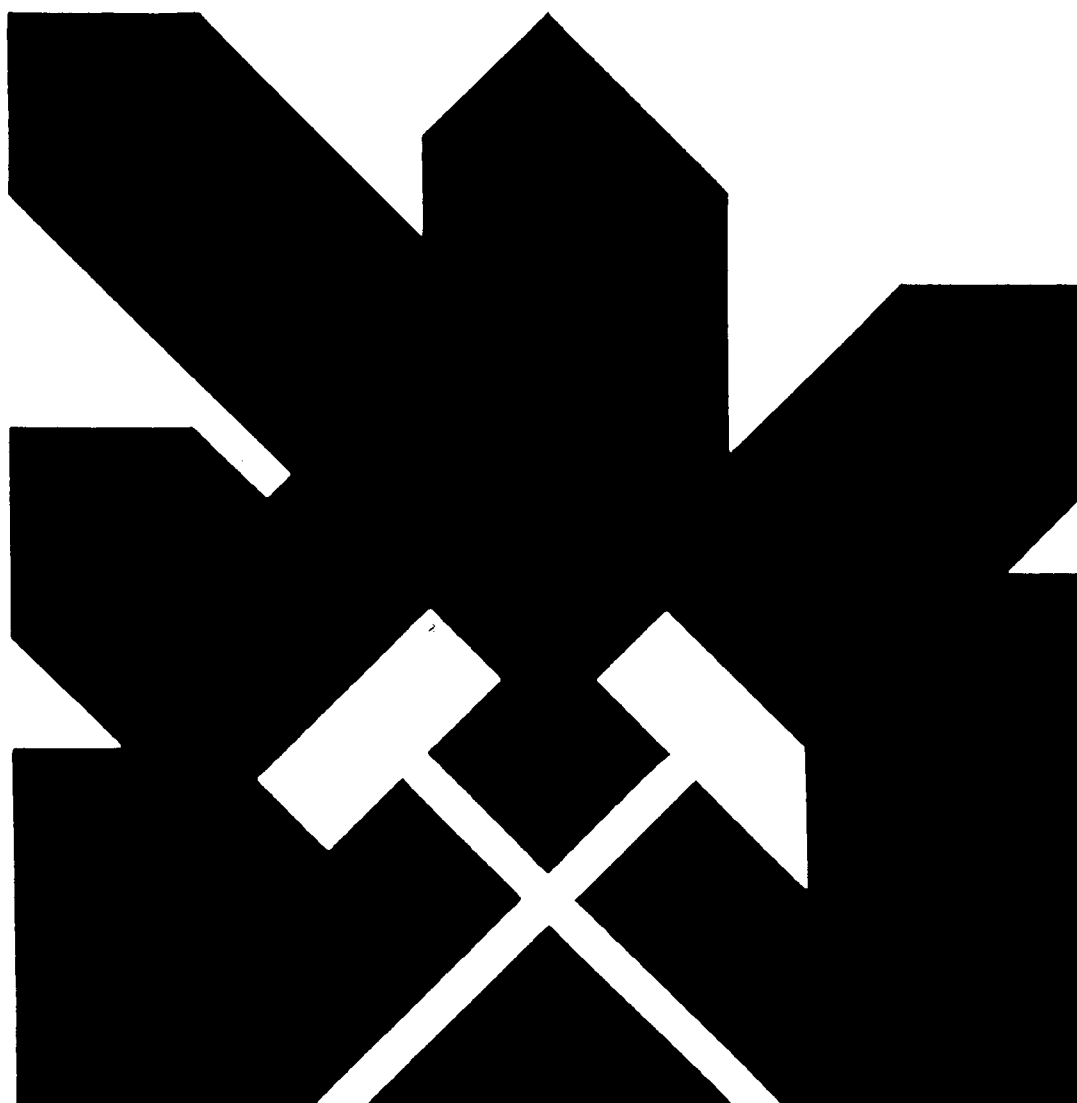


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

**INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS
Y
ESCOMBRERAS
CANTABRIA**

TOMO I

MEMORIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

AÑO 1.987

01022

INVENTARIO NACIONAL DE
BALSAS Y ESCOMBRERAS
CANTABRIA

Este trabajo forma parte del INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRETERAS, realizado en la División de Geología Aplicada a la Ingeniería del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA por las empresas E.A.T., S.A., GEOMECANICA, S.A. y SOCIMEP.

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

Por el I.G.M.E.

D. José María Pernía LLera

Ingeniero de Minas

Director del Estudio

D. Lucas Vadillo Fernández

Ingeniero de Minas

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

D. José Luis Sanz Contreras

Ingeniero de Minas

D. Luis Angel García Varela

Ingeniero Técnico de Minas

Se agradece la colaboración prestada por la Sección de Minas de la Delegación Provincial de Industria, y a las personas responsables de las empresas mineras visitadas.

Madrid, Octubre de 1987

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS
CANTABRIA

TOMO 1

MEMORIA Y PLANOS DE SITUACION

TOMO 2

ANEJO Nº 1: LISTADO DE ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 2: FICHAS INVENTARIO 1ª PARTE

TOMO 3

ANEJO Nº 2: FICHAS INVENTARIO 2ª PARTE

MEMORIA

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

CANTABRIA

INDICE

MEMORIA

1. INTRODUCCION

- 1.1. Objeto y contenido del estudio.
- 1.2. Metodología.

2. MARCO SOCIO-ECONOMICO

- 2.1. Evolución demográfica
- 2.2. Actividad económica.
 - 2.2.1. Población activa.
 - 2.2.2. Producto interior.
 - 2.2.3. Sectores de actividad.
 - 2.2.4. Actividad minera.

3. MEDIO FISICO

- 3.1. Morfología
- 3.2. Hidrología.
 - 3.2.1. Superficial.
 - 3.2.2. Subterránea.

3.3. Sismología.

3.4. Climatología.

3.4.1. Temperaturas.

3.4.2. Precipitaciones.

3.4.3. Insolación.

3.4.4. Vientos.

3.4.5. Síntesis climatológica.

4. SINTESIS GEOLOGICA

5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

5.1. Recursos mineros.

5.1.1. Yacimientos mineros de hierro.

5.1.2. Yacimientos mineros de zinc y plomo.

5.1.3. Rocas Industriales.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS.

6.1. Características generales.

6.2. Resumen estadístico.

6.2.1. Tipos de minería.

6.2.2. Tipos de estructura.

6.2.3. Estado de las estructuras.

6.2.4. Tipos de terreno ocupados.

6.2.5. Tipología de las estructuras.

6.2.6. Sistemas de vertido.

6.2.7. Altura de las estructuras.

6.2.8. Volúmenes.

6.2.9. Taludes de los estériles.

6.2.10. Tamaño de los estériles.

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD.

8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL.

8.1. Criterios generales.

8.2. Evaluación global del impacto.

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

9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS.

9.1. Utilidad de los residuos almacenados.

9.2. Utilidad del espacio físico ocupado.

10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES.

10.1. Las estructuras residuales de la explotación del zinc y del plomo en las zonas de Reocín, Novales, La Florida y Aliva.

10.2. Las estructuras residuales de la explotación de yacimientos de hierro en las zonas de Orconera, Mercadal, Dícido-Setares.

10.3. Las estructuras residuales procedentes de las explotaciones de rocas industriales.

10.4. Otros casos de estructuras residuales.

11. PROPUESTAS DE ACTUACION.

11.1. Problema de estabilidad en escombreras mineras.

11.2. Problemas de estabilidad en balsas.

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

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

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

13. BIBLIOGRAFIA

PLANOS

Nº 1.- SITUACION ESTRUCTURAS LISTADAS CON FICHA

Nº 2.- SITUACION ESTRUCTURAS LISTADAS SIN FICHA

ANEJOS

ANEJO Nº 1.- LISTADO

ANEJO Nº 2.- FICHAS

1. INTRODUCCION

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

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

1.1. Objeto y contenido del estudio

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

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

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

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

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

El soporte de los trabajos anteriores, está constituido por la presente Memoria explicativa a la que acompañan un Anejo I en donde se recoge el listado de 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, volúmen y actividad, problemas de estabilidad y contaminación. Así mismo se recogen los datos necesarios para establecer una evaluación visual cualitativa de la estabilidad y del impacto ambiental de la estructura, de carácter general.

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

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

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

- Código o clave
- Denominación
- Municipio
- Paraje
- Empresa propietaria
- Tipo de estructura: Balsa (B), Escombrera (E), Mixta (M)
- Si es Activa (A), Parada (P) o Abandonada (B)
- El volúmen aproximado en el momento de la visita
- Las coordenadas U.T.M.
- El tipo de 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, representando el primero la columna, y el segundo la fila, de un cuadrículado que abarca todo el territorio nacional. A continuación figura un tercer número que identifica el octante de la citada hoja 1:50.000, y finalmente, el último número corresponde a la serie correlativa de estructuras dentro del octante.

- Datos generales de minería, propietario y localización.
- Características geométricas, con cuantificación de volumen aproximado y medida 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 topografía 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.
- . GRANDE Bolos 30 -15 cm.
- Gravas 15 - 2 cm.
- . MEDIO Gravillas 2 -0,2 cm.
- 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



AÑO INICIAL ④ _____

PROPIETARIO
EMPRESA ⑦ _____

AÑO FINAL ⑤ _____

DENOMINACION ⑧ _____ PROV. ⑨ _____

AÑOS DE
INVENT. ⑥ _____

MUNICIPIO ⑩ _____ PARAJE ⑪ _____

MINERIA

TIPO ⑫ _____

COORDENADAS U.T.M.
 PUNTO ⑬ _____ x _____ y _____ z _____ TIPO DE TERRENO ⑰ _____

ZONA MINERA ⑬ _____

LONGITUD (m) ⑮ _____ ANCHURA (m) ⑯ _____ ALTURA (m) ⑰ _____ TALUDES (°) ⑲ _____

MENA ⑭ _____

VOLUMEN (m³) ⑳ _____ VERTIDOS (m³/año) ㉑ _____

TIPOLOGIA ㉒ _____

IMPLANTACION

EMPLAZAMIENTO ㉔ _____

SUSTRATO

NATURALEZA ㉕ _____

RECUBRIMIENTO

NATURALEZA ㉖ _____

PRE. TERRENO ㉘ _____ AGUAS EXT. ㉙ _____

ESTRUC. ㉚ _____ FRACTURACION ㉛ _____

POTENCIA (m) ㉜ _____ RESISTENCIA ㉝ _____

TRATAMIENTO ㉞ _____ N. FREATICO ㉟ _____

PERMEAB ㊱ _____ GRADO DE SISMIC. ㊲ _____

PERMEAB. ㊳ _____

ESCOMBRERAS

TIPO DE ESCOMB. (Litología) ㊴ _____ TAMAÑO ㊵ _____ FORMA ㊶ _____ ALTERAB. ㊷ _____ SEGREG. ㊸ _____ COMPACIDAD IN SITU ㊹ _____

BALSAS. DIQUE INICIAL LONGITUD ㊺ _____ ANCHO BASE ㊻ _____ ANCHO CORON. ㊼ _____ ALTURA ㊽ _____ TALUD (°) ㊾ _____ MURO SUCESIVO

NATURALEZA ㊿ _____ SISTEMA RECREC. ㋀ _____ NATURALEZA ㋁ _____ ANCHO ㋂ _____

BALSAS. LODOS GRANULOMETRIA

NATURALEZA ㋃ _____ PLAYA ㋄ _____ BALSA ㋅ _____ CONSOLID. ㋆ _____

SISTEMA DE VERTIDO ㋇ _____

DRENAJE ㋈ _____

ESTABILIDAD. EVALUACION CUALITATIVA ㋉ _____ COSTRAS ㋊ _____

VELOCIDAD DE ASCENSO (cm/año) ㋋ _____

RECUPERACION DE AGUA ㋌ _____

PROBLEMAS OBSERVADOS ㋍ _____

PUNTO DE VERTIDO ㋎ _____

SOBRENADANTE ㋏ _____

ORIENT. DESLIZ. LOCAL. DONIZ. GÉN. SUBS. SURO. EROS. SUP. CARC. SOCAV. PIE. ASENT. SOCAV. MECAN.

TRATAMIENTO ㋐ _____

DEPURACION ㋑ _____

IMPACTO AMBIENTAL. ㋒ _____

RECUPERACION ㋓ _____

ABANDONO Y USO ACTUAL

PAISAJE MUNDO POLY. VEG. AGUAS SUP. ACUIF.

DESTINO ㋔ _____

NAT. VEG. OTRAS

ZONA DE AFECCION ㋕ _____

LEY ㋖ _____

PROTECCIONES ㋗ _____

ACCIDENTES. AÑOS ㋘ _____

CALIDAD OTROS USOS ㋙ _____

USO ACTUAL ㋚ _____

OBSERVACIONES (máx.: 240 caracteres)

Evaluación minera: (máx.: 160 caracteres)

Evaluación ambiental: (máx.: 160 caracteres)

Evaluación geotécnica: (máx.: 160 caracteres)

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. Mampostería: M. Escombros: E.
53. SISTEMA DE RECRECIMIENTO: Abajo: B. Centro: C. Arriba: A.
54. NATURALEZA: Tierra: T. Ladrillo: L. Pedraplén: P. Mampostería: M. Escombros: E. Finos de decantación: F.
56. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.

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

* 32,37,41

<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
Aluvión	ALUVIO
Conglomerados	CONGLO
Gravas, cantos, cascajo, morrillo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravas	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Albero	CALCAR
Calizas	CALIZA
Calizas Fisuradas	CALIFI
Calizas Karstificadas	CALIKA
Calizas Porosas	CALIPO
Calizas 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 Ácidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Plutónicas Ácidas	PLUACI
Plutónicas Básicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
Mármoles	MARMOL
Neises	NEISES
Limos	LIMOS
Tobas	TOBAS

(Continúa...)

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

12.- TIPO

Hulla	HU	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
		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

Cantabria, Comunidad Autónoma uniprovincial con una extensión de 5.289 Km² y población de 522.664 habitantes representa el 1,05 % del territorio del Estado y el 1,36% de sus habitantes ocupando por su nivel de producción el lugar 21 entre las 50 provincias de dicho territorio.

Tradicionalmente Cantabria ha formado parte de la España desarrollada sin embargo, la evolución reciente de las actividades económicas ha cambiado su situación acusando una fase de estancamiento.

2.1. Evlucción demográfica

El desarrollo demográfico de Cantabria en el presente siglo, en comparación con el del conjunto estatal se recoge en el cuadro 2.1-1.

Superado el estancamiento demográfico del decenio 1940-1950, Cantabria muestra un crecimiento demográfico, paralelo al del conjunto estatal aunque con tasas siempre inferiores, si bien, su densidad de población está todavía claramente por encima de la media nacional. Los últimos años presentan un incremento lento con

AÑO	CANTABRIA			ESTADO		
	Habitantes	Tasa crec. anual %	Hab/Km ²	Habitantes	Tasa crec. anual %	Hab/Km ²
1900	279.091		52,77	18.830.649		37,3
		1,04			0,78	
1920	343.014		64,85	22.012.663		43,6
		0,76			1,83	
1930	369.901		69,94	24.026.571		47,5
		0,86			0,94	
1940	402.810		76,16	26.386.854		52,2
		0,06			0,66	
1950	405.420		76,65	28.172.268		55,7
		0,64			0,89	
1960	432.146		81,71	30.776.935		60,9
		0,82			1,01	
1970	469.077		88,69	34.041.531		67,4
		0,92			1,13	
1975	490.997		92,83	36.012.702		71,3
		0,74			0,76	
1981	513.115		97,02	37.682.355		74,6
		0,37			0,42	
1986	522.664		98,82	38.473.418		76,1

Fuente: Censo de Población del INE.

CUADRO 2.1-1 EVOLUCION DEMOGRAFICA

tendencia a la estabilidad.

La población diseminada en la provincia es importante en la mitad oriental debido , fundamentalmente a la preponderancia de la economía agropecuaria hasta fechas recientes.

La migración interior a partir de los años 60, ha sido importante, con despoblamiento de los núcleos rurales y concentración en los de carácter urbano-industrial de modo que desde esas fechas las tres cuartas partes de los municipios presentan desarrollo demográfico regresivo frente al crecimiento de la cuarta parte restante.

La emigración extraprovincial es actualmente muy reducida compensándose con la inmigración.

La distribución de la población en la Comunidad es muy desigual concentrándose en el área Santander-Torrelavega el 58% de la población y concentrándose los municipios mayores de 3000 habitantes en la zona costera.

2.2. Actividad económica

2.2.1. Población activa

La evolución de la población activa en el último quinquenio se refleja en el cuadro 2.2-1 comparativamente con la del resto del Estado.

	Población	Activos	Tasa actividad(%)	Ocupados	Indice empleo(%)	En paro	Indice paro(%)
<u>1981</u>							
Cantabria	380,8	175,2	46,0	152,3	86,9	22,9	13,1
Estado	27.332,9	12.797,0	46,8	10.724,6	83,8	2.072,4	16,2

<u>1986</u>							
Cantabria		186,7		152,6	81,7	34,1	18,3
Estado		13.904,8		10.961,3	78,8	2.943,5	21,2

Fuente: Censos de Población y EPA del INE.

CUADRO 2.2-1 POBLACION ACTIVA Y EN PARO (MILES DE PERSONAS >16 AÑOS).

Los índices de Cantabria, resultan más favorables que los del conjunto estatal, pero frente al crecimiento de la población activa el número de ocupados aparece estancado en el último quinquenio.

Por sectores de actividad, es de destacar el todavía importante peso del sector primario en el empleo que se ha mantenido en el último quinquenio, durante el cual, aparece un fuerte retroceso del empleo industrial frente a un importante crecimiento de los servicios, lo que indica el debilitamiento de la industria cántabra.

SECTORES	1970	1981	1986	
	Cantabria	Cantabria	Cantabria	Estado
Agricult. y Pesca	27,65	17,50	19,78	15,53
Industria	32,40	31,64	24,74	24,50
Construcción	7,51	7,93	8,46	9,63
Servicios	32,44	42,93	47,02	50,34

Fuente: Censos de Población y EPA del INE.

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

	1983			1981			1975		
	Estado	Cantabria	%	Estado	Cantabria	%	Estado	Cantabria	%
Población (al 1º de Julio)	38.550.401	524.453	1,36	37.814.796	514.119	1,36	35.515.184	484.826	1,37
VAB (10 ⁶ Pts)	22.368.746	310.352	1,39	16.698.773	225.208	1,35	5.653.211	80.135	1,42
VAB/Hab (Pts/Hab)	580.247	591.763	101,98	441.594	438.046	99,20	159.177	165.286	103,84
Renta Int (10 ⁶ Pts)	19.810.845	291.854	1,47	14.979.161	218.751	1,46	5.168.569	73.622	1,42
Renta p. cap. (Pts/Hab)	513.897	556.492	108,29	397.367	425.487	107,08	146.00	151.852	104,01

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial. 8º de Bilbao.

CUADRO 2.2-3 EVOLUCION DEL VAB Y RENTA INTERIOR.

2.2.2. Producto interior

La actividad económica cántabra y su posición en el conjunto del Estado queda reflejada en los datos del Cuadro 2.2-3 que recoge la evolución de los valores del VAB y Renta Interior en los últimos años.

Los porcentajes correspondientes a Cantabria sobre el total estatal de dichos valores, muestran una repercusión a partir de 1981 frente al claro retroceso del quinquenio 1975-80 de modo que actualmente dichos porcentajes superan al correspondiente a la población, reflejo de la posición económica cántabra algo por encima de la media estatal.

2.2.3. Sectores de actividad

La distribución sectorial del VAB, se recoge en el cuadro 2.2-4 para el período 1975-1983 y muestra un creciente protagonismo del Terciario a costa de una ligera disminución en la participación del sector junto con un acusado retroceso del sector industrial, reflejo de la crisis que está atravesando este sector, en la Comunidad Cántabra.

La participación de los distintos sectores en la producción y empleo, se recoge en el cuadro 2.2-5 junto con los correspondientes al conjunto estatal, que refleja una incidencia del sector primario superior a la media nacional, singularmente en cuanto al número de empleos, pero con una productividad inferior. A pesar del estancamiento industrial, el peso de este sector en Cantabria, es claramente superior al que tiene en el conjunto del Estado, mientras el terciario está a un nivel inferior a la media estatal pese a su fuerte crecimiento en el último decenio.

<u>1983</u>	V.A.B.	%		%	V.A.B.
CANTABRIA	(10 ⁶ ₧)	s/total	Nº empleos	s/total	(10 ⁶ ₧)
Agricultura	19.012	6,20	35.113	20,59	541
Industria	98.216	31,96	46.191	27,09	2.126
Construcción	16.513	5,37	13.218	7,75	1.249
Servicios	173.527	56,47	75.987	44,57	2.284
TOTAL	307.268	100,00	170.509	100,00	1.802

<u>1983</u>	V.A.B.	%		%	V.A.B./empleo
ESTADO	(10 ⁶ ₧)	s/total	Nº empleos	s/total	(10 ³ ₧)
Agricultura	1.300.468	5,85	1.913.689	16,23	680
Industria	6.176.817	27,80	2.905.935	24,64	2.126
Construcción	1.387.625	6,24	958.430	8,13	1.448
Servicios	13.357.275	60,11	6.015.396	51,00	2.221
TOTAL	22.222.185	100,00	11.793.450	100,00	1.884

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

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

2.2.4. Actividad Minera

La producción minera de Cantabria, basada fundamentalmente por orden de importancia, en: explotaciones metálicas, productos de canteras y en menor relieve, en el grupo denominado como minería no metálica.

La evolución de la actividad minera en la provincia de Cantabria, acusa las vicisitudes de los distintos sectores dentro del Estado, en donde, la minería metálica pasa por uno de los peores momentos. En el cuadro 2.2-6, se recopilan los datos síntesis que ponen de manifiesto la importancia del sector minero dentro del marco de la economía provincial y su peso dentro del Estado.

Atendiendo a los datos de Estadística Minera, la minería metálica en el año 1985, ha supuesto el 9,2% del total estatal con un índice de empleo respecto al total del 11,7%.

En los últimos años la evolución de los anteriores sectores, no ha sido similar, mientras a un lento desarrollo de la minería metálica se aprecian situaciones más estáticas, en los campos de la minería no metálica y productos de cantera.

Las industrias metálicas básicas y la industria química, con un valor productivo que supera el 3% del total nacional acentúan tam-

	PRODUCTOS ENERGETICOS			MINERALES METALICOS			MINERALES NO METALICOS			PRODUCTOS DE CANTERA			TOTAL		
	Nº Explot.	Nº Empleos	Valor produc. (10 ⁶ €)	Nº Explot.	Nº Empleos	Valores producto (10 ⁶ €)	Nº Explot.	Nº Empleos	Valor producto (10 ⁶ €)	Nº Explot.	Nº Empleos	Valor producto (10 ⁶ €)	Nº Explotaciones	Nº Empleos	Valor producto (10 ⁶ €)
<u>1960</u>															
ESTADO	202	52.036	99.547	96	11.286	42.559	370	9.524	24.480	3.596	17.211	24.437	4.264	90.057	191.023
CANTABRIA	1	-	0,8	6	1.265	2.301	5	95	669	61	464	811	73	1.264	3.782
s/total estatal (%)	(0,5)	-	(0,8x10 ³)	(6,25)	(11,2)	(5,4)	(1,3)	(0,9)	(2,7)	(1,7)	(2,7)	(1,7)	(1,7)	(2,02)	(2,0)
<u>1965</u>															
ESTADO	268	53.508	276.159	71	8.805	69.677	301	6.753	43.859	2.981	14.335	47.981	3.621	83.401	437.677
CANTABRIA	2	39	118	5	1.034	6.431	4	75	1.056	53	402	1.638	64	1.550	9.244
s/total estatal (%)	(0,7)	(0,07)	(0,04)	(7,0)	(11,7)	(9,2)	(1,3)	(1,1)	(2,4)	(1,7)	(2,8)	(3,4)	(3,4)	(1,8)	(2,1)

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. M^o Industria y Energía.

CUADRO 2.2-6.- EVOLUCION DE LA ACTIVIDAD MINERA

bién su importancia en Cantabria.

Por último, en el cuadro 2.2-7 , se resumen las características de las explotaciones en actividad durante 1985.

<u>SUSTANCIAS</u>	1 a 9	10 a 19	20 a 49	50 a 99	100 a 499	500 y más	TOTAL	PRODUCCION	VALORACION
	Expl./ empl.	Expl./ empl.	Expl./ empl.	Expl./ empl.	Expl./ empl.	Expl./ empl.	Expl./ empl.	(Tn)	(10 ³ \$)
<u>Productos energéticos:</u>									
Lignito	1 -	- -	1 39	- -	- -	- -	2 39	27.629	117.941
Suma	1 -	- -	1 39	- -	- -	- -	2 39	-	117.941
<u>Minería metálica:</u>									
Hierro	- -	- -	1 28	1 90	- -	- -	2 118	220.220	550.911
Plomo-Zinc	- -	- -	1 46	1 50	- -	- -	2 96	5.142	219.410
Plomo-Zinc-Pirita	- -	- -	- -	- -	- -	1 820	1 820	142.557	5.661.433
Suma	- -	- -	2 74	2 140	- -	1 820	5 1.034	-	6.431.754
<u>Minería no metálica:</u>									
Baritina	1 6	- -	- -	- -	- -	- -	1 6	3.236	21.034
Cuarzo	- -	1 13	- -	- -	- -	- -	1 13	61.564	93.943
Sal Gema	- -	- -	- -	1 50	- -	- -	1 50	1.445.277	935.695
Turba	1 6	- -	- -	- -	- -	- -	1 6	2.618	5.760
Suma	2 12	1 13	- -	1 50	- -	- -	4 75	-	1.056.432
<u>Productos de cantera:</u>									
Arcilla	9 11	- -	- -	- -	- -	- -	9 11	56.390	17.404
Arenisca	1 1	- -	- -	- -	- -	- -	1 1	35	53
Caliza	18 99	5 71	2 68	1 76	- -	- -	26 314	2.752.811	1.335.506
Dolomías	5 10	2 27	- -	- -	- -	- -	7 37	273.886	158.837
Margas	- -	1 11	- -	- -	- -	- -	1 11	347.040	57.778
Ofita	1 7	- -	- -	- -	- -	- -	1 7	82.350	43.882
Silice y Arenas si	5 15	- -	- -	- -	- -	- -	5 15	5.235	5.620
Yeso	1 3	- -	- -	- -	- -	- -	1 3	4.320	6.983
Otros productos	2 3	- -	- -	- -	- -	- -	2 3	33.780	12.500
Suma	42 149	8 109	2 68	1 76	- -	- -	53 402	-	1.638.563
TOTAL	44 161	9 122	5 181	4 266	- -	1 820	64 1.550	-	9.244.690

Fuente: Anuario Estadística Minera de España. M^o de Industria y Energía.

CUADRO 2.2-7 CARACTERISTICAS DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS DE CANTABRIA.(1985)

3. MEDIO FISICO

3.1. Morfología

Cantabria situada en la zona central del litoral norte peninsular, se extiende hacia el interior salvando los pliegues y fallas de la cornisa cantábrica, para sobrepasar la divisoria mediterránea y descender luego hasta el Valle Alto del Ebro, siendo la salida geográfica al mar del centro-norte peninsular.

El relieve cántabro se dispone en términos generales en diversos escalones paralelos a la costa configurando las comarcas más características de la Comunidad.

A lo largo de la costa se extiende la Marina, en el tercio norte de la región cántabra, entre el mar y la cota 400, formado por un conjunto de valles de amplias y suaves formas aunque presentando un relieve afectado por numerosas fracturas, dislocaciones y cabalgamientos. La diversidad geotécnica es causa de esta variada morfología alternando el modelado kárstico en la zona occidental con las suaves y onduladas formas excavadas en materiales blandos.

Al sur de esta zona litoral se extiende, paralelamente a la misma, una gran franja montañosa estrecha y alargada de O a E,

entre el macizo de los Picos de Europa y el límite con Vizcaya, que desde las arenas prelitorales al N va ascendiendo en una sucesión de escalonamientos hasta alcanzar la alta divisoria cantábrico-mediterránea sobre los páramos de la meseta.

El zócalo paleozoico está recubierto por materiales mesozoicos y terciarios afectados por pliegues de tipo alpino y una compleja red de fallas. Dando lugar a un relieve intrincado que se desarrolla entre las cotas 400 y los cerca de 2.000 m que culminan la Cordillera Cantábrica.

Su disposición longitudinal ha sido desarticulada por el trazado de los valles que son en realidad una sucesión de fosas y depresiones tectónicas en las que se han alojado los ríos.

Desde las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica, se extiende hacia el sur el Valle de Campoo, zona de transición entre la región cantábrica y la Meseta, limitada al poniente por las elevadas crestas de Peña Labra (2.175 m) y al naciente por la sierra del Escudo (1.250 m).

El relieve se desarrolla en formas tabulares modeladas sobre calizas, margas y areniscas cretácicas y triásicas que cubren la gran cuenca, de sedimentación de Reinosa cuya altura media supera los 1.000 m.

Finalmente en el extremo occidental de la región cántabra se encuentra al Valle de La Liebana de forma casi circular alojado en una gran fosa tectónica drenada por el Deva y sus afluentes. El anillo montañoso que lo rodea se eleva por encima de los 2.000 m mientras en el fondo del valle la altitud es de 300-400 m. El cerco montañoso que cierra la depresión por el oeste está constituido por las surgente masas calizas de los Picos de Europa profundamente alteradas por la erosión glacial y una intensa karstificación.

El macizo central de los Picos, culmina en Peña Vieja (2.613 m) y se prolonga en el reborde meridional de la depresión en Peña Prieta (2.536 m). Esta sierra modelada en pizarras carboníferas falladas y fácilmente erosionables tiene formas suaves en contraste con las abruptas de los Picos de Europa.

La depresión está cerrada por el Este, por las estribaciones occidentales de Peña Labra y la sierra de Peña Sagra (2.046 m).

En el fondo de la depresión el fuerte encajamiento del Deva y sus afluentes en las pizarras carboníferas más blandas ha originado una topografía movida y accidentada con valles estrechos y alargados separados por interfluvios muy erosionados.

3.2. Hidrología

3.2.1. Superficial

En la región santanderina confluyen las divisorias de aguas del Cantábrico, Atlántico y Mediterráneo que se unen en el pico de Tres Aguas (o Tres Mares) en Peña Labra.

Los ríos de la vertiente cantábrica son cortos, caudalosos y de fuerte pendiente. La proximidad de las cadenas montañosas al mar es origen por una parte de un régimen abundante de precipitaciones y, por otra, de una red de drenaje por fuertes corrientes de arroyamiento que con su activa erosión, diseñan gargantas profundas en el relieve montañoso.

Entre los cursos más característicos de esta vertiente se encuentran de O a E:

El Deva que junto a sus afluentes drena las cordilleras occidentales que forman el circo de La Liebana.

El Nansa regulado en los embalses de Cabrilla (12 Hm³) y Palomera (2 Hm³) nace en el pico Tres Mares junto al Soja afluente del Besaya al que se une cerca de la desembocadura en la ría de S. Martín.

Son estos ríos de régimen nivofluvial con importantes crecidas primaverales y cortos estiajes de tipo atlántico.

El Pas junto a su afluente el Pisueño y el Miera, que desem-

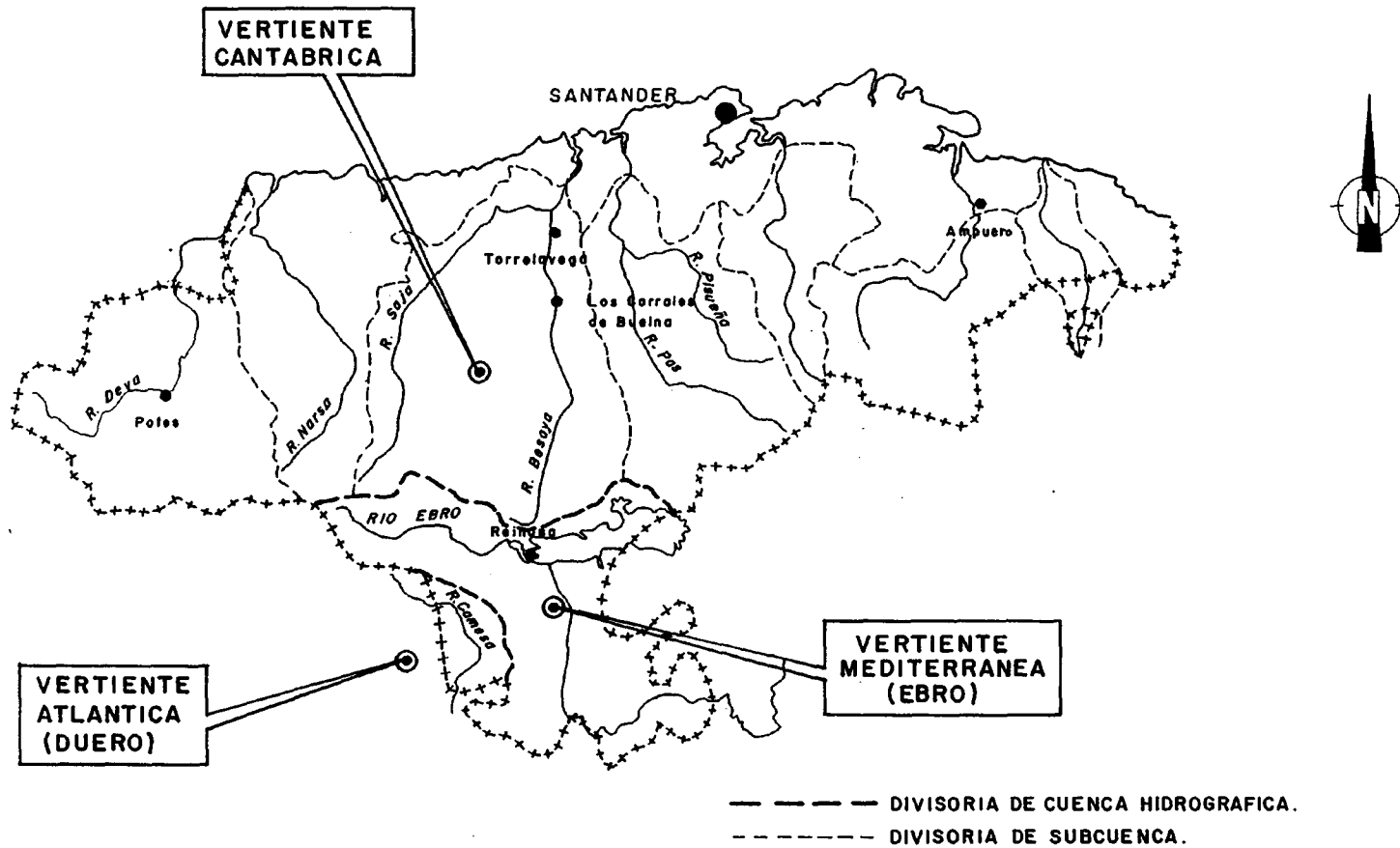


FIG. 3. 2 - 1. - CUENCAS Y SUBCUENCAS PRINCIPALES.

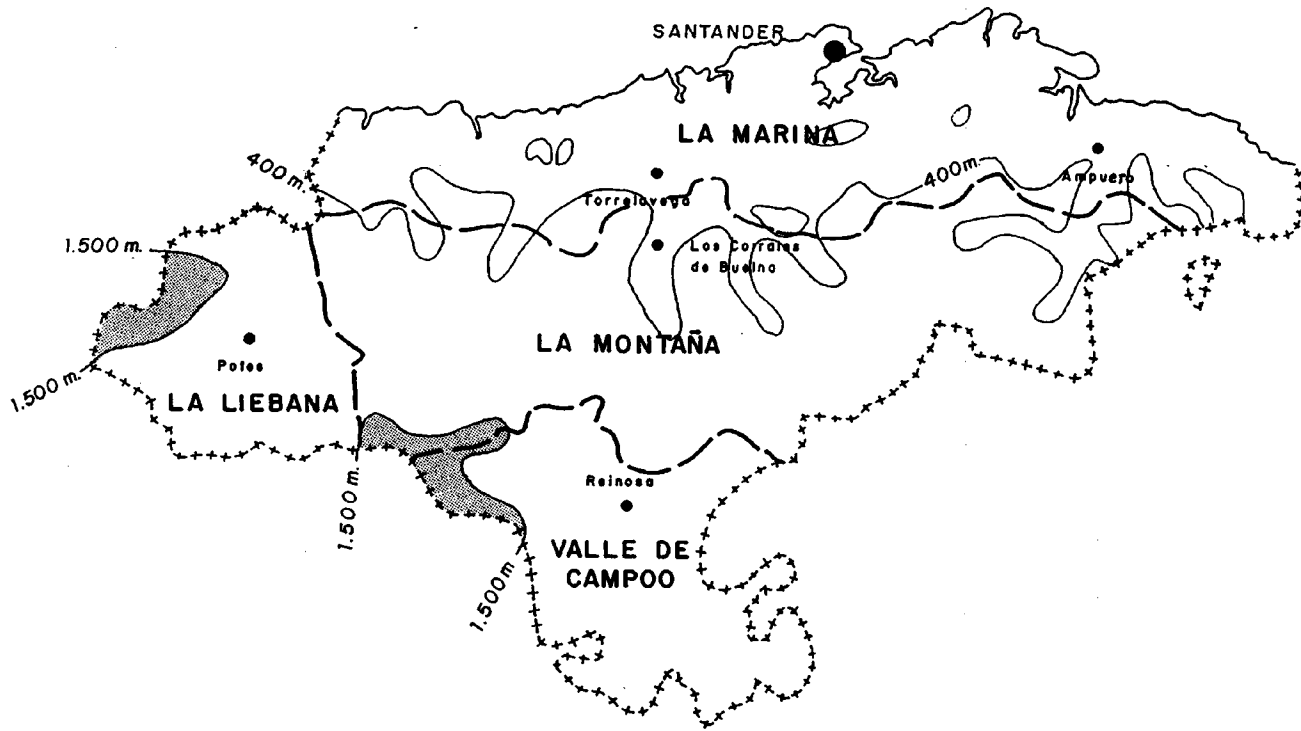


FIG. 3.1.-1.- MORFOLOGIA.

boca en la bahía de Santander, drenan la zona central , mientras el Ason con su amplio estuario en la bahía de Santoña y el Aguera lo hacen en la zona oriental.

En la vertiente mediterránea de Santander nace el Ebro que tiene aquí regulada toda su cuenca alta por el pantano de su nombre (540 Hm³) situado en el límite provincial.

A la cuenca del Duero pertenece el río Camuero afluente del Pisuerga.

En el cuadro 3.2-1 se recogen los datos más característicos del régimen de caudales de los cursos principales.

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
NORTE	DEVA	Panes (54,4)	1.184	4	18,5	28,7	0,0	215,8
	BESAYA	Caldas de Besaya (94,-)	464	4	13,5	31,0	0,8	1.005
	PAS	Puente Viesgo (57,6)	620	4	11,4	32,0	0,5	178
	MIERA	La Cavada (57,-)	291	5	6,6	40,0	0,4	308,6
	ASON	Ampuero (88,3)	512	5	20,9	46,0	0,8	407
	AGOBRA	Guriezo (76,7)	146	4	5,1	45,7	0,0	118
EBRO	EBRO	Arroyo (0,6%)	85.001	56	10,00	21,3	0,1	300

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

CUADRO 3.2.-1 REGIMEN DE CAUDALES.

3.2.2. Subterránea

Cantabria se fragmenta en tres sistemas hidrogeológicos (figura 3.2-2):

"Sinclinal de Santander-Santillana y Zona de San Vicente de la Barquera", "Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de Las Caldas de Besaya" y "Complejo Calcáreo Urgoaptiense de la Zona Oriental de Cantabria". Los acuíferos comprendidos en estos sistemas, generalmente ofrecen una permeabilidad y capacidad de almacenamiento de agua muy variables puntualmente, en función de la importancia de la fracturación y karstificación de las rocas calizas, calizo-arenosas, calcareníticas y dolomíticas que los forman, si bien frecuentemente sus valores son altos.

Algunas veces se suma a estas rocas una porosidad intergranular o intersticial constituyentes, que permite la circulación y almacenamiento de agua en los acuíferos detríticos no consolidados (esencialmente arenosos) que, aunque en menor cuantía, aparecen asimismo en algunos sistemas. Según su situación relativa, respecto a los sedimentos impermeables que los circundan, los acuíferos de los sistemas cántabros presentan, unas veces, una amplia superficie de contacto con el aire y, consecuentemente, el agua circula por ellos a presión atmosférica (acuíferos libres, no confinados o freáticos). Otras veces se encuentran encajados entre sedimentos impermeables, y allí, la presión sobre el agua circulante sobrepasa a la atmosférica (acuíferos a presión, cautivos

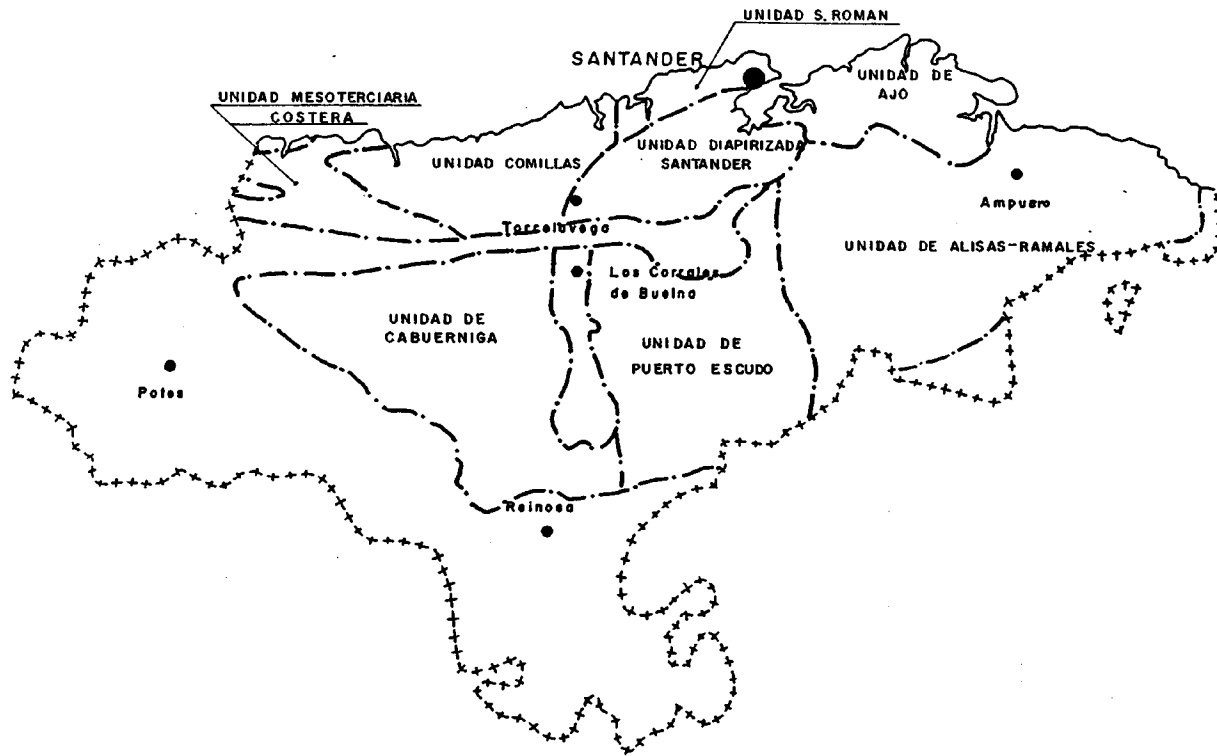


FIG. 3.2.-2.-HIDROLOGIA

o confinados), en cuyo caso el acuífero está por completo saturado de agua.

El primero de los sistemas citados ocupa una extensión de 866 Kilómetros cuadrados desde Solares a Unquera y desde el Mar Cantábrico a la Sierra del Escudo de Cabuérniga. En él se diferencian cuatro unidades hidrogeológicas menores (subsistemas) denominados: "Unidad de San Román", "Unidad de Comillas", "Unidad Mesoterciaria Costera" y "Unidad Diapirizada de Santander". Salvo un acuífero de arenas ubicado en la tercera unidad, todas ellas contienen acuíferos en rocas calizas, calcarenitas, calizas arenosas y dolomías, de edades geológicas Cretácico y Terciario. Su alimentación hídrica la reciben sobre todo por infiltración de lluvia y, a veces, por cesión de parte del caudal de los ríos y arroyos, y por perforación de agua procedente de rocas suprayacentes. La descarga de sus excedentes de agua se produce en gran parte por numerosos manantiales vinculados al sistema, tales como Fuente Soto (2,8 hectómetros cúbicos por año), Fuente de Yatas (0,6), El Portillo (1,1), Fuente de La Presa (1,3), San Miguel (1,1), etc..., y por las salidas al mar y a los cursos superficiales. Artificialmente, pierden agua por bombeos en sondeos (0,3 hectómetros cúbicos por año) sobre el cuarto subsistema, y en las labores de las minas de Reocín (4 a 6 Hectómetros cúbicos por año) en la Unidad de Comillas.

El segundo de los sistemas indicados, de 1.343 Kilómetros cuadrados de superficie, se ubica en el Suroeste de Cantabria, entre

las Sierras del Escudo de Cabuérniga y de Peña Sagra, el pantano del Ebro y, aproximadamente, el río Miera. Contiene los subsistemas: "Unidad de Cabuérniga" y "Unidad del Puerto del Escudo", a ambos lados del río Besaya, en los que existen dos conjuntos acuíferos muy diferentes. Uno de ellos, más superficial, que integra numerosos acuíferos en rocas areniscas, arenas y algunos en calizas, normalmente con independencia hidráulica entre sí por intercalación de terreno impermeables, y de poco espesor, con continuidad lateral limitada y valores de permeabilidad y almacenamiento variables, pero generalmente bajos. Su alimentación se realiza por infiltración de lluvia en los acuíferos superiores, y por percolación de agua desde sedimentos suprayacentes, que llega a los acuíferos inferiores. La descarga se hace por infinidad de manantiales y arroyos, así como a través de las rocas calizas del Jurásico que, formando el basamento de la estructura sinclinal asociada al sistema, constituyen el segundo y más importante de los conjuntos acuíferos del mismo. Este segundo acuífero calcáreo se encuentra generalmente muy fracturado y karstificado, y su alimentación llega, sobre todo, por la lluvia, la percolación de agua del primer conjunto acuífero y la cesión hídrica de los ríos y arroyos. Es frecuente que el último de estos tres procesos llegue a ocasionar la desaparición, parcial o total, del caudal de cursos superficiales en grandes tramos de su recorrido. La descarga ocurre esencialmente por los manantiales naturales, algunos de ellos muy importantes, como es el caso del nacimiento del Ebro, en Fontibre (20 hectómetros cúbicos por año). Las Fuentes (12), etc..., Las Fuentes de Riente (14) y Santotis (10), aunque aparentemente lo hacen, no provocan casi descarga subterránea, sino que se alimentan

fundamentalmente de los ríos Saja y Vendul, en cada caso. También se pierde agua hacia numerosos ríos y arroyos.

El sistema "Complejo Calcáreo Urgoaptiense", se extiende, en el oriente de Cantabria, bajo una superficie de 1.138 kilómetros cuadrados, desde la bahía de Santander, el río Miera y el Mar Cantábrico, hasta las cercanías del límite cántabro con Burgos y Vizcaya.

Se compone de dos subsistemas denominados: "Unidad de Alisas-Ramales" y "Unidad de Ajo", que incluyen acuíferos en calizas arrecifales, calizas microcristalinas y calcarenitas, con frecuencia muy fracturados y karstificados en superficie, y distribuidos en masas de dimensiones variables, en general aisladas hidrogeológicamente. La alimentación hídrica de estas rocas se produce por infiltración de lluvia, percolación que viene de otros sedimentos que las recubren parcialmente y por cesión de aguas desde los cursos superficiales. La descarga tiene lugar por numerosos manantiales, a veces de importancia destacable, tales como Lagunaz (8 hectómetros cúbicos por año). Los Boyones (6), Fuente de la Punta del Praduco (43), nacimiento del río Gándara (10), etc.

El manantial de La Cuvera (23 Hectómetros cúbicos por año), proviene del río Asón. A estas salidas se suman las pérdidas hacia acuíferos subyacentes y las que se producen directamente al Mar Cantábrico, así como a los ríos.

Las características principales de los acuíferos indicados junto con la estimación de recursos y consumo de los mismos se recogen en el cuadro 3.2-2.

SISTEMA HIDROGEOLOGICO	SUBSISTEMA HIDROGEOLOGICO	SUPERFICIE Km ²	RECURSOS MINIMOS EN l/m ² /año	RESERVAS MINIMAS EN l/m ³ , hasta 100 m PROFUNDIDAD	DEMANDA ACTUAL TOTAL DE AGUA en l/m ³ /año	CONSUMO ACTUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS EN HM ³ /AÑO			DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE AGUAS SUBTERRANEAS. EN HM ³ /AÑO.		
						TOTAL	DEL SUB- SISTEMA	EN OTRO SUBSIS- TEMA	ABASTECIMIENTO URBANO	GANADE- RIA	INDUS- TRIA
SINCLINAL DE SANTANDER-SANTI LLANA Y ZONA DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA	UNIDAD DE SAN ROMAN	71	5 + 10	23	30,1	9,6	0,2	-	0,9	0,5	1,2
	UNIDAD DE COMILLAS	296	32 + 48	202	14,8	3	0,2	-			
	U. MESOTerciaria COSTERA	224	19 + 25	81	1,6	0,5	0,5	-			
	U. DIAPIRIZADA SANTANDER	275	35 + 52	132	11,4	5,3	1,4	0,3			
UNIDAD JURASICA AL SUR DEL ANTI- CLINAL DE LAS CALDAS DE BESAYA	UNIDAD DE CABUERNIGA	732	101	144 (1)	4,4	2,8	2,8	2,5	13,6	1,8	4
	U. DE PUERTO DEL ESCUDO	611	66 + 71	46 (1)	3,5	1,9	1,9	12,2			
COMPLEJO CALCAREO UROGAPTIENSE DE LA ZONA ORIENTAL DE CANTABRIA.	U. DE ALISAS-RAMALES	870	193	638	10,4	4,6	4,6	1,1	2,6	1	3,8
	UNIDAD DE AJO	268	17	104	6,2	1,9	1,9	-			

Fuente: Gran Enciclopedia de Cantabria sobre datos del PIAS (IGME)

CUADRO 3.2-2 CARACTERISTICAS DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS Y DE SU CONSUMO

3.3. Sismología

La región cántabra se encuentra afectada en su mitad oriental, por la isosista de grado VI de la escala internacional, que delimita la "zona segunda" correspondiente a intensidad sísmica media, en la zonificación establecida por la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974) representada en la figura 3.3-1.

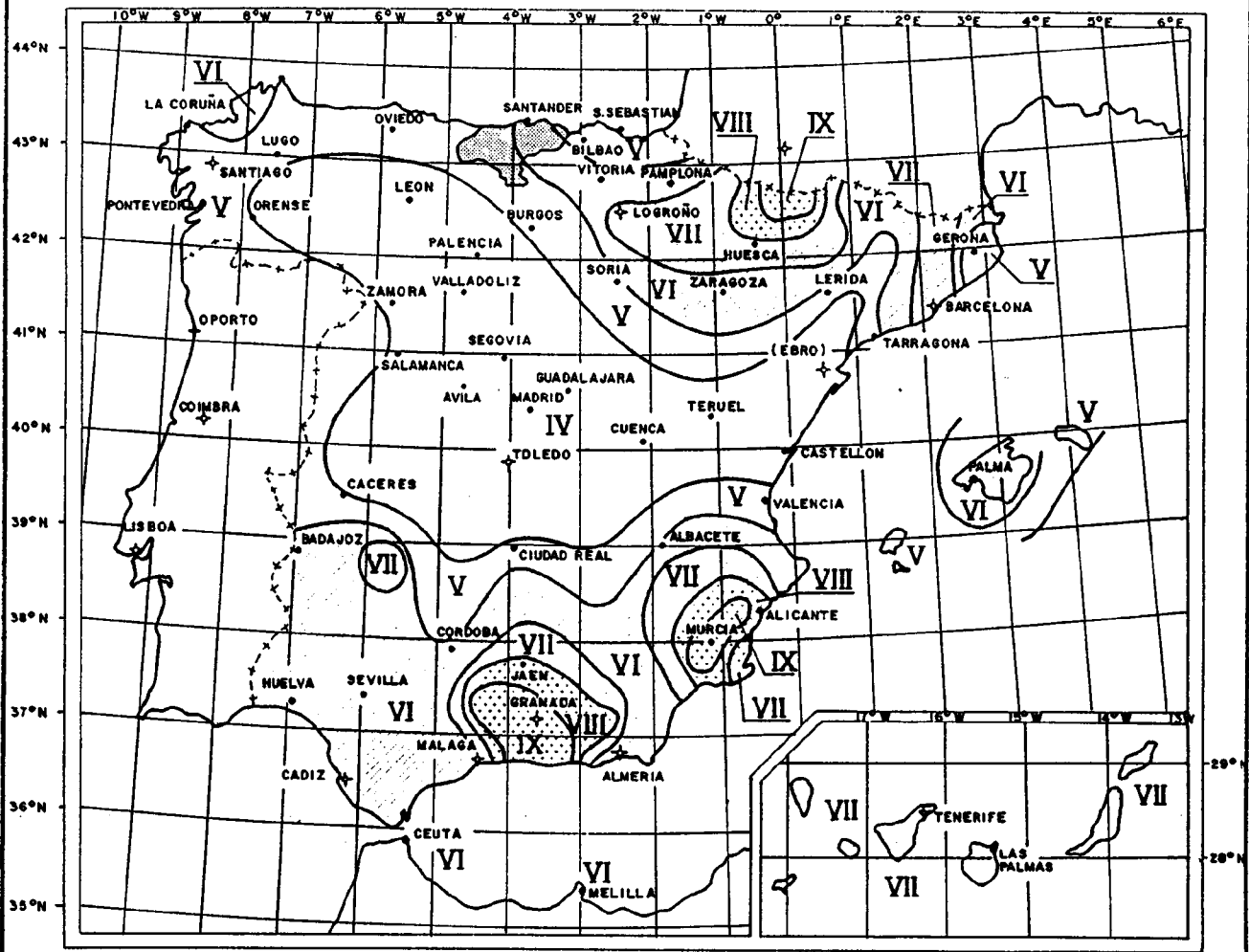
La mitad occidental incluyendo el valle del Ebro queda incluida en la "zona primera" de intensidades bajas según dicha zonificación.

La reglamentación sismorresistente indicada prevé para las zonas sísmicas mencionadas anteriormente, los siguientes valores característicos:

<u>ZONA</u>	<u>ACELERACION</u> (mm/s ²)	<u>VELOCIDAD</u> (mm/s)	<u>DESPLAZAMIENTO</u> (mm)
V	189	15	1,2
VI	377	30	2,4

Estas magnitudes se refieren a movimientos de partícula, y se correlacionan con sismos de 2 Herzios de frecuencia, que equivalen a movimientos con un período de 0,5 segundos.

El riesgo sísmico, hay que tenerlo en cuenta, especialmente



20 0 20 100 Km

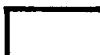


ZONA	INTENSIDAD : G (Escala MSK)
Primera	 < VI (Baja)
Segunda	 VI ≤ o < VII (Media)
Tercera	 ≥ VIII (Actual)
	† Observatorio Sismografico
	• Capital de provincia.

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

en aquellos casos de implantaciones tanto antiguas como futuras de residuos mineros, sobre laderas de fuerte pendiente, en los que aparecen terrenos arenosos flojos susceptibles de entrar en licuefacción bajo acciones dinámicas, o los estériles donde se ponga de manifiesto una cohesión pequeña.

En las zonas de intensidad sísmica media puede estudiarse el comportamiento dinámico de los diques de las balsas por métodos pseudoestáticos, en los cuales no se consideran las sobrepresiones intersticiales provocadas por las acciones cíclicas, sin embargo, cuando se trata de diques formados por residuos, de baja permeabilidad, saturados y no compactados debe realizarse una comprobación de la estabilidad en tensiones totales.

En las zonas de intensidad sísmica baja, la normativa anteriormente citada, no prescribe la consideración de las acciones sísmicas sobre las estructuras a proyectar. En consecuencia, aquellas deberán contemplarse en su caso, solo para estructuras muy singulares por sus dimensiones y/o por la gravedad de los daños humanos y materiales, que se pudieran producir por colapso de la estructura.

3.4. Climatología

La climatología cántabra presenta considerando la superficie regional, una reseñable variedad, consecuencia de la influencia marítima, sus condiciones orográficas y su situación en la divisoria atlántico-

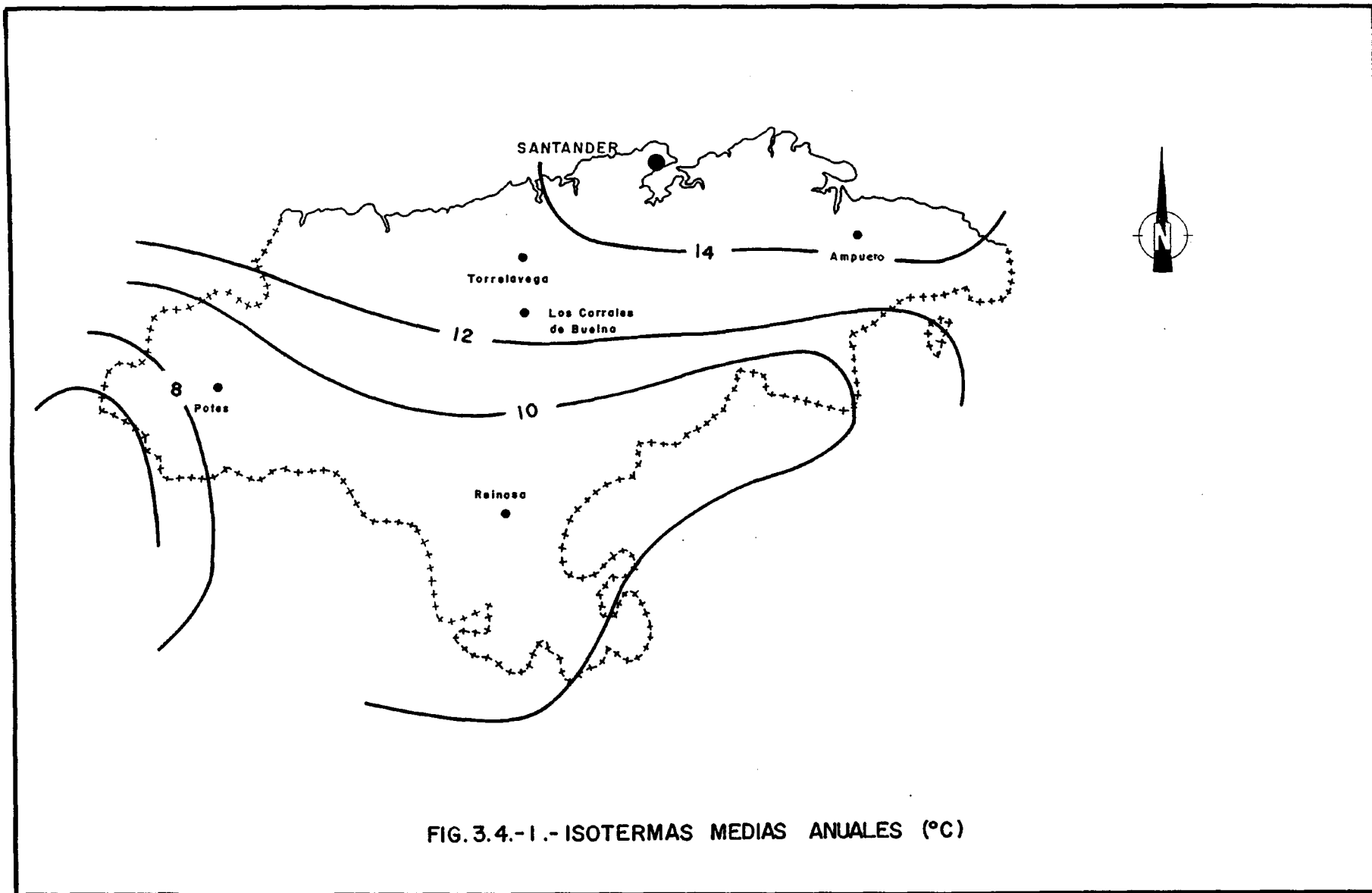


FIG. 3.4.-1.- ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C)

mediterránea.

Estos factores se reflejan en la distribución sobre el territorio de las principales variables climáticas.

3.4.1. Temperaturas

En la zona costera, las medias anuales oscilan entre los 14° y 15°, descendiendo este valor hacia el interior, en el S y SE, hasta los 8° y 6° respectivamente, tanto por efecto de la continentalización, como por el fuerte movimiento de la altitud, (figura 3.4-1) mientras en las depresiones del interior la media supera los 15°.

Las oscilaciones térmicas son muy altas en las zonas del interior y mucho más moderados en las zonas marítimas (figura 3.4-2).

3.4.2. Precipitaciones

Sus valores vienen influenciados por la altura (figura 3.4-3) variando entre los 1.000 mm - 1.200 mm anuales en la costa hasta superar los 1.500 mm en la Cordillera Cantábrica. En la fosa de La Liebana y valle del Ebro, así como en el extremo sur provinciales y algunos enclaves interiores, la pluviometría, desciende hasta los 600 mm anuales, existiendo notables diferencias entre las precipitaciones en los fondos de los valles y tierras vecinas que pueden oscilar

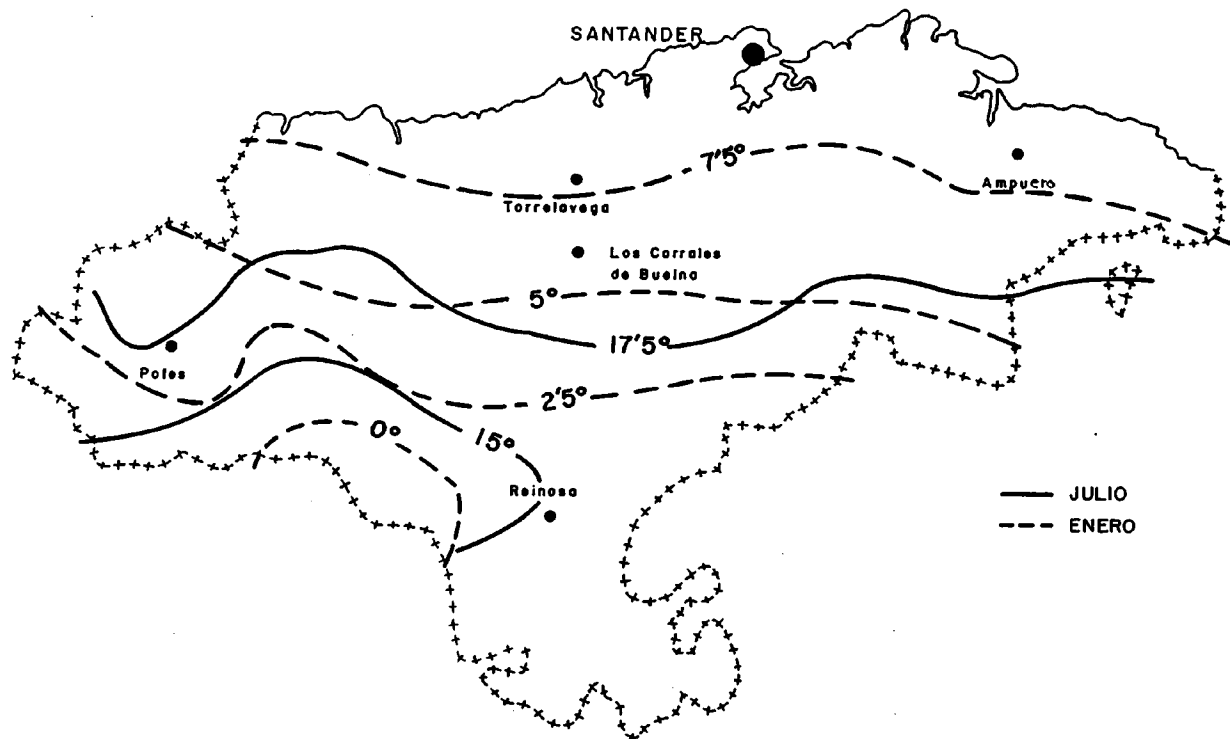


FIG.3.4.-2.- ISOTERMAS EXTREMAS (°C)

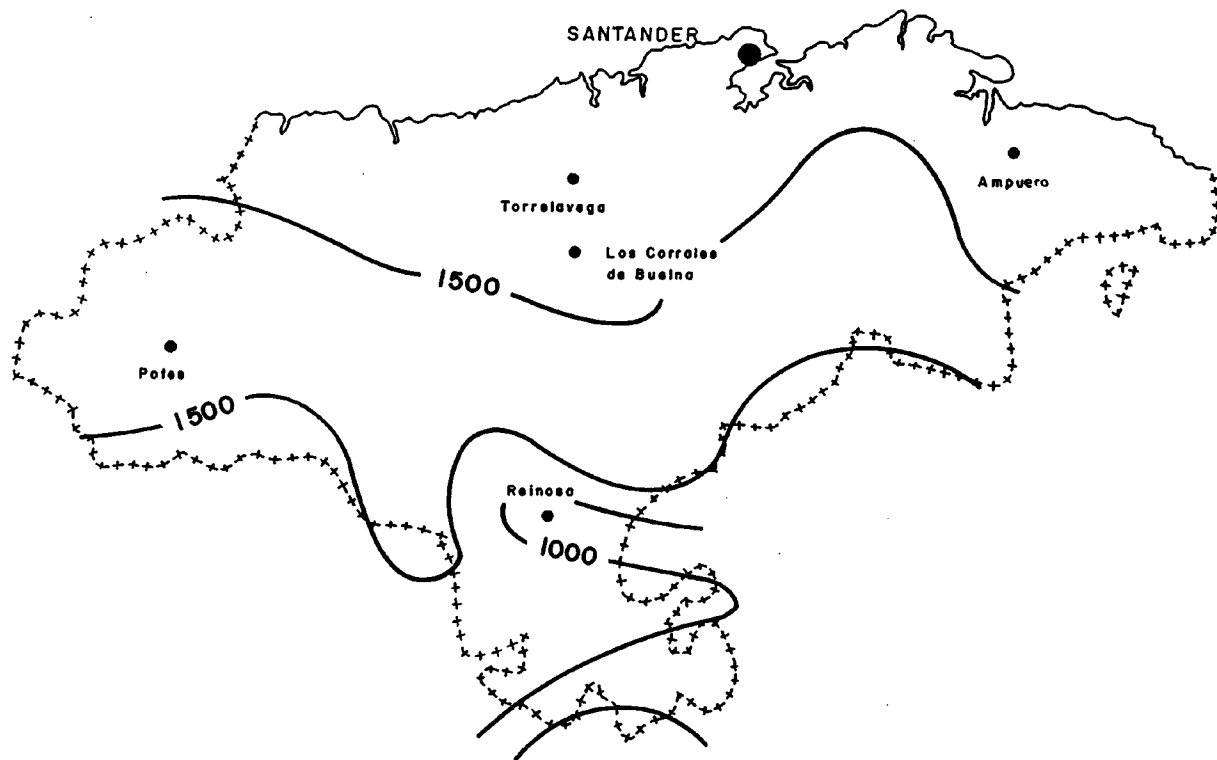


FIG. 3.4.-3.-ISOYETAS MEDIAS ANUALES (mm.)

hasta en 200 mm/año.

Las precipitaciones tienen sus máximas en otoño e invierno y secundariamente en primavera. La época seca también es muy variable en la región, extendiéndose de mayo a agosto en la Liébana, y de junio a agosto en el valle del Ebro; mientras en el litoral, se reduce al mes de julio.

Las precipitaciones son de nieve solo en las montañas del interior hasta un promedio máximo de 30 días al año en las sierras de Peña Prieta, siendo en el litoral frecuentes las granizadas (10 días en año medio).

En la figura 3.4-4 se han representado las isomáximas en 24 horas, con período de recurrencia 100 años que muestra la gran intensidad que pueden alcanzar las precipitaciones sobre toda la región.

3.4.3. Insolación

El número de horas de sol es muy reducido, figura 3.4-5, creciendo hacia el interior desde las 1.700-1.800 horas/año (38% - 40% del máximo teórico) hasta las 1.900-2.000 en el valle del Ebro (43% - 45%). Es por tanto Cantabria una zona poco soleada con claro predominio de días cubiertos.

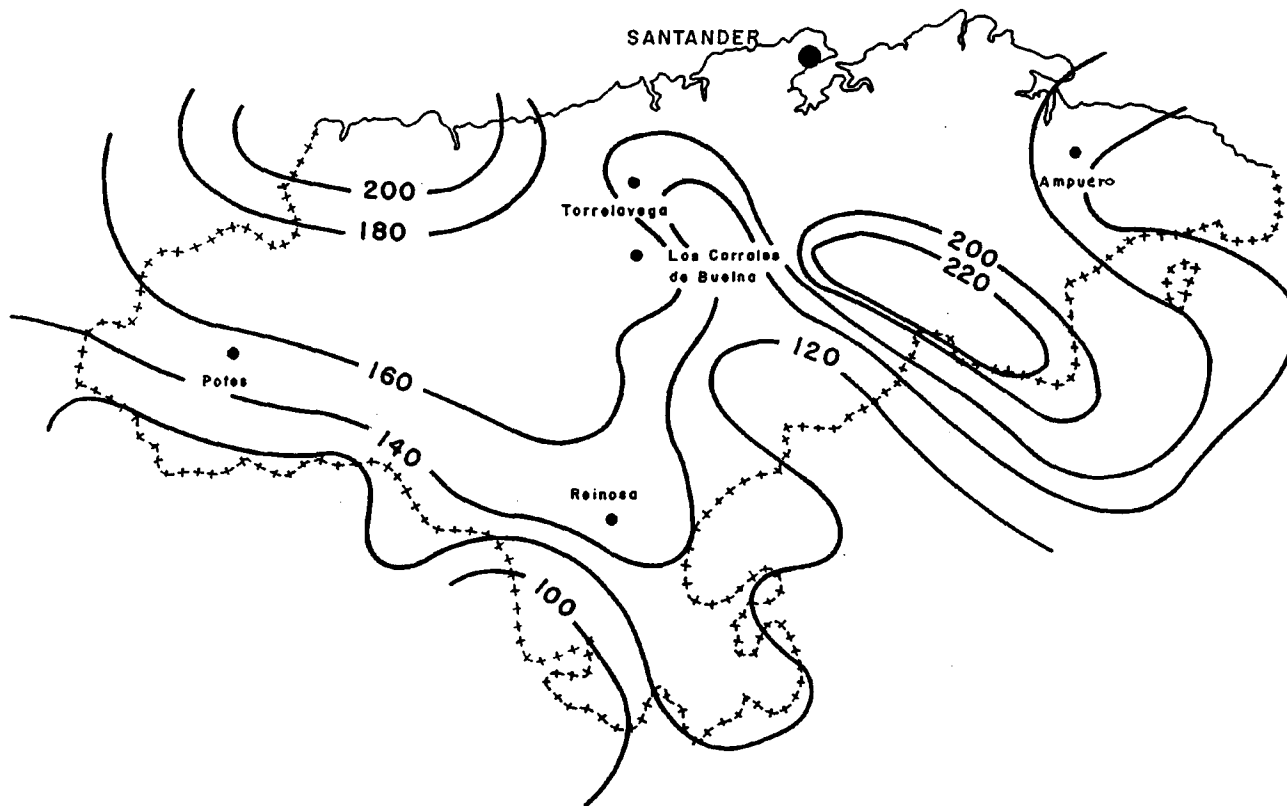


FIG.3.4.-4.-PRECIPITACION MAXIMA EN 24h.(mm.)

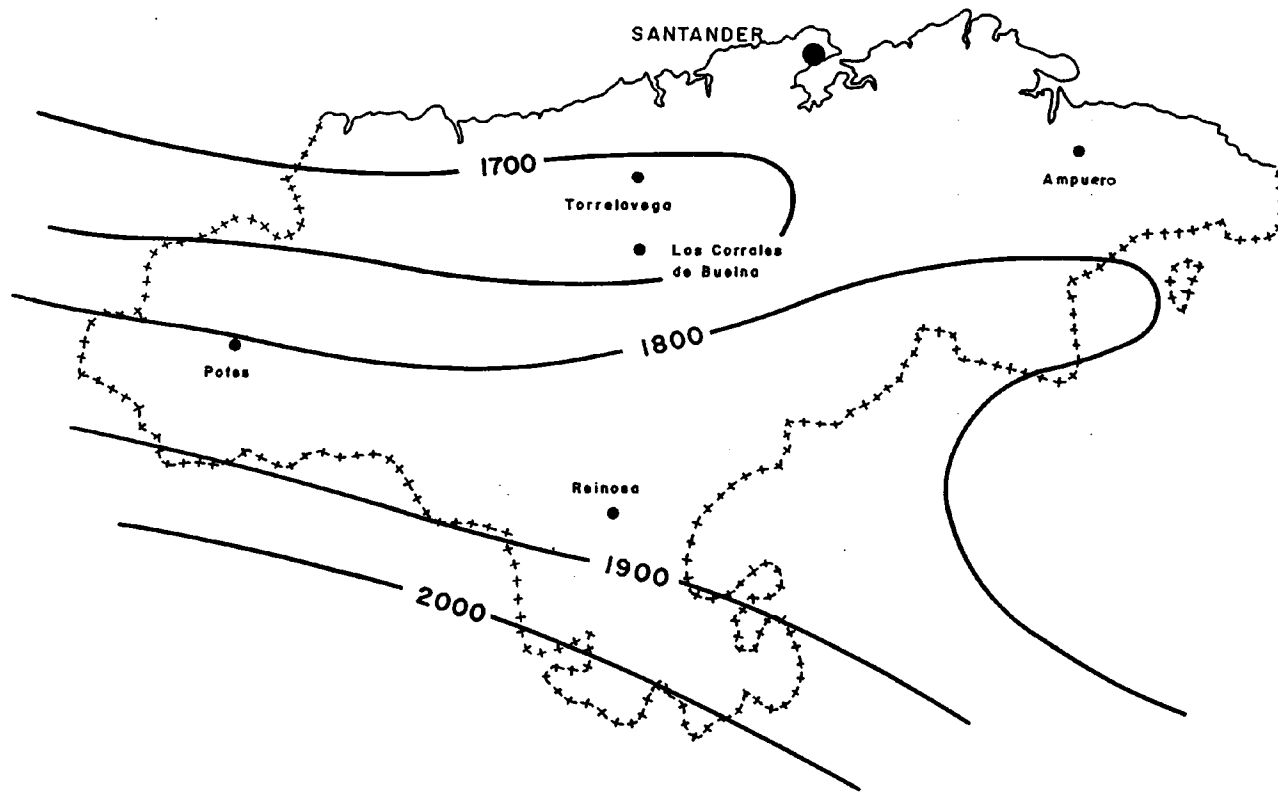


FIG.3.4.-5.- DURACION MEDIA DE INSOLACION ANUAL (Horas)

3.4.4. Vientos

Predominan en general los del cuadrante NO con intensidades máximas que llegan a superar los 50 Km/h en el otoño, seguidos de los de componente sur especialmente en primavera e invierno si bien con intensidades máximas inferiores a la indicada.

Como recorrido medio anual del viento se superan los 15 Km/h en toda la franja litoral que puede considerarse así, como moderadamente ventosa.

3.4.5. Síntesis climatológica

Las variaciones climáticas en la región cántabra son acusados considerando su extensión, viniendo determinadas por su carácter marítimo, orografía y situación sobre la divisoria atlántico-mediterránea.

El clima litoral es de tipo oceánico templado y muy húmedo (1.000 a 1.200 mm/año) por la influencia oceánica . En la zona montañosa del interior es de tipo pirenaico por las condiciones de montaña, suavizado por la proximidad al mar en la vertiente norte y más extremado en la meridional. Finalmente en el valle del Ebro bajo influencia mediterránea, el clima es más seco y extremado por su mayor continentalidad.

Junto a estas condiciones climáticas generales coexisten

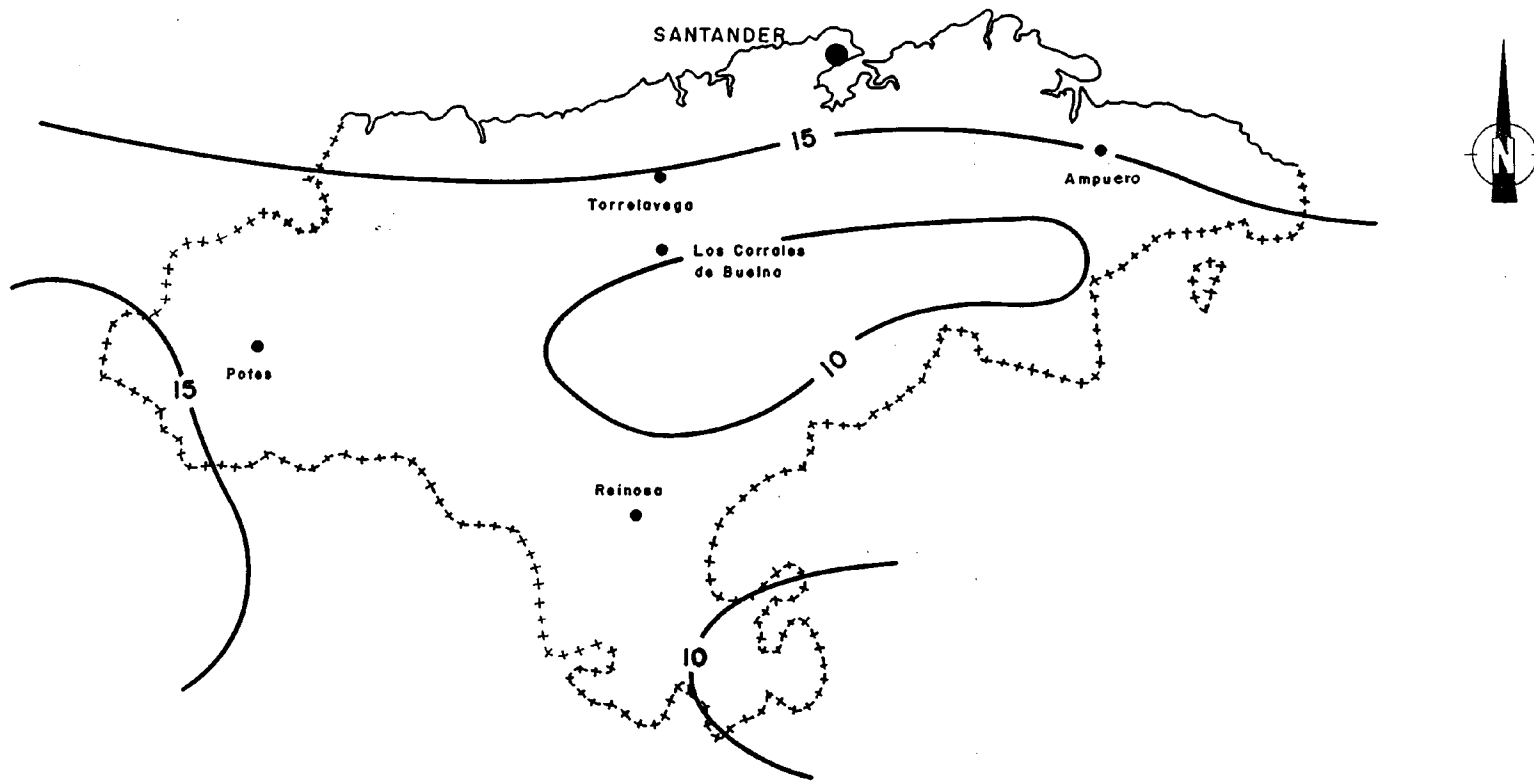


FIG.3.4.-6.-RECORRIDO MEDIO ANUAL DEL VIENTO (Km/h)

en los valles y depresiones del interior diversos microclimas con características más o menos diferenciadas de las condiciones generales indicadas según su orientación, altitud, disposición y proximidad de montañas circundantes, etc.

4. SINTESIS GEOLOGICA

Historia Geológica

La falta de datos contrastados en la provincia sobre el Ordovícico y el Silúrico, obliga a comenzar la historia geológica desde el Devónico.

El Devónico tiene un carácter de escudo estable dentro de un ambiente epinerfítico, con pequeñas tendencias transgresivas y regresivas. Ya al final del Fameniense se generalizan los movimientos de emergencia, entendidos como movimientos epirogenéticos (fase bretónica).

Hasta el Viseense superior existen perturbaciones importantes generadas por las fases Bretónica y Nassanica. Hasta el Westfaliense hay una tendencia generalizada a la transgresión con episodios continentales, como lo testifican las capas de carbón. Ya en el Estefaniense inferior se establece una facies continental continua, como consecuencia de la fase astúrica.

La formación de la cadena hercínica (con direcciones principales WNW-ESE y N-S e intensidad estructural decreciente de W a E) ha sido seguida de una fase de desmantelamiento. Esto corresponde a los depósitos permotriásicos y Triásicos inferior. Mientras en el keuper

los depósitos son ya de carácter semilacustre.

Durante el Jurásico y el Cretácico se suceden las trasgresiones y regresiones. Habría que reseñar el depósito de complejo urganiano en unas condiciones de subsidencia considerable.

El Paleógeno comienza a depositarse ya en régimen continental (regresión iniciada en el Santoniense). Durante esta etapa empieza a actuar la orogenia Alpina con fuerzas tangenciales de compresión.

Al final del Oligoceno (fase Sávica) los esfuerzos alcanzan una mayor importancia. Se acentúan la subsidencia y los pliegues.

Por último el Mioceno depositado discordantemente sobre los materiales precedentes es completamente arrasado por la subsiguiente erosión.

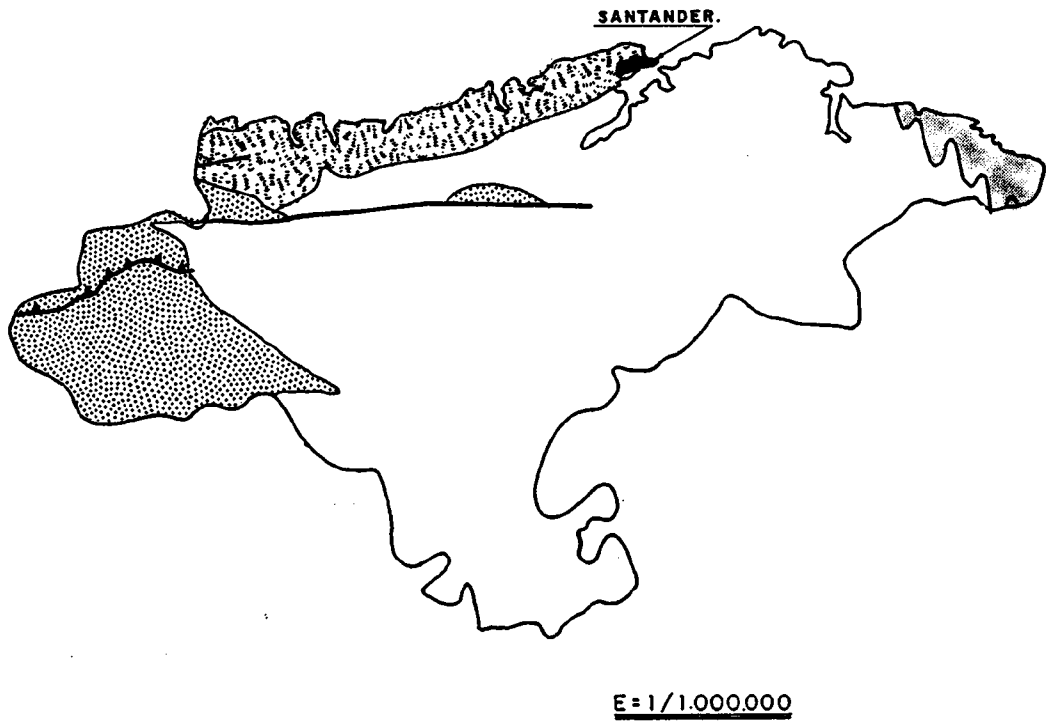
Síntesis

Para realizar esta síntesis se ha dividido la provincia en dos unidades geológicas con similitud estructural.

A.- Zona cantábrica.

B.- Zona de cobertera mesozoica y terciaria.

La figura 4.1. recoge la distribución de las áreas reseñadas







- 
MACIZO HERCINICO (ZONA CANTABRICA)
- 
TERRENOS MESOZOICOS AFECTADOS POR LA CADENA IBERICA.
- 
TERRENOS MESOZOICOS AFECTADOS POR LA CORDILLERA PIRENAICA
- 
TERRENOS MESOZOICOS POCO O NADA DEFORMADOS.

FIG. 4.1.- MAPA ESTRUCTURAL DE CANTABRIA.

anteriormente.

Cronológicamente los materiales representados en la provincia van desde el Ordovícico hasta el Cuaternario. En la figura 4.2. esta el Mapa geológico a rasgos generales de la provincia.

A.- ZONA CANTABRICA

Estructuralmente, según Juliver et.al.(80), los materiales paleozoicos representados en la provincia quedan encuadrados en la llamada zona cantábrica. Esta se caracteriza fundamentalmente por el escaso desarrollo del Paleozoico inferior, mientras que el Carbonífero es muy uniforme en todo el área. En cuanto al metamorfismo es prácticamente inexistente. La deformación se produjo bajo condiciones epidérmicas, por lo que la litología y la estratificación ejercieron un control importante sobre éstas.

Como se puede ver en la fig. 4.1. la zona se encuentra exclusivamente en la parte más occidental de la provincia.

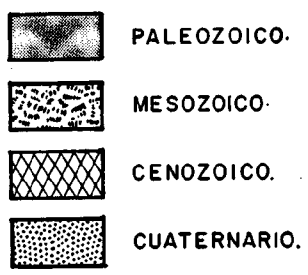
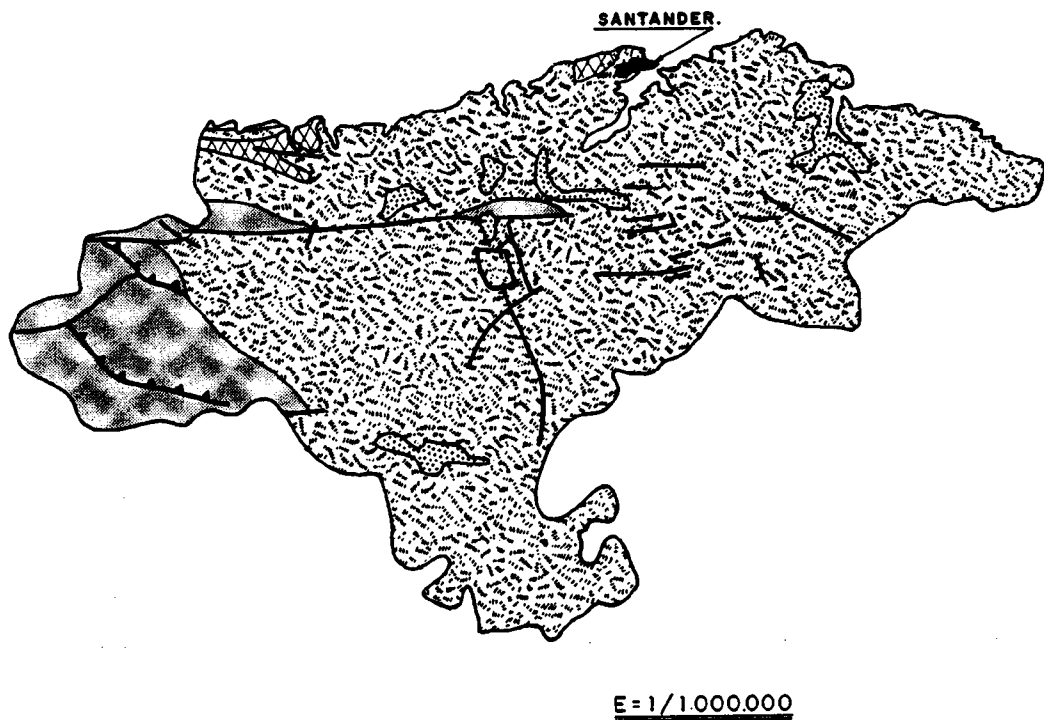


FIG. 4.2.- MAPA SINTESIS GEOLOGICA DE CANTABRIA.

Litoestratigrafía

El Ordovícico está constituido, en la base, por un nivel de cuarcitas blancas masivas, con intercalaciones de niveles de pizarras y areniscas. Estas se han datado como de edad Skiddaw.

El Silúrico está escasamente representado en la provincia por areniscas micáceas y ferruginosas (con capas de hierro oolítico) e intercalaciones pizarreñas. La fauna es propia del Silúrico Superior.

El Devónico queda representado en pequeñas manchas y está dividido en tres tramos:

a) Tramo inferior (Formación Carazo), queda constituido por areniscas pizarras y bandas masivas de cuarcita. Edad Genidiense.

También se incluye en este tramo la Formación Lebanza, constituida por calizas arcillosas con pequeñas intercalaciones de areniscas y pizarras. Edad Genidiense-Siegeniense.

b) Tramo medio (Formación Abadía), representado por areniscas, pizarras y calizas. Edad Emsiense-Couviniense.

c) El Tercer Tramo se halla constituido por calizas nodulares, cuarcitas y areniscas. Edad Frasnense-Fameniense.

El Carbonífero presenta en esta zona cantábrica gran complejidad difiriendo la sucesión estratigráfica de unos puntos a otros. La gran mayoría de los autores suelen realizar una subdivisión en tres grupos:

- * Carbonífero Inferior-Westfaliense, constituido por una parte inferior de calizas nodulosas rojas, una media de pizarras rojas y radiolaritas y una parte superior, nuevamente, de calizas nodulosas, que pasa gradualmente hacia arriba a la "Caliza de Montaña".

En esta formación son importantes las explotaciones de blenda y cinabrio en Picos de Europa, las de barita en San Felices de Buelna y las de caliza en todo el ámbito de esta unidad.

- * Westfaliense :se apoya en algunos puntos discordantemente sobre el grupo anterior. Se distinguen dos tipos de facies, una conglomerática y otra de pizarras, areniscas y calizas orgánicas. Estas dos facies están interdentadas, aunque los conglomerados dominan en la parte baja.

En esta unidad se explotan asociaciones minerales de siderita, pirita y calcopirita. Un ejemplo es Peña Sagra.

- * Estefaniense: tienen dos tramos que se diferencian fundamentalmente en la presencia o no de niveles marinos. Están ambos constituidos por pizarras, areniscas, capas de carbón y conglomerados.

B.- ZONA DE COBERTERA MESOZOICA Y TRIASICA

Es la zona más representativa de la provincia. La estructura es bastante más simple que la de la zona Cantábrica, aunque está influida por la tectónica Pirenaica e Ibérica.

El contacto entre los materiales paleozóicos y mesozóicos, en ocasiones, se produce mediante un cabalgamiento. Este contiene unas mineralizaciones en las cuales existen o han existido explotaciones desde antiguo, así se manifiestan criaderos de goethita (Reocín), cerusita, calcopirita (Caldas de Besaya y Polaciones) y cinabrio (Cabanzón).

Los materiales más antiguos de esta zona están datados como Permo Triásicos. Comprenden una potente serie detrítica, discordante sobre el Carbonífero. Está constituida por conglomerados, areniscas y margas rojas esquistosas.

Este Permotriás también contiene, ocasionalmente, mineralizaciones, como por ejemplo las de calcopirita, explotadas en Soto de Espinilla.

El Trias Medio (Muschelkalk) queda reducido a pequeños afloramientos en los alrededores de Reinosa. Está representado por calizas negras y dolomías.

El Keuper se presenta con su facies habitual de margas, arcillas abigarradas, yesos y ofitas.

Esta formación es intensamente explotada, siendo objeto de interés los depósitos de azufre en Laredo y las canteras de sales (en Torrelavega, Cabezón de la Sal y Molledo), los caolines en Valle de Mena y los yesos existente en todo el ámbito de la formación.

El Jurásico se constituye por una serie importante de depósitos marinos. En la base existe un complejo formado por calizas dolomíticas y Carniolas considerados como Retienses. El Tramo medio (Liásico-Jurásico Medio) está constituido por calizas margosas y margas. A techo existe un tramo calizo considerado como Bathoniense-Calloviense Inferior.

El destino final del producto extraído de las explotaciones existente en esta formación, las calizas, es única y exclusivamente, el sector de rocas industriales.

El Cretácico tiene la mayor representación en la provincia. Está constituido por una gran variedad de formaciones en las que dominan las de tipo calcáreo.

La Facies Weald está constituida esencialmente por una potente serie arcillo-arenosa. Dominando las arcillas en la parte inferior, en la que existen también intercalaciones calcáreas.

En esta facies sus explotaciones son, fundamentalmente, de materiales arcillosos y arenosos (Torrelavega y Reinosa), si bien existen restos antiguos indicativos de que algunas capas carbonosas se explotaron (Las Rosas de Valdearroyo).

También dentro del Cretácico Inferior, el Aptense-Albense-Cenomanense inferior alcanza una gran representación. Se diferencian, siguiendo criterios litológicos:

- Complejo urgoniano (Aptense-Albense inferior), caracterizado por las imbricaciones múltiples de calizas (arrecifales, pararrecifales, formaciones negras, calcoarenosas o margoarenosas) y formaciones terrígenas (arenosas, margoarenosas y margosas).

En él se han constatado diversidad de indicios y criaderos que han sido objeto de explotación en el tiempo. Hay que citar por su importancia las grandes mineralizaciones metalíferas de Marcasita (Novales); blenda, murtzita, galena y cerusita (en Reocín, Novales y Comillas); y cinabrio (en la Mina de La Florida).

- Complejo Supraurgoniano (Albense, Cenomaniense Inferior) es fundamentalmente arenoso. Hacia la base existen algunas intercalaciones margo calcáreas y a techo las arenas pasan a tener un alto componente calcáreo.

Algunos manantiales, situados sobre el Cenomaniense inferior, pueden traer en suspensión sales de hierro, que al ser oxidadas por el aire, se depositan en las proximidades en forma de limonita.

El Cretácico Superior comienza con el Cenomanense constituido por areniscas con intercalaciones arcillosas y calizas arenosas en bancos masivos.

El Turonense comprende dos niveles. El inferior formado por materiales arenosos y margosos. El nivel superior está constituido por calizas masivas.

El Coniacense comienza con unos pequeños niveles detríticos (areniscas glauconíferas) dando paso a los depósitos margosos.

El Santoniense queda dividido en dos niveles. El inferior constituido por calizas blancas y compactas mientras el superior está formado por una serie areno-margosa.

El Campaniense se encuentra constituido por un nivel basal calcáreo al que se le superpone una alternancia de calizas arenosas, margas, calizas y margas arenosas.

Los depósitos Maestrichtenses comienzan por una serie fundamentalmente arenosa que da paso a unas calizas a menudo arenosas.

Conviene señalar la abundancia de canteras de caliza existentes en la mayor parte de los niveles calcáreos cretácicos. Por otra parte, y de forma ocasional, también se han constatado mineralizaciones de hierro en los materiales cretácicos asociados a los diapiros triásicos.

En cuanto al Terciario los únicos depósitos que tenemos están atribuidos al Paleógeno. Su representación en la provincia es muy escasa. Están situados fundamentalmente en los sinclinales de San Vicente de la Barquera y el de Soto de la Marina.

El Eoceno, está constituido de muro a techo por calizas con intercalaciones arenosas y calizas arenosas con niveles de margas. El Oligoceno está formado por calizas, arenas y areniscas.

La explotación de los materiales paleógenos se basa únicamente en el aprovechamiento de las calizas como rocas industriales.

Los depósitos cuaternarios son de carácter muy diverso. Se pueden diferenciar: Terrazas Marinas, Depósitos fluviales y coluviales, depósitos periglaciares y sedimentos de Cuevas.

Las explotaciones de los depósitos cuaternarios son fundamentalmente las graveras y los areneros (aluviones, arenas de playa, etc.). Sin embargo, dentro del Cuaternario, se dan otros tipos de explotaciones, como las de turba, en las cercanías de Polaciones.

Al NE y al S de Reinosa existen pequeños afloramientos de rocas ígneas. Los primeros están formados por dioritas porfídicas de edad carbonífera, mientras los segundos son ofitas pertenecientes al Triásico superior. Estas ofitas, en ocasiones también pueden estar asociadas a mineralizaciones de hierro (Oligisto), con viabilidad de su explotación.

5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

5.1. Recursos mineros

La tradición minera de Cantabria, se remonta prácticamente a su ocupación por parte del hombre. Las primeras huellas de utilización de recursos corresponden al empleo del sílex, la cuarcita y las ofitas para la fabricación de diversos útiles.

De la época romana han quedado numerosos restos mineros, principalmente de las explotaciones del hierro, plomo y zinc, hecho que ya citaba Plinio II en su obra "Historia Natural" y posteriormente - Jovellanos en "Los Diarios".

Actualmente esta región es la primera productora de blenda, y fueron numerosas las empresas que se dedicaron a la minería del zinc; de éstas se recuerdan entre otras:

- La Compañía de Minas y Fundiciones de Santander, fundada en 1855 para la explotación de las calaminas de Comillas, y después extendió sus actividades a las zonas de Udias y La Florida, y en 1884 pasó a la "Real Compañía Asturiana de Minas".

- La "Real Compañía Asturiana de Minas", fundada en 1856, en el término de Reocín, donde inició sus actividades que después extendió a toda la provincia. En 1981 vendió todos sus derechos a "Asturiana de Zinc, S.A."
- "Asturiana de Zinc, S.A.", fundada en 1981, actualmente en actividad.

En cuanto al mineral de hierro, también fueron varias las empresas que se dedicaron a su explotación; según Alfredo Lasala, en 1909, las compañías de "Camargo", "Orconera", "Complemento", "San Salvador", etc. operaron en la zona central de la provincia. Posteriormente, en 1926, Tolentino, hace cita de las Empresas "Minerva", "Compañía Minera de Dícido", "Compañía Minera de Orconera Iron Ore", "Compañía Minera de Setares", y "Sociedad Minera Cabarga San Miguel", etc.

Los principales yacimientos están localizados en zonas próximas a la costa, como Revilla y Cartes y en el sector oriental de la provincia, como Dícido y Setares.

Al parecer la única mina de cobre que se explotó modernamente, fue la de Soto de Espinilla; cerca de Reinosa, por la empresa "Unión Campurriana".

En minería del carbón, si exceptuamos los lignitos de Las Rozas, que desde 1791 vienen siendo explotados después de pasar por numerosas vicisitudes, y la explotación de La Dobra, que fue abandonada

en el primer tercio de este siglo, todo lo demás fueron investigaciones puntuales o algún aprovechamiento muy esporádico y local.

Numerosas zonas de turberas fueron objeto de atención, y beneficio, sin embargo, su carácter discontinuo en extensión y profundidad, ha supuesto siempre un aprovechamiento muy irregular.

Las Sales de Cabezón de la Sal y el manantial salino que allí afloraba fueron explotadas desde los primeros tiempos, (Sánchez, J.B., 1980), primero por un método de cámaras y pilares y después por un método de disolución. En 1970 fue parada.

En el diapiro de Polanco, en 1907, la empresa "Solvay y Compañía" inició la fabricación de sosa y otros productos químicos, cuya patente mundial poseía. Hoy día prosigue sus trabajos de investigación y producción.

También fue objeto de investigación un área próxima a Treceño.

En lo relativo a rocas industriales, en la provincia de Cantabria existen numerosas canteras de caliza tanto en niveles carboníferos, como en los del Jurásico, Aptiense y Cenomaniense.

Los materiales calizos son utilizados para la fabricación de áridos, en materia prima de la industria química, en rocas ornamenta-

les, en aglomerantes, en la construcción, en la preparación de fundentes, aditivos, etc.

Dentro de los niveles calizos del Carbonífero, aparecen mineralizaciones de barita. Geográficamente han sido localizados en los municipios de Viérnoles, Herrerías y San Felices de Buelna.

También se benefician los depósitos de dolomías, citando entre otros los de Revilla de Camargo y Monte Ono, uno de cuyos fines es la fabricación de productos refractarios destinados a las operaciones metalúrgicas.

En la zona existen depósitos de arena de diferentes orígenes, tales como aluviones de río, coluviones, pie de monte, arenas de playa, dunas litorales que bordean las costas de Suances, Liencres, Pedreña, Santoria, Laredo, etc.

Quizás las mejores concentraciones de explotaciones se encuentren localizadas en las zonas de La Acebosa, Abanillas y Las Caldas de Besaya.

La arenisca del Triásico Inferior, ha sido utilizada como piedra de construcción y en áridos previa molienda, y pueden ser aprovechadas las arenas de la base del Terciario desde Roiz hasta casi el límite con Asturias.

En arcillas, se aprovechan las de la facies Wealdense, muy abundantes, aún cuando también son explotadas las de otros períodos geológicos.

Son zonas de explotación las localizadas en Reinosa, Torrelavega, Santander, Norte del Escudo de Cabuerniga, al Sur de Peña Sagra, Liendo, Treceño, San Vicente de la Barquera, etc.

Las ofitas aparecen asociadas a los depósitos triásicos pertenecientes al Keuper, y han existido explotaciones o existen en el término de Enmedio, cerca de Reinosa, en Santibañez, Mataporquera. Se utilizan como áridos para aglomerados asfálticos.

Los únicos niveles yesíferos explotables aparecen en el Triásico en el término de Parbayón-Piélagos, pero hubo también labores de Orejo, en Liendo y en Mazcuerras.

En cuanto a las margas para cementos, hoy sólo se explotan en Mataporquera (Valdeolea), para la fábrica allí instalada.

Finalmente, hay que mencionar que Cantabria es rica en aguas minero-medicinales, con numerosos recursos hidrogeológicos.

Todo ello puede resumirse en la fig. 5.1-1: Distribución geográfica de los principales recursos mineros.



FIG. 5 I-I. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS PRINCIPALES RECURSOS MINEROS

5.1.1. Yacimientos mineros de Hierro

Las explotaciones antiguas se realizaban sobre las monteras minerales, las cuales estaban compuestas por mineralizaciones del tipo: goethitas, hematites, oligisto y variedades de ocre.

En la zona oriental de la provincia, zona de Castro Urdiales - Dícido-Setares, se encontraron óxidos y carbonatos de hierro y desde Entrambasaguas hasta Mercadal se beneficiaron compuestos sulfurados.

Muchos de los minerales de hierro provienen de la karstificación de los materiales dolomíticos que al ser amkeríticos, con un contenido de 3-6% de hierro, dan lugar a nódulos que se concentran en las arcillas de descalcificación, este tipo de explotaciones deja una morfología superficial pintoresca, con formas de "pitones", que se puede observar en Obregón Peñacabarga, El Bosque, Entrambasaguas, Camargo.

El oligisto, como mineral primario aparece en Santa Marina de Cudeyo. Los carbonatos de hierro (siderita) se benefician en explotaciones lindando con Vizcaya, y los sulfuros existen en el banco dolomítico gargasiense, como mena secundaria de los minerales de zinc y plomo, encontrándose principalmente en la zona centro: Penacabarga, Camargo, Reocín-Mercadal.

En Dícido, la empresa Agruminsa, explotaba hasta estos últimos años unas masas mineralizadas muy verticalizadas, separadas por discontinuidades tectónicas, que en profundidad reducían su sección y aumentaban con la profundidad el contenido de carbonatos respecto al de óxidos. Su explotación se realizaba a cielo abierto y, por subterráneo mediante un método de "Block caving".

En la metalurgia del hierro, los óxidos son aprovechados directamente; pero hoy día, al agotarse hay que ir a un proceso de tostación de los carbonatos.

En cuanto a los sulfuros, también hay que tostarlos, en los procesos de fabricación de ácido sulfúrico y gas sulfuroso.

5.1.2. Yacimientos mineros de Zinc y Plomo

Cuando se empezaron a beneficiar los minerales de zinc: la blenda, la wurtzita, la smithsonita, la hemimorfita (calamina), etc. los minerales de plomo, la galena y la cerusita pasaron a un segundo término, a pesar de que estos fueron los que inicialmente interesaron. La explotación de todos ellos comenzó a mediados del siglo pasado y continúa en la actualidad.

Los yacimientos de minerales de zinc y plomo aparecen en numerosas zonas del complejo calizo-dolomítico urgoniano, y también en la caliza carbonífera de los Picos de Europa.

Hay que destacar las minas de Reocín, Novales, La Florida, Aliva, etc.

ALIVA

Dentro de la zona Cantábrica, la Unidad de Picos de Europa, es la que ofrece una mayor uniformidad litológica, estando constituida en gran parte por calizas carboníferas que abarcan desde el Namuriense hasta el Westfaliense superior - Estefaniense inferior.

Aliva se encuentra situada en el término de Camaleño, y los cuerpos mineralizados, adoptan diferentes formas: filones por relleno de fracturas y cavidades, masas minerales por sustitución de rocas carbonatadas y filones - capa en el contacto mecánico entre calizas y pizarras.

La mineralización está formada por blenda, cuarzo, pirita, dolomita, esfalerita, galena, fluorita y calcita; dentro del denominado Manto de Duje, formado por tres elementos litoestratigráficos: a) serie carbonatada inferior (caliza de montaña), b) Serie Culm de pizarras, c) Serie carbonatada superior (caliza masiva superior).

El mineral con una ley media del 11% en Zn y 0,50% en Pb, se suele presentar en forma de blenda, y en menor cantidad galena siempre periférica respecto aquélla, todo dentro de una ganga de calcita y dolomita. En la zona de contacto caliza-pizarra predominan

filones de relleno con galena y nódulos de pirita.

La mineralización se ha originado según Vázquez. F "mediante depósitos y sustitución a partir de soluciones hidrotermales, si bien el factor genético originario haya que situarlo probablemente en la propia caliza de Montaña, cuyo alto contenido metalífero, originalmente sedimentario, ha sido redistribuido con posterioridad por procesos hidrotermales". Mecanismos, que han sido facilitados a su vez, por la existencia distanciada de grandes accidentes tectónicos en la caliza de montaña.

Según el autor citado, las reservas se cifran en 49.000 t, efectuándose en la actualidad la explotación mediante un método de cámaras y pilares.

REOCIN

El yacimiento de Reocín, se encuentra dentro de la zona central de la cornisa Cantábrica, la cual está constituida por materiales mesozóicos, calizas, dolomías, margas y areniscas, apoyadas sobre un sustrato paleozóico muy plegado y fracturado por la tectónica hercínica, con fallas que se reflejan muy débilmente en superficie.

La tectónica alpina crea en el terciario la estructura más importante de la zona, el Sinclinal de Santillana, en cuyo borde Sur-Oriental se encuentra dentro de las dolomías gargasienses, el yacimien-

to. Otras menas, de menor importancia, aparecen en los bordes del Sinclinal, muchas de ellas completamente oxidadas.

La columna estratigráfica (Fig. 5.1.2-1) refleja la existencia de sedimentos que componen el Sinclinal de Santillana a partir de las facies Weald; y la repetición rítmica de materiales en todos los pisos, que comienza con deposición detrítica de margas y calcarenitas con pirita, materia carbonosa, restos vegetales, ... y finaliza con materiales calcáreos, calizas y dolomías. Las principales facies de dolomitización con desarrollo de fallas ocurren en el Aptense y Alben-se.

En el Urgoniano, la acción tectónica dislocó bloques, en procesos de inmersión y levantamiento, produciendo la erosión y karstificación de las zonas emergidas con importantes alteraciones locales de las potencias del Albense y Gargasiense.

A las fallas que provocan esta tectónica de bloques se les atribuye tres orígenes:

- 1.- Rejuvenecimiento de la tectónica hercínica del sustrato paleozóico.
- 2.- El diapirismo en el Cretácico que se introdujo a través de las fallas preexistentes creando otras nuevas.
- 3.- La acción de la tectónica alpina.

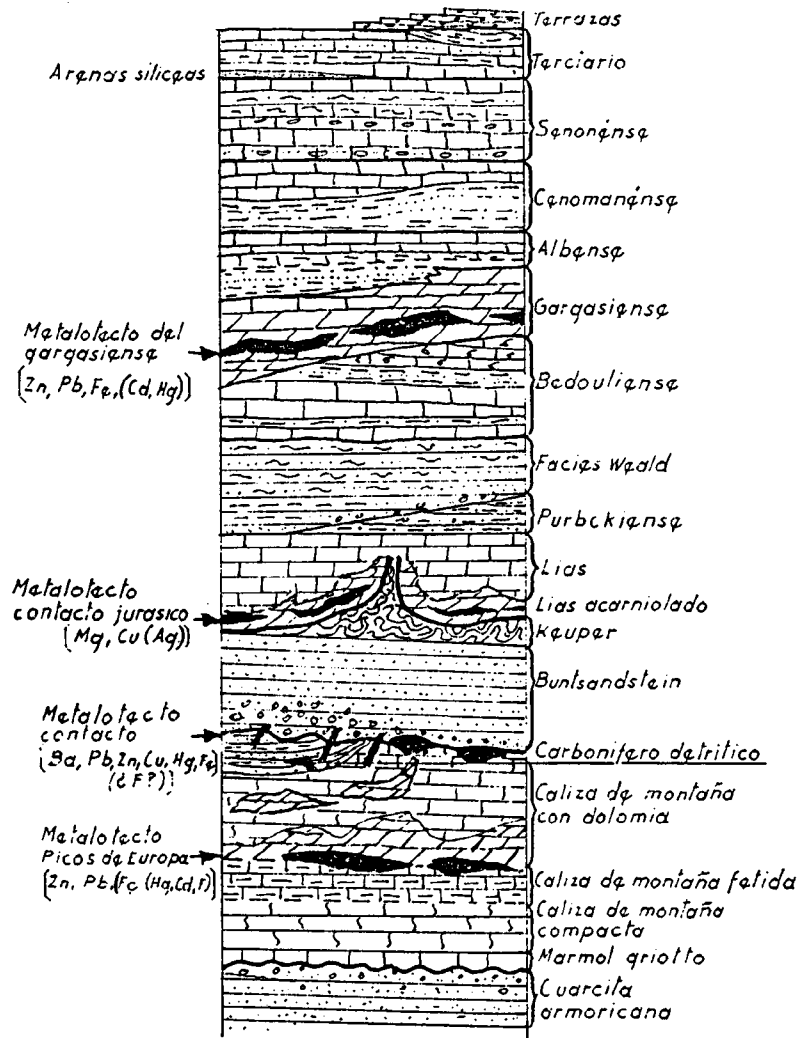


FIG. 5.1.2-1.- SINTESIS DE LA COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA PROVINCIA DE CANTABRIA (Segun: Sanchez J.B. - 1.980)

En cuanto a la génesis del yacimiento, existen numerosas versiones, basadas en observaciones geológicas de la mina y su correlación en el tiempo. Estas hipótesis van desde un posible origen exhalativo-lejano, a un fenómeno cárstico en todo el yacimiento.

Las hipótesis más modernas sobre la génesis de las mineralizaciones, pueden sintetizarse en los puntos siguientes, adoptando la descripción realizada por Asturiana de Zinc, S.A. en Canteras y Explotaciones:

- 1) Existen varios periodos mineralizantes que afectaron de forma distinta en cada parte del yacimiento; se encuentran mineralizaciones primarias, de reemplazamiento y removilizaciones.
- 2) El área del Sinclinal era una cuenca somera en la apertura del golfo de Vizcaya, con fallas sinsedimentarias en una tectónica de bloques, con zonas más elevadas y de menor subsidencias, mientras que las adyacentes se hundían más rápidamente. Las diferencias de potencia de la dolomía Gargasiense de W a E de la mina son un ejemplo claro de hundimiento diferencial.
- 3) La capa Sur, de la zona W, corresponde a un primer episodio mineralizante, en un mar somero de fondo estable, con desarrollo de arrecifes biostrómicos. Los episodios posteriores de aporte de mineral afectaron solo parcialmente a la zona. La Zona Central fue más activa y se hundió más (aumento de la potencia de la dolomía), con tres episodios principales de mineralización.

- 4) Al mismo tiempo que se depositaba la capa Sur, la falla sinsedimentaria E-2 hundía más rápidamente el bloque del E, aumentando considerablemente el espesor de la dolomía, con un crecimiento biohérico de los arrecifes. La mayor separación del muro con respecto al mineral y las numerosas fallas diapíricas configuraban una mineralización irregular, menos compacta, con un control arrecifal evidente. Los arrecifes constituyen esterilidades dentro del yacimiento.
- 5) Aunque no existen pruebas de alteración hidrotermal en las fallas, la hipótesis actual es que la mineralización primaria es contemporánea con la segunda fase de dolomitización y que el aporte de iones de Zn, Pb, Fe y Mg es simultáneo, pudiendo proceder el S del agua del mar. Parecen existir dos o tres fases de dolomitización, con el aporte de Zn en una de ellas.
- 6) Al final del Gargasiense hay una emersión con formación de un Karst, que se implanta principalmente en las zonas más débiles de falla o borde arrecifal, ocasionando un enriquecimiento de mineral muy irregular con relleno de margas y arenas en los huecos del mismo, lo que hoy se conocen como flexiones y que afecta en muchos puntos al resto de la mineralización, superponiéndose 2 ó 3 mineralizaciones.

En resumen, el yacimiento de Reocón tiene una génesis compleja con aportes de mineral intermitentes en el tiempo, probablemente a través de las fallas sinsedimentarias, con controles paleogeográficos (arrecifes) y tectónicos. Posteriormente se implantó un aparato cárstico

en distintos puntos débiles falladas por la tectónica a lo largo del yacimiento.

Los distintos procesos de compresión y distensión han originado varios sistemas de diaclasas y fracturas sobre las que, en distintas épocas, han evolucionado los fenómenos cársticos; por otra parte, la propia mina provoca una zona depresiva de flujos que induce una circulación de agua del orden de 1.200 l/s, lo que constituye uno de los mayores problemas de Reocín.

Morfología del Yacimiento

La forma aproximada es un rectángulo irregular de 3.500 × 700 m con dirección N 60-70° y 23° N de buzamiento. La potencia, muy variable, es de 2 a 6 m en la zona W, tres capas de hasta 10 m de potencia en el centro y mineralizaciones de hasta 40 m en la zona E de la mina.

Para mejor descripción morfológica del yacimiento se puede dividir éste en cuatro zonas:

- 1º Zona Centro.- Comprende el afloramiento oxidado que se explotó en el origen de la mina y continúa en profundidad con la explotación a cielo abierto y la minería del interior a partir del Pozo Santa Amelia. La mineralización es estratiforme situada en el tercio inferior de la dolomía Gargasiense. La mineralización de esta zona corresponde a tres episodios intermitentes que se denominan Capa

Sur, Norte y Tercera con potencias variables , de 2 a 8 m cada una, situadas dentro de los 40 m inferiores del paquete dolomítico gargasiense que aquí tiene una potencia de 120-140 m. Las capas se encuentran unidas localmente por fallas y removilizaciones posteriores.

2º Zona Oeste.- Se caracteriza por la presencia de la Capa Sur en una longitud de 1.700 m con potencias que oscilan entre los 2 y 6 m de media. La potencia del Gargasiense oscila entre 70 y 100 m, con la mineralización inmediatamente superpuesta a la dolomía de muro, de la que está separada por un nivel margo-arcilloso milimétrico o de escasos centímetros de espesor, en ocasiones metalizada.

3º Barrendera.- Se denomina así a la zona E de Reocín que tiene características sedimentarias y mineralógicas bien diferenciadas del resto del yacimiento. Constituye la zona más investigada recientemente y por tanto su conocimiento es más actual. Aumenta considerablemente la potencia del Gargasiense dolomítico, desde 160 m en su parte W a 235 m en la parte más oriental de este sector, con aparición de lentejones calizos dentro de la dolomía. La incompleta dolomitización de la caliza va acompañada de una disminución de la mineralización.

La mineralización no se sitúa directamente sobre la dolomía de muro, sino que está a unos 20 m más alta.

4º Flexión 3E.- El término Flexión se aplica en Reocón a ciertas estructuras de dirección E-W (paralelas a la falla N10) con evidencias de una carstificación. La mineralización primaria, estratificada, correspondiente a las capas Norte y Tercera en su extremo Este del sector Centro va disminuyendo, viéndose enriquecida por una mineralización secundaria.

La explotación de estas flexiones o enriquecimientos secundarios permite reconocer los fenómenos cársticos que las originaron, con bolsadas de arcillas y areniscas rellenas de huecos, dirección y buzamiento distintos de la mineralización primaria que contrastan con el resto del yacimiento.

La existencia en la explotación a cielo abierto de fenómenos cársticos superficiales (dolinas rellenas de arenisca similares a las de la flexión) en el contacto gargasiense-albense, junto con la existencia de biohermos asociados a fallas, denota zonas debilitadas por la tectónica sobre las que se implantó un karst que, sin duda, afectó a gran parte del yacimiento.

Un corte longitudinal del yacimiento, así como diversos cortes transversales de las distintas zonas se recogen en las figuras Nos. 5.1.2-2 y 5.1.2-3.

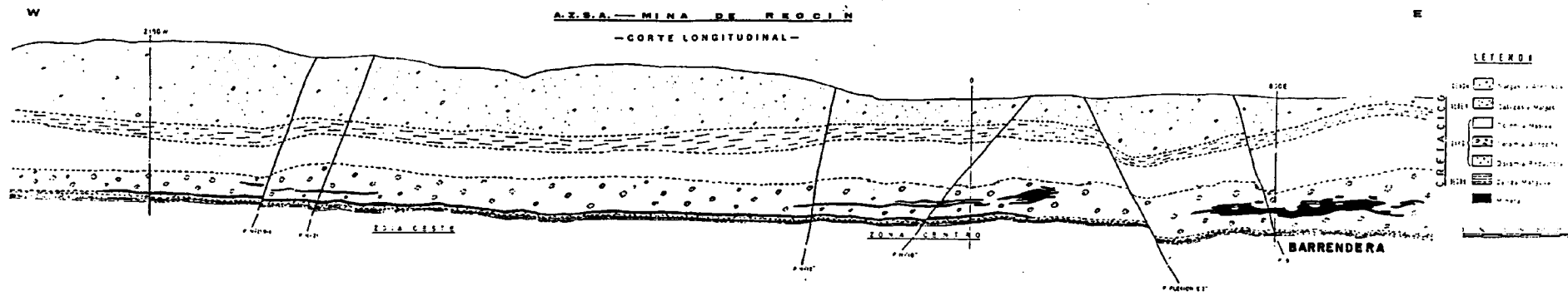
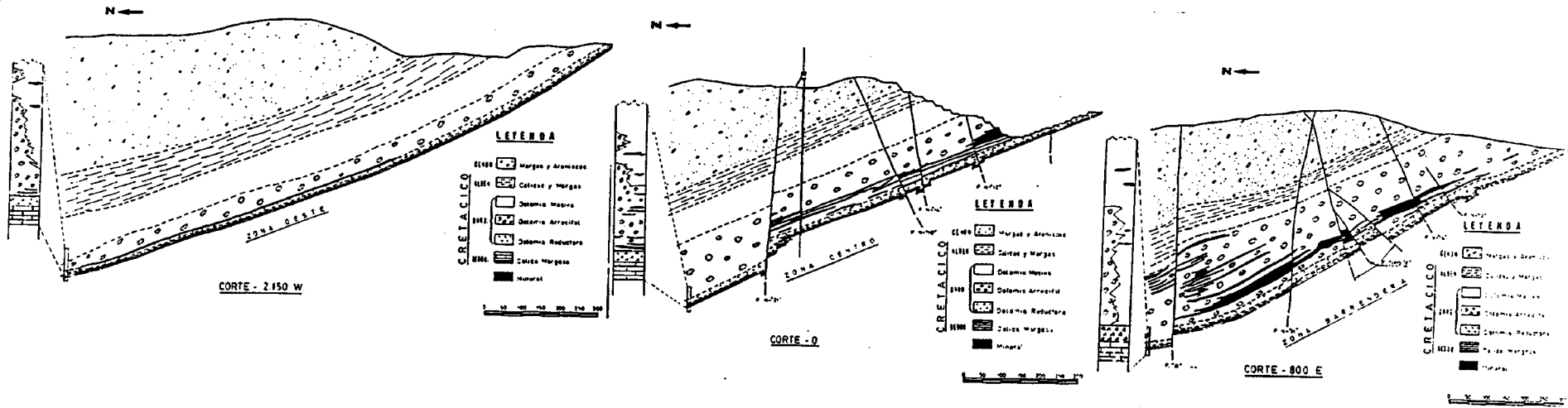


FIG. 5.1.2 - 2.-CORTE LONGITUDINAL APROXIMADO DEL YACIMIENTO DE REOCIN.



FUENTE: A.Z. S.A. - Mino de Reocin.

FIG. 5. 1. 2-3. - CORTES TRANSVERSALES APROXIMADOS DEL YACIMIENTO DE REOCIN.

Mina de Interior

La potencia y el buzamiento de las masas mineralizadas determinan el método de laboreo de cada zona.

Dividiendo el yacimiento de explotación en dos subzonas: Este y Oeste, es posible distinguir cuatro metodologías de explotación distintas:

1.- ZONA ESTE.- FLEXION

Es posible su modelización aproximada mediante una estructura en la que las capas de margas y dolomías, se apoyan lateralmente en arrecifes, con escaso desarrollo lateral. Su explotación tiene lugar como una sola cámara.

2.- ZONA ESTE.- BARRENDERA

La mineralización está conformada a unos 20 m de la dolomía de muro, con buzamiento de 30° y la potencia llega a ser hasta de 40 m.

El sistema de explotación utilizado es el de cámaras y pilares.

3.- ZONA OESTE.- NIVEL 21

Esta zona tiene una mineralización formada por la Capa Sur próxima a la dolomía del muro, con una potencia de 2 a 6 m y un buzamiento de 23°.

Las rampas del nivel 21, se explotan mediante el método convencional de cámaras y pilares de 18 y 12 m de ancho respectivamente.

4.- ZONA OESTE.- RECUPERACION DE PILARES.

Donde mediante un método de corte y relleno se intenta la recuperación de los pilares comprendidos entre los niveles: N-20 y N-14.

El relleno, está constituido por materiales dolomíticos del rechazo de la operación de preconcentración.

La esquematización de la operación minera subterránea se muestra en la figura N° 5.1.2-4.

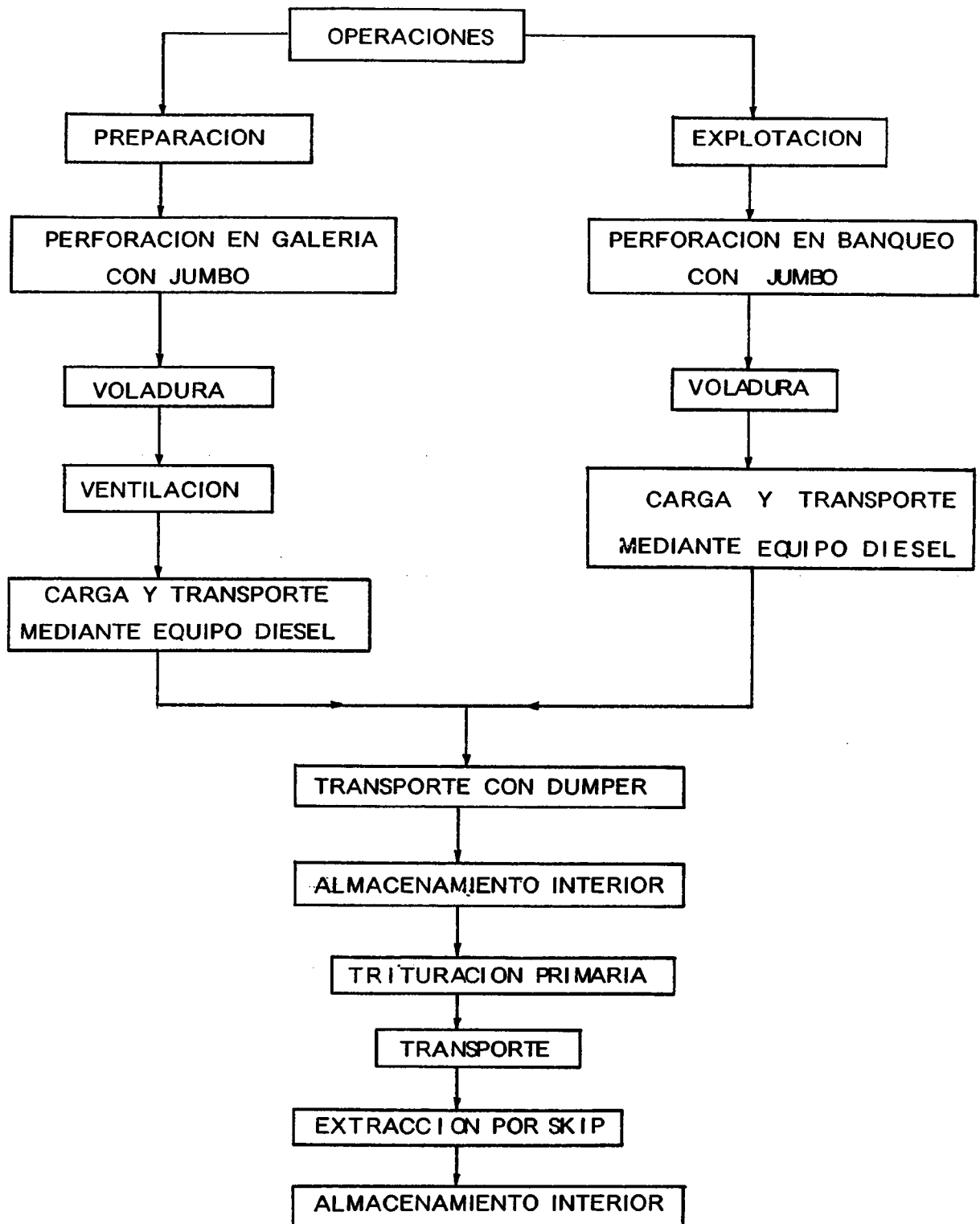


FIG. 5.1.2-4 ESQUEMA SINTESIS DE LA OPERACION MINERA SUBTERRANEA.

Mina exterior

En el año 1976, se inicia la explotación, mediante una corta que se encuentra situada en la zona central del yacimiento, con posterior desarrollo en sucesivas etapas hacia el Este, siguiendo a la mineralización. La geometría final de la corta se aproximará a una elipse, cuyo eje mayor coincidirá con la corrida de la mineralización.

La explotación a cielo abierto, tendrá dos áreas, una la que actualmente se explota con dimensiones aproximadas de : 1.400 × 700 m y cuya profundidad final será de 220 m; denominada CORTA OESTE, y otra, la CORTA ESTE que alcanzará una profundidad de 250 m.

En la primera está previsto depositar el desmonte de la segunda, así como, el llevar a cabo una minería por transferencia.

El esquema de la operación minera a cielo abierto se muestra en la fig. Nº 5.1.2-5.

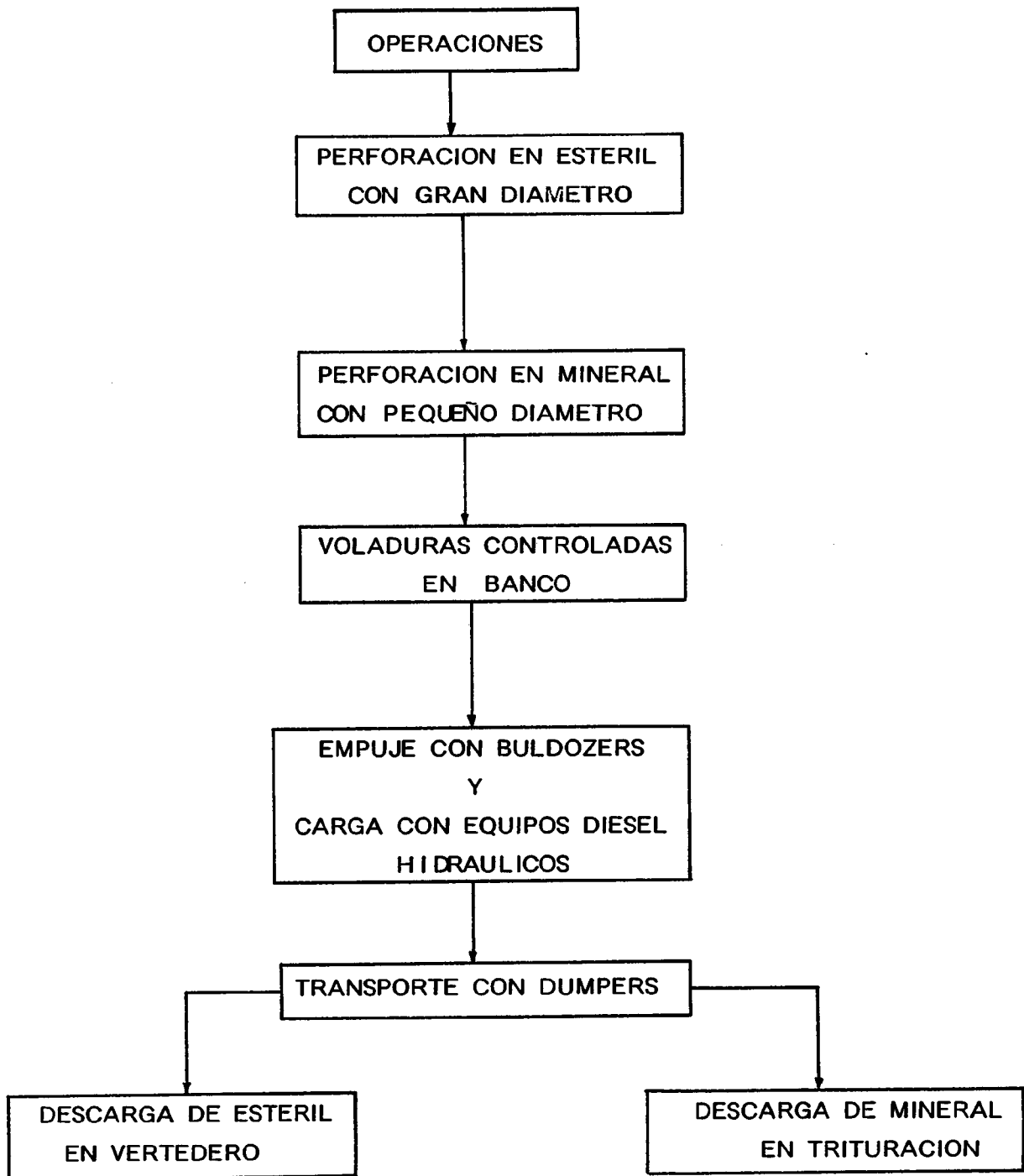


FIG. 5.1.2-5 ESQUEMA SINTESIS DE LA OPERACION MINERA DE CIELO ABIERTO.



VISTA DE LA EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE ASTURIANA DE ZINC, S.A.

Preconcentración

El mineral procedente de cielo abierto alimenta a un triturador primario giratorio y posteriormente a un secundario. (Fig. 5.1.2-6).

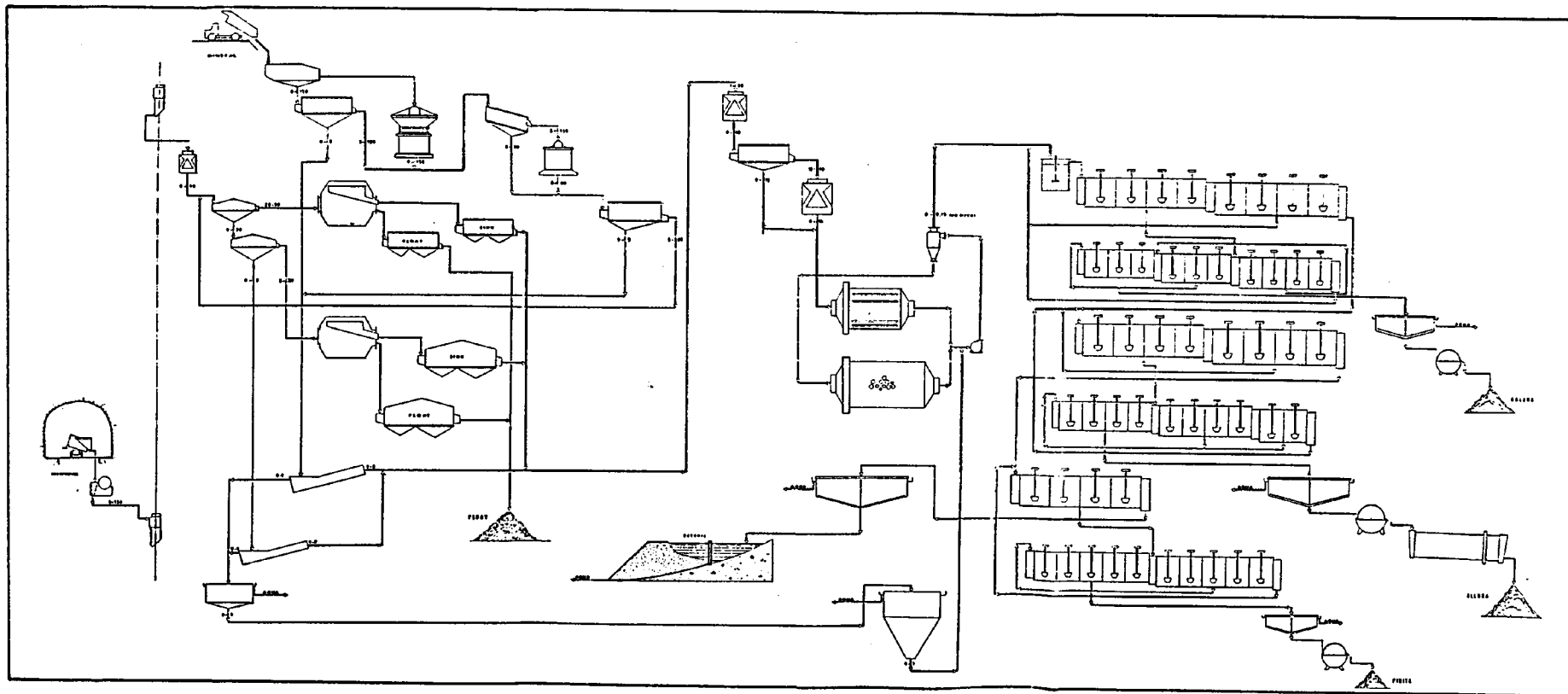
En paralelo está la trituración secundaria del mineral procedente del interior.

En ambas fases se reduce el mineral a tamaños máximos de 80 mm. A continuación, ambos minerales entran en paralelo a unos vibrotamices que realizan la clasificación en tres tamaños, 80-20 mm, 20-8 mm y menor de 8 mm.

Las fracciones gruesa e intermedia alimentan a sendos tambores "Wemco" donde se realiza la separación por densidades a través de la suspensión del mineral en una pulpa de ferrosilicio y agua, obteniéndose un preconcentrado y un estéril (float.) que se almacena en una escombrera.

Concentración

El preconcentrado obtenido es transportado hasta el lavadero y tras sufrir dos trituraciones, queda reducido a tamaños inferiores de 10 mm, y pasa junto con los menores de 8 mm que han sido transportados por canales, a la molienda.



Fuente: ASTURIANA DE ZINC. S.A.
 Minas de Reocin.

FIG.5.1.2-6.- ESQUEMA PLANTA DE CONCENTRACION DE MINERALES.

Esta operación basada en dos molinos en serie, produce una reducción granulométrica, en donde los tamaños inferiores a las 200 mallas pasan a un circuito de flotación diferencial.

Flotación

Consta de un circuito de galena en cabeza con un desbaste y una serie de relavados en celdas.

El proceso del zinc, también consta de un desbaste y una serie de relavados en celdas y finalmente los estériles entran en el circuito de la pirita, donde también sufren los anteriores procesos.

El estéril final, se espesa en un tanque y se bombea a los diques de estéril.

De este modo, según se cita en la anterior publicación, durante 1986, se alcanzaron las siguientes producciones:

150.000 t. de blenda del 56% de Zn.

11.950 t. de galena del 70% de Pb.

26.270 t. de pirita del 47% de S.

Estériles

Anualmente se producen entre 750.000 y 800.000 t. de estériles de flotación que son bombeados desde la planta ubicada en el lavadero

de Torres hasta el dique de "Pozo Jaime", con una distancia de transporte de unos 2 Km.

Los estériles gravimétricos son también depositados en vertederos exteriores.

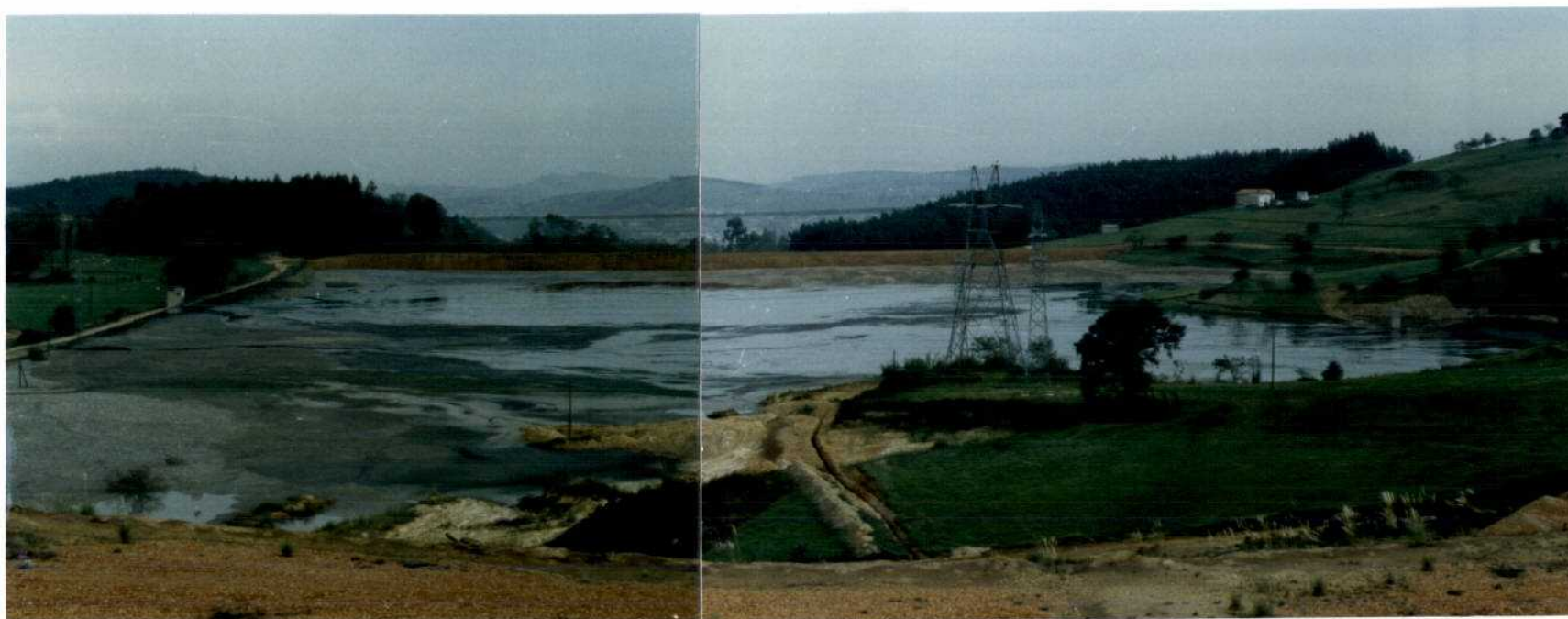
5.1.3. Rocas Industriales

De las explotaciones de rocas industriales en Cantabria, destaca notablemente la mitad Norte de la zona Sur, y dentro de aquella, adquiere especial relevancia el municipio de Camargo.

Del conjunto, destacan las explotaciones de calizas y arenas; con una importante fracción destinada para áridos, las de dolomías y calizas para la fabricación de fundentes, refractarios y vidrios, las de arenas silíceas, las de ofitas empleadas como áridos en la fabricación del hormigón asfáltico, los yesos, y las arcillas utilizadas en la cerámica y en refractarios.

En general, en la zona Norte las explotaciones suelen ser más grandes y con mayor disponibilidad de medios que en la zona Sur.

Por último, en cuanto a puntos extractivos de arcillas, estos son de pequeñas dimensiones, sin apenas dejar vestigios residuales.



VISTA GENERAL DE LA Balsa del Pozo Jaime, actualmente en activo.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

6.1. Características generales

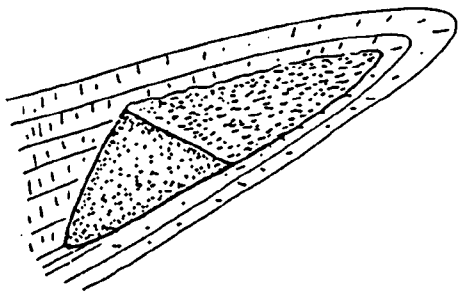
Las escombreras inventariadas corresponden a los tipos usuales representados en la fig. 6.1-1, aunque en muchas ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros, y son combinaciones de los anteriormente señalados. Así, pueden existir estructuras que se dispongan en una ladera y en una vaguada, sin llegar a ocuparlas totalmente, o que esten entre una ladera y un terraplén.

Las diversas implantaciones de balsas se recogen en la fig. 6.1-2, dándose igualmente casos de tipología mixta.

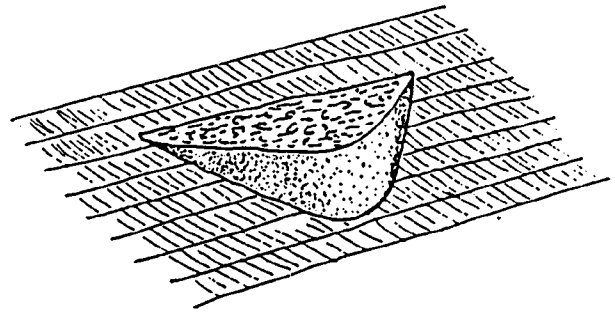
La mayoría de las estructuras recogidas son provenientes de labores mineras, no obstante se han recopilado algunos casos especiales de escombreras y presas que por su situación, implantación, volumen, etc. se han juzgado de interés.

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

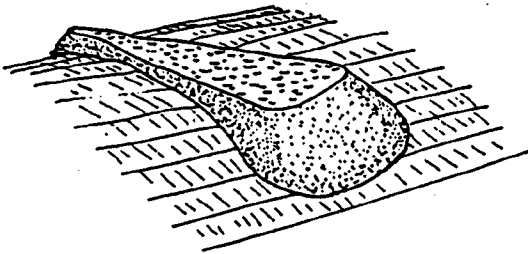
- Tipos de minería.



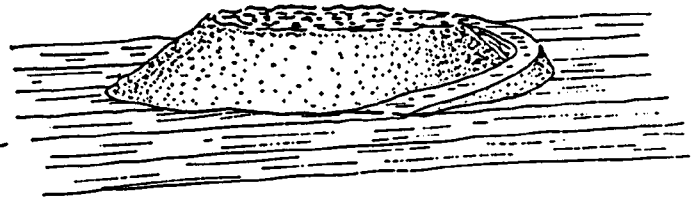
a) DE VAGUADA



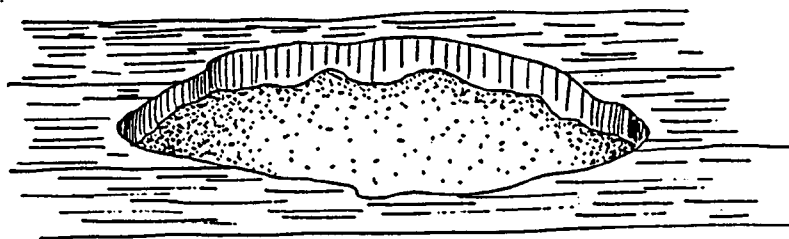
b) DE LADERA



d) DE DIVISORIA



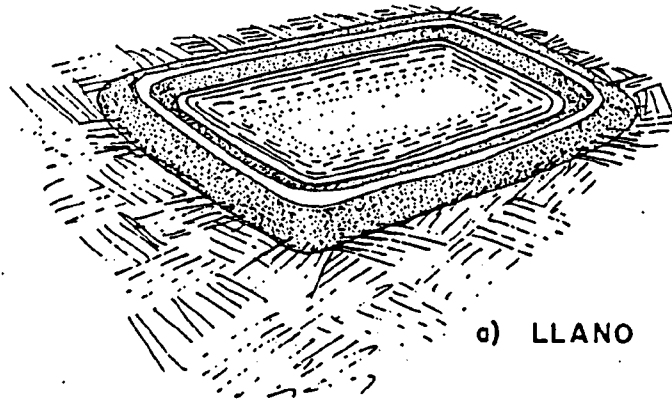
e) LLANO



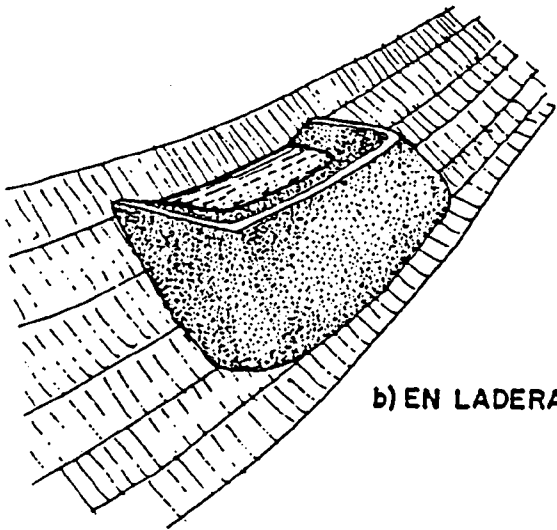
f) RELLENO DE CORTA

FIG. 6.1-1.- TIPOS DE ESCOMBRERAS

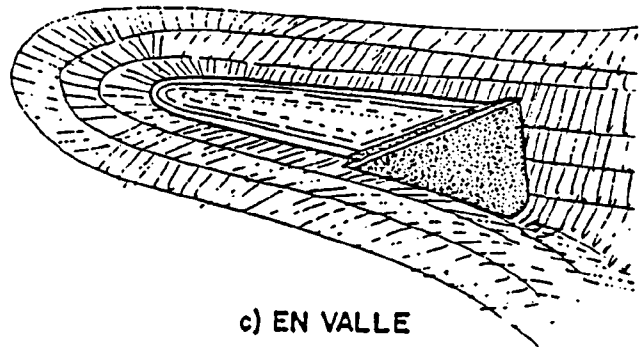
Fuente: Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros.



d) LLANO



b) EN LADERA



c) EN VALLE

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

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

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

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

6.2. Resumen estadístico

6.2.1. Tipos de Minería.

MINERIA:	Escombreras		Balsas		Total (%)
	Nº Estructuras	(%)	Nº Estructuras	(%)	
- Plomo-Zinc	32	17,6	18	10	27,3
- Hierro	27	14,9	21	11,6	26,7
- Espato-flúor	2	1,1	-	-	1,1
- Sílice	2	1,1	-	-	1,1
- Margas	1	0,5	-	-	0,5
- Caliza	36	20	4	2,2	22,3
- Arcilla	3	1,6	-	-	1,6

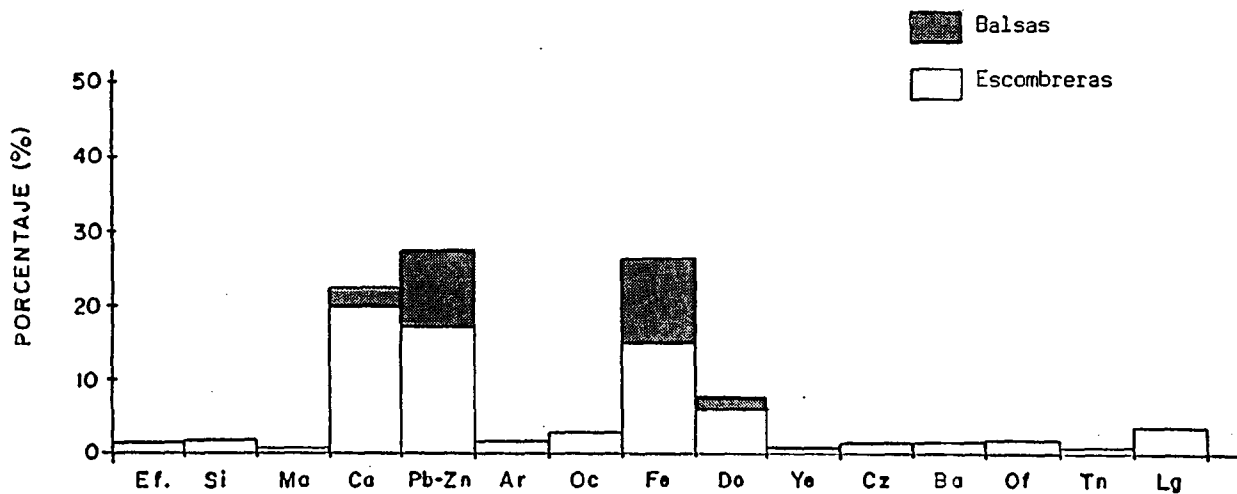
MINERÍA:	Escombreras		Balsas		Total (%)
	Nº Estructuras	(%)	Nº Estructuras	(%)	
- Dolomía	12	6,6	2	1,1	7,7
- Yeso	1	0,5	-	-	0,5
- Cuarzo	2	1,1	-	-	1,1
- Barita	2	1,2	1	0,5	1,7
- Ofita	3	1,7	-	-	1,7
- Turba	1	0,5	-	-	0,5
- Lignito	6	3,4	-	-	3,4
- Otros productos de cantera	5	2,8	-	-	2,8

Son las explotaciones de la minería metálica, las que originan un mayor número de depósitos residuales en Cantabria, constituyendo el 54% del total, mientras que las explotaciones de canteras, graveras, y plantas de tratamiento, en su conjunto dan lugar al 42,1%

Las balsas de mayor entidad se encuentran ligadas o han estado relacionadas con las explotaciones y procesos de obtención del plomo-zinc y del hierro (21,6%), y con los productos calizo-dolomíticos (3,3%).

En la fig. 6.2-1 se recoge la distribución porcentual por tipos de minería.

La litología de los estériles en los depósitos está en consonancia con los materiales explotados y con la roca de caja de la mineralización de que se trate.



LEYENDA

Ef: Espato-flúor
 Si: Sílice
 Ma: Margas
 Ca: Caliza
 Pb-Zn: Plomo-Zinc

Ar: Arcilla
 Oc: Otros productos de cantera
 Fe: Hierro
 Do: Dolomía
 Ye: Yeso

Cz: Cuarzo
 Ba: Barita
 Of: Ofita
 Tu: Turba
 Lg: Lignito

FIG.6.2-1.- TIPO DE SUSTANCIAS

6.2.2. Tipos de estructuras

<u>ESTRUCTURAS</u>	<u>Estructuras (Nº)</u>	<u>Porcentaje (%)</u>
Escombreras	135	74,6
Balsas	45	24,9
Mixtas	1	0,5

En la fig. 6.2-2 se ha recogido el histograma del conjunto.

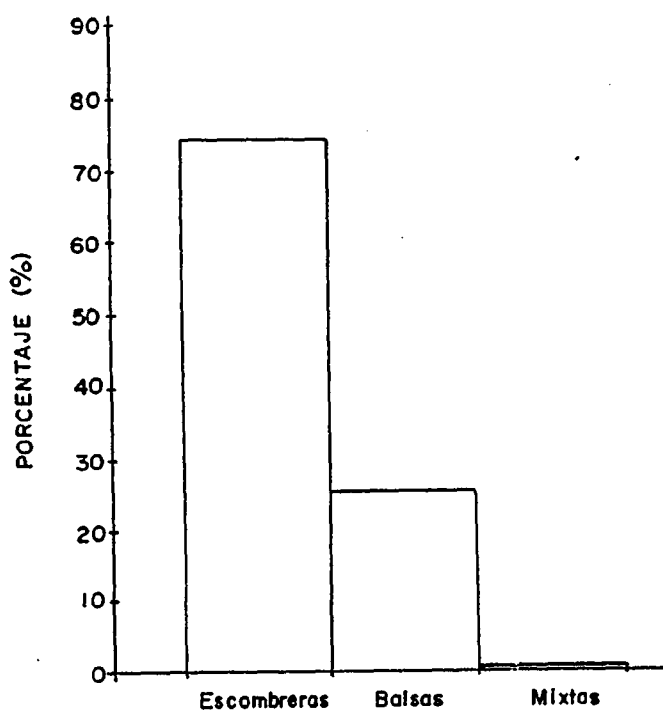


FIG.6.2.-2.- TIPO DE ESTRUCTURAS

6.2.3. Estado de las estructuras

	Escombreras		Balsas		Total (%)
	Nº Estructuras	(%)	Nº Estructuras	(%)	
Activas	76	42	12	6,6	48,6
Paradas	7	3,9	3	1,6	5,5
Abandonadas	52	28,7	31	17,1	45,9

Las estructuras en actividad corresponden en su mayor parte, a las explotaciones del plomo-zinc y al sector de rocas industriales con sus múltiples fines.

La fig. 6.2-3 corresponde al gráfico de frecuencias del estado de las estructuras.

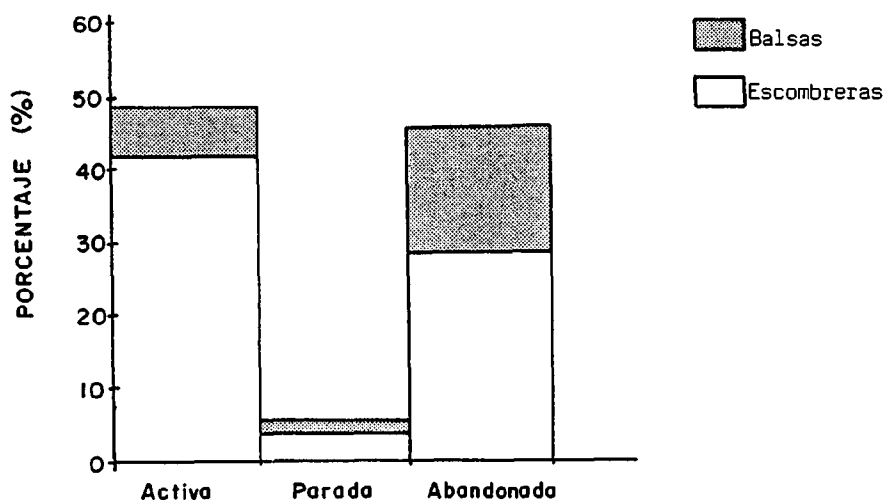


FIG.6.2.-3.- ESTADO DE LA ESTRUCTURA

6.2.4. Tipos de terreno ocupado

TIPO DE TERRENO	Escombreras		Balsas		Total (%)
	Nº Estructuras	(%)	Nº Estructuras	(%)	
Monte bajo	30	16,6	4	2,2	18,8
Terreno Baldío	91	50,4	15	8,2	58,9
Terreno Agrícola	12	6,6	16	8,9	15,6
Terreno Forestal	7	3,8	6	3,3	6,7

El tipo de terreno ocupado que predomina es el denominado como baldío.

La fig. 6.2-4 refleja el gráfico de frecuencias obtenido.

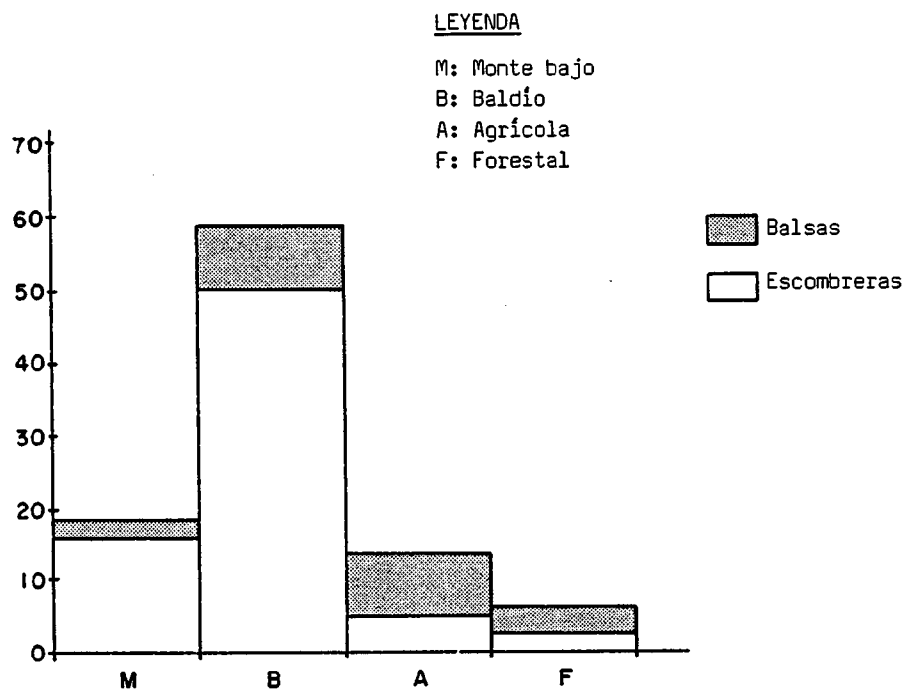


FIG.6.2.-4.- TIPO DE TERRENO

6.2.5. Tipología de la estructura

TIPOS	Escombreras		Balsas		Total (%)
	Nº Estructuras	(%)	Nº Estructuras	(%)	
Llano	30	16,6	17	9,4	26,2
Ladera	46	25,4	3	1,6	27,3
Vaguada	7	3,9	12	6,6	10,5
Llano-Ladera	31	17,1	5	2,8	20
Llano-Vaguada	3	1,7	2	1,1	2,7
Ladera-Vaguada	18	9,9	7	3,9	13,3

Las tipologías de ladera, llano, y de ladera con amplio apoyo en terreno exento o llano, son las variedades predominantes en escombreras.

En diques de estériles, las morfologías de emplazamiento que con mayor frecuencia son utilizadas son: el tipo llano con dique perimetral, y el tipo vaguada.

La fig. 6.2-5 recoge la distribución porcentual.

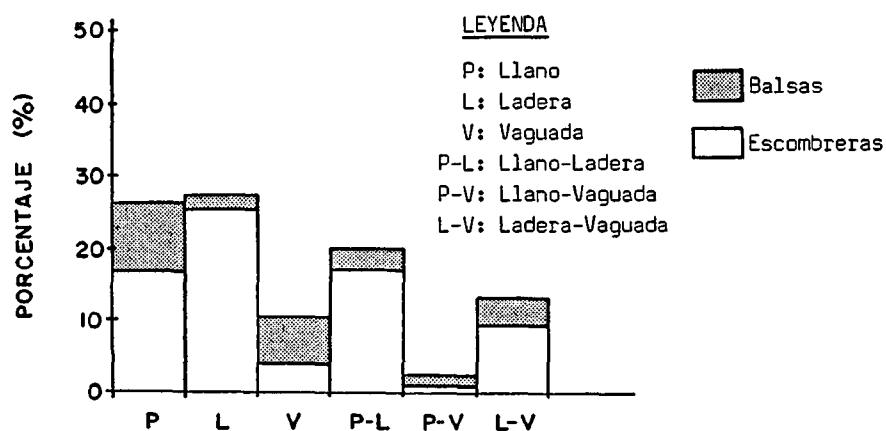


FIG.6.2.-5.- TIPOLOGIA DE LA ESTRUCTURA



CASO DE IMPLANTACION DE RESIDUOS
APROVECHANDO UNA DOLINA ANTE -
RIORMENTE EXPLOTADA



CASO DE IMPLANTACION DE UN DIQUE DE RESIDUOS
EN "LADERA-VAGUADA"

6.2.6. Sistemas de vertido

El histograma de la fig. 6.2-6 resume los sistemas de vertido utilizados tanto en escombreras como en balsas.

<u>SISTEMA DE VERTIDO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Volquete	35,9
Vagoneta	13,1
Pala	19,7
Tubería	14,-
Cinta	0,8
Cable	1,6
Canal	13,6
Cisterna	0,40
Manual	1

El medio de transporte de los residuos, más utilizado en las escombreras es el de volquete, usado tanto en las grandes explotaciones como en las canteras. En las balsas, el vertido más común de la pulpa residual es mediante tubería o canal o con sistemas de disposición mixta.

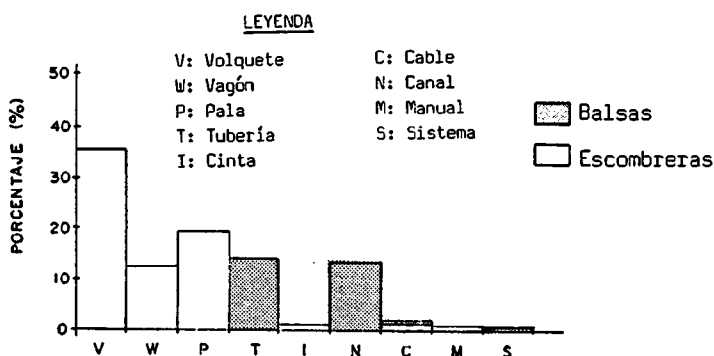


FIG. 6.2.-6. - SISTEMA DE VERTIDO

6.2.7. Altura de las estructuras

<u>ALTURA (m)</u>	<u>ESTRUCTURAS (Nº)</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
H < 10 m	116	64
10 - 20 m	45	24,9
20 - 30 m	13	7,2
30 - 40 m	-	-
40 - 50 m	2	1,1
> 50 m	5	2,8

La distribución de alturas de las diferentes estructuras se ha recogido en la fig. 6.2-7. En el caso de balsas, se ha estimado la altura del dique de contención de estériles.

Como puede observarse, la gran mayoría no tiene alturas importantes, encontrándose sólo 7 estructuras que superen los 30 m.

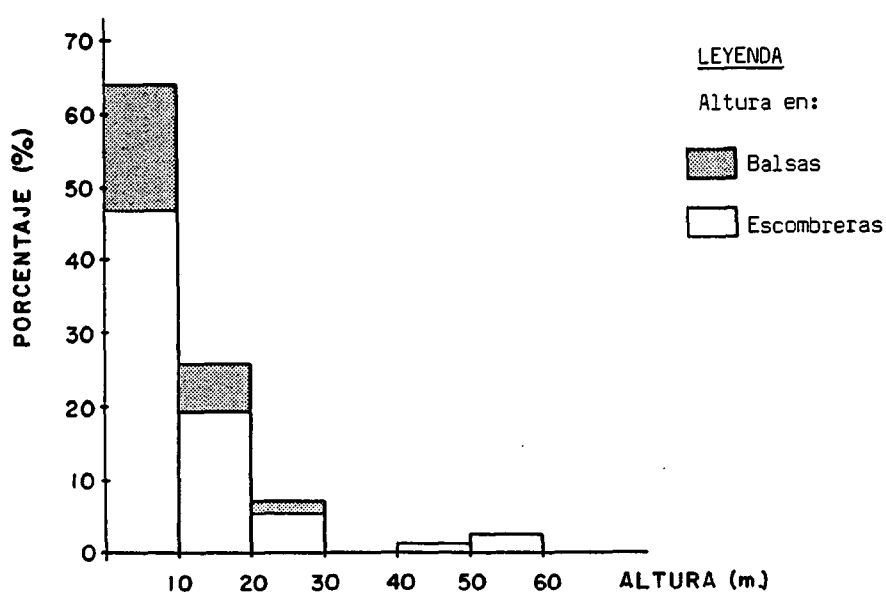


FIG.6.2.7.- ALTURA. (m.)

6.2.8. Volumen

VOLUMEN (m ³)	Escombreras		Balsas		Total (%)
	Nº Estructuras	(%)	Nº Estructuras	(%)	
$V < 10^3$	18	10	1	0,6	10,6
$10^3 \leq V < 10^4$	66	36,5	5	2,8	38,8
$10^4 \leq V < 10^5$	36	19,9	8	4,4	24,5
$10^5 \leq V < 10^6$	11	6,0	17	9,3	15,6
$10^6 \leq V < 10^7$	5	2,8	14	7,7	10,5

Un alto porcentaje de las estructuras presentan volúmenes moderados, destacando no obstante la existencia de capacidades medianas en el 15,6% de los casos y con elevados volúmenes (superiores al 1.000.000 m³) 19 estructuras.

La fig. 6.2-8 resume la distribución porcentual.

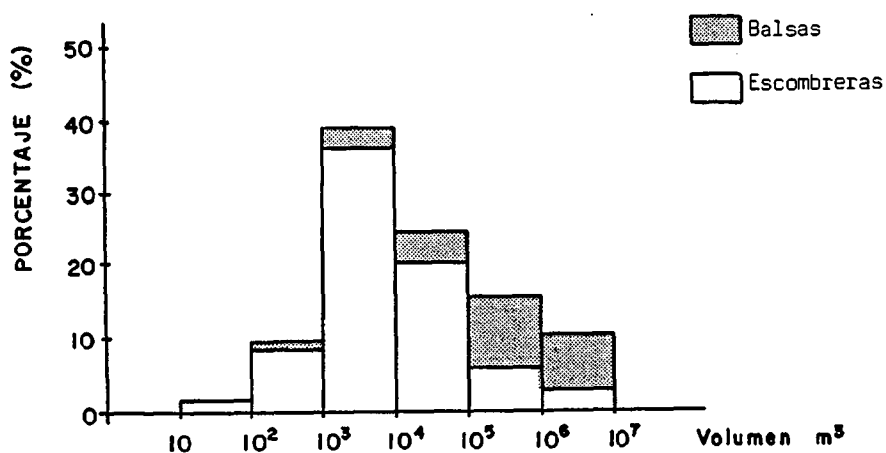


FIG. 6.2.-8.- VOLUMEN (m³)

6.2.9. Taludes de los estériles

El histograma de la fig. 6.2-9 recoge los valores correspondientes al muestreo de taludes realizados. En ella es posible distinguir los datos de taludes en escombreras, de los correspondientes al dique de contención de estériles.

En escombreras el rango más frecuente es el 34°-36°, mientras que en diques de balsas, encontramos valores que superan los 40°.

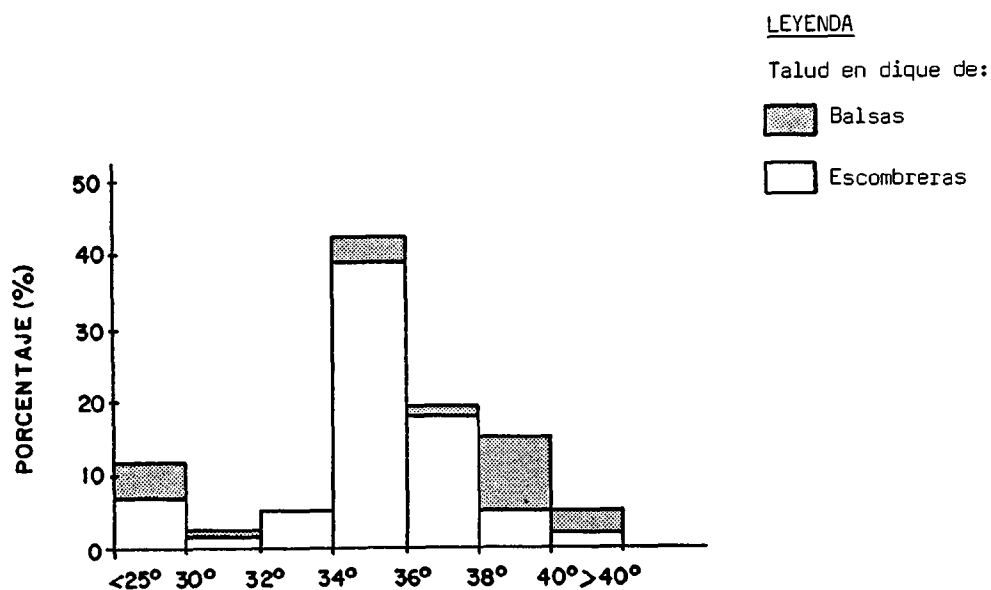


FIG.6.2.-9.- TALUD (°)

6.2.10. Tamaño de los estériles

El histograma de frecuencias se recoge en el gráfico de la fig. 6.2-10.

Como puede observarse en el conjunto de las escombreras, la granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños, desde los finos procedentes de los sistemas de trituración y tratamiento, hasta los tamaños de escollera de las monteras, mantos de recubrimiento, o zonas estériles.

Existen casos puntuales de granulometría uniforme.

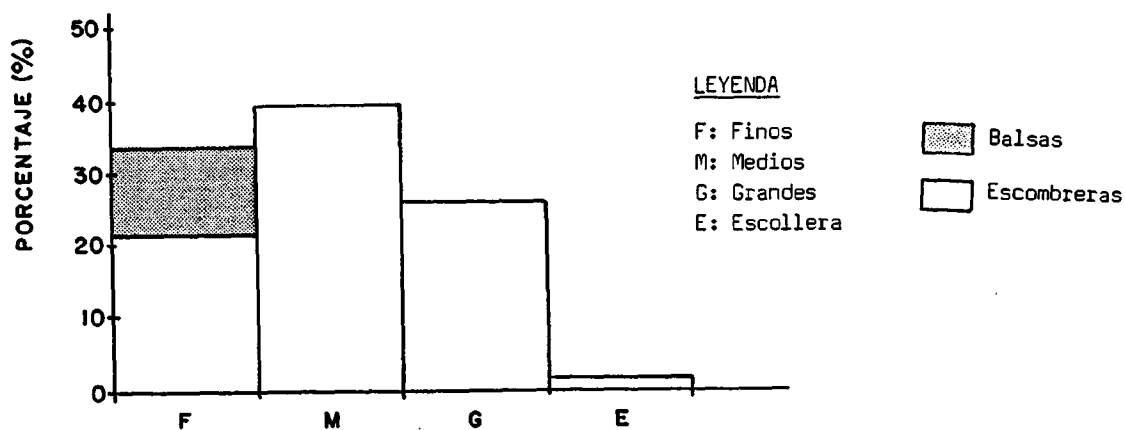


FIG 6.2.10.- TAMAÑO DE LOS RESIDUOS



OBSERVESE LA VARIEDAD DE TAMAÑOS EN ESCOMBRERAS ANTIGUAS PROCEDENTES DE LA MINERIA DEL PLOMO-ZINC (ESCOMBRERA DE LA ZONA DE LA FLORIDA)



TAMAÑOS QUE SE APRECIAN EN LAS ESCOMBRERAS DE LA MINERIA DEL HIERRO (ESCOMBRERA DE LA ZONA DE ORCONERA)

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

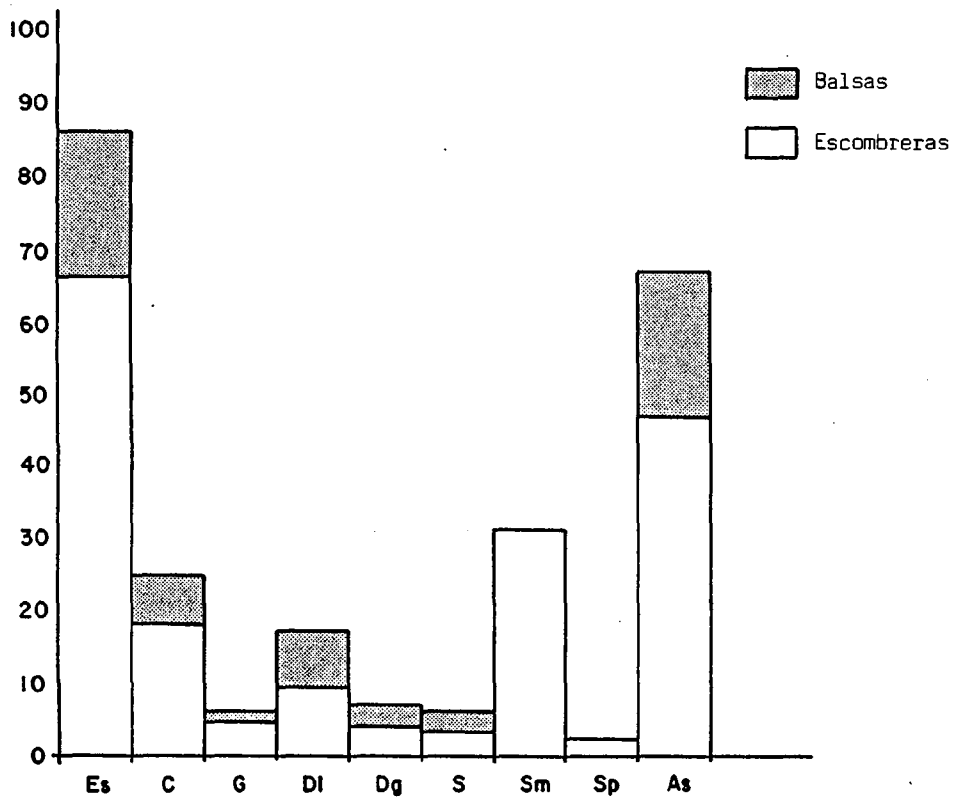
En base a los datos recogidos en las fichas de inventario, referentes a estimaciones cualitativas de visu, se ha efectuado un análisis de los problemas geomecánicos observados en las diferentes estructuras de la provincia.

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

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

De forma resumida, se detallan seguidamente las distintas frecuencias con que aparecen los fenómenos detectados sobre el total de estructuras con ficha: (Nº de fichas: 181).

- Erosión superficial	86,2 %
- Acarcavamiento	24,9 %
- Grietas	6,1 %
- Deslizamientos locales	17,7 %



LEYENDA

- Es: Erosión superficial
- C: Cárcavas
- G: Grietas
- Dl: Deslizamientos locales
- Dg: Deslizamientos generales
- s: Surgencias
- Sm: Socavación mecánica
- Sp: Socavación de pié
- As: Asentamiento

FIG.7.1.- PROBLEMAS OBSERVADOS

- Deslizamientos generales	7,2 %
- Socavación mecánica	32 %
- Socavación pie	2,8 %
- Asentamientos	67,9 %
- Surgencias	6,1 %

En general los taludes de las escombreras se corresponden con el talud natural que adoptan los residuos según la forma de vertido y las condiciones de apoyo en la base.

Los fenómenos de deslizamiento local, en su mayoría de tipo superficial, se manifiestan en zonas de escombreras, que presentan, o una excesiva acumulación de finos, o son debidos a condiciones particulares de los materiales depositados, y así, con la presencia de agua freática, pueden producirse flujos, reptaciones, erosiones, etc., con características muy variables respecto a la velocidad del fenómeno y a los volúmenes afectados.

La erosión superficial, se manifiesta en estructuras con alto porcentaje en finos, y se traduce en huellas que en ocasiones adquieren notable profundidad, dando lugar a cárcavas. Es el caso de las escombreras residuales de las explotaciones de plomo-zinc, hierro, ofitas, lignito, dolomía y fluorita, siguientes:

CODIGO: 1705-2-1 - Escombrera de LA FLORIDA - ZONA: LA FLORIDA
 CODIGO: 1705-2-7 - Escombrera CUERRE - ZONA: LA FLORIDA
 CODIGO: 1804-6-10 - Escombrera VIESCA - ZONA: REOCIN
 CODIGO: 1804-6-19 - Balsa de la FABRICA DE HINOJEDO - ZONA: REOCIN
 CODIGO: 1804-6-20 - Escombrera de la FABRICA DE HINOJEDO -
 - ZONA: REOCIN
 CODIGO: 1806-5-1 - Escombrera de OFITAS DE REINOSA - ZONA: ENMEDIO
 CODIGO: 1807-2-3 - Escombrera de MINA DEFENSOR - ZONA: LAS ROZAS
 CODIGO: 1807-2-9 - Escombrera de LAS ROZAS - ZONA: LAS ROZAS
 CODIGO: 2004-5-1 - Escombrera de la CANTERA ECHEVARRIA
 - ZONA: VOTO
 CODIGO: 2004-8-5 - Escombrera LA MAQUINILLA - ZONA: DICIDO
 CODIGO: 2004-8-6 - Escombrera LOS TALLERES 1º - ZONA: DICIDO
 CODIGO: 2004-8-7 - Escombrera LOS TALLERES 2º - ZONA: DICIDO
 CODIGO: 2004-8-20 - Escombrera BOCAMINA - ZONA: DICIDO
 CODIGO: 2004-8-51 - Escombrera BOCAMINA 2 - ZONA: DICIDO
 CODIGO: 2104-5-7 - Escombrera SALTA CABALLO - ZONA: DICIDO

Las inestabilidades originadas por la socavación mecánica están relacionadas con la forma de llevarla a cabo, y si ésta progresa, pueden provocarse deslizamientos de cierta importancia. Es frecuente observar este problema en las estructuras residuales procedentes de explotaciones de áridos y canteras.

Deslizamientos generalizados localizados, y/o situaciones de equilibrio estricto se han observado en:

CODIGO - 1605-5-1	BALSA DE LA MINA DE ALIVA	ZONA: ALIVA.
CODIGO - 1606-1-1	BALSA FUENTE DE	ZONA: FUENTE DE.
CODIGO - 1705-2-1	BALSA DE LA FLORIDA	ZONA: LA FLORIDA.
CODIGO - 1804-6-2	BALSA LA LUCIANA	ZONA: REOCIN.
CODIGO - 1806-5-1	ESCOMBRERA DE OFITAS DE REINOSA	ZONA: ENMEDIO.
CODIGO - 1807-2-3	ESCOMBRERA MINA DEFENSOR	ZONA: LAS ROZAS.
CODIGO - 2004-7-1	ESCOMBRERA CERDIGO	ZONA: CASTRO.
CODIGO - 2004-8-5	ESCOMBRERA LA MAQUINILLA	ZONA: DICIDO.
CODIGO - 2004-8-6	ESCOMBRERA LOS TALLERES 1º	ZONA: DICIDO.
CODIGO - 2004-8-7	ESCOMBRERA LOS TALLERES 2º	ZONA: DICIDO.
CODIGO - 2004-8-20	ESCOMBRERA BOCAMINA	ZONA: DICIDO.
CODIGO - 2004-8-21	ESCOMBRERA LAVADERO	ZONA: DICIDO.

En las balsas la acción de las aguas ha dado lugar a roturas de muro, con arrastre de materiales a los cauces próximos. En el caso de las escombreras la aparición de presiones intersticiales por ascenso del nivel freático al no existir sistema de drenaje o quedar inutilizado, ha originado el colapso parcial de una zona de la estructura.

Entre los casos de rotura de dique de contención, se pueden citar:

CODIGO - 1705-2-1	BALSA LA FLORIDA	ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1804-6-19	BALSA FABRICA DE HINOJEDO	ZONA: REOCIN
CODIGO - 1605-5-1	BALSA MINA DE ALIVA	ZONA: ALIVA
CODIGO - 1804-6-27	LAGO HOSPITAL	ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-2	BALSA LA LUCIANA	ZONA: REOCIN

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

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

Por último, es recomendable que tanto las estructuras activas como las abandonadas tenga un control continuo de su evolución en el tiempo, a efectos de detectar los problemas que puedan producirse, lo antes posible.

8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

8.1. Criterios generales

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

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

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

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

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

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

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

8.2. Evaluación global del impacto

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

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

a) Impacto visual y alteración del paisaje

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.

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.

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.

b) Contaminación atmosférica

La contaminación está generada por la liberación de polvo y 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 y naturaleza de los vertidos.

Los depósitos de materiales finos pueden movilizarse por efecto de corrientes de aire con velocidad suficiente; a su vez, esta movilización viene regida por otra serie de factores como son dirección y velocidad del viento, humedad, precipitaciones, temperatura del suelo y la propia estación del año.

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

NO_x < 20 ppm

SO_2 < 0,002 %

C_2H_4 < 2 ppm

- Para las personas

CO < 0,01%

CO_2 < 5%

SH₂ < 0,01 %

SO₂ < 0,001%

c) Contaminación superficial

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

Las aguas de lluvia producen efectos erosivos sobre las superficies de las estructuras, que en muchos casos, donde la granulometría es muy fina, da lugar a movilizaciones. Como resultado de ello, es el acarreamiento 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.

En Cantabria, gran parte de sus estructuras se encuentran apartadas de cursos y arroyos, sin embargo, en el caso de las balsas si suelen presentarse problemas de fuerte contaminación, ya que las aguas de escorrentía y las de drenaje, aún en las estructuras abandonadas suelen cargarse con reactivos químicos y de los correspondientes minerales.

d) 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 realice en zonas de alta permeabilidad, mientras que en el caso de escombreras, la disolución es función de la solubilidad y de la granulometría.

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

- Decreto 2.414/1961 de 20 de Noviembre (B.O.E. de 7 Diciembre), que regula los límites de toxicidad de las aguas a verter a cauces públicos.
- Real Decreto 1423/1982 de 18 Junio (B.O.E. del 29 de Junio) donde se establecen los límites máximos tolerables en aguas de consumo público.

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	

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 Nº 8.2-2

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

NOTAS AL CUADRO Nº 8.2-2

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

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

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

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

(C) Medidas en cono Imhoff en dos horas.

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

(E) Determinación al bicromato potásico.

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

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

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

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

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

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

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

La provincia cántabra abarca dos de las cuencas subterráneas existentes; la Norte y la del Ebro, por lo que adquiere una singular importancia, ya que, la existencia de apreciables recursos hidrogeológicos y geotérmicos implica una necesidad de protegerlos frente a los agentes contaminantes. (Fig. 8.2-1).

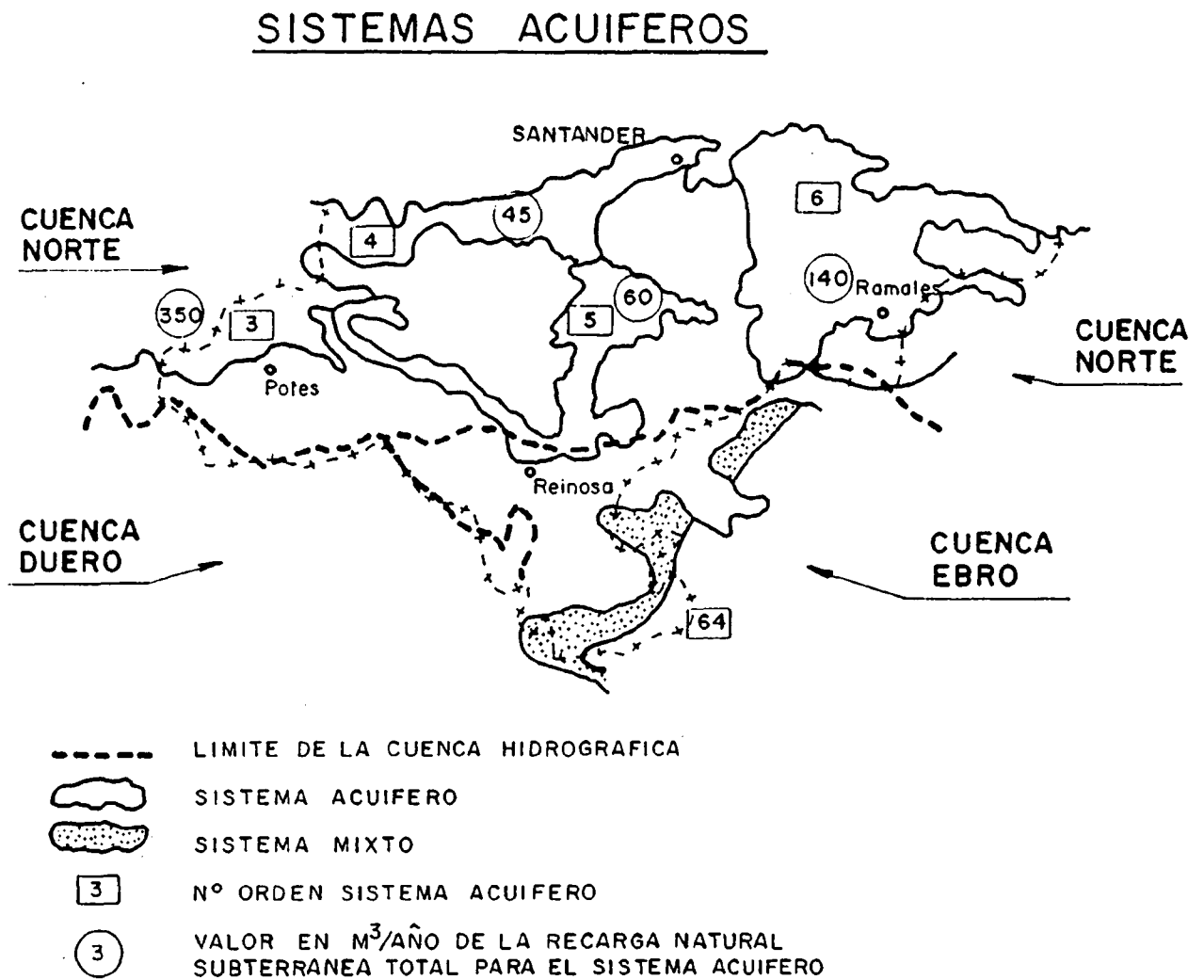


FIG. 8.2-1 SISTEMAS ACUIFEROS DE CANTABRIA

En el cuadro nº 8.2-3 se resumen los recursos geotérmicos identificados en otros estudios llevados a cabo por el IGME.

PROVINCIA	NUM.	TIPO M - Manantial M _c - Manantial Captado P - Pozo S - Sondeo	CAUDAL l/Seg.	TEMPERATURA DE EMERGENCIA °C	pH	CLASIFICACION DEL AGUA	P. P. M.					TEMPERATURA TEORICA EN EL ALMACEN, EN FUNCION DE:		
							TSD	Cl ⁻	F ⁻	8 ³⁺	SiO ₂	SiO ₂	Na, K, Ca, β=1/3	Na, K, Ca, β=4/3
CANTABRIA	1	Mc	1.666	29,5	7,08	CO ₂ H Na	491,70	134,55	<0,1	<0,05	9	49	123	140
"	2a	M	116	61,5	8,17	Cl Na	2.362,3	997,55	0,24	0,105	21	67	112	161
"	2b	M	116	50	7,94	Cl Na	2.069,3	848,45	0,24	0,07	19	64	112	159
"	3	M	0,16	26	7,90	SO ₄ Ca	620,45	11,36	1,6	0,16	11	52	171	141
"	4	Mc	6	37	7,97	Cl Na	3.597,4	1.682,7	0,14	0,17	28	74	118	178
"	5	M	15	35	8,03	Cl Na	1.167,1	461,5	0,18	0,070	14	57	118	164
"	6	Mc	20	26	7,47	Cl Na	5.664,45	1.583,3	1,3	0,315	12	54	105	126
"	7	Mc	50,5	26	8,0	Cl Na	5.654,2	1.604,6	1,35	0,290	11	52	103	125
"	8a	M	2	23	7,67	CO ₂ H Na	503,4	137,38	<0,1	<0,05	8	47	131	149
"	8b	Mc	12,4	23	8,11	CO ₂ H Na	506,55	133,83	0,11	<0,05	8	47	122	139
"	2a	M	116	61,5	8,17		2.362,3	997,55	0,24	0,105	21	67	112	161
"	2b	M	>116	50	7,94		2.069,3	848,45	0,21	0,07	19	64	263	340

FUENTE: I.G.M.E.

CUADRO 8.2-3 RECURSOS GEOTERMICOS

Análogamente, en la fig. 8.2-2 se recogen las fuentes termales datadas en Cantabria.

FUENTES TERMALES CANTABRICAS

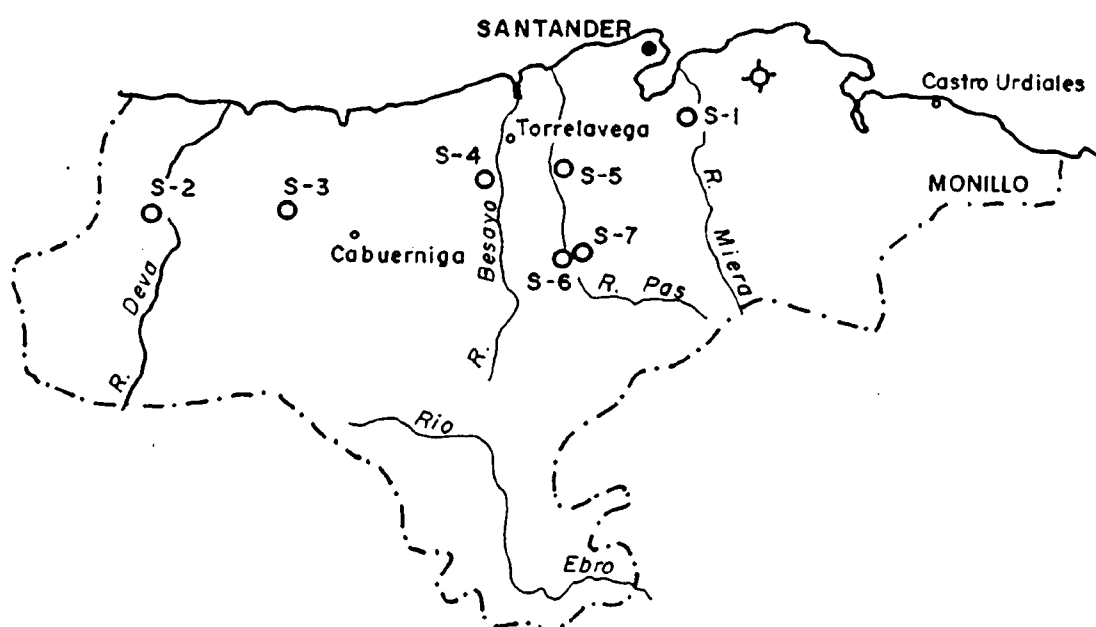


Fig. 6.3

○ Fuentes termales

Fuente: Síntesis de las investigaciones geológico-Mineras realizadas por el IGME en Cantabria

FIG. 8.2-2 FUENTES TERMALES DE CANTABRIA

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, pero, modernamente y siguiendo a la paulatina entrada en vigor de leyes reguladoras del medio físico, se hace necesario considerar una serie de parámetros básicos.

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

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

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

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

donde Q_e : Índice de calidad

I : es un factor ecológico

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 ahora por separado y sumándolos).

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

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

2º) El factor 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.

3º) 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
LADERA	inclinación entre 5º y 14º (8 a 25%)	0,90
	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 de la escombrera.

<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 volúmen.
0,90	a	0,50	Adecuado para escombreras de volúmen 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 recogida en el cuadro 8.3-1, incluido al final de este epígrafe, para 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 Cantabria.

Realizada la evaluación con los criterios de la citada metodología, sobre las 181 estructuras con ficha se obtienen las clasificaciones globales siguientes:

- En el caso de no ponderar el factor ecológico (I), en el índice de calidad "Qe" de un emplazamiento, los factores que inciden en la cualificación, son claramente desde una perspectiva de estabilidad, el cuadro obtenido es el 8.3-1.

<u>CALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	<u>NUMERO DE ESTRUCTURAS</u>	<u>PORCENTAJES</u>
OPTIMO	-	-
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	27	15
ADECUADO PARA ESCOMBRERAS DE VOLUMEN MODERADO	74	40,9
TOLERABLES	51	28,1
MEDIOCRES	27	14,9
MALO	2	1,1
INACEPTABLES	-	-

**CUADRO 8.3-1 INDICE DE CALIDAD "Qe" SIN EL FACTOR
AMBIENTAL (I)**

- Al introducir el citado factor, las cualificaciones del emplazamiento pasan a ser las recogidas en el Cuadro 8.3-2.

<u>CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	<u>NUMERO DE ESTRUCTURAS</u>	<u>PORCENTAJE</u>
OPTIMO	-	-
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	-	-
ADECUADO PARA ESCOMBRERAS DE VOLUMEN MODERADO	43	23,8
TOLERABLES	68	37,6
MEDIOCRES	56	31
MALO	13	7,1
INACEPTABLES	1	0,5

**CUADRO 8.3-2 CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO DE LA
ESTRUCTURAS MEDIANTE EL INDICE "Qe"**

Las peores condiciones de cualificación se dan en las estructuras cuyos parámetros más desfavorables son:

- El factor ecológico : I
- El entorno afectado : η
- La alteración de la red de drenaje superficial : δ
- y en algunos casos, la no idoneidad de la topografía de implantación : θ

En base, a la evaluación llevada a cabo, aparecen calificados con emplazamiento "malo" o "inaceptable" 17 casos, lo cual supone el 9,4% respecto a las estructuras a las que se les ha realizado ficha.

Conviene recordar el carácter orientador de la evaluación realizada, por lo que en el caso de acumulación de signos desfavorables, como pudieran ser: signos de inestabilidad, malas condiciones del sustrato, grandes alturas de escombros, vertidos indiscriminados, etc., resulta recomendable acometer estudios técnicos más detallados para cuantificar los parámetros geológicos y geotécnicos involucrados, así como, el diseño remodelador del parámetro(s) afectado(s).

CUADRO 8.3-1

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1604-8-0001	0,4	0,25	0,65	0,5	1	0,7	1	0,2	0,21 Mediocre.	0,32 Tolerable.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1605-5-0001	0,15	0,15	0,30	0,5	1	0,90	1,3	0,3	0,12 Malo.	0,42 Tolerable.
1605-5-0002	0,4	0,35	0,75	0,5	1	0,7	1,3	0	0,23 Mediocre.	0,31 Tolerable.
1605-5-0003	0,4	0,35	0,75	1,0	1	0,7	1,0	0,2	0,48 Tolerable.	0,65 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1605-8-0001	0,4	0,25	0,65	0,7	1	0,7	1,6	0,2	0,23 Mediocre.	0,36 Tolerable.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1606-1-0001	0,4	0,25	0,65	0,5	1	0,7	1,0	0,2	0,21 Mediocre.	0,32 Tolerable.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1704-6-0001	0,4	0,25	0,65	1	1	1	1,0	0	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1704-6-0002	0,4	0,25	0,65	1	1	0,90	1,3	0,2	0,55 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,85 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-0002	0,25	0,25	0,5	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,20 Mediocre.	0,40 Tolerable.
1704-8-0003	0,4	0,25	0,65	1	1	1,0	1,3	0	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1704-5-0002	0,4	0,35	0,75	1	0,90	0,70	1,3	0,2	0,37 Tolerable.	0,50 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-1	0,4	0,25	0,65	0,5	1	0,70	1,3	0,3	0,18 Mediocre.	0,28 Mediocre.
1704-8-4	0,4	0,3	0,7	1	1	0,70	1,0	0,6	0,39 Tolerable.	0,56 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-9	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,7	1,0	0,2	0,31 Tolerable.	0,45 Tolerable.
1704-8-10	0,4	0,3	0,7	1	1	0,4	1,1	0,6	0,14 Malo	0,21 Mediocre.
1724-8-11	0,35	0,35	0,7	0,7	1	0,7	1,0	0,6	0,26 Mediocre.	0,38 Tolerable.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1704-8-12	0,4	0,3	0,7	1	1	0,7	1,0	0,3	0,44 Tolerable.	0,62 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-18	0,4	0,4	0,8	1	1	0,4	1,6	0,3	0,14 Malo.	0,17 Mediocre.
1704-8-0023	0,4	0,4	0,8	1	1	0,4	1,0	0,2	0,26 Mediocre.	0,33 Tolerable.
1704-8-0024	0,35	0,35	0,7	1	1	0,7	1,0	0,2	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-0025	0,3	0,4	0,7	0,5	1	0,5	1,0	0,2	0,15 Mediocre.	0,21 Mediocre.
1704-8-0026	0,3	0,5	0,7	1	1	0,7	1,0	0,2	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-0027	0,35	0,35	0,7	1	1	0,7	1,0	0,6	0,39 Tolerable.	0,56 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1704-8-0020	0,3	0,3	0,6	0,7	1	0,95	1,0	0,2	0,39 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1705-3-0001	0,4	0,15	0,65	0,5	0,80	0,7	1,0	0,3	0,15 Mediocre.	0,23 Mediocre.
1705-3-0002	0,4	0,25	0,65	0,7	0,80	0,95	1,6	0,2	0,27 Mediocre.	0,42 Tolerable.
1705-4-1	0,3	0,4	0,7	0,7	0,9	0,7	1,3	0,2	0,24 Mediocre.	0,35 Tolerable.
1705-2-0005	0,4	0,3	0,7	1	1	0,7	1,0	0,2	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1705-2-0006	0,4	0,3	0,7	1	1	0,7	1,0	0,2	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1705-2-0007	0,3	0,3	0,6	0,7	1	0,4	1,3	0,3	0,09 Malo.	0,16 Mediocre.
1705-2-0001	0,3	0,25	0,55	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,22 Mediocre.	0,40 Tolerable.
1705-2-0002	0,3	0,25	0,5	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,22 Mediocre.	0,40 Tolerable.
1705-2-0003	0,3	0,25	0,55	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,22 Mediocre.	0,40 Tolerable.
1705-2-4	0,4	0,3	0,7	1	1	0,4	1,0	0,6	0,16 Mediocre.	0,23 Mediocre.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $\eta_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-8-0037	0,35	0,35	0,7	0,5	1	1	1,7	0	0,35 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-8-0043	0,4	0,35	0,75	1	1	1	1	0	0,75 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-0044	0,4	0,25	0,65	1	1	1	1,3	0	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-0045	0,35	0,35	0,7	1	1	0,7	1,0	0,6	0,39 Tolerable.	0,56 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-8-0046	0,5	0,15	0,65	1	1	1	1,3	0	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-0047	0,4	0,25	0,65	1	1	1	1,0	0	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-0048	0,4	0,35	0,75	1	1	1	1,0	0	0,75 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-8-0049	0,4	0,35	0,75	1	1	1	1,0	0	0,75 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-50	0,35	0,35	0,7	0,5	1	1	1,0	0	0,35 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0051	0,4	0,25	0,65	1	1	0,8	1,0	0,6	0,45 Tolerable.	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-8-0052	0,4	0,35	0,75	1	1	1	1,0	0	0,75 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-0053	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1,3	0,2	0,69 Adecuado para estructuras	0,92 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-8-0057	0,4	0,35	0,75	1	1	0,7	1,0	0,2	0,48 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-26	0,5	0,5	1	1	1	0,7	1,0	0,5	0,58 Adecuado	0,58 Adecuado
1804-6-27	0,5	0,5	1	1	1	0,7	1,0	0,5	0,58 Adecuado	0,58 Adecuado

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-4-0015	0,4	0,3	0,7	1	0,8	1	1,0	0	0,56 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,8 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-4-0011	0,4	0,3	0,7	1	0,70	0,95	1,6	0	0,36 Tolerable	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
804-2-0001	0,4	0,3	0,7	0,5	1	1	1,7	0	0,35 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
804-2-0002	0,4	0,3	0,7	0,5	1	1	1,7	0	0,35 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
804-4-0001	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1,0	0	0,71 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,95 Optimo para cualquier tipo de estructura.
804-4-0002	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1,0	0	0,71 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,95 Optimo para cualquier tipo de estructura.
804-6-0001	0,4	0,4	0,8	1	0,90	0,70	1,3	0	0,43 Tolerable.	0,54 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
804-6-0002	0,25	0,25	0,5	1	0,90	0,70	1,6	0,3	0,20 Mediocre.	0,41 Tolerable.
804-6-0003	0,4	0,2	0,6	0,5	0,90	1	1,3	0	0,26 Mediocre.	0,43 Tolerable.
804-6-0004	0,35	0,35	0,7	1	0,90	0,70	1,3	0,3	0,33 Tolerable.	0,47 Tolerable.
804-6-0005	0,35	0,35	0,7	0,5	1	0,7	1,0	0,5	0,20 Mediocre.	0,29 Mediocre.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-6-0006	0,35	0,35	0,7	0,7	0,90	0,70	1,3	0,2	0,24 Mediocre.	0,35 Tolerable.
1804-6-0007	0,35	0,35	0,7	1	1	0,70	1,2	0,3	0,24 Tolerable	0,58 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0008	0,35	0,15	0,50	1	1	0,90	1,3	0	0,93 Tolerable.	0,87 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0009	0,35	0,35	0,7	1	1	0,95	1,7	0,2	0,63 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,90 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-6-0010	0,4	0,3	0,7	1	1	0,70	1,7	0,2	0,35 Tolerable	0,50 Adecuado para estructuras de volumen moderado
1804-6-0011	0,35	0,35	0,7	0,5	0,90	0,95	1,7	0,2	0,25 Mediocre.	0,37 Tolerable.
1804-6-0012	0,35	0,35	0,7	0,5	0,90	1	1,3	0,2	0,29 Mediocre.	0,42 Tolerable.
1804-6-0013	0,25	0,25	0,5	1	1	0,7	1,0	0,5	0,29 Mediocre.	0,58 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E COM FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-6-0014	0,35	0,35	0,7	0,5	1	0,7	1,6	0,5	0,16 Mediocre.	0,23 Mediocre.
1804-6-0015	0,35	0,35	0,7	1	0,90	0,7	1,3	0,3	0,33 Tolerable.	0,47 Tolerable.
1804-6-0016	0,4	0,35	0,75	1	0,7	0,7	1,2	0,3	0,25 Mediocre.	0,34 Tolerable.
1804-6-0017	0,35	0,35	0,7	0,5	1	1	1,7	0	0,35 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0018	0,35	0,4	0,75	0,5	1	1	1,7	0	0,37 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0019	0,3	0,15	0,45	0,5	1	1	1,7	0	0,22 Mediocre.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0020	0,4	0,25	0,65	1	1	0,7	1,3	0,2	0,38 Tolerable.	0,58 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0021	0,4	0,15	0,55	1	0,90	1	1,3	0	0,47 Tolerable.	0,87 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-6-0022	0,35	0,25	0,6	0,7	0,90	0,95	1,7	0,2	0,31 Tolerable.	0,51 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-7-0001	0,35	0,15	0,5	0,5	1	0,95	1,0	0	0,23 Mediocre.	0,47 Tolerable.
1804-8-0001	0,3	0,4	0,7	0,5	1	0,7	1,3	0	0,22 Mediocre.	0,31 Tolerable.
1804-8-0002	0,35	0,5	0,85	1	1	0,7	1,3	0,3	0,48 Tolerable.	0,56 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1804-8-0014	0,35	0,35	0,70	0,5	1	0,95	1,3	0,2	0,32 Tolerable.	0,46 Tolerable.
1804-8-0033	0,35	0,25	0,6	0,5	1	0,8	1,6	0,2	0,19 Mediocre.	0,33 Tolerable.
1804-8-0034	0,35	0,25	0,6	1	1	0,7	1,0	0,2	0,39 Tolerable.	0,65 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1804-8-0035	0,25	0,35	0,6	0,5	1	1	1,7	0	0,3 Tolerable.	0,5 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1804-8-0036	0,25	0,35	0,6	0,5	1	1	1,7	0	0,3 Tolerable.	0,5 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1804-4-12	0,4	0,3	0,7	1	0,7	0,95	1,3	0	0,41 Tolerable.	0,58 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-4-13	0,4	0,3	0,7	1	0,7	0,7	1	0,2	0,29 Mediocre.	0,42 Tolerable.
1804-4-0007	0,25	0,4	0,65	1	0,70	0,70	1,0	0,2	0,27 Mediocre.	0,42 Tolerable.
1804-4-0003	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1,0	0	0,71 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,95 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1804-5-0005	0,4	0,3	0,7	1	1	0,7	1,0	0,2	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-5-0007	0,3	0,25	0,65	1	1	0,7	1,0	0,2	0,42 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1804-3-0001	0,35	0,2	0,55	0,5	0,70	0,90	1,7	0	0,12 Malo	0,22 Mediocre.
1804-3-0002	0,4	0,25	0,65	1	0,60	1	1,0	0	0,39 Tolerable.	0,6 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1805-2-0040	0,35	0,35	0,7	0,5	1	0,90	1,0	0,2	0,30 Tolerable.	0,44 Tolerable.
1805-2-0041	0,35	0,25	0,6	0,5	1	0,7	1,0	0,5	0,17 Mediocre.	0,29 Mediocre.
1805-2-0042	0,4	0,25	0,65	1	1	0,7	1,0	0,3	0,40 Tolerable.	0,62 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1805-2-43	0,4	0,15	0,55	1	1	0,4	1,3	0,3	0,12 Malo.	0,23 Mediocre.
1805-2-0044	0,4	0,15	0,55	1	1	0,7	1,3	0,2	0,32 Tolerable.	0,58 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1805-3-0005	0,4	0,35	0,65	0,7	1	1,0	1,6	0	0,45 Tolerable.	0,7 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1805-1-0001	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1,3	0,2	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,92 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1805-1-0002	0,4	0,35	0,75	1	1	0,95	1,3	0,2	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,92 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1805-2-0028	0,4	0,4	0,8	0,7	1	0,7	1,6	0,5	0,26 Mediocre	0,33 Tolerable.
1805-2-0032	0,35	0,4	0,75	0,7	1	0,7	1,6	0,5	0,24 Mediocre.	0,33 Tolerable.
1805-2-0034	0,4	0,4	0,8	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,32 Tolerable.	0,40 Tolerable.
1805-2-0035	0,4	0,4	0,8	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,32 Tolerable.	0,40 Tolerable.
1805-2-0036	0,4	0,4	0,8	0,7	1	0,7	1,0	0,5	0,3 Tolerable.	0,40 Tolerable.
1805-2-0037	0,4	0,15	0,55	0,7	1	0,4	1,3	0,3	0,08 Malo.	0,16 Mediocre.
1805-2-0038	0,4	0,35	0,75	0,7	1	1	1,6	0	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,7 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1805-2-0039	0,4	0,35	0,75	1	1	1	1,3	0	0,75 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E COM FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1806-3-0001	0,4	0,4	0,8	0,5	1	1	1,0	0	0,40 Tolerable.	0,5 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1806-5-0001	0,35	0,2	0,55	1	0,80	0,4	1,6	0,3	0,06 Inaceptable.	0,11 Malo.
1806-5-0002	0,35	0,25	0,6	1	0,80	0,4	1,3	0,2	0,09 Malo.	0,16 Mediocre.
1806-5-0003	0,35	0,25	0,6	1	0,80	0,4	1,0	0,3	0,15 Mediocre.	0,75 Mediocre.

CÓDIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1807-1-0001	0,4	0,25	0,65	1	1	0,7	1,0	0,2	0,42 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1807-2-0002	0,3	0,25	0,55	0,7	0,70	0,95	1,6	0	0,20 Mediocre	0,36 Tolerable.
1807-2-0003	0,35	0,15	0,5	1	0,70	0,70	1,0	0,3	0,19 Mediocre.	0,39 Tolerable.
1807-2-0006	0,35	0,25	0,6	0,7	0,7	0,90	1,0	0,3	0,23 Mediocre.	0,38 Tolerable.
1807-2-0008	0,35	0,25	0,6	0,7	0,90	0,95	1,3	0,2	0,33 Tolerable.	0,55 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1807-2-0009	0,35	0,15	0,5	1	0,90	0,7	1,0	0,3	0,27 Mediocre.	0,54 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1807-2-0013	0,35	0,25	0,6	1	0,70	0,95	1,0	0	0,39 Tolerable.	0,66 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1807-3-0006	0,35	0,25	0,6	0,7	0,90	0,95	1,0	0,2	0,34 Tolerable.	0,58 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1807-5-0001	0,4	0,2	0,6	1	1,0	1	1,0	0	0,6 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1807-5-0002	0,4	0,25	0,65	1	1,0	0,90	1,0	0,2	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1808-1-1	0,4	0,25	0,65	1	0,80	0,95	1,0	0	0,49 Tolerable.	0,76 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
1808-1-2	0,4	0,25	0,65	1	0,80	0,95	1,1	0	0,47 Tolerable.	0,73 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1904-5-0015	0,25	0,35	0,6	0,5	1	1	1,6	0	0,30 Tolerable.	0,5 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0016	0,45	0,35	0,8	1	1	0,7	1,0	0,2	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0029	0,45	0,35	0,8	1	1	0,95	1,0	0	0,76 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,95 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1904-5-0032	0,25	0,35	0,7	1	1	0,7	1,0	0,2	0,45 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0034	0,25	0,35	0,6	1	1	0,4	1,0	0,2	0,19 Mediocre.	0,33 Tolerable.
1904-5-0038	0,25	0,35	0,6	0,5	1	0,90	1,0	0,2	0,36 Mediocre.	0,44 Tolerable.
1904-5-0044	0,25	0,35	0,6	1	1	0,7	1,0	0	0,42 Tolerable	0,7 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0072	0,25	0,35	0,6	1	1	0,7	1,0	0,2	0,39 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $\eta_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1904-5-0073	0,25	0,35	0,6	1	1	0,7	1,0	0	0,42 Tolerable.	0,7 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0074	0,25	0,35	0,6	0,5	1	0,4	1,3	0,2	0,08 Inaceptable	0,12 Malo.
1904-5-0075	0,25	0,35	0,6	1	1	0,90	1,0	0	0,54 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,9 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1904-5-0076	0,4	0,25	0,65	1	1	0,7	1,3	0,6	0,33 Tolerable.	0,50 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0077	0,25	0,35	0,6	1	1	0,70	1,0	0	0,42 Tolerable.	0,70 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0078	0,4	0,35	0,75	1	1	0,70	1,0	0	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,70 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-5-0079	0,4	0,25	0,65	0,7	1	1	1,3	0	0,45 Tolerable.	0,7 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
1904-6-0001	0,4	0,25	0,65	1	1	0,90	1,0	0,2	0,57 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,88 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice q_E CON FACTOR ECOLOGICO $q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1904-8-0001	0,4	0,35	0,75	0,7	1	0,7	1,3	0	0,33 Tolerable.	0,44 Tolerable.

CÓDIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLÓGICO			F. NIVEL FREÁTICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRÁFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLÓGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLÓGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1904-5-11	0,2	0,4	0,6	0,5	0,70	1	1,7	0	0,16 Mediocre.	0,27 Mediocre.
1904-5-12	0,2	0,4	0,6	0,5	0,70	1	1,7	0	0,16 Mediocre.	0,27 Mediocre.
1904-5-13	0,2	0,4	0,6	0,5	0,70	1	1,7	0	0,16 Mediocre.	0,27 Mediocre.
1904-5-14	0,2	0,4	0,6	0,5	0,7	1	1,7	0	0,16 Mediocre.	0,27 Mediocre.
1904-5-17	0,2	0,4	0,6	0,5	0,7	1	1,7	0	0,16 Mediocre.	0,27 Mediocre.
1904-5-81	0,35	0,4	0,75	0,5	0,7	1	1,7	0	0,16 Mediocre.	0,27 Mediocre.
1904-5-20	0,25	0,35	0,6	1	0,7	0,7	1,0	0,5	0,24 Mediocre.	0,40 Tolerable.
1904-5-21	0,25	0,35	0,6	1	0,7	0,7	1,0	0,5	0,24 Mediocre.	0,40 Tolerable.
1904-6-2	0,4	0,3	0,7	1	1	0,95	1,1	0,2	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,94 Optimo para cualquier tipo de estructura.
1904-8-2	0,35	0,3	0,65	0,5	1	0,4	1,0	0,2	0,10 Malo.	0,16 Mediocre.
1904-7-1	0,4	0,35	0,75	1	1	0,4	1,0	0,3	0,22 Mediocre.	0,30 Tolerable.
1904-5-80	0,4	0,2	0,6	1	1	1	1,0	0	0,6 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	1 Optimo para cualquier tipo de estructura.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTADO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	ORENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2004-1-0003	0,4	0,35	0,75	0,7	1	1	1,0	0	0,52 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,7 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-5-0001	0,4	0,15	0,55	1	1	0,7	1,0	0,2	0,35 Tolerable.	0,65 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-6-0001	0,45	0,35	0,8	1	1	0,95	1,6	0	0,73 Adecuado para estructura de volumen moderado.	0,92 Optimo para cualquier tipo de estructura.
2004-8-0005	0,35	0,15	0,35	1	1	0,4	1,1	0,3	0,40 Malo.	0,29 Mediocre.
2004-8-0006	0,35	0,15	0,35	1	1	0,4	1,1	0,3	0,10 Malo.	0,29 Mediocre.
2004-8-0007	0,35	0,15	0,35	1	1	0,4	1,0	0,3	0,10 Malo.	0,29 Mediocre.
2004-8-0020	0,35	0,15	0,35	1	1	0,4	1,0	0,3	0,10 Malo.	0,29 Mediocre.
2004-8-0038	0,45	0,35	0,8	1	1	0,7	1,2	0,2	0,48 Tolerable.	0,60 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

"CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2004-8-0043	0,35	0,35	0,7	1	1	0,7	1,1	0,2	0,43 Tolerable.	0,62 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-8-21	0,35	0,15	0,5	1	1	0,4	1,3	0,3	0,11 Malo.	0,23 Mediocre.
2004-8-0044	0,4	0,4	0,8	1	0,80	0,95	1,3	0	0,55 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-8-0046	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,40	1,3	0,2	0,15 Mediocre.	0,21 Mediocre.
2004-8-0047	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,95	1,3	0	0,48 Tolerable.	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-8-0048	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,4	1,0	0,2	0,20 Mediocre.	0,29 Mediocre.
2004-8-0049	0,4	0,3	0,7	1	0,90	0,4	1,0	0,2	0,20 Mediocre.	0,29 Mediocre.
2004-8-0050	0,4	0,35	0,75	0,5	0,80	0,95	1,2	0,3	0,24 Mediocre.	0,33 Tolerable.
2004-8-0051	0,4	0,25	0,65	1	0,80	0,40	1,0	0,2	0,14 Malo.	0,22 Mediocre.
2004-8-0052	0,4	0,35	0,75	1	0,80	0,95	1,3	0	0,51 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,69 Adecuado para estructuras de volumen moderado.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CIMENTADO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice η_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2004-7-0001	0,35	0,25	0,6	0,7	0,80	0,70	1,0	0,2	0,20 Mediocre.	0,34 Tolerable.
2004-7-0002	0,4	0,3	0,7	0,7	0,90	0,95	1,0	0	0,41 Tolerable.	0,59 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-1-1	0,4	0,2	0,6	0,5	1	0,95	1,7	0,2	0,27 Mediocre.	0,45 Tolerable.
2004-1-2	0,4	0,2	0,6	0,5	1	0,95	1,7	0,2	0,27 Mediocre.	0,45 Tolerable.
2004-1-6	0,4	0,3	0,7	0,7	1	1	1,0	0	0,49 Tolerable.	0,7 Adecuado para estructuras de volumen moderado.
2004-1-7	0,4	0,3	0,7	1	1	0,95	1,6	0	0,64 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,12 Optimo para cualquier tipo de estructura.
2004-1-8	0,4	0,3	0,7	1	1	0,95	1,0	0	0,66 Adecuado para estructuras de volumen moderado.	0,15 Optimo para cualquier tipo de estructura.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E CON FACTOR ECOLOGICO $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E SIN FACTOR ECOLOGICO $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2104-5-0007	0,45	0,15	0,6	1	1	0,7	1,0	0,2	0,39 Tolerable.	0,65 Adecuado para es- tructuras de volu- men moderado.
2104-5-0009	0,4	0,4	0,8	1	0,80	0,70	1,0	0,3	0,37 Tolerable.	0,47 Tolerable.

9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

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

Se deben señalar dos grandes grupos de posibles aprovechamientos:

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

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

9.1. Utilidad de los residuos almacenados

El aprovechamiento de los residuos procedentes de las explotaciones de minería metálica, se encuentra condicionado, no sólo por la presencia de un relativo contenido en partículas minerales en su momento no beneficiadas por considerarse no rentable la operación, sino que a su vez, son decisivos una serie de factores en el estudio de la viabilidad del aprovechamiento de los residuos. Como factores decisivos están: la naturaleza de los estériles, la composición mineralógica, el estado en que se presentan los minerales, los volúmenes de los depósitos, la distancia de éstos a los posibles centros de consumo, el espacio físico ocupado por la implantación, etc.

Las escombreras y depósitos residuales de la antigua minería del plomo-zinc, en gran número en diversas zonas de Cantabria y por tanto con un gran volumen de conjunto, no han sido objeto de relavado hasta el momento presente. Los contenidos en leyes de mineral que en un principio se conocen de estos depósitos, pueden ser considerados como interesantes, no sólo en los minerales que en estos momentos se benefician sino, también, en los secundarios de la paragénesis.

El otro gran grupo de depósitos residuales en Cantabria, procedente de labores extractivas y de operaciones de liberación de las partículas de mineral, es el del hierro. Al igual que los anteriores, son vacies muy antiguos, en los que no es de extrañar existan impor-

tantes contenidos metálicos, que sin embargo, hay que confirmar.

Por otra parte, el factor de estado actual de estos componentes mineralógicos los cuales, por acciones desencadenadas por fenómenos de meteorización y lixiviación pueden pasar a otro estado distinto al que inicialmente fueron depositados. Ello, quizá impediría el aprovechamiento rentable de los mismos.

El llevar a cabo el relavado de esas estructuras, sin embargo, originaría grandes volúmenes de finos de flotación a los cuales habría que buscarles una implantación idónea o bien tratarlos en procesos terminales.

Continuando con aquellos casos de emplazamiento con un volumen importante de residuos, están las estructuras ligadas a las explotaciones de canteras y sus respectivas plantas de tratamiento, machaqueo y clasificación (calizas, dolomías, ofitas, fluorita, procesos de obtención de Na OH y Co_3Na_2 , etc).

Los materiales vertidos proceden de los desmontes y preparación de frentes de cantera, de los rechazos de la clasificación por tamaños y de materiales mixtos, con bajo contenido en la sustancia a comercializar. Por ello, el valor minero de este tipo de depósitos puede llegar a ser muy reducido.

Las explotaciones de calizas, dolomías, ofitas, yesos y áridos en general. Suelen dar en los productos finales fracciones con granulometrías mezcladas y gran contenido en finos.

Los stock de gravas clasificadas tienen naturalmente un valor potencial y su comercialización es un problema coyuntural de mercado, que puede atacarse incluso replanteándose la planta de tratamiento, a efectos de reducir el volúmen de estas fracciones.

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

Las estructuras de volúmenes pequeños, desde esta perspectiva, limitan 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 mismo tiempo que se acomete la etapa de restauración de la explotación 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 a cabo han sido desechados, en un momento dado, en muchos casos, es el del espacio físico ocupado, el que puede ser aprovechado, con un tratamiento más o menos complejo de la estructura, en una amplia gama de posibilidades, dentro de un coste aceptable.

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

- . El empleo en el acondicionamiento de pistas, accesos, plazas, suelos de almacenes, oficinas, naves, etc., en los alrededores de las explotaciones, sobre todo a cielo abierto.

- . También es posible, con un tratamiento más elaborado, la corrección de algunas de las alteraciones ambientales desencadenadas, sobre todo en climas húmedos cubriendo las superficies con los materiales más finos y alterables, incluso abonando y añadiendo materia orgánica por medio de la revegetación de taludes superficiales, aprovechándolas agrícola o forestalmente.
- . En los casos de actividad se debe acometer la restauración de las estructuras, al mismo tiempo que se emprende la restauración de la explotación de la que proceden, integrando ambas en su medio natural, corrigiendo en lo posible las alteraciones ambientales producidas.

10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

En este apartado se destacan aquellas estructuras y el tipo de minería del cual proceden que por uno u otro motivo constituyen casos de particular interés en el ámbito provincial.

Las explotaciones mineras de ciertas zonas, originan depósitos de residuos, con una serie de características especiales que condicionan su comportamiento y su relación con el entorno, ello hace que los tipos de minería del plomo-zinc, del hierro y de las rocas industriales adquieran singular relevancia en esta provincia.

10.1. Las estructuras residuales de la explotación del zinc y del plomo en las zonas de Reocín, Novales, La Florida y Aliva

Los yacimientos de minerales de zinc y plomo aparecen en numerosas zonas del complejo calizo-dolomítico urgoniano, y también en la caliza carbonífera de los Picos de Europa.

La explotación de ambos minerales, como es conocido, comenzó a mediados del siglo pasado, y si en un principio, adquirieron mayor notoriedad productiva los minerales de plomo, éstos con el tiempo, han pasado a un segundo término.

REOCIN

El yacimiento de Reocín, se encuentra dentro de la zona central de la cornisa cantábrica, la cual está constituida litológicamente por materiales mesozóicos: calizas, dolomías, margas y areniscas, apoyada a su vez en un sustrato paleozóico muy fracturado y distorsionado.

El yacimiento de Reocín tiene una génesis compleja con aportes de mineral intermitentes en el tiempo, y posiblemente a través de las fallas sinsedimentarias. En etapas posteriores, aprovechando los distintos puntos débiles fallados por la tectónica tuvo lugar la implantación del aparato kárstico.

La forma aproximada de la zona de explotación es un rectángulo irregular de 3.500 x 700 m con dirección N 60-70º y 23º N de buzamiento. La potencia, muy variable, es de 2 a 6 m en la zona W, con tres capas de unos 10 m de potencia y zonas mineralizadas que pueden alcanzar los 40 m en la zona E de la mina.

Morfológicamente el yacimiento puede dividirse en cuatro zonas:

- 1º La denominada Zona Centro que comprende el afloramiento oxidado que se explotó en el origen de la mina y continúa en profundidad con la explotación a cielo abierto y la mina de interior a partir del Pozo Santa Amelia. La mineralización es estratiforme situada en el tercio

inferior de la dolomía Gargasiense. Las potencias son variables, de 2 a 8 m cada una, situadas dentro de los 40 m inferiores del paquete dolomítico gargasiense que aquí tiene una potencia de 120-140 m. Las capas se encuentran unidas localmente por fallas y removilizaciones posteriores.

2º La Zona Oeste que se caracteriza por la presencia de la Capa Sur en una longitud de 1.700 m con potencias que oscilan entre los 2 y 6 m de media. La potencia del Gargasiense en esta zona oscila entre 70 y 100 m con la mineralización inmediatamente superpuesta a la dolomía de muro, de la que está separada por un nivel margo-arcilloso milimétrico o de escasos centímetros de espesor, en ocasiones metalizada.

3º La Zona de Barrendera la cual corresponde a la zona E de Reocín que tiene características sedimentarias y mineralógicas bien diferenciadas del resto del yacimiento. Constituye la zona más investigada recientemente y por tanto su comportamiento es más actual. Aumenta considerablemente la potencia del Gargasiense dolomítico, desde 160 m en su parte W a 235 m en la parte más oriental de este sector, con aparición de lentejones calizos dentro de la dolomía. La incompleta dolomitización de la caliza

va acompañada de una disminución de la mineralización.

La mineralización no se sitúa directamente sobre la dolomía de muro, sino que está a unos 20 m más alta.

4º La Zona de Flexión donde la mineralización primaria, estratificada y correspondiente a las capas Norte y Tercera en su extremo Este del sector Centro va disminuyendo, viéndose enriquecida por una mineralización secundaria.

La explotación de estas flexiones o enriquecimientos secundarios permite reconocer los fenómenos kársticos que las originaron, con bolsadas de arcillas y areniscas rellenando huecos, dirección y buzamiento distintos de la mineralización primaria que contrastan con el resto del yacimiento.

La existencia en la explotación a cielo abierto de fenómenos kársticos superficiales (dolinas rellenas de arenisca similares a las de la flexión) en el contacto gargasiense-albense, junto con la existencia de biohermos asociados a fallas, denota zonas debilitadas por la tectónica sobre las que se implantó un karst que, sin duda, afectó a gran parte del yacimiento.

La explotación se efectúa por minería de interior y de superficie. La mina de interior, a la que se accede por el Pozo Santa Amelia, cubre una superficie aproximada de 3.500 x 700 m², con buzamiento

medio de unos 23° N, siendo posible en la actualidad distinguir, hasta cuatro métodos de laboreo.

La corta actual de explotación se encuentra situada en la parte central del yacimiento y tiene su desarrollo futuro hacia el Este, siguiendo la corrida de la mineralización. La profundidad que se tiene previsto alcanzar será de 250 m. Asimismo, se tiene previsto llevar a cabo la explotación de la corta Oeste, hasta alcanzar una profundidad final de 220 m.

Los bancos de explotación de la corta actual se realizan con dos alturas: 10 m para el estéril y 5 m para el mineral.

Tanto las explotaciones de interior antiguas, como los actuales procesos de clasificación, preconcentración y concentración posteriores originaron unas producciones en 1986 de unas 150.000 t de blenda del 56% de Zn, 11.950 t de galena del 70% de Pb y unas 26.270 t de pirita del 47% de S, además de sustancias secundarias de creciente interés en el mercado internacional.

El alcanzar estas producciones llevó acompañada la generación entre 750.000 y 800.000 t de estériles de flotación, los cuales fueron bombeados desde la planta ubicada en el lavadero de Torres hasta el dique de Pozo "Jaime", cuya capacidad actual está próxima a la referida en el proyecto de ejecución.

Como alternativa a una solución del mismo tipo (la ejecución de otra presa de residuos) y dado que los depósitos, tanto gravimétricos como de flotación, son numerosos y ocupan los terrenos próximos al lavadero y a las explotaciones mineras, se está estudiando la viabilidad de la filtración de los estériles, a un grado de humedad próximo al 18 por 100, utilizando filtros de banda de vacío, con el propósito de manipular después los mismos sin necesidad de confinarlos en una presa, y depositarlos en el actual vertedero de la explotación a cielo abierto.

En resumen, las explotaciones mineras de plomo y zinc y los procesos de clasificación, tratamiento y concentración posteriores originan unos residuos sólidos y líquidos que son almacenados en escombreras y balsas en el exterior.

Los materiales que componen las escombreras, tanto abandonadas como activas, están formados por acumulaciones de estériles procedentes de las labores de mina y de las plantas de concentración de minerales.



VISTA DE LAS ESTRUCTURAS RESIDUALES DE LA ZONA DE LA FLORIDA.



DETALLE CONSTRUCTIVO DEL DIQUE DE ESTERILES DEL POZO JAIME (FASE DE RECRECIMIENTO).

En unos casos, la composición de las escombreras es más homogénea que en otros, su granulometría más uniforme y presencia de finos condicionada por el propio proceso de concentración o por las operaciones de arranque y transporte.

Los distintos tratamientos para conseguir la liberación de las partículas minerales van a dar lugar a una fracción fina, dentro de un efluente que es transportado a unas balsas.

Los métodos constructivos de estos vacies han evolucionado con el tiempo, ganando en seguridad en los momentos actuales. Antiguamente, estaban próximas a la planta de beneficio, y sus diques eran de sencilla construcción y mantenimiento muy somero.

De ambos tipos de estructuras: escombreras y balsas, vinculadas a este tipo de minería, se han registrado mediante ficha, las siguientes:

CODIGO - 1704-8-4	ESCOMBRERA LA PEPITA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-9	ESCOMBRERA LA BUENITA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-10	ESCOMBRERA LA OFICINA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-11	ESCOMBRERA SEL DEL HAYA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-12	ESCOMBRERA LOS LLAGOS	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-18	ESCOMBRERA LA INGLESA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-20	ESCOMBRERA LA CABAÑA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-23	ESCOMBRERA LA MINUCA	- ZONA: UDIAS



VISTA GENERAL DE LA Balsa E INSTALACIONES DE ALIVA

CODIGO - 1704-8-24	ESCOBRERA EL PRADO	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-25	ESCOBRERA EL TORCAL	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-26	ESCOBRERA LA RASA	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1704-8-27	ESCOBRERA EL MADROÑO	- ZONA: UDIAS
CODIGO - 1705-2-1	BALSA LA FLORIDA	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1705-2-2	BALSA LA FLORIDA	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1705-2-3	ESCOBRERA LA FLORIDA	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1705-2-4	ESCOBRERA LA FLORIDA	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1705-2-5	ESCOBRERA ISIDRA	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1705-2-6	ESCOBRERA ISIDRA 2º PISO	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1705-2-7	ESCOBRERA CUERRE	- ZONA: LA FLORIDA
CODIGO - 1605-5-1	BALSA DE LA MINA DE ALIVA	- ZONA: ALIVA
CODIGO - 1605-5-2	ESCOBRERA DE LA MINA DE ALIVA	- ZONA: ALIVA
CODIGO - 1605-5-3	ESCOBRERA DE LA MINA DE ALIVA	- ZONA: ALIVA
CODIGO - 1606-1-1	BALSA DE FUENTE DE	- ZONA: ALIVA
CODIGO - 1704-8-1	ESCOBRERA DE LA MINA SAN JOSE	- ZONA: NOVALES
CODIGO - 1704-8-2	BALSA DE LA MINA SAN JOSE	- ZONA: NOVALES
CODIGO - 1804-5-5	ESCOBRERA DE LA MINA DE NOVALES-	ZONA: NOVALES
CODIGO - 1804-5-7	ESCOBRERA DE LA MINA DE NOVALES-	ZONA: NOVALES
CODIGO - 1904-7-1	ESCOBRERA DE RIOTUERTO	- ZONA: LA CAVADA
CODIGO - 1804-6-1	BALSA TORRES	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-2	BALSA DE LA LUCIANA	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-3	ESCOBRERA DE SANTA AMELIA	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-4	ESCOBRERA DE MIJAROJOS	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-5	BALSA GAMONEO	- ZONA: REOCIN



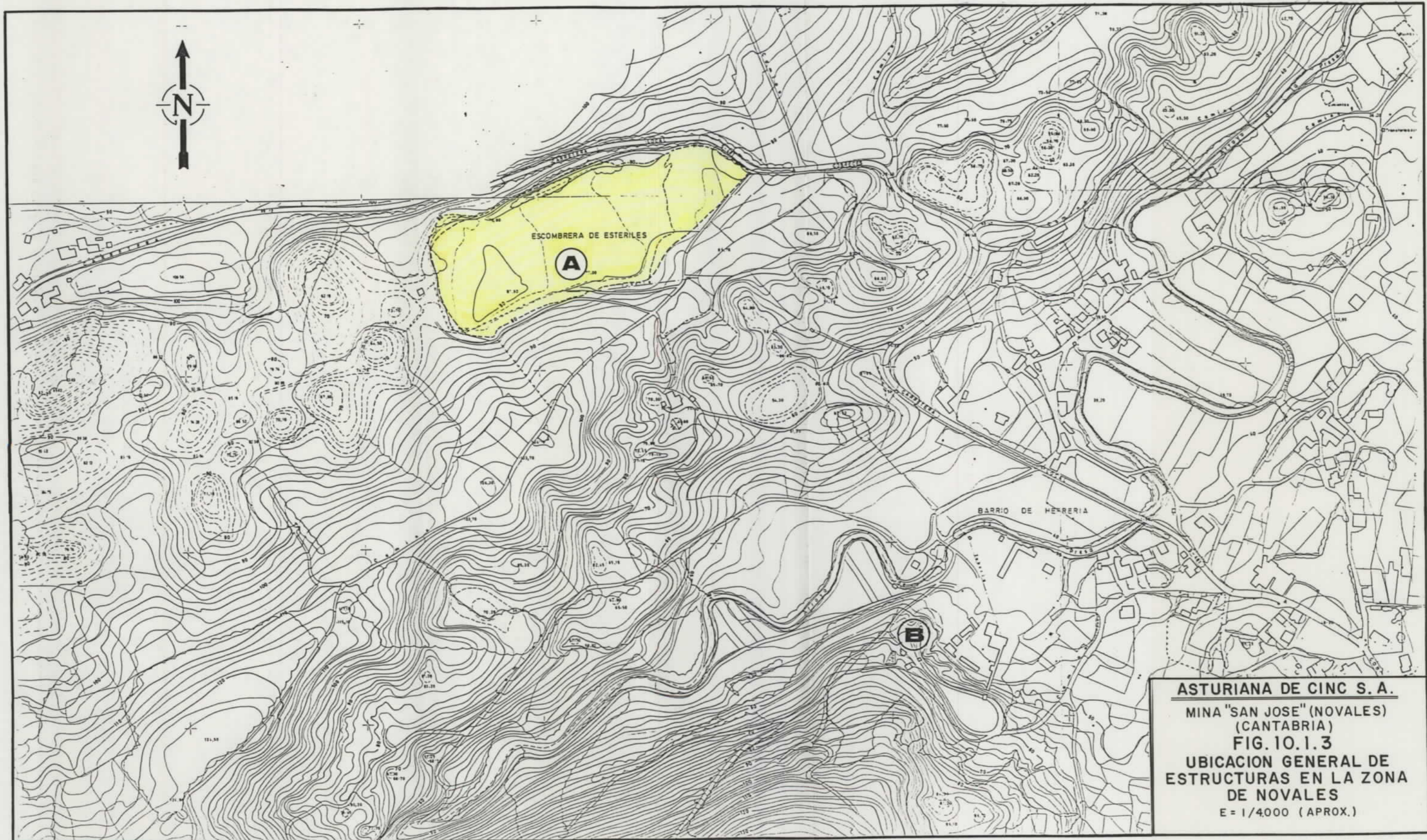
BALSA DE LAS INSTALACIONES DE NOVALES

CODIGO - 1804-6-6	BALSA EL MAZO	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-7	ESCOBRERA LA CAMPANA	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-8	ESCOBRERA EL ZANJON	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-9	ESCOBRERA SANTIAGO DE CARTES-	ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-10	ESCOBRERA VIESCA	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-11	BALSA LA VIESCA	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-12	ESCOBRERA MIJAROJOS	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-13	BALSA POZO JAIME	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-14	BALSA LA GARMA 1ª Y 2ª FASE	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-15	BALSA EL SEL	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-16	ESCOBRERA DEL VALLEJO	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-21	ESCOBRERA VERTIDO DEL MINERAL	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-22	BALSA LA BARQUERA-DIQUE 22	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-26	BALSA LAGO POZO JAIME	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-27	BALSA LAGO POZO JAIME	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-27	BALSA LAGO HOSPITAL	- ZONA: REOCIN

Las figs. 10.1-1 y 2 recogen las balsas y escombreras en la zona de Reocín. Las figs. 10.1-3 y 4 reflejan la ubicación de las estructuras en la zona de Novales y Aliva. La fig. 10.1-5 recoge la implantación en la zona de Udías.



ASTURIANA DE ZINC, S.A.
 Minas de Reocin
 CANTABRIA
 FIG.10.1-1. UBICACION GENERAL DE
 ESTRUCTURAS EN LA ZONA
 DE REOCIN.
 E = 1/4000
 (copias)



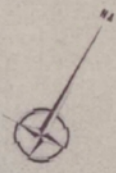
ASTURIANA DE CINCO S. A.
MINA "SAN JOSE" (NOVALES)
(CANTABRIA)
FIG. 10.1.3
UBICACION GENERAL DE
ESTRUCTURAS EN LA ZONA
DE NOVALES
E = 1/4000 (APROX.)



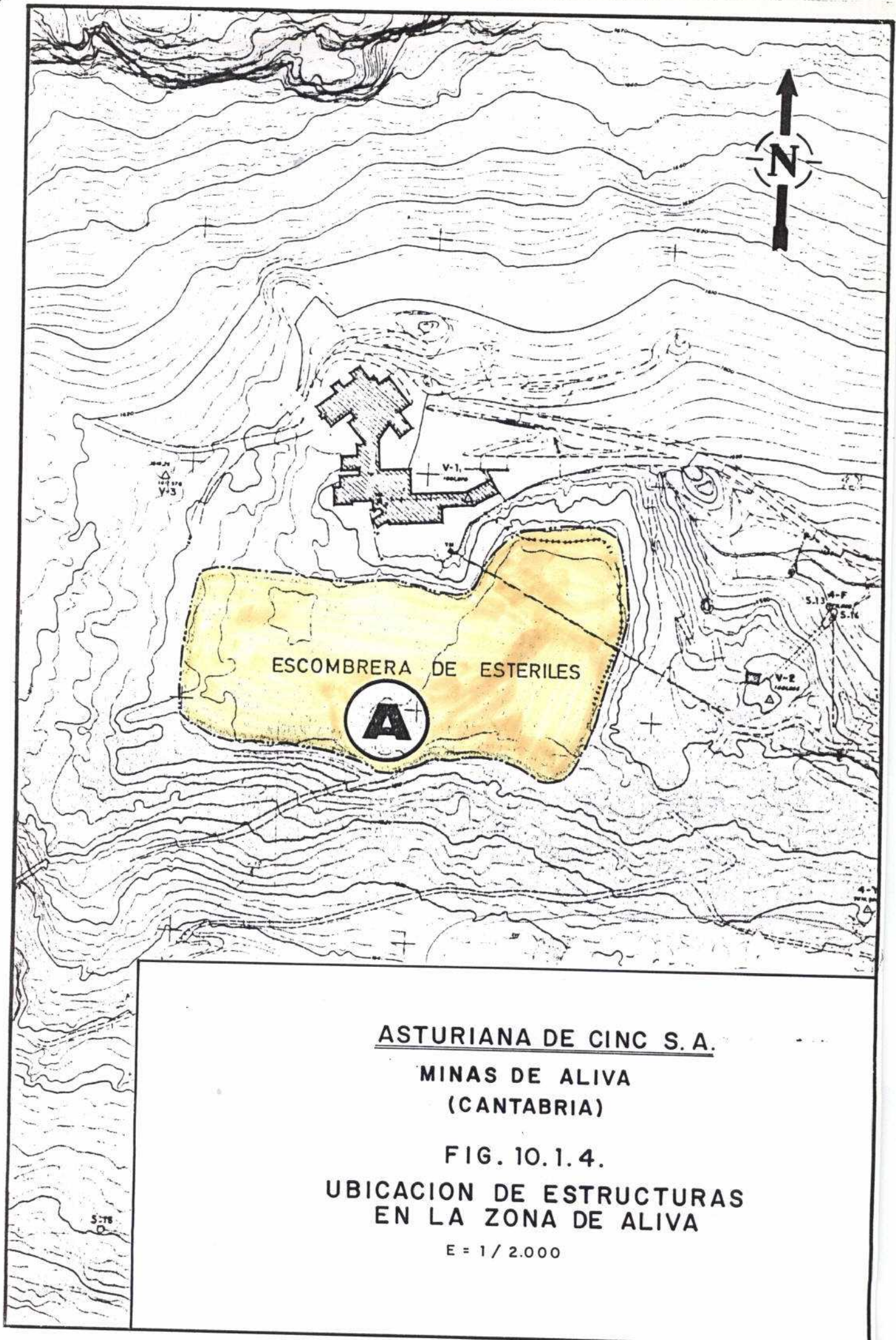
- Albarce
 - 1 Areniscas
 - 2 Caliza superior
- Aplense Superior
 - 3 Caliza en campo dolomítico
 - 4 Dolomita
 - 5 Caliza inferior
- Dudoulense
 - 6 Areniscas
 - 7 Caliza
 - 8 Areniscas
- Woolstonense
 - 9 Marías Arcillas Areniscas

R.C. ASTURIANA DE MINAS. S.A.
 MINAS DE UDIAS
 AÑO 1.955

FIG. 10.1.5.-
 LUGARES DE IMPLANTACION
 EN LA ZONA DE UDIAS
 E=1/8.000 (APROX.)



ASTURIANA DE ZINC, S.A.
 Minas de Reocin
 CANTABRIA
**FIG.10.1-2.-UBICACION GENERAL DE
 ESTRUCTURAS EN LA ZONA
 DE REOCIN.**
 E=1/4.000
 (aprox)



ASTURIANA DE CINCO S. A.

MINAS DE ALIVA
(CANTABRIA)

FIG. 10.1.4.

UBICACION DE ESTRUCTURAS
EN LA ZONA DE ALIVA

E = 1 / 2.000

Tanto las escombreras como las balsas, se encuentran ocupando terrenos calificados de visu como baldíos o monte bajo, lindando en muchas ocasiones a terrenos agrícolas. (Obsérvese la escombrera Cuerre en la zona de la Florida).

El emplazamiento que predomina en el caso de escombros es el de ladera con apoyo en terreno horizontal o subhorizontal y en el caso de balsas es la ubicación en vaguada, la más utilizada. En el conjunto global de estructuras abandonadas, puede indicarse que son raros los casos de preparación del asiento de la misma.

Sin embargo, son abundantes las estructuras que tienen como sustrato dolinas y cavidades del aparato kárstico, el cual a veces sirve de drenaje natural.

Los fenómenos de inestabilidad que más frecuentemente se han observado en estas escombreras corresponden a deslizamientos locales, superficiales y puntuales, típicos de resíduos con escasa cohesión.

Los procesos de inestabilidad general en escombros, suelen desencadenarse, en muchos casos, por el establecimiento de un nivel freático alto en el cuerpo de la escombrera, o bien por cubrir una surgencia natural, continúa o intermitente o también, por producirse zonas de embalsamiento en la propia estructura.

La erosión superficial es muy variable en las estructuras, estando íntimamente ligada al desarrollo de la vegetación y su densidad.



VISTA GENERAL DE LA ESCOMBRERA CUERRE (ZONA DE LA FLORIDA)

En aquellas zonas donde ésta no existe, es posible la observación de regueros y cárcavas.

Las balsas más antiguas de esta minería, seguían un método constructivo del dique basado en la configuración de bancos de altura: 0,80 a 1 m, con recrecimiento a medida que los lodos alcanzaban la cota de borde del banco.

Los volúmenes de estas balsas son importantes superando en varias estructuras el 1.000.000 m³, y sus alturas están comprendidas entre los 10 y 30 metros.

Por otro lado, la incidencia con el entorno viene marcada por la proximidad a núcleos urbanos o vías de comunicación, destacando no sólo por sus características morfológicas, sino también por las posibles alteraciones ambientales del aire y las aguas.

Una alteración importante a tener en cuenta, es la que puede producirse por la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas debido al lugar de implantación de las estructuras residuales, ya que pueden originarse movimientos migratorios de los efluentes con contenido en partículas minerales hacia los acuíferos adyacentes, como consecuencia de un proceso de lixiviación en las estructuras, cuyos fluidos desembocan en los cursos superficiales de agua o bien se filtren por los terrenos suprayacentes.

Lógicamente, la concentración de lixiviados en los efluentes está en relación con la composición mineralógica del vacíos.

Como posibles soluciones a este problema de contaminación, están las actuaciones encaminadas a reducir al máximo los contactos del agua con los materiales residuales, lo cual está condicionado por el lugar de ubicación de la estructura que debe tener unas características adecuadas de impermeabilidad.

Por supuesto, los lugares propensos a colapsos o que tengan huecos, deben quedar proscritos.

Las aguas procedentes de escorrentías, habrán de desviarse de tal forma que no accedan al emplazamiento de la estructura, y a ser posible, se ubicará la estructura en un lugar de mínima escorrentía superficial.

Las escombreras con importante contenido en finos conviene que estén al abrigo del viento, para evitar que éstos vayan a parar a otros puntos del entorno, si ello no es posible, la creación de pantallas artificiales suelen mitigar en parte el problema.

Al igual que otras escombreras que reúnan otro tipo de estériles, un correcto diseño de los taludes, con recubrimiento posterior de arcilla o materiales similares (P.V.C., plásticos, etc.) y tierra vegetal, originaría un suelo con tapiz vegetal capaz de fijar los finos, reduciendo

los efectos de la erosión y consiguiente transporte de sólidos a los cauces próximos.

Finalmente, es muy importante, que en las distintas etapas de planificación de las labores a realizar, se contemple la posibilidad de minimizar, corregir y controlar las alteraciones ambientales ocasionadas por los elementos residuales, fluidos y estériles proyectando una adecuada restitución de las estructuras.

10.2. Las estructuras residuales de la explotación de yacimientos de hierro en las zonas de Orconera, Mercadal, Dícido-Setares

Las zonas de montera de los yacimientos, que contenían minerales del tipo de la goethita, oligisto, hematites, etc., procedentes de la oxidación de los minerales primarios, fueron los objetivos de las primeras explotaciones.

En la zona oriental de la provincia, zona de Castro Urdiales - Dícido-Setares, se encontraron óxidos y carbonatos de hierro y desde Entrambasaguas hasta Mercadal se beneficiaron compuestos sulfurados.

Muchos de los minerales de hierro provienen de la karstificación de los materiales dolomíticos que al ser ankeríticos, con un conte-

nido de 3-6% de hierro, dan lugar a nódulos que se concentran en las arcillas de descalcificación, este tipo de explotaciones deja una morfología superficial pintoresca, con formas de "pitones", que se puede observar en Orconera, Obregón, Peñacabarga, El Bosque, Entrambasaguas, Camargo.

Los carbonatos de hierro (siderita) se benefician en explotaciones lindando con Vizcaya, y los sulfuros existen en el banco dolomítico gargasiense, como mena secundaria de los minerales de zinc y plomo, y encontrándose principalmente en la zona centro: Peñacabarga, Camargo, Reocín-Mercadal.

Su excelente calidad, con contenidos medios, según Vázquez Guzmán (1983) de 57% de Fe; 0,2% de S; 0,2% de P; 0,7% de Mn; 6,2% de SiO_2 ; 1,5% de Al_2O_3 ; 1,3% de CaO, junto a unas características siderúrgicas aceptables, a la posibilidad de explotación a cielo abierto sin utilizar explosivos y su cercanía a la costa y centros siderúrgicos, han hecho que estos hidróxidos sean preferentemente buscados por su alta rentabilidad económica hasta hace muy poco tiempo.

En Dícido se ha estado explotando hasta estos últimos años unas masas mineralizadas muy verticalizadas, separadas por discontinuidades tectónicas, que en profundidad reducían su sección y aumentaban el contenido de carbonatos al de óxidos. Su explotación se realizaba

a cielo abierto y, por subterráneo mediante un método de "Block caving".

En la metalurgia del hierro, los óxidos son aprovechados directamente; pero hoy día, al agotarse hay que ir a un proceso de tostación de los carbonatos, en tanto que los sulfatos, también hay que tostarlos, en los procesos de fabricación y obtención de ácido sulfúrico y gas, como resulta conocido.

Por ello en las zonas mineralizadas de Mercadal, Peña Cabarga, Orconera, Camargo, Dícido, Setares, etc., como consecuencia de las labores extractivas realizadas desde muy antiguo, tienen en sus proximidades y en su superficie depósitos residuales.

En las escombreras, es posible observar una gama granulométrica muy amplia estando la presencia de finos condicionada por el propio proceso de laboreo y el posterior tratamiento del "todo uno".

Las escombreras de Dícido y Setares son de gran volumen y altura, procediendo su material de la ejecución de las galerías principalmente.

Las balsas de esta minería en su conjunto son muy numerosas, de gran volumen, pero de reducida altura. Suelen disponer de un dique-muro de contención perimetral de material arcillo-ferruginoso, con distinto grado de compactación.

Se han registrado mediante ficha, las siguientes estructuras ligadas con la minería del hierro en la provincia de Cantabria.

CODIGO- 1804-8-1	BALSA POZO DE LA DOLORES	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-2	BALSA VENTA DE LA MORCILLA	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-14	BALSA CAMARGO	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-33	BALSA POZO LA RUPERTA	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-34	ESCOMBRERA CAMARGO	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-35	BALSA LIAÑO	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1804-8-36	BALSA PARBAYON	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1804-8-37	BALSA EDILLO	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-11	BALSA TIJERO	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-12	BALSA SAN SALVADOR	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-13	BALSA SAN SALVADOR	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-14	BALSA SAN SALVADOR	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-15	BALSA TIJERO BIS	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-17	BALSA MORERO	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1904-5-81	BALSA POTRAÑES	- ZONA: LA SOLIA
CODIGO- 1805-2-28	BALSA DE LA MORCAN	- ZONA: MERCADAL
CODIGO- 1805-2-32	BALSA DE LA BARDA	- ZONA: MERCADAL
CODIGO- 1805-2-34	BALSA MINA MERCADAL	- ZONA: MERCADAL
CODIGO- 1805-2-35	BALSA MINA MERCADAL	- ZONA: MERCADAL
CODIGO- 1805-2-36	BALSA MINA MERCADAL	- ZONA: MERCADAL

CODIGO- 1904-5-16 ESCOMBRERA SAN ROQUE	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-20 Balsa ORCONERA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-21 Balsa LA CUEVA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-29 ESCOMBRERA ORCONERA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-32 ESCOMBRERA SAN ROQUE	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-34 ESCOMBRERA SAN ROQUE	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-38 ESCOMBRERA DE LAS LABORES DE TELEFERICO	- ZONA: ORCONERA
CODIGO: 1904-5-44 ESCOMBRERA DESEADA 6º	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-72 ESCOMBRERA PLANO Nº 1	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-73 ESCOMBRERA ALICIA LA VEGA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-74 ESCOMBRERA ALICIA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-75 ESCOMBRERA CARPINTERA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-76 ESCOMBRERA MONTE RUBI	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-77 ESCOMBRERA SANTA MARIA	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-78 ESCOMBRERA FERRERIAS	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 1904-5-79 ESCOMBRERA LAVADERO OBREGON	- ZONA: ORCONERA
CODIGO- 2004-8-5 ESCOMBRERA LA MAQUINILLA	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-6 ESCOMBRERA LOS TALLERES 1º	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-7 ESCOMBRERA LOS TALLERES 2º	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-20 ESCOMBRERA BOCAMINA	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-21 ESCOMBRERA LAVADERO	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-43 ESCOMBRERA CIELO ABIERTO	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-50 ESCOMBRERA PLAYA DE DICIDO	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-51 ESCOMBRERA BOCAMINA 2	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2004-8-52 ESCOMBRERA CORTA	- ZONA: DICIDO
CODIGO- 2104-5-9 ESCOMBRERA MINAS DE SETARES	- ZONA: SETARES

Los fenómenos de inestabilidad observados en algunas escombreras, corresponden a deslizamientos locales de distinto grado de magnitud, posiblemente originados por la creación de taludes más escarpados de los admisibles, habida cuenta de la fuerte pendiente de las laderas que les sirven de apoyo, y en otros casos, por su emplazamiento en vaguadas receptoras de elevadas esorrentías.

Un grupo destacable de balsas, se sitúa en las terrazas de la ría de Solía. (Fig. 10.2-1).

La antigüedad de las mismas es muy diversa, encontrándose algunas de ellas, en los momentos actuales, con una vegetación protectora muy desarrollada tanto en la plataforma superior como en el talud exterior dique.

La formación de una costra discontinua, puede paliar los efectos de la erosión superficial, que en otras zonas se hace muy intensa con arrastre y transporte de sólidos.

Algunos muros-diques próximos al cauce actual de la ría, dejan notar los efectos erosivos y de socavación de las aguas en épocas de avenidas.

Al igual que en las escombreras, la incidencia con el entorno viene marcada por la proximidad a núcleos urbanos y vías de comunicación, pero una alteración ambiental que adquiere singular relevancia

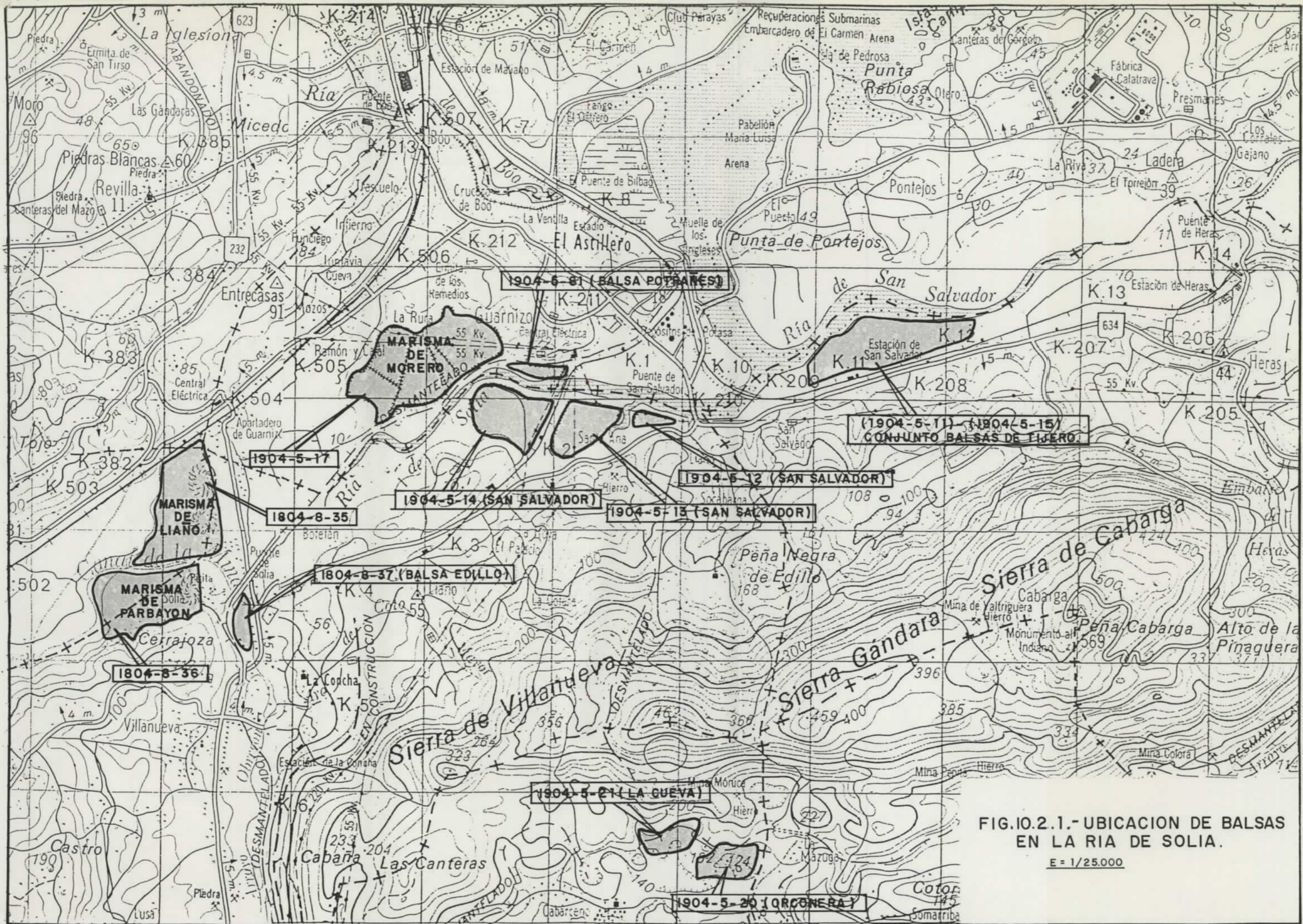


FIG.10.2.1.- UBICACION DE BALSAS EN LA RIA DE SOLIA.
E = 1/25.000



es la concerniente al medio de las aguas. La contaminación química y física de las mismas actúa de modo continuo y quizás irreversible, y su manifestación es la presencia de unos lodos rojizos en las áreas marginales del cauce actual.

Las posibles soluciones a estos problemas están en la línea de las indicadas en el apartado anterior.

Finalmente, una alteración que resulta muy acusada en las estructuras no integradas en el entorno es la de tipo paisajístico, por alteración de los parámetros básicos visuales, dentro de una cuenca diáfana en la mayoría de los casos.



VISTA GENERAL DE LAS BALSAS DE LA ZONA LIAÑO - PARBALLON.

10.3. Las estructuras residuales procedentes de las explotaciones de rocas industriales

Este tipo de minería donde se engloban las canteras que extraen calizas, dolomías, ofitas, yesos, etc., da lugar, en un alto porcentaje, a estructuras con un volumen reducido de residuos y alturas inferiores a los 20 m en la mayoría de los casos.

Los fenómenos de inestabilidad más comunes en estas escombreras corresponden a deslizamientos locales tipo manto, como consecuencia de vertidos que adoptan un talud superior al natural del material.

La escorrentía superficial y las aguas de pluviometría dan lugar a una erosión superficial de intensidad variable, pero visible.

Desde la perspectiva ambiental, la alteración dominante quizás sea la visual, pero indudablemente el impacto producido por la propia explotación, junto con los almacenamientos de los productos de venta y la planta de tratamiento, trituración y machaqueo cuando existe, es muy superior a la citada anteriormente.

Otras alteraciones a tener en cuenta son : la presencia de polvo, los ruidos y las vibraciones producidas por las voladuras y los equipos de perforación, así como, las perturbaciones de las instalaciones de trituración y clasificación del material.

En el caso de estructuras activas, su crecimiento es continuo, y la utilización discontinua de sus materiales, impide en algunos casos la creaci3n y progresi3n de una cubierta vegetal definitiva.

Por consiguiente, los trabajos de integraci3n con su entorno, pueden centrarse, en la confecci3n de barreras vegetales con especies del lugar, que oculten en la medida de lo posible las escombreras.

Otra posibilidad es la de reutilizar los resdudos en el propio hueco de la explotaci3n, y colocar un suelo f3rtil que constituya el asiento de una vegetaci3n aut3ctona.

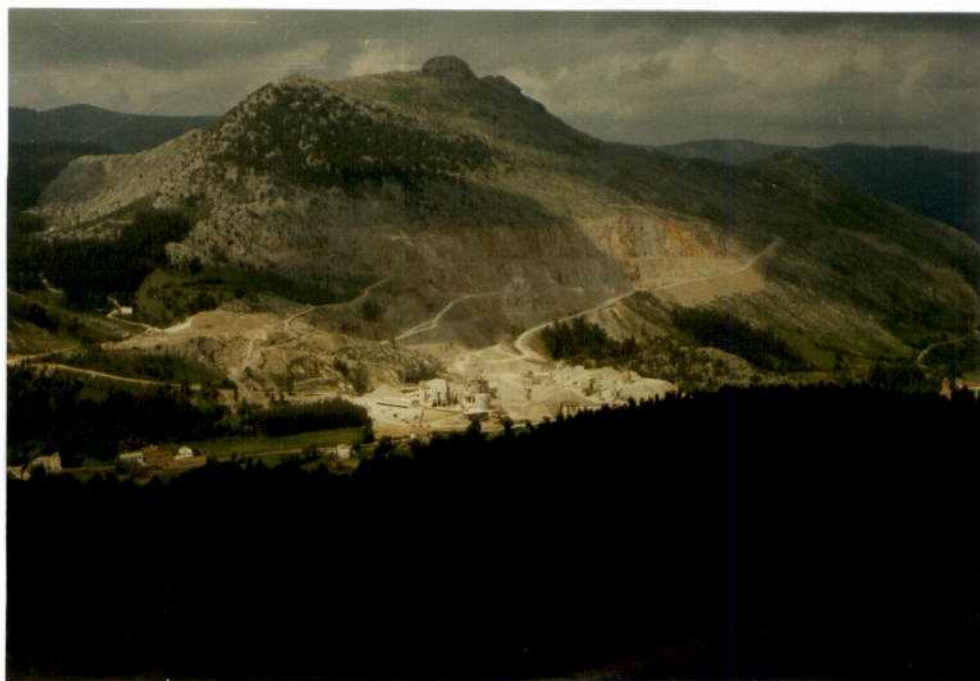
Dentro de este grupo de estructuras resultan relevantes las siguientes:

CODIGO- 1804-8-45 Balsa La Calva	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-46 Balsa Productos Dolomíticos	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-8-48 Balsa El Mazo	- ZONA: CAMARGO
CODIGO- 1804-2-2 Balsa Terraplen	- ZONA: CUCHIA
CODIGO- 1806-5-1 Escombrera Ofitas de Reinosá	- ZONA: ENMEDIO

En donde, la Balsa de Productos dolomíticos, corresponde a la fase de terminal, de un proceso industrial.



CANTERAS DE LA ZONA DE CALDAS DE BESAYA.



CANTERAS DE LA ZONA DE SANTULLANO.

10.4. Otros casos de estructuras residuales

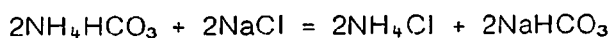
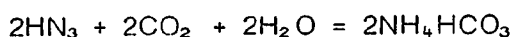
Se engloban dentro de este grupo los casos de estructuras residuales procedentes de procesos de fabricación de productos químicos inorgánicos, como pueden ser los de tostación para obtener ácido sulfúrico en Hinojedo o los de obtención de NaOK, CO_3Na_2 , etc. de Solvay y Cía o los productos fluorados, producidos por la Sociedad Derivados del Flúor, S.A.

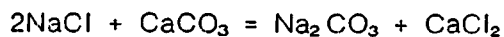
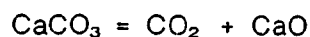
PROCESO SOLVAY

Obtiene el carbonato sódico Na_2CO_3 , a partir de la sal, el amoníaco, el dióxido de carbono y la caliza por vía húmeda en contraposición con el proceso de Leblanc, al que desplazó, que lo hace por vía seca.

En síntesis, el proceso se basa en la precipitación del NaHCO_3 por saturación de una solución concentrada de NaCl con NH_3 y CO_2 , sucesivamente.

Químicamente el proceso puede resumirse en el esquema de reacciones siguientes:





Como puede observarse el amoniaco se recupera casi totalmente, así como una parte del dióxido de carbono, quedando como único resíduo una solución concentrada de CaCl_2 .

En el proceso se distinguen las siguientes fases: (Fig.10.4-1).

- 1.- La preparación de la solución saturada de sal, que tiene lugar en una batería de disolución en la que el agua va pasando de un depósito a otro, hasta salir saturada del último; cuando el primer depósito queda vacío de sal, se continúa la operación empezando por el segundo, mientras se repone la carga de sal del último, y así sucesivamente. En el caso más frecuente, hay que privar a la solución, de las impurezas de metales pesados, precipitándolos con una pequeña cantidad calculada de carbonato amónico, o carbonato sódico, procedente de la misma fabricación.
- 2.- La solución de sal se satura con amoníaco acuoso, procedente de su recuperación, a partir del cloruro amónico. La cantidad de agua debe ser la justa para mantener el estado de saturación de la sal; caso de que contenga más agua de la necesaria, hay que añadir nueva sal.

- 3.- Se satura con CO_2 a presión, en una torre de contracorriente provista de deflectores para aumentar el recorrido y el contacto del gas con la salmuera. Se forman sucesivamente carbonato y bicarbonato amónicos, y el bicarbonato sódico precipitado se recoge en el fondo de la torre, se centrifuga y se lava.
- 4.- El bicarbonato sódico obtenido se calienta a temperatura moderada para obtener el carbonato (sosa Solvay).

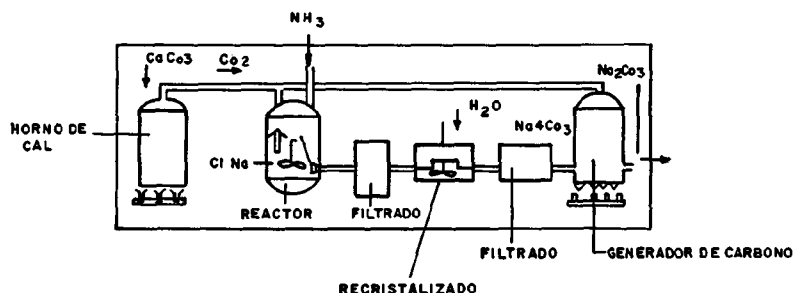


FIG.1.4.1.- PROCESO SOLVAY PARA LA OBTENCION DE CARBONATO SODICO

- 5.- Del cloruro amónico se regenera el NH_3 , por adición de cal viva procedentes de un horno de cal cerrado con extracción de gas, que de este modo suministre también el carbónico necesario para la torre de saturación. Así el NH_3 vuelve a entrar en el ciclo y sólo hay que añadir la pequeña cantidad que pueda perderse en el proceso industrial.

El cloruro cálcico residual es muy incómodo porque no se seca, por lo que Solvay intentó electrolizarlo para aprovechar el cloruro,

por una parte, y la cal cáustica para causticar el carbonato. No se obtuvieron resultados aceptables, pero este estudio de la electrólisis le llevó a la construcción de una célula con cátodo de mercurio para electrolizar directamente la sal y obtener así un fluido de sosa concentrada y más puro que el procedente de la caustificación del carbonato; la diferencia esencial con las células de este tipo consiste en que se aprovecha la flotación de la amalgama de sodio, la cual se recoge en la superficie en lugar de hacerla circular por el fondo de las células.

Una de las alternativas posibles a la deposición de lodos en balsas, que hoy día se utilizan, es el vertido de los residuos al mar a gran distancia de la costa, por medio de emisarios submarinos. Con ello se trata de aprovechar los fenómenos hidrodinámicos del mar: las olas, las mareas y las corrientes y, como consecuencia su gran capacidad de dilución.

Previamente al inicio del vertido es preciso realizar estudios referentes a la disposición y sedimentación de los lodos y su influencia en el ecosistema del lugar.

Entre las estructuras de procedencia industrial, resaltan las siguientes:

CODIGO - 1804-6-17 Balsa Los Diques	- ZONA: POLANCO
CODIGO - 1804-6-18 Balsa La Isla	- ZONA: POLANCO
CODIGO - 1804-6-19 Balsa Fabrica de Hinojedo	- ZONA: REOCIN
CODIGO - 1804-6-20 Escompera Fabrica de Hinojedo	- ZONA: REOCIN



ESCOMBRERAS DE OFITAS DE REINOSA.



ESCOMBRERA DE PROCESO INDUSTRIAL (DERIVADOS DEL FLUOR).

Los trabajos para la integración con su entorno se centran en llevar a cabo las mismas actuaciones indicadas en los apartados anteriores.

11. PROPUESTAS DE ACTUACION

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

Las propuestas encaminadas a corregir las anteriores situaciones y problemas, pueden resumirse en la forma siguiente:

11.1. Problemas de estabilidad en escombreras mineras

- Corrección de los defectos de ejecución, deformaciones anormales, o los comportamientos que puedan entrañar algún tipo de riesgos, estudiando y evaluando todas las implicaciones sobre la estabilidad general de la escombrera.

- La recogida de aguas de escorrentía debe realizarse mediante diques de retención o zanjas de intercepción ladera arriba de la escombrera, asegurando su limpieza y mantenimiento en todo momento.

- Las necesidades de evacuación y drenaje deben dimensionarse para evacuar el máximo volúmen embalsable en un plazo máximo de 24 h.
- Cuantificar la erosión, tanto pluvial como fluvial o eólica, con creación de las pantallas adecuadas en los casos de notable intensidad.
- Las fuentes o surgencias deben captarse y derivarse del entorno de la escombrera.
- Evitar la inundación del pie de las escombreras.
- Conformar taludes en las estructuras, estables y compatibles con los materiales vertidos y el lugar de emplazamiento.
- Evitar la erosión interna en las estructuras por causas imputables a filtraciones.
- Adopción de medidas de protección y remodelación, para aquellas escombreras ubicadas en lugares que puedan dar lugar a la intercepción de cursos de agua por deslizamientos o desprendimiento.
- Evitar la socavación descontrolada del pie de la escombrera por medios mecánicos, etc.

11.2. Problemas de estabilidad en balsas

- Adecuar los drenajes de las balsas a las necesidades de evacuación de agua, en el caso de que las estructuras intercepten cursos o cauces intermitentes.
- Regularizar las zonas de vertido de lodos, impidiendo la formación de bolsadas inestables.
- Mejorar la estabilidad de los diques, en aquellos casos en que se constate mediante los estudios adecuados que pueda ser insuficiente. Como medidas correctoras a introducir están:
 - La disminución del talud exterior.
 - El aumentar la capa de materiales de aportación.
 - Una mejora de calidad en los materiales a colocar.
 - El adosar espaldones de escombros o escollera.
 - El refuerzo del dique con materiales estabilizados, geotextiles, etc.
 - La mejora del drenaje del dique mediante sondeos, drenes horizontales, etc.
- Reducir las filtraciones o surgencias en el paramento exterior colocando el espaldón adecuado a las propiedades filtrantes y permeables en cada caso, según se trate de diques permeables o impermeables. Así mismo se instalarán los oportunos drenes o cunetas de

recogida de efluentes y se evacuarán.

11.3. Medidas correctoras de alteraciones ambientales en balsas y escombreras

- Delimitación de la zona de influencia de la estructura mediante muros, barreras, terraplenes de contención, o similares.
- Restitución y revegetación de las estructuras a efectos de integrarlas en su entorno; para ello se tendrá en cuenta, el tipo de vertido, el tipo litológico, la granulometría, el lugar de implantación, las características hidrológicas, los condicionantes climáticos, etc, a efectos de definir una metodología de restauración acorde con el entorno del lugar de implantación de la estructura.
- Un tratamiento mínimo habitual, consiste en el recubrimiento vegetal, cuya aplicación puede realizarse incluso antes del abandono completo de la estructura.
- Un método de protección frente a la erosión es la revegetación. Su aplicación, en muchos casos, hace necesaria la corrección del perfil de los taludes respecto a los configurados por simple vertido.
- A efectos de prever una situación desfavorable, en una estructura, conviene habilitar un área de protección al pie de la misma para recoger los eventuales residuos desprendidos.

Las escombreras con estériles procedentes de explotaciones metálicas o/y de tratamientos industriales pueden verse sometidas a procesos de lixiviación por aguas de lluvia, y de escorrentía superficial, al igual que las balsas antiguas donde también se depositaban éste tipo de estériles.

Actualmente, el potencial problema contaminante, se debe atacar desde los primeros momentos, verificando un estudio completo de las alternativas de implantación; éste debe definir el lugar más idóneo sobre materiales impermeables y donde se efectúe una protección sencilla frente a la escorrentía superficial, con sellado de grietas y juntas de posibles infiltraciones.

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

En los casos ya existentes, la concentración de compuestos metálicos en los efluentes disminuirá, si además de perfilar sus taludes, se recubren con un manto de arcilla o similar y tierra vegetal sus superficies vistas, generando un tapiz vegetal, que fije el suelo, y reduzca los efectos de la pronunciada erosión.

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

- Hay que tratar de disminuir la concentración de minerales en los efluentes y controlar su aislamiento de las aguas de escorrentía y precipitación con regulación de su drenaje, de tal forma que el nuevo régimen hidrogeológico que afecte a los acuíferos no modifique los parámetros básicos de éstos.
- Soluciones que hoy se adoptan, para eliminar efluentes contaminados son:
 - La inyección profunda mediante sondeos, si el sustrato y la presencia de acuíferos lo permite.
 - La evacuación directa hasta el mar, mediante un emisario.
 - El tratamiento químico de los efluentes que permitan la cristalización de componentes.
- La protección del paisaje se llevará con especial interés en aquellas estructuras que supongan un mayor impacto visual desde núcleos urbanos y vías de comunicación. Una medida recomendable para aquellas escombreras y balsas que ya están implantadas, es la creación de barreras forestales que oculten en lo posible a las estructuras, y para las que han de ubicarse, el adoptar criterios de alejamiento de las vías de comunicación, cursos y embalses de agua.

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

En estas estructuras, el riesgo de daños debido a su colapso es muy pequeño, y la principal incidencia es de tipo ambiental, fundamentalmente visual, en consonancia con el volumen depositado.

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

Para las estructuras y explotaciones activas que, además poseen planta de clasificación, se recomienda:

- Creación de barreras forestales que oculten en lo posible los frentes de arranque y las acumulaciones de residuos.
- Evitar el vertido de materiales finos procedentes de los procesos de clasificación en lugares que permitan su arrastre por cursos de agua próximos, o por la escorrentía superficial.
- Las estructuras residuales pueden utilizarse para el relleno parcial de los huecos creados por la extracción del

material o bien puede procederse a su integración en el paisaje mediante la plantación de especies vegetales, que minoren el impacto visual, y enmascaren la zona.

- En cuanto a las balsas de lodos procedentes de procesos industriales cuya implantación tenga carácter definitivo, es decir, sus materiales no van a ser objeto de transporte periódico u otros depósitos se recomienda proteger los taludes contra la erosión mediante un sellado con arcilla, un recubrimiento con suelo de la zona y la creación de una cubierta vegetal estable.
- Llevar los residuos a un vertedero controlado, en donde los efectos de contaminación potencial de las aguas superficiales y subterráneas son muy reducidos.

En definitiva, se trata de que toda estructura, balsa o escombrera en actividad o abandonada, cumpla la condición fundamental de que "no dé lugar a problemas de inestabilidad o contaminación, además de restituir los valores paisajísticos y asegurar la reutilización del terreno para otros usos" para ello deberá tratarse de forma que se minimice su posible impacto, tanto ambiental como respecto a posibles riesgos.

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado el Inventario de Balsas y Escombreras mineras de la provincia de Cantabria con la metodología desarrollada y revisada por el IGME, que se recoge en el epígrafe nº 1.2. de la Memoria.

Los resultados del trabajo de inventario de las estructuras mineras de esta provincia se concretan en:

- 1.- ANEJO-DOCUMENTO de fichas donde se han recogido los datos de situación, implantación, características geométricas, condiciones de estabilidad e impacto ambiental, así como un croquis de situación a escala aproximada 1:50.000, un esquema estructural y unas evaluaciones minera, geomecánica y ambiental.

Se incluye una fotografía de la estructura.

- 2.- ANEJO-DOCUMENTO donde figura un listado con la situación y breve descripción de materiales, de aquellas estructuras residuales que, por su escaso volumen o pequeña incidencia en el entorno, no han merecido un análisis más detallado.

3.- DOCUMENTO de planos, constituido por:

1 Mapa provincial a escala 1:200.000 que recoge las estructuras con fichas.

1 Mapa provincial a escala 1:200.000 que recoge las estructuras de la relación listada sin las fichas.

4.- DOCUMENTO-MEMORIA, donde se reflejan los resultados alcanzados en este estudio.

El trabajo llevado a cabo puede resumirse en los siguientes puntos:

- En la actualidad, la minería activa de Cantabria, extrae fundamentalmente las sustancias de:

- . PLOMO
- . ZINC
- . HIERRO
- . SILICE Y ARENAS
- . ESPATO-FLUOR
- . CALIZA
- . DOLOMIA
- . ARENISCA
- . ARCILLAS
- . BARITA
- . YESO
- . CUARZO

- . OFITA
- . TURBA
- . LIGNITO

Por tanto, la actividad de las estructuras residuales, y su crecimiento están en consonancia con estas labores.

- El aprovechamiento de minerales y rocas en Cantabria es una práctica muy antigua. Desde la época romana hasta los momentos actuales son innumerables los vestigios que han quedado.
- En la provincia cántabra aparecen cuatro metalotectos principales muy claros para la búsqueda de minerales, en los momentos actuales, en forma de sulfuros. Estos son:
 - Metalotecto-1: Situado en la "caliza de montaña" en el contacto con los niveles dolomíticos y con otros de calizas fétidas.
 - Metalotecto-2: Desarrollado en el contacto de los terrenos del Paleozóico con el Permotrías.
 - Metalotecto-3: En el contacto del Keuper con el Jurásico.
 - Metalotecto-4: Es el más significativo y se sitúa en el banco Gargasense (Aptiense superior).
- Además de las estructuras residuales propiamente mineras se han considerado como productoras de residuos algunas procedentes de industrias transformadoras y fábricas.

- Se han realizado 181 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 535 estructuras recogiendo tanto estados de actividad como parados o abandonados.
- Son las explotaciones de la minería metálica las que originan un mayor número de depósitos residuales en Cantabria constituyendo el 54% del total. Las explotaciones de canteras, graveras y plantas de tratamiento en su conjunto, dan lugar al 42,1%.
- El 74,5% de las estructuras con ficha con escombros, siendo el porcentaje de balsas relacionadas con la minería y con los procesos industriales del 25,5%.
- El porcentaje de actividad de las estructuras más relevantes (con ficha) se sitúa en el 48,9%; y son las explotaciones del plomo-zinc y el sector de rocas industriales con sus múltiples fines, los de mayor participación en ese porcentaje.
Son estructuras abandonadas el 45,6% y paradas el 5,5%.
- El tipo de terreno ocupado en las implantaciones, que predomina en el calificado como baldío en un porcentaje del 58,9% de los casos.
- Las tipologías de ladera (25,7%), llano (16,8%) y de ladera con amplio apoyo (17,3%) en terreno exento o llano, son las variedades predominantes en escombreras.

En diques de estériles, las morfologías de emplazamiento que con mayor frecuencia son utilizadas son: el tipo llano (9,4%) y el tipo vaguada (6,6%).

- El medio de transporte de los residuos, más utilizados en las escombreras es el de volquete (35,9%), usado tanto en las grandes explotaciones como en las canteras. En las balsas, el vertido más común de la pulpa residual es realizado mediante tubería (14%) o canal (13,6%) o con sistemas de disposición mixta.
- La gran mayoría de las estructuras no tiene alturas importantes, encontrándose sólo 7 estructuras que superen los 30 m.
- Un alto porcentaje de las estructuras presentan volúmenes moderados, no obstante, hay que resaltar la existencia de capacidades medianas en el 15,6% de los casos y con volúmenes elevados (superiores a 1.000.000 m³) 19 estructuras.
- En el muestreo de taludes realizado en escombreras, el rango más frecuente de valores se sitúa entre los 34º-36º, estando directamente ligado con la granulometría de vertido.
En taludes de conformación de diques de balsas, encontramos algún caso que se superan los 40º.
- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños, desde los finos procedentes de los sistemas de trituración y trata-

miento hasta los tamaños de escollera. Esta propiedad también se encuentra ligada con la litología de los materiales explotados y encajantes, y por supuesto con el método minero.

- Cantabria presenta en la franja costera donde se encuentran la mayor parte de las estructuras, un clima húmedo, lluvioso (1000-1.200 mm/año) y templado (14º-15º de media anual).

La pluviosidad se acrecienta hacia el sur, con la altura hasta superar los 1500 mm en las sierras de la cornisa Cantábrica descendiendo la media térmica anual hasta los 6º-8º.

Finalmente en el Valle del Ebro aparece un clima más continental de menor pluviosidad (800-1000 mm) y acusada oscilación térmica anual.

Las precipitaciones alcanzan con cierta periodicidad intensidades muy elevadas (>200 mm/día) en toda la región.

En estas condiciones los problemas de lixiviación y erosión superficial pueden afectar a las estructuras con mayor incidencia por causa de la gran intensidad que pueden alcanzar las precipitaciones para períodos de secuencia no excesivamente dilatados.

- Los ríos Cantábricos se caracterizan por la regularidad de sus altos caudales y torrencialidad de los mismos, consecuencia de las elevadas precipitaciones, unido a una topografía de fuertes pendientes.

En consecuencia son de prever afecciones en las estructuras por fenómenos erosivos de pie de escombreras, así como desbordamiento y consiguiente colapso de balsas que no dispongan del adecua-

do resguardo y/o sistemas de desagüe que permitan la debida laminación de las frecuentes crecidas.

- Los vientos más fuertes son los del cuadrante NO y los de componente sur alcanzando intensidades apreciables (> 50 Km/h) en la franja litoral donde se encuentran un número importante de estructuras.

El arrastre eólico de finos puede quedar más o menos contrarrestado por la alta humedad del ambiente existente en general.

- Las condiciones sísmicas de Cantabria corresponden a las zonas media y baja de la Zonificación establecida en la Norma Sismorresistente PDS-1 (1974).

En la zona de intensidad media correspondiente a la mitad oriental de la región, se debe contemplar el comportamiento dinámico de las estructuras frente a las posibles acciones sísmicas.

En el resto de la provincia, de sismicidad baja, la consideración de este tipo de acciones será aconsejable en casos singulares por la dimensión de la estructura y/o cuantía de daños posibles en caso de colapso.

- Con base a las estimaciones visuales de los trabajos de campo llevados a cabo, y por tanto, alejadas de estudios puntuales de calidad, precisos para correlacionar los múltiples parámetros incidentes en un estudio de estabilidad, por el que se de una evaluación numérica fiable, se han observado las formas usuales de inestabili-

dad.

Los problemas más extendidos se relacionan con fenómenos de:

- Erosión superficial
 - Acarcavamiento
 - Deslizamientos locales
 - Deslizamientos generales
 - Presencia de grietas
 - Socavación mecánica
 - Socavación de pié
 - Surgencias
 - Asentamientos
 - Y problemas derivados de deficiencias de drenaje.
- 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 la resistencia del terreno, la pendiente, las alteraciones de la red de drenaje y el impacto ecológico, así como el riesgo sobre personas, servicios o instalaciones. Atendiendo a la evaluación realizada mediante este índice predominan las implantaciones calificadas como adecuadas y tolerables, existiendo un 9,4% de calificaciones de "malas" o "inacceptables".
- Las principales alteraciones ambientales a que dan lugar estas estructuras se resumen en los factores ambientales de:

- Acción sobre las aguas superficiales y subterráneas.
 - Alteración del paisaje.
 - Alteración visual con el entorno.
 - Alteración de la vegetación.
 - Alteración del aire (ruidos, vibraciones, polvo).
- Se han considerado las posibilidades de reutilización de las estructuras, tanto por el valor minero de sus materiales como por el espacio ocupado.
- Por último, se plantean sistemas de actuación tanto en el ámbito particular de cada estructura como en el general, tendentes a corregir y minorar la incidencia de las estructuras sobre su entorno, fundamentalmente, en los aspectos de estabilidad y medio ambiente.

13. BIBLIOGRAFIA

BANCO DE BILBAO.- Renta Nacional de España y su distribución provincial 1983.

CONGRESO ESPAÑOL DE GEOLOGIA DE SEGOVIA:

- . Estudio de los procesos de dolomitización en las dolomías, asociadas a mineralizaciones Pb-Zn de Reocín - Bustillo Revuelta. M.
 - . Aspectos geológicos y petrológicos de las doleritas triásicas (ofitas) de Cantabria - Lago San José. Pocori Juan. A.
 - . Estudio textural de las mineralizaciones Pb-Zn del Cretácico en la provincia de Cantabria - Bustillo Revuelta. M.
- (SEGOVIA, 1984).

GRAN ENCICLOPEDIA DE CANTABRIA.- Distintos tomos. Editorial Cantabria, 1986.

GOBIERNO DE CANTABRIA.- Un lugar para su empresa. Santander, 1984, Consejería de Industria, Transportes, Comunicaciones y Turismo.

IGME.- Depósitos Minerales de España. Madrid, 1983.

- IGME.- Determinación de parámetros geomecánicos con vistas al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras con la minería del carbón. Madrid, 1980.
- IGME.- Guía para la Restauración del medio natural afectado por las explotaciones de canteras. Madrid, 1985.
- IGME.- Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de residuos mineros: Ayala Carcedo F.J.- Rodríguez Ortiz J.M^a. Madrid, 1986.
- IGME.- Mapas de Rocas Industriales. Hojas N^{os} 5/1 y 5/2 - Santander-Reinosa. Madrid.
- IGME.- Mapa geológico nacional. Serie Magna. E:1/50.000. Hojas editadas de la provincia.
- IGME.- Mapa hidrogeológico nacional E:1/1.000.000.
- IGME.- Mapas Metalogenéticos de España. E:1:200.000. Hojas N^{os} 5/ y 5/2 - Santander-Reinosa. Madrid.
- IGME.- Aguas Subterráneas - Sistemas hidrogeológicos en Cantabria.
- IGME.- Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Cantabria.

I.N.E.- Censos de Población.

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

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA, Anuarios de Estadística
Minera.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.
Atlas Climático de España. Madrid, 1983.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.-
Climatología de España y Portugal.- Font. Tullot. I.- Madrid,
1983.

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO.- Norma Sismorresistente PDS-1 (1974).

SALVAT, S.A.- DE EDICIONES PAMPLONA.- CONOCER ESPAÑA.-
Estella (Navarra) 1986.

SANCHEZ JOSE BONIFACIO.- Estudio Geológico-Minero de Santander.
Universidad de Santander, 1980.

PLANOS DE SITUACION



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.	○		

DISEÑADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA	1967	
COMPROBADO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
ESCALA	INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS	
CONSULTOR	CANTABRIA	PLANO Nº
	(ESTRUCTURAS EN FICHAS)	1