



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

ORENSE

TOMO 1
MEMORIA



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

01033
AÑO 1989

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

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

Por el I.T.G.E.

D. José M^a Pernía Llera

Ingeniero de Minas

Director del Estudio.

D. Alfonso Martín Berzal

Ingeniero de Minas

Por SOCIMEP

D. Eduardo González García

Ingeniero de Minas

D. Juan Ruiz Fonticiella

Ingeniero de Minas

Se agradece la colaboración prestada para la realización de este trabajo a la Sección de Minas de la Delegación Provincial de la Conselleria de Industria, Comercio e Turismo, así como a las personas responsables de las Empresas Mineras visitadas, que han hecho posible la realización de este Estudio.

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS

ORENSE

I N D I C E

<u>MEMORIA</u>	<u>Págs.</u>
1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	1
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.2. METODOLOGIA	5
2. MARCO FISICO	31
2.1. EL TERRITORIO	31
2.2. RELIEVE	32
2.3. HIDROGRAFIA	36
2.4. CLIMA	38
2.5. SISMOLOGIA	46
3. MARCO SOCIOECONOMICO	49
3.1. POBLACION	49
3.2. ESTRUCTURA ECONOMICA	50
4. SINTESIS GEOLOGICA	52
4.1. RASGOS GENERALES	52
4.2. ESTRATIGRAFIA	54

	<u>Págs.</u>
4.3. TECTONICA	57
4.4. ROCAS IGNEAS	59
5. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA	61
5.1. MINERIA ACTUAL	61
5.2. POSIBILIDADES MINERAS	64
6. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS	72
6.1. ZONACION	72
6.2. RESUMEN ESTADISTICO	84
6.3. CARACTERISTICAS GENERALES	91
7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD	101
7.1. FORMAS Y CAUSAS DE INESTABILIDAD	102
8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	105
8.1. CRITERIOS GENERALES	105
8.2. EVALUACION GLOBAL DEL IMPACTO	106
8.3. EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS Y BALSAS	113
8.4. CONCLUSIONES	139
9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS	141
9.1. UTILIDAD DE LOS RESIDUOS ALMACENADOS	142
9.2. UTILIDAD DEL ESPACIO FISICO OCUPADO	144

	<u>Págs.</u>
10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES	145
10.1. ESCOMBRERAS DE LAS EXPLOTACIONES DE PIZARRAS DE LA ZONA DE VALDECRRAS	146
10.2. EL CENTRO MINERO DE PENOUTA	157
11. PROPUESTAS DE ACTUACION	167
12. RESUMEN Y CONCLUSIONES	173
13. BIBLIOGRAFIA	178

B) ANEJOS

1. LISTADO
2. FICHAS

MEMORIA

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

ORENSE

MEMORIA

1.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El presente trabajo ha sido planteado como continuación de la serie iniciada por el IGME (en la actualidad ITGE) en el año 1984, para la realización de un inventario que abarque a todo el país, en el que se identifiquen las condiciones de implantación de las estructuras residuales mineras, tanto las correspondientes a la minería activa como a la parada o abandonada. Al mismo tiempo se contempla la posible reutilización de las estructuras, por su valor minero y/o por el del espacio físico ocupado.

La evolución de la minería española en los últimos años, respecto de la creación de estructuras residuales, así como la concienciación de la sociedad sobre los crecientes impactos ambientales producidos por estas estructuras, no hacen sino confirmar la necesidad de este tipo de trabajos:

En este sentido, no sólo ha continuado el trabajo de inventario iniciado, sino que, a la luz de las crecientes problemáticas ambientales relacionadas con la minería y, por tanto, de la necesidad de soluciones eficaces, se han ido modificando las metodologías de trabajo, con el fin de adaptarse a las últimas experiencias en el tema. Por ello, los trabajos de recogida de datos en campo, de elaboración de Fichas-Inventario y de datos complementarios reunidos en las correspondientes memorias, se están completando con la creación de un Banco de Datos informatizado para el acceso fácil a los resultados del presente estudio.

1.1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se pueden resumir los objetivos marcados en este estudio en los siguientes puntos:

- Análisis de los factores físicos y socioeconómicos que condicionan la incidencia de las estructuras residuales mineras en su entorno. Es decir, factores como climatología, geología, sismicidad, población, estructura económica, etc.
- Análisis de la evolución de la minería en la provincia, sobre todo respecto de la creación de estructuras residuales mineras.
- Análisis de las condiciones de implantación, geotécnicas y ambientales, de las balsas y escombreras mineras. Observaciones sobre su posible reutilización.
- Caracterización de las estructuras en Fichas técnicas que recojan todos los datos importantes para su ubicación y conocimiento de una forma clara y rápida.

- Análisis estadístico aplicado al conjunto provincial desde los puntos de vista minero, geotécnico y ambiental.

- Realización de conclusiones y recomendaciones sobre la situación de las estructuras residuales mineras, respecto de su incidencia en el entorno, y de las medidas previsoras o correctoras a tomar (en su caso), para reducir el impacto producido por las mismas.

Se espera que, con todos estos datos acerca del número de estructuras, litología de los residuos, caracterización geomecánica y ambiental, situación geográfica, condiciones geológicas, climáticas, sísmicas y socioeconómicas, se ponen en manos de los organismos públicos y de empresas privadas y particulares, elementos de juicio para el conocimiento y posibles actuaciones sobre la incidencia en el entorno de las estructuras residuales mineras, tanto desde el punto de vista de la prevención y proyecto previo como de las posibles medidas correctoras a tomar.

1.2.- METODOLOGIA

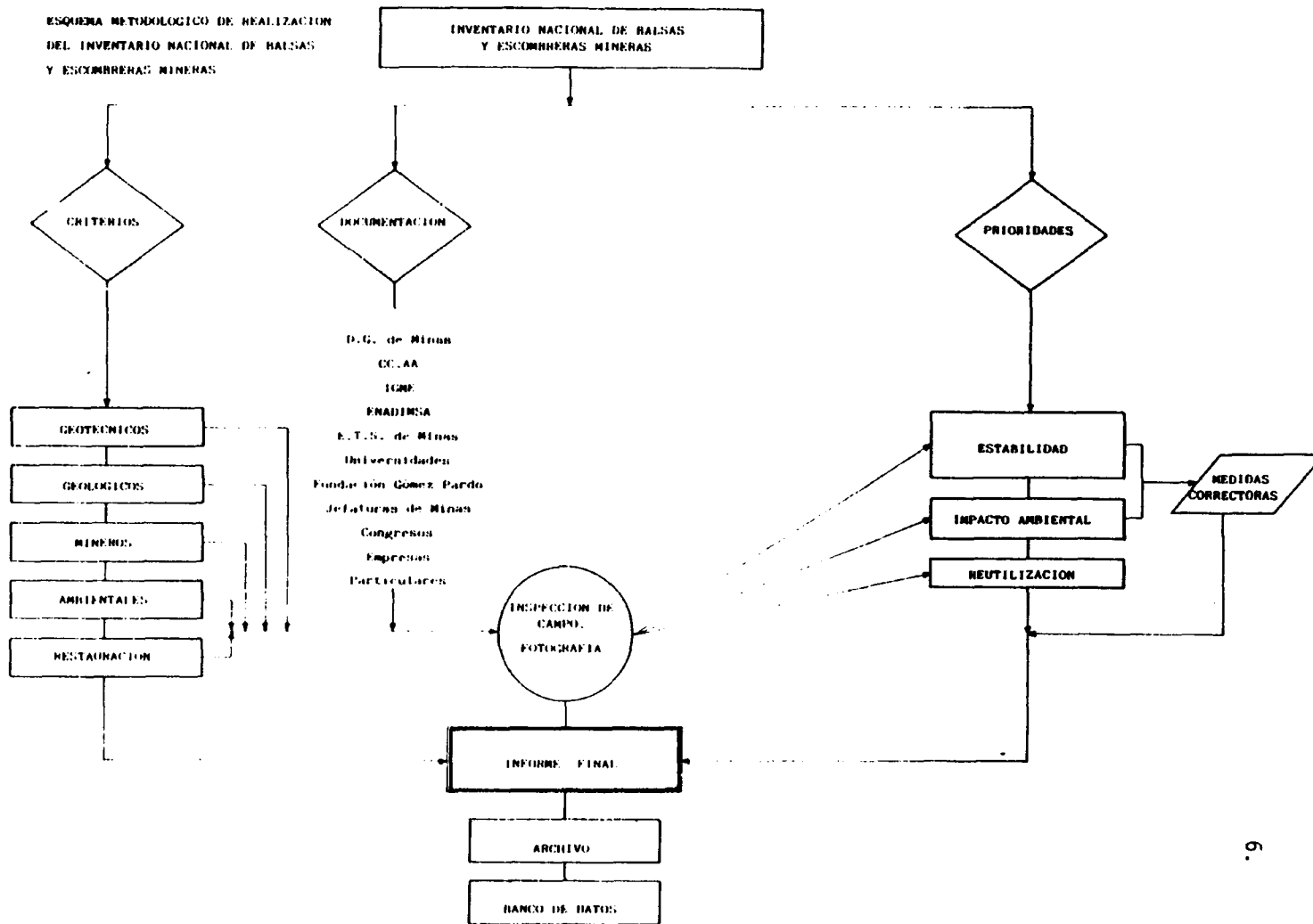
En la página siguiente se presenta el Esquema Metodológico de Realización del Inventario Nacional de Balsas y Escombreras Mineras, en que se resume la metodología del trabajo.

En primer lugar, se recogieron todos los datos que se consideraron útiles de fondos documentales, cartografía oficial y particular, publicaciones y trabajos propios anteriores, sobre los siguientes temas:

- . Datos socioeconómicos y geográficos
- . Climatología
- . Geología e Hidrogeología
- . Geotecnia
- . Minería
- . Historia de la minería en la zona
- . Inventarios anteriores
- . Estudios y recomendaciones específicas

A continuación, después del análisis y selección de datos de la documentación estudiada, se iniciaron los itinerarios

ESQUEMA METODOLÓGICO DE REALIZACIÓN
DEL INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS
Y ESCOMBRENAS MINERAS



de campo, para la recogida de datos con que rellenar las Fichas Inventario actualizadas.

Estas Fichas se han diseñado de forma que pudieran reunir las características más importantes de las estructuras inventariadas, de una manera clara y ordenada, a fin de poder recoger los datos fundamentales que definen sus características, importancia y potencial peligrosidad. En este sentido se han tenido en cuenta, fundamentalmente los siguientes puntos:

- * Codificación
- * En situación de la estructura: el tipo de terreno ocupado.
- * En características geométricas: dimensiones, especialmente la altura y el ángulo del talud. Asimismo, la cuantificación del volumen almacenado, de forma aproximada.
- * En implantación: la preparación del terreno, permeabilidades del sustrato y del recubrimiento, resistencia de éste, y existencia o no de aguas superficiales, así como de la profundidad del nivel freático.
- * En lo concerniente a escombreras, la litología de los residuos, así como otros condicionantes geotécnicos como tamaño, forma, alterabilidad y compacidad; y en

cuanto a las balsas: anchuras de la base y coronación del muro inicial, sistemas de recrecimiento, naturaleza de los muros sucesivos y de lodos, granulometría común de la playa y de la balsa y propiedades geotécnicas conocidas.

- * En sistema de vertido, se han incorporado conceptos como velocidad de ascenso, punto de vertido y existencia de algún tipo de tratamiento especial de las escombreras.
- * Dentro del apartado de drenaje y recuperación del agua, la calidad del sobrenadante y su posible depuración.
- * En estabilidad, una descripción y una concreción de los problemas observados, con expresión cualitativa de la importancia de los mismos.
- * En impacto ambiental, una estimación cualitativa global del grado de impacto, matizando la incidencia de los aspectos del paisaje, humo, polvo, vegetación, contaminación superficial y profunda y el riesgo de la zona habitada, en caso de existir.
- * En recuperación: estimación cualitativa de la misma, el posible destino de los estériles, y la calidad para otros usos, siempre cuando sean conocidos datos fiables.

- * En abandono y usos futuros, son especificados los tipos de protecciones que se han observado en las estructuras.

Por último, son incorporados unas evaluaciones minera, geotécnica y ambiental, con la posibilidad de completar y resumir los datos anteriores con unos breves comentarios definitivos de las estructuras. Además, es posible expresar algún otro dato complementario en el apartado previsto de observaciones.

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

. Menor que decimétrico	ALTO
. De métrico a decamétrico	MEDIO
. Mayor que 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 - 0,006 cm

- . FINO: Limos < 0,006 cm.
- Arcillas < 0,006 cm.

El nivel freático se describió de acuerdo con:

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

Los recorridos de campo se plantearon por zonas mineras, visitando en ellas las estructuras activas e inactivas correspondientes.

En los centros mineros activos se realizó la presentación al personal facultativo o directivo de las explotaciones, explicando la intención de la visita y los resultados que se esperan conseguir, requiriendo su ayuda para sacar el máximo partido al trabajo realizado. Debemos expresar que en todos los casos se ha recibido la ayuda solicitada, así como se ha demostrado interés en esta problemática, hecha suya en la mayor parte de los casos hace tiempo.

Al dorso de la Ficha se presenta:

- . Un croquis de situación a escala aproximada 1:50.000.
- . Un esquema estructural.
- . Junto a una fotografía de la estructura y su entorno.

Factores condicionantes de las estructuras residuales

Las mejoras introducidas en la Ficha Inventario de 1973, anteriormente enumeradas de una forma global, se pueden analizar de una forma más detallada, e introducir algunos conceptos observados en el curso de nuestras visitas de campo y de consultas de documentación especializada, agrupando en rasgos o facetas condicionantes por los grandes aspectos que definen las estructuras mineras, de la siguiente forma:

- Condicionantes de la ESTABILIDAD

- . Tipología
- . Pendiente de sustrato
- . Estabilidad del sustrato
- . Capacidad portante del sustrato
- . Talud
- . Granulometría. Porcentaje de finos limo-arcillosos

- . Forma de los escombros. Lajosidad
- . Existencia de intercalaciones arcillosas
- . Litología
- . Nivel freático
- . Humedad
- . Capacidad de retención de agua
- . Drenaje
- . Volumen
- . Altura
- . Nivel tensional máximo o carga efectiva
- . Compacidad
- . Sistema de vertido
- . Etc.....

Estos condicionantes, que deben ser cuidadosamente observados en la propia implantación de la estructura se traducen, cuando no son óptimos, en los siguientes SIGNOS DE INESTABILIDAD:

- . Segregaciones
- . Erosión de talud
- . Socavación de pie
- . Colmatación de bermas
- . Deslizamientos
- . Grietas
- . Subsidiencias
- . Surgencias o filtraciones

- . Cárcavas
- . Colmatación de drenes
- . Polvo en los alrededores
- . Etc....

Condicionantes de IMPACTO AMBIENTAL, que en sus modalidades más importantes son:

- Impacto visual
 - . Color
 - . Morfología
 - . Volumen
 - . Situación

- Contaminación de acuíferos por efluentes de balsas, lixiviación de estructuras, erosión y arrastre de superficies, etc.
 - . Superficiales
 - . Subterráneos
 - . Modificación red de drenaje

- Contaminación de aire
 - . Polvo
 - . Humos

- Acción sobre la flora y fauna

- . Química
- . Física

Condicionantes de REUTILIZACION de estructuras por su valor futuro:

- Valor minero

- . Minerales valiosos
- . Aridos
- . Préstamos para pistas, plazas, rellenos, etc.
- . Cerámica
- . Cemento
- . Relleno de huecos de minería (de interior o de cielo abierto).

- Suelo para usos industriales o urbanos

- . Construcciones urbanas
- . Construcciones industriales
- . Pistas, accesos, plazas, etc.

- Otros usos
 - . Zonas deportivas
 - . Parques, jardines
 - . Siembra agrícola
 - . Pradera, bosque, etc.

Medidas correctoras de las estructuras residuales

Analizados los condicionantes que definen las estructuras residuales mineras, por el posible valor en sí mismas y por la inteferencia en el entorno forestal, agrícola o urbano, socioeconómico y cultural, se expresan, a continuación, algunas de las MEDIDAS CORRECTORAS posibles, según el tipo de acción de la estructura:

- Medidas correctoras para mejorar la ESTABILIDAD:
 - * Protección y estabilización de taludes
 - * Aislamiento de cuencas de recepción importantes
 - * Creación y mantenimiento de un drenaje interno adecuado
 - * Situación alejada de vibraciones importantes producidas por voladuras. O disminución de dichas vibraciones por control de las voladuras.
 - * Previsión de vibraciones sísmicas.

Para evitar o paliar los diferentes tipos de IMPACTO AMBIENTAL son aconsejables las siguientes medidas:

- Medidas correctoras contra el impacto visual:
 - * Suavización de taludes
 - * Cubrimiento con materiales finos y alterables
 - * Revegetación
 - * Diseño de formas y volúmenes adecuados al entorno
 - * Evitar (cubrir) materiales de colores fuertes y chocantes con el entorno en taludes y superficies
 - * Relleno de cortas
 - * Barreras forestales
 - * Evitar en lo posible implantaciones relevantes

- Medidas correctoras contra contaminación de acuíferos:
 - * Elección de sustrato impermeable o impermeabilización del mismo
 - * Aislamiento de la red de drenaje exterior
 - * Recirculación de sobrenadantes
 - * Tratamiento de efluentes líquidos
 - * Creación y mantenimiento de una buena red de drenaje interno
 - * Neutralización (cubrimiento) de los residuos químicamente activos

- * Implantación alejada de cauces importantes, etc.
- Medidas correctoras contra la contaminación por polvo y/o humos:
- * Prevenir la implantación respecto de vientos dominantes e instalaciones fijas
 - * Aislamiento de la superficie (cubrimiento) en caso de granulometrías finas. Mucho más si los materiales son químicamente activos
 - * Riesgo de las superficies con materiales finos en estructuras activas como balsas de cenizas volantes, etc.
 - * Aislamiento en caso de contener materiales susceptibles de autoignición como carbón, sulfuros, maderas, basuras, etc.
- Medidas correctoras contra la contaminación de la flora y la fauna:
- * Una combinación de las medidas anteriormente mencionadas, destinadas a evitar o paliar la contaminación de acuíferos, y la producción de polvo y/o humos de combustión. Igualmente, las posibles inestabilidades afectarían a la flora y a la fauna presentes en el entorno de la estructura peligrosa.

1.3.- INFORME FINAL

Esta fase ha consistido en reunir todos los datos de interés, de gabinete y de campo, en la Ficha Inventario y en la Memoria adjunta. En ella se han resumido las características de los residuos y de las estructuras, con una descripción pormenorizada de las causas y formas de inestabilidad, y una evaluación de las condiciones de implantación, combinando factores geológicos, geotécnicos, topográficos y ambientales, por la aplicación del índice Qe.

Finalmente, todo ello dió lugar a la enumeración de una serie de estructuras o de zonas mineras o minero-industriales, con especial incidencia ambiental o potencial inestabilidad, que hacen aconsejable una atención prioritaria para la suavización o eliminación de las mismas.

En las páginas siguientes se presenta el modelo desarrollado, sobre la Ficha Inventario última, en la que se ha intentado simplificar al máximo el texto a escribir en cada uno de los apartados mencionados, codificándolos en la medida de lo posible, con el fin de ser fácilmente informatizable en el Archivo correspondiente.

En algunos casos se ha conseguido poder expresar mayor información al poder matizar el grado de importancia del aspecto contemplado.

A continuación se presentan las correspondientes tablas de códigos empleadas en la confección de las Fichas.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
ARCHIVO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS



CLAVE ① 20.

T. ESTRUCTURA ② _____

ESTADO ③ _____

AÑO INICIAL ④ _____ AÑO FINAL ⑤ _____ AÑOS DE INVENT. ⑥ _____	PROPIETARIO EMPRESA ⑦ _____ DENOMINACION ⑧ _____ PROV. ⑨ _____ MUNICIPIO ⑩ _____ PARAJE ⑪ _____	
MINERIA TIPO ⑫ _____ ZONA MINERA ⑬ _____ MENA ⑭ _____	COORDENADAS U.T.M. NÚMERO ⑮ _____ X _____ y _____ z _____ TIPO DE TERRENO ⑰ _____ LONGITUD (km) ⑱ _____ ANCHURA (km) ⑲ _____ ALTURA (m) ⑳ _____ TALUDES (°) ㉑ _____ VOLUMEN (m ³) ㉒ _____ VERTIDOS (m ³ /año) ㉓ _____ TIPOLOGIA ㉔ _____	
IMPLANTACION EMPLAZAMIENTO ㉖ _____ PRE. TERRENO ㉘ _____ AGUAS EXT. ㉙ _____ TRATAMIENTO ㉚ _____ N. FREATICO ㉛ _____	SUSTRATO NATURALEZA ㉜ _____ ESTRUC. ㉝ _____ FRACTURACION ㉞ _____ PERMEAB. ㉟ _____ GRADO DE SISMIC. ㊱ _____	RECUBRIMIENTO NATURALEZA ㊲ _____ POTENCIA (m) ㊳ _____ RESISTENCIA ㊴ _____ PERMEAB. ㊵ _____
ESCOMBRERAS TIPO DE ESCOMB. (Litología) ㊶ _____ TAMAÑO ㊷ _____ FORMA ㊸ _____ ALTERAB. ㊹ _____ SEGREG. ㊺ _____ COMPACIDAD IN SITU ㊻ _____ BALSAS. DIQUE INICIAL LONGITUD ㊼ _____ ANCHO BASE ㊽ _____ ANCHO CORON. ㊾ _____ ALTURA ㊿ _____ TALUD (°) ㉀ _____ SISTEMA RECREC. ㉁ _____ MURO SUCESIVO ㉂ _____ NATURALEZA ㉃ _____ BALSAS. LODOS GRANULOMETRIA NATURALEZA ㉄ _____ PLