJAS	130.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
121880017	BOLPEJAS	54.000	BALSA	MEDIA	MEDIO

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>I. AMBIENTAL</u> <u>ESTABILIDAD</u>	<u>GLOBAL</u>
121880018	GOLPEJAS	47.000	ESCOBRERA	BAJA	MEDIO
121880019	GOLPEJAS	205.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
121880020	GOLPEJAS	53.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO

DEPOSITOS DE MORILLE - MARTINAMOR

Los materiales que constituyen el zócalo granito-metamórfico, situado al suroeste de la ciudad de Salamanca, ocupan la estructura denominada de Vecinos-Martinamor, cuya orientación fundamental es NO-SE. Dicha estructura se encuentra situada entre la sinforme de Salamanca formada por materiales ordovícico-silúrico, y la sinforme de Veguillas.

En el conjunto infraordovícico metamórfico se distinguen estratigráficamente dos serjes que presentan un metamorfismo regional una superior, pelítica y cuarcítica, con metamorfismo epizonal, y otra inferior, formada por tres tramos: uno superior con cuarcitas, anfibolitas, neises y rocas carbonatadas; otro medio, constituido por microconglomerado feldespático e intercalaciones de rocas volcánicas ácidas y esquistos micáceos; y el inferior formado por tres bandas de cuarcitas micáceas con intercalaciones de esquistos y neises.

El granito de Martinamor es orientado, de grano medio a fino, muy leucocrático, y alterna con bandas de ortoneises de los que se diferencia netamente. Presenta facies muscovíticas, aplíticas, pegmatíticas, y diferenciaciones albíticas en cúpulas.

El plutón granítico de Martinamor se prolonga hacia el oeste - noroeste con rocas más evolucionadas que la del plutón principal, en las que se concentran estaño, elementos alcalinos, metales raros y niobio; se trata de rocas graníticas con abundantes álcalis,

que se sitúan en el polo más ácido de las líneas evolutivas en las zonas típicas de los leucogranitos asociados, con mineralizaciones estanníferas ricas en cuarzo, muscovita y albita.

En esta área , hay varios tipos de mineralizaciones de estaño y volframio.

- Mineralizaciones de sheelita estratiforme, asociadas a rocas calcosilicatadas: Mina "Alegría", en Morille.
- Mineralizaciones filonianas de scheelita, con cuarzo en Tornadizos.
- Filones de casiterita, volframita y scheelita con cuarzo: Minas "Carmen", "Berta" y "Pilar".
- Depósitos de scheelita y volframita en tramos filonianos más o menos complejos, tipo "stockwork": Mina de scheelita "Santa Genoveva".
- Casiterita en filones de cuarzo y pegmatitas, en facies pegmoaplíticas: Mina de "Bernoy".
- Scheelita disseminada en granitos leucocráticos apicales albitizados: Mina de "Santa Genoveva".
- Depósitos detríticos de casiterita, en aluviones fósiles terciarios: mina "El Cubito".

Los depósitos más relevantes, corresponden a las zonas extractivas de Morille-Martinamor, con reflejo de una evaluación cualitativa de su estabilidad e Impacto Ambiental Global, son los que a continuación se indican:

DEPOSITOS DE MORILLE - MARTINAMOR

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>I. AMBIENTAL</u> <u>GLOBAL</u>
132020002	MORILLE	25.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020003	MORILLE	60.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020004	MORILLE	6.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020005	MORILLE	800	BALSA	MEDIA	BAJO
132020006	MORILLE	4.300	ESCOBRERA	BAJO	MEDIO
132020007	MORILLE	2.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020008	MORILLE	16.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
132030001	MARTINAMOR	2.600	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132030002	MARTINAMOR	7.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132040009	MARTINAMOR	5.400	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132040010	MARTINAMOR	25.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132040011	MARTINAMOR	5.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
130240012	MARTINAMOR	5.100	BALSA	MEDIA	BAJO

MINA CUBITO

La concentración mineral se sitúa entre el borde del zócalo granítico metamórfico de Martinamor y el Terciario de la fosa de Ciudad Rodrigo. Esta es una depresión tectónica en la que se depositaron materiales detríticos, fundamentalmente paleógenos sobre los que reposan otros materiales detríticos miocenos, mal estratificados y semisuelos, entre los que existen intercalaciones arcillosas.

El depósito está constituido por casiterita diseminada en los aluviones fósiles terciarios. Estos aluviones, que rellenan cubetas producidas por la tectónica de bloques alpina, están cubiertos por arcillas y reposan sobre pizarras que tienen potencias variables, llegando a alcanzar en ocasiones hasta los 10 m.

Las explotaciones antiguas eran aluviones de poca profundidad aunque de gran riqueza, hoy prácticamente agotados, y una serie de filones de cuarzo, subverticales. Las explotaciones actuales se centran en un paleocauce cuyo muro son las micacitas del zócalo granítico.

La explotación se realiza a cielo abierto y las tierras son tratadas en un lavadero que consta de tolva, criba, trómeles, vibros, espesadores, mesas, horno de secado y separadora magnética.

Los depósitos más relevantes, corresponden a la Mina "El Cubito", con reflejo de una evaluación cualitativa de su estabilidad e Impacto Ambiental Global, son los que a continuación se indican:

MINA EL CUBITO

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>I. AMBIENTAL</u>
		<u>m³</u>			<u>GLOBAL</u>
121980001	BARBADILLO	45.000	BALSA	ALTA	MEDIO
121980002	BARBADILLO	600.000	BALSA	MEDIA	ALTO
121980003	BARBADILLO	1.400.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
121980004	CARRASCAL	41.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
121980005	CARRASCAL	2.100.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
121980006	CARRASCAL	155.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
121980007	BARBADILLO	1.900	ESCOBRERA	MEDIA	BAJO
131950001	CARRASCAL	65.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO

OTRAS ESTRUCTURAS RESIDUALES QUE SE SIGNIFICAN EN LA MINERIA 189.
DEL ESTAÑO - WOLFRAMIO SON LAS SIGUIENTES:

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>IMPACTO</u> <u>AMBIENTAL GLOBAL</u>
091880004	LA FREGENEDA	2.000.000	ESCOBRERA	BAJA	ALTO
0911880005	LA FREGENEDA	20.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
091880007	LA FREGENEDA	30.000	ESCOBRERA	ALTA	ALTO
101920002	LUMBRALES	50.000	ESCOBRERA	BAJA	MEDIO
101920003	LUMBRALES	20.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
102220005	PUEBLA DE AZABA	45.000	BALSA	BAJA	MEDIO
102220006	PUEBLA DE AZABA	75.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102260003	PUEBLA DE AZABA	37.000	BALSA	CUTICA	MEDIO
102260004	PUEBLA DE AZABA	23.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
102260005	PUEBLA DE AZABA	24.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
102260006	PUEBLA DE AZABA	3.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
102260007	PUEBLA DE AZABA	14.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
102310008	NAVASFRIAS	12.000	ESCOBRERA	MEDIA	BAJO
111850002	VALDERRODRIGO	40.000	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
121950003	GARCIRREY	7.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
131950002	SAN PEDRO DE ROZADOS	3.300	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
131960009	MORZABEZ	57.000	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
131960012	MORZABEZ	1.300	BALSA	MEDIA	BAJO
131960013	MORZABEZ	59.000	BALSA	MEDIA	BAJO
131960016	SAN PEDRO DE ROZADOS	12.300	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
13190017	S. PEDRO DE ROZADOS	13.200	ESCOBRERA	ALTO	MEDIO
131960020	S. PEDRO DE ROZADOS	7.700	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
131960021	MOZARBEZ	6.700	ESCOBRERA	ALTA	MEDIO
132010003	S. PEDRO DE ROZADOS	208.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132010004	S. PEDRO DE ROZADOS	16.000	BALSA	MEDIA	BAJO
132010005	S. PEDRO DE ROZADOS	215.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132010008	S. PEDRO DE ROZADOS	7.700	ESCOBRERAS	MEDIA	BAJO
132010010	S. PEDRO DE ROZADOS	8.500	ESCOBRERA	MEDIA	BAJO
132020015	S. PEDRO DE ROZADOS	10.500	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>IMPACTO</u> <u>AMBIENTAL GLOBAL</u>
132020016	S. PEDRO DE ROZADOS	12.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
132020017	S. PEDRO DE ROZADOS	3.700	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020018	S. PEDRO DE ROZADOS	16.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020019	S. PEDRO DE ROZADOS	50.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020021	S. PEDRO DE ROZADOS	25.600	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020022	S. PEDRO DE ROZADOS	219.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020023	S. PEDRO DE ROZADOS	68.000	ESCOBRERA	BAJA	MEDIO
132020024	S. PEDRO DE ROZADOS	17.700	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
132020025	S. PEDRO DE ROZADOS	13.400	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO

10.2. Minería del uranio

La mayoría de los depósitos aparecen en el basamento paleozóico y prepaleozóico de la Meseta. La disposición de las mineralizaciones es de tipo filoniano, encajadas en rocas granitoideas unas veces, con pechblenda masiva y ganga de cuarzo y pirita, o con ganga de cuarzo abundante, blenda, galena, pirita y calcopirita, y otras veces con cuarzo, coffinita y fluorita, etc.

En contraste, las mineralizaciones de la cobertera mesozoica y terciaria son de tipo estratiforme, en sedimentos organógenos o en sedimentos areniscosos fluvio-deltaicos.

A unos 10 km. al norte de Ciudad Rodrigo, aguas abajo del río Agueda, en el término de Saelices el Chico, encajadas en esquistos sercíticos y cloríticos de edad cámbrica y precámbrica se encuentran los yacimientos más importantes de España, denominados "Fe", "D", y "Alameda". Sin embargo, otras explotaciones que en otros tiempos también han merecido la atención han sido: En Villar de Peralonso (Mina Peralonso), en Villavieja de Yeltes (Mina Caridad), en Sobradillo (Mina Valdemascaños), en Villar del Ciervo (Mina Esperanza), en Alameda de Bardón (Mina Alameda), en Carpio de Azaba (Mina Carpio), en Casilla Flores (Mina Casillas).

EXPLOTACION DEL YACIMIENTO FE EN SAELICES EL CHICO

La paragénesis mineral está constituida por pechblenda y coffinita, como minerales primarios y por óxidos negros, gummitas, antunita, etc., como secundarios.

Unos complejos sistemas de fallas y brechificaciones de direcciones predominantes, E-O, han proporcionado los recintos apropiados para el depósito de los minerales primario y secundario de uranio. Si bien el origen de los primeros está sometido a discusión.

La Empresa Nacional del Uranio, S.A. produce desde 1975, concentrados de uranio, con la puesta en operación de la Planta Elefante. Su capacidad inicial de producción de 112 t. de $U_3 O_8$ /año, tras una serie de mejoras y esfuerzos técnicos, ha llegado a alcanzar 230 t. $U_3 O_8$ en 1987.

La explotación del yacimiento Fe, en dos subzonas 1 y 3, se realiza a cielo abierto, mediante perforación y voladuras. La altura de los bancos, se ha visto modificada, a efectos de controlar la dilución de la mena diseminándose las voladuras en función del concentrado que se quiere obtener.

Para ello, es preciso, la definición de un plano radiométrico indicativo de la anomalía radiactivas determinada sobre el terreno.

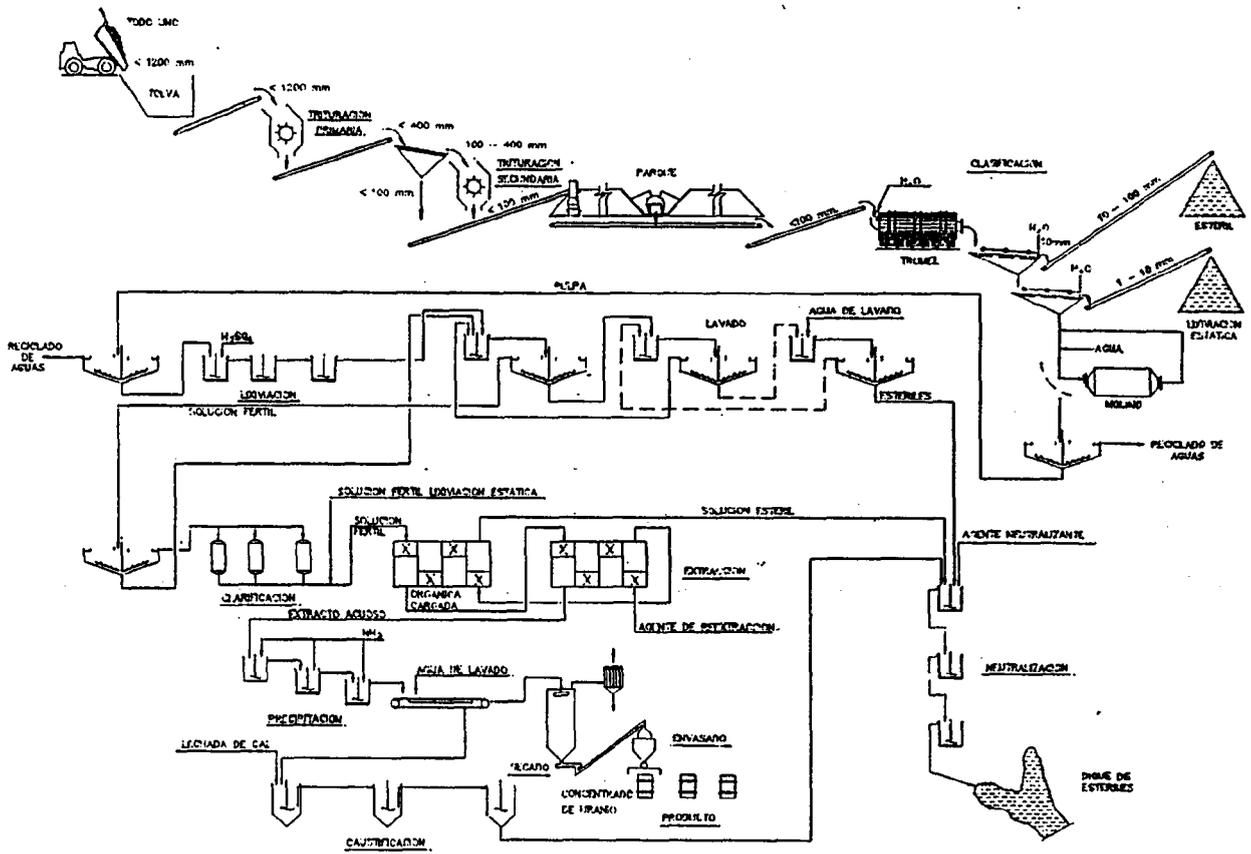
No obstante, Enusa pretende aprovechar los mejores yacimientos de la provincia, entre los que se encuentra la actual mina Fe, y las todavía no explotadas zonas "D" y "Alameda". Para ello contempla la ejecución de una nueva planta de concentración de minerales (Proyecto QUERCUS) que permita alcanzar una producción de 950 t de $U_3 O_8$ anuales.

Un esquema del proceso que se persigue se sintetiza en el Diagrama de Flujo General de la Fig.10.2.

Las operaciones de extracción y tratamiento de minerales generan unos residuos estériles, depositados en estructuras singulares con forma tronco piramidal, denominadas "eras" (escombreras) o en diques de lodos (balsas), donde se efectúan procesos de lixiviación en las primeras y de neutralización en las segundas.

Los minerales uraníferos van acompañados de sulfuros de hierro, que al oxidarse, principalmente por la acción bacteriana, crean un medio adecuado para que se produzcan procesos de lixiviación de los metales contenidos y también del uranio residual, que se encuentra en variables porcentajes entre los residuos, y consecuentemente también será arrastrado por las aguas de lluvia.

En las condiciones actuales de operación es posible distinguir tres tipos de estériles, si atendemos a los aspectos de generación de la mena-uranífera.



Fuente: J.R. Serrano
J. Artieda (1988)

FIG. 10.2.- PROYECTO QUERCUS. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL

1.- Los esteriles procedentes de las operaciones de extracción del mineral que se almacena en las escombreras de la mina.

Proceden de todas aquellas zafras arrancadas en el yacimiento, cuya ley química es inferior a la ley de corte: 200 p.p.m. en U_3O_8

La granulometría de estos residuos, viene condicionada, por el sistema de arranque de las zafras, y la dilución que se persigue.

En líneas generales, las granulometrías son abiertas, entre 1 mm. y 10^3 mm.

2.- Los estériles de mineral agotado procedentes de las operaciones de lixiviación estática que son almacenados en las propias "eras", anteriormente productivas. (Foto nº 10.5. y 10.6.)

El volumen de estos estériles depende de la ley del mineral y de las necesidades de producción de los concentrados de Uranio.

Actualmente, mediante este tipo de lixiviación estática son tratados minerales "ricos" y "marginales", con una ley media de 700 p.p.m., según Criado. M. y González. S.

La granulometría de estos estériles, está comprendida entre 1 y 10^2 mm. aproximadamente, estando supeditada por el tipo

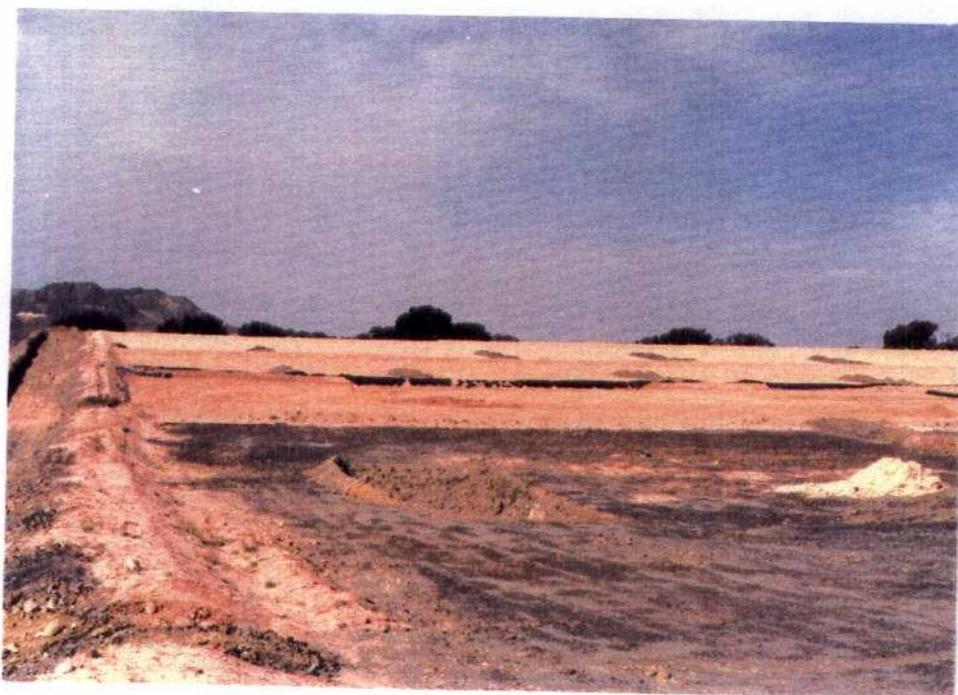


FOTO nº 10.5. - DETALLE CONSTRUCTIVO DE UNA ERA DE LIXIVIACION DEL PROCESO DE OBTENCION DEL URANIO



FOTO nº 10.6. - ERA DE LIXIVIACION EN ACTIVIDAD
SAELICES EL CHICO

de tratamiento, lo que a su vez condiciona la estabilidad del almacenamiento.

3.- Los lodos de neutralización de los refinados de las instalaciones de lixiviación estática que son almacenados en diques.

El volumen de estos lodos depende de la producción de concentrados de uranio que se generan en la propia planta.

La constitución de estos lodos, pueden asemejarse a unos yesos, de metales pesados producidos durante la neutralización con lechada de cal de los refinados que se originan durante la fabricación de concentrados de uranio.

En el nuevo proceso de concentración que conlleva la planta Quercus, está previsto que se produzcan tres tipos de estériles, correspondientes a las tres fracciones en que se distribuirán los minerales que en ella se procesen. Así se tiene prevista la aparición de una primera fracción muy voluminosa, con leyes muy bajas y granulometrías muy altas que será rechazada como estéril sin ser procesada.

Su transporte mediante volquetes se efectuará a una escombrera convencional.

La segunda fracción, de menor volumen, y con leyes algo mayores que la anterior, será enviada a la lixiviación estática, donde después de un periodo determinado de tratamiento deberán ser cargadas nuevamente y enviadas a un emplazamiento definitivo.

A falta de una ubicación dentro de las actuales zonas de explotación se tiene previsto adecuar una escombrera exterior, situada al norte, aguas arriba de la corta "Fe".

La tercera fracción, la de leyes más altas, compuesta por los tamaños más finos será enviada a la planta Quercus para su procesamiento, dando lugar a unos efluentes en forma de suspensión de sólidos formados por pizarras, sulfato cálcico y por compuestos de difícil cualificación, que serán enviados a un dique de estériles de nueva creación.

Los depósitos más relevantes, correspondientes a la zona extractiva del yacimiento "Fe", con reflejo de una evaluación cualitativa de su estabilidad e Impacto Ambiental Global son los que a continuación se indican:

<u>CODIGO</u>	<u>MUNICIPIO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³</u>	<u>ESTRUCTURA</u>	<u>ESTABILIDAD</u>	<u>IMPACTO</u> <u>AMBIENTAL GLOBAL</u>
102130001	SAELICES EL CHICO	1.890.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130002	SAELICES EL CHICO	11.150.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130003	SAELICES EL CHICO	2.000.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130004	SAELICES EL CHICO	300.000	ESCOBRERA	MEDIA	MEDIO
102130005	SAELICES EL CHICO	149.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130006	SAELICES EL CHICO	452.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130007	SAELICES EL CHICO	98.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130008	SAELICES EL CHICO	211.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130009	SAELICES EL CHICO	2.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130010	SAELICES EL CHICO	4.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130011	SAELICES EL CHICO	10.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130012	SAELICES EL CHICO	2.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130013	SAELICES EL CHICO	1.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102130014	SAELICES EL CHICO	543.500	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130015	SAELICES EL CHICO	582.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130016	SAELICES EL CHICO	355.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130017	SAELICES EL CHICO	170.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO
102130018	SAELICES EL CHICO	197.000	ESCOBRERAS	MEDIA	MEDIO
102140003	SAELICES EL CHICO	436.000	BALSA	ALTA	MEDIO
102140004	SAELICES EL CHICO	126.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102140005	SAELICES EL CHICO	126.000	BALSA	MEDIA	MEDIO
102140006	SAELICES EL CHICO	873.000	ESCOBRERA	MEDIA	ALTO

11. PROPUESTAS DE ACTUACION Y RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACION

Una vez realizado el Inventario de Balsas y Escombreras Mineras de la provincia de Salamanca, 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 se aconseja acometer, a efectos de corregir y controlar en lo posible los aspectos ambientales negativos o situaciones de estabilidad comprometidas.

Las balsas y las escombreras son estructuras que requieren de estudios de seguimiento o un proyecto de diseño constructivo si son nuevas, a efectos de considerar las posibles alternativas existentes.

Los citados estudios o proyectos, además de estudiar la implantación y realizar un análisis de estabilidad deben 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 se desencadenan y las actuaciones preventivas, para que, una vez abandonada la estructura no constituyan un elemento de riesgo.

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

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 riesgo, estudiando y evaluando todas las implicaciones sobre la estabilidad general de la escombrera.

La existencia de blandones 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 deslizamientos o desprendimientos. No es una ubicación apropiada y en el caso de existir deben de adoptarse medidas especiales de protección.

Si se observan zonas permanentemente encharcadas se rellenarán con materiales gruesos seleccionados, que proporcionen un buen drenaje.

La recogida de aguas de escorrentía debe realizarse mediante canales de cintura dispuestos ladera arriba. En la evacuación ladera abajo deben limitarse las pendientes, con intercalación de disipadores que eviten una erosión remontante. Su limpieza y mantenimiento deben estar garantizados en todo momento.

Las fuentes o surgencias deben captarse y derivarse del entorno de las escombreras. Si éstas son extensas debe disponerse una red de zanjas o tubos drenantes, conectadas a colectores visitables.

A efectos de disipar rápidamente la carga hidrostática que pudiera presentarse, si existieran infiltraciones, deben estar previstos drenajes internos, constituidos por escollera procedente de materiales de préstamo.

Debe evitarse la inundación del pie de las escombreras.

Las necesidades de evacuación y drenaje deben dimensionarse para evacuar el máximo volumen embalsable en un plazo máximo de 24 horas.

En la implantación de escombreras en laderas o 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 los problemas de estabilidad y erosión.

Debe cuantificarse la erosión, tanto pluvial como fluvial o eólica y diseñar o crear las medidas correctoras oportunas en los casos de notable intensidad. Así mismo, habrá de evitarse la erosión interna en las estructuras por causas imputables a filtraciones y que en muchos casos ocasionan el colapso de las estructuras. (Foto nº 10.2.)

Deberán conformarse taludes en las estructuras, estables y compatibles con los materiales vertidos y el lugar de emplazamiento. Ha de tenerse en cuenta que la remodelación va a condicionar las facetas de recuperación como son la evolución del suelo y el establecimiento de la vegetación y que ha de adaptarse a los requerimientos que exigen los usos del suelo previstos para la zona.

Los estériles de las plantas de tratamiento y lavaderos, son de granulometría fina, con características plásticas en muchos casos. Los recubrimientos arcillosos deben depositarse en estructuras de estabilidad asegurada, repartiendo los vertidos de la forma más discontinua posible, a efectos de no crear 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.

11.2. Problemas de estabilidad en balsas

En bastante número de casos debe establecerse la estabilidad de la balsa de cuya constitución existen muy escasos datos o ninguno.

En estos almacenamientos deben llevarse a cabo campañas de reconocimiento con sondeos en diversos puntos del dique, con objeto de intentar reconstruir su geometría y la naturaleza de los vertidos, habida cuenta de las irregularidades en la forma de deposición existente en estos depósitos, y su escaso control.

La prospección debe extenderse tanto al dique como a la zona de lodos y de cimientó que deben considerarse en los análisis de estabilidad.

En otros casos los mayores riesgos se derivan del riesgo de inundación de la base del depósito, de las socavaciones, del descenso general de niveles freáticos por el colapso de elementos de drenaje o evacuación, etc.

A lo largo de la vida de una balsa, se suelen presentar multitud de situaciones que varían las hipótesis de partida para las que la balsa fue constituida, así pueden citarse como más frecuentes:

- Las variaciones en las concentraciones de sólidos en los efluentes de la planta o lavadero.
- Los cambios en el diseño de la planta de tratamiento que afectan a la granulometría de los residuos y al concentrado.
- El aumento de la demanda, lo cual se traduce en un incremento del ritmo en la explotación y en el recrecimiento de la balsa.
- A paradas, por causas imputables al mantenimiento de las instalaciones, o las condiciones climatológicas, etc.

En otras balsas ya existentes, deberán adecuarse los drenajes a las necesidades de evacuación de agua, sobre todo si las estructuras interceptan cursos de agua o cauces intermitentes o se disponen en ubicaciones (vaguadas, laderas, ...) de fuerte escorrentía.

La regularización de las zonas de vertido de lodos, impidiendo la formación de bolsadas que induzcan situaciones de inestabilidad deben ser una práctica a realizar.

En líneas generales, debe mejorarse la estabilidad de los diques, con estudios que contemplen las hipótesis de más alto riesgo. De su conclusión deberán desprenderse las medidas correctoras a adoptar. Entre ellas cabe la posibilidad de disminuir el talud exterior del dique, la mejora y aumento de la capa de los materiales que lo configuran, el refuerzo con otro material (geotextil, etc), la mejora del drenaje mediante sondeos, drenes horizontales, etc.

Si las filtraciones o surgencias en el talud exterior de la balsa fueran importantes, deberán estudiarse las características de los materiales que componen el dique, así como su cimiento y diseño constructivo, evaluandose la posibilidad de mejora con la aportación de otros materiales más adecuados a las propiedades filtrantes y permeables en cada caso.

11.3 Medidas correctoras de ámbito general de alteraciones ambientales producidas en balsas y escombreras

No es objetivo de este trabajo proceder a la descripción exhaustiva de las acciones correctoras o de recuperación que pueden aplicarse a cada tipo de alteración producida sobre los diferentes elementos y procesos del medio natural: atmósfera, agua, suelo, flora, fauna, procesos geofísicos, etc.

Sin embargo, el inventario y el estudio realizado sobre las

las distintas estructuras mineras que aparecen en la provincia de Salamanca permiten la consideración de criterios de restauración, a nivel general, que son indispensables en la buena práctica de ejecución minera.

Por otra parte, es importante resaltar el factor económico de todas y cada una de estas operaciones, así como el encarecimiento de estas, si se posterga su ejecución en el tiempo.

Desde la perspectiva del paisaje y la cuenca visual los principios generales que han de tenerse en cuenta para remodelar el entorno de la estructura con vistas a su integración paisajística son:

- Simular en lo posible la topografía final a la existente en la zona con adaptación a las sinusoidades del relieve.
- Evitar la introducción de elementos rígidos, como líneas rectas, ángulos muy marcados, simetrías, formas geométricas extrañas, etc. que singularicen la estructura de su entorno. Debe intentarse la reproducción de las formas del entorno.
- El tamaño de los elementos respecto a los que definen el del paisaje de la zona, adquiere una notable importancia. Debe respetarse la escala.

- Las características visuales del territorio deben ser definidas por personas calificadas para ello, con el fin de:
 - . Ocultar o alejar elementos perturbadores de las zonas de mayor frecuencia de observación.
 - . No disminuir el tamaño de la cuenca visual existente, introduciendo elementos estructurales que lo limiten.
 - . Utilizar las pantallas visuales naturales como elementos de cierre de los impactos. Su tamaño y emplazamiento debe ser convenientemente estudiado.

Las balsas y escombreras producidas por la minería son de todo punto indispensables en la operación minera. Para conseguir minimizar las alteraciones ambientales que se producen, es necesario estudiar detalladamente y para cada caso en particular, una serie de aspectos que ayudaran conseguir su integración con el entorno.

Estos aspectos pueden resumirse en:

- Delimitación de la zona de influencia de la estructura mediante muros, barreras, terraplenes de contención, pantallas visuales, etc.
- Restauración y revegetación de las estructuras a efectos de integrarlas en su entorno; para ello se tendrá en cuenta, el tipo de vertido, la naturaleza, 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, 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 (Foto nº 11.1).

En los casos ya existentes, la concentración de compuestos metálicos en los efluentes disminuirá, si además de perfilar sus taludes, se recubren sus superficies vistas con un manto de arcilla o similar y tierra vegetal, 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. Es recomendable la utilización de pantallas.

La protección del paisaje se llevará con especial interés en aquéllas 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 el adoptar criterios de alejamiento de las vías de comunicación, cursos y embalses de agua, etc., para las de nuevo diseño.

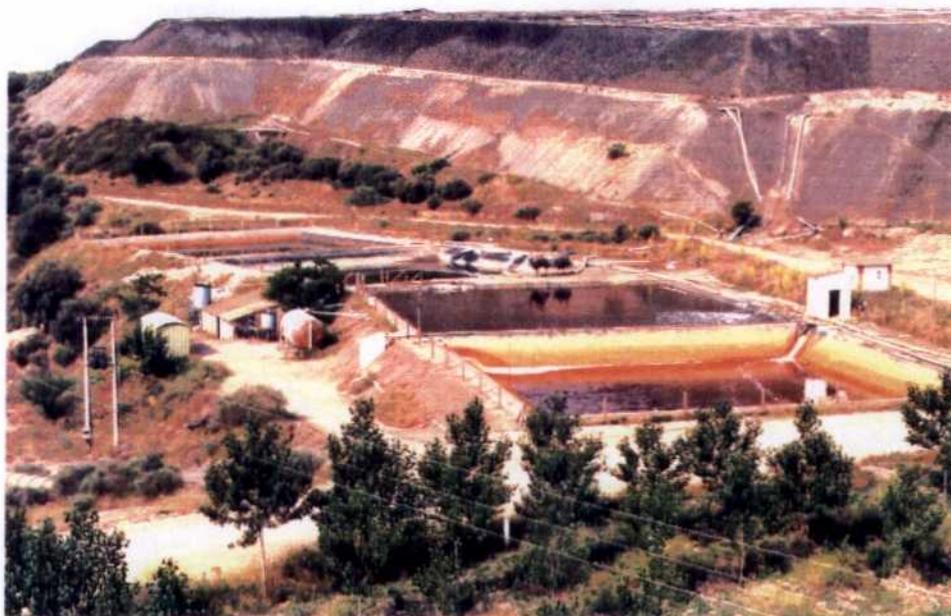


FOTO nº 11.- ERAS DE LIXIVIACION Y BALSAS DE NEUTRALIZACION DEL PROCESO DE OBTENCION DEL URANIO

Los depósitos de estériles radioactivos son objeto en todos los países de reglamentación especial, dados los potenciales impactos permanentes, severos e irreversible que pueden darse para el entorno.

Esta tipología de alteraciones debe condicionar el diseño de las estructuras y sus elementos auxiliares, así como, el control de los parámetros determinativos de la implantación, de los efluentes, los criterios básicos para su abandono, etc.

Por último, son claros ejemplos de las acciones a emprender, los recogidos en las fotos nº 11.2. y 11.3., correspondientes a las restauraciones de una gravera en el municipio de Vega de Tirados y también la llevada a cabo sobre una escombrera antigua procedente de materiales de la corta "Fe" en Saelices el Chico.



FOTO nº 11.2. - RESTAURACION DE LA GRAVERA DE MARTIN
MEDINA EN VEGA DE TIRADOS



FOTO nº 11.3. - ESTADO ACTUAL DE LA REPOBLACION EFECTUADA
EN UNA ESCOMBRERA ANTIGUA DE LA CORTA "Fe".

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Realizados los trabajos del Estudio-Inventario de Balsas y Escombreras Mineras en la provincia de Salamanca con la metodología apuntada en el epígrafe nº 1.2. de esta Memoria, su presentación se efectúa en la forma siguiente:

- 1.- Un Anejo-Documento de fichas encuadradas en varios tomos, 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 incorpora una foto de la estructura en la situación actual y en la fecha de realización del inventario.

- 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. También se encuaderna en varios tomos.

3.- Un documento de planos, constituido por:

- . 1 Mapa provincial a escala 1:200.000 que recoge la ubicación de las estructuras con ficha-inventario y la relación listada.

4.- Un Documento-Memoria, donde se reflejan los resultados alcanzados en este estudio.

Las conclusiones de este Documento-Memoria, pueden resumirse en los puntos siguientes:

- Las sustancias con actividades extractivas en la provincia de Salamanca, según las estadísticas mineras del

M.I.E. son:

- . Uranio
 - . Estaño
 - . Estaño-Wolframio
 - . Wolframio
 - . Feldespato
 - . Calizas
 - . Arcillas
 - . Areniscas
 - . Cuarzitas
 - . Granito
 - . Mármol
 - . Otros productos de cantera
- Se han realizado 190 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 483 estructuras; reco-

giéndose los estados de abandono, actividad o parados.

Con datos la muestra exclusiva de las fichas inventario se concluye:

- Las explotaciones de estaño y estaño-wolframio junto con el grupo llamado otros productos de cantera, son las que originan un mayor número de escombreras y balsas residuales. Se han reflejado del estaño y estaño-wolframio un total de 85 estructuras, lo que representa el 44,7% del total.
- El 77,4% de las estructuras con fichas son escombreras siendo el porcentaje de balsas relacionadas con la minería el 22,6%.
- El porcentaje de estructuras que se encuentran en situación de actividad es del 43,2%.
- Son estructuras abandonadas el 29,5% y un 27,3% se han datado como paradas.
- Los tipos de terreno utilizados que predominan son los calificados como de monte bajo (38,9%) y terreno agrícola (33,2%).
- Las tipologías de estructura que predominan son:

. Para el caso de escombreras:

- Tipo llano: 51,6%
- Tipo ladera: 12,1%

- Para el caso de balsas:

- . Tipo llano: 12,6%
- . Tipo vaguada: 4,2%

- Los medios de transporte más utilizados en los casos de escombreras son:

- El volquete: 31,1%
- La pala: 17,9%
- El sistema mixto pala-volquete: 25,8%

Y en las estructuras tipo balsa:

- La tubería: 8,9%
- El canal: 8,4%

- En 142 casos (74,7%) la altura de las estructuras no supera los 10 m.

- Con alturas significativas que superen los 30 m se encuentran 5 escombreras. Ello representa un 2,7% del conjunto muestreado.

- El mayor porcentaje en cuanto a volumen se encuentra en el segmento 1.000 m³ - 10.000 m³, con un 35,8%.

No obstante, el 21,5% de los casos se encuentra por encima de los 100.000 m³ de estériles almacenados.

- En el muestreo de taludes realizado en escombreras, es posible observar un segmento de valores predominante entre los valores 32º-38º (83,6%).

En el caso de taludes en diques de estériles, los valores se encuentran muy dispersos, existiendo valores que superan los 38º-40º en el talud de aguas abajo, con un 10% de casos.

- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños. En el caso de escombreras se han catalogado como granulometrías heterométricas el 36,8% de los casos. La fracción siguiente predominante es la indicada como media (M): 27,9%. 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 climatología provincial es muy uniforme, sólo modificada debido a la influencia orográfica en la franja montañosa del sur de la provincia y en los valles abiertos a los vientos oceánicos de sus límites occidental y meridional.

El clima es muy frío y seco, con medias térmicas anuales entre 11º y 12º, sólo suavizadas muy localmente en los encajados valles del Duero y Agueda, al NO, donde aquel valor alcanza los 13º y singularmente en el abrigado valle del Alagón, al sur, con media anual superior a los 14º.

Las precipitaciones no superan los 500 mm/año, salvo en el NO provincial, donde se superan los 700 mm anuales gracias a la influencia atlántica y en las sierras meridionales, en las que la pluviometría crece rápidamente con la altura, llegando a rebasar los 1500 mm/año.

Las lluvias sólo aparecen con carácter torrencial en las sierras meridionales, donde las máximas en 24 h alcanzan los 24 mm.

En consecuencia, salvo en estas zonas montañosas, no existe riesgo apreciable de erosión o lixiviación por escorrentía en las estructuras.

- Sólo los cursos altos de los ríos que nacen en las sierras del sur provincial son torrenciales, por causa de las fuertes pendientes e intensidad de las lluvias en la zona, factor a considerar para la presencia de fenómenos erosivos en las estructuras próximas a los cauces por arrastres o desbordamiento en las mismas.
- Los principales recursos hídricos subterráneos se localizan al NE de la provincia, donde pueden verse negativamente afectados por impactos contaminantes de escorrentías y filtraciones nocivas procedentes de las estructuras e instalaciones.

- Según la normativa actual, el riesgo sísmico no alcanza en la provincia un grado suficiente para ser considerado en la estabilidad de las estructuras, salvo en aquéllas que por sus singulares dimensiones y/o gravedad de los daños potenciales que en caso de colapso pudieran ocasionarse, así lo aconseje.
- El riesgo de arrastre eólico es reducido, por ser los vientos moderados en intensidad y frecuencia. Los dominantes son los del NE y cuadrante SO, siendo más sensible el riesgo indicado, cuando soplan los primeros, por ser muy secos, en contraste con la apreciable humedad que acompaña a los segundos.
- Con base a los trabajos de campo llevados a cabo, alejados de estudios puntuales de calidad, precisos para correlacionar los múltiples parámetros incidentes en un estudio de estabilidad por el que se dé una evaluación numérica fiable, se han observado las formas usuales de inestabilidad.

Los problemas advertidos más intensos se recopilan en una relación de estructuras.

- Los problemas más frecuentes están relacionados con fenómenos de:
 - Aparición de grietas: 22,1%
 - Deslizamientos locales: 19,6%

- Deslizamientos generales: 6,9%
 - Subsistencia: 0,01%
 - Erosión superficial: 68,8%
 - Definición de cárcavas: 40,4%
 - Socavación de pie: 1,1%
 - Asentamiento gradual: 6,9%
 - Socavación mecánica: 33,4%
- 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 32 estructuras con la calificación de emplazamiento "mediocre" y 8 estructuras con la calificación de "malo o inaceptable" (4,2%).

- Las alteraciones ambientales principales a que dan lugar estas estructuras son resumidas en factores ambientales que a su vez son agrupados en:
- Alteración visual y del paisaje
 - Alteración ambiental del medio - aire
 - Alteración ambiental del medio - agua
 - Alteración ambiental de los suelos

- Alteración ambiental de la flora y de la fauna
- Alteración del ámbito socio cultural
- Alteración de los procesos geofísicos.

Indudablemente, la variación de estos parámetros no ha sido siempre en el mismo sentido.

También se ha incorporado una relación de estructuras con mayor incidencia en el medio ambiente.

- Teniendo en cuenta el volumen 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.
- Se efectúan una serie de propuestas de actuación y recomendaciones, a efectos de acometer la restauración que proceda en cada caso.

De una forma global pero extensa, se ha considerado la problemática de estabilidad, tanto en escombreras como en balsas.

Estas medidas y actuaciones deben minorar y corregir - la incidencia de estas estructuras con su entorno.

13. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ RODRIGUEZ, R. et al. - Estudio de la concentración del mineral de Wolframio de la mina de Barruecopardo (Salamanca).

ARTIEDA, J., CRIADO, M. - Depósitos de estériles de tratamiento de minerales radiactivos. Oviedo 1988.

BANCO DE BILBAO - Renta Nacional de España y su distribución provincial 1985.

CRIADO, M., GONZALEZ, S., LOPEZ ROMERO, A. - Clausura de depósitos de estériles procedentes del tratamiento de minerales de uranio. Oviedo 1988.

I.N.E. - Censos de Población.

I.N.E. - Encuestas Población Activa (E.P.A.).

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Determinación de parámetros geomecánicos con vistas al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras con la minería del carbón. Madrid 1980.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Geología de España. J.M. Ríos.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Guía para la restauración del medio natural afectado por las explotaciones de canteras. Madrid 1985.

I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de residuos mineros: Ayala Carcedo, F.J., Rodríguez Ortiz, J.M^a. Madrid 1986.

- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Mapas de Rocas Industriales. E: 1/200.000, Vitigudino 36 (3-5), Salamanca 37 (4-5), Plasencia 43 (3-6), Avila 44 (4-6).
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en León, Zamora y Salamanca, 1980.
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Depósitos minerales de España. 1983.
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Mapa geológico nacional. Serie Magna. E: 1/50.000.
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Mapa hidrogeológico nacional. E: 1.000.000.
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Mapa tectónico de España. E/1.000.000.
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Mapas Metalogenéticos de España. E: 1/200.000, Vitigudino 36 (3-5), Salamanca 37 (4-5), Plasencia 43 (3-6), Avila 44 (4-6).
- I.T.G.E. (antes I.G.M.E.) - Calidad y Contaminación de las Aguas Subterráneas en España, Madrid 1985.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (Consejería de Fomento) - Análisis del Medio Físico. Salamanca.
- LOCUTURA, J. et al. - Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca). 1978.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA - Mapas Provinciales de Suelo. Madrid, 1970.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA - Anuarios de Estadística
Minera.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO - Dirección
General de Obras Hidráulicas. Aforos: Cuenca del Duero
Aforos: Cuenca del Tajo.

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).

SAAVEDRA, J. - Procesos geológicos y geoquímicos en la génesis
de yacimientos Estanno-Wolframíferos Centroibéricos.
1982.

SALVAT, S.A. DE EDICIONES PAMPLONA - Conocer España, 1986

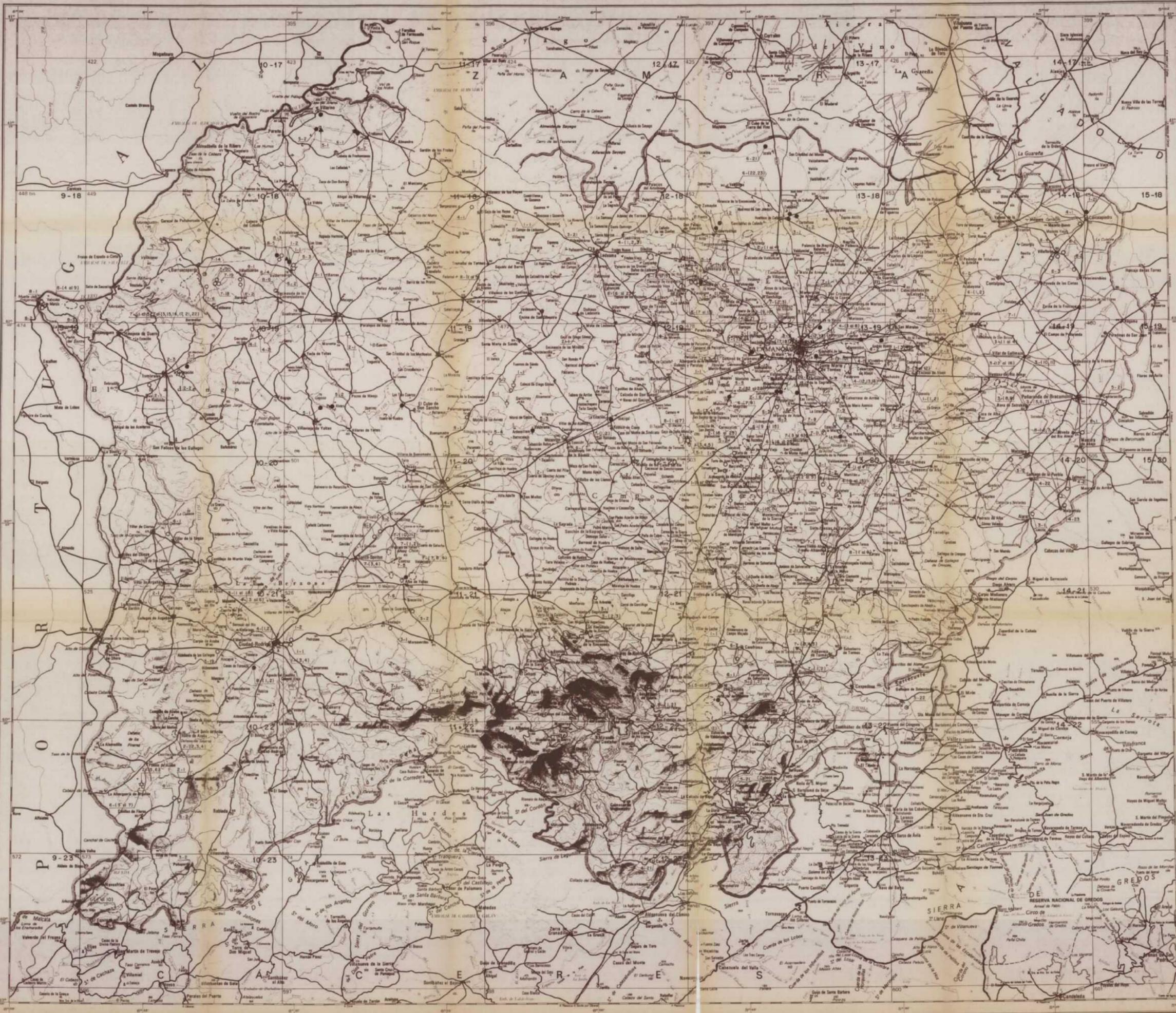
SERRANO, J.R., ARTIEDA-GRANDA, J. - Aprovechamiento de
concentrados de uranio para las centrales nucleares en
España. Proyecto Quercus. Oviedo 1988.

ANEJO.- PLANOS DE SITUACION

PLANO 1.- ESTRUCTURAS EN FICHA-INVENTARIO

(E: 1/200.000)

SALAMANCA



LEYENDA

ESTRUCTURAS	VOLUMEN (m ³)		
	≤ 5.000	5.000 - 50.000	≥ 50.000
ESCOMBRERAS	Activas	Paradas y abandonadas	
BALSAS	Activas	Paradas y abandonadas	
	Conjunto de varias estructuras		

ORGANISMO	Instituto Tecnológico Geomínero de España	
FECHA	1989	
COMPROBADO		
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
	INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS	
	MINERAS	
ESCALA	1:200.000	PLANO Nº
CONSEJERÍA	SALAMANCA	1
	(ESTRUCTURAS EN FICHA Y LISTADO)	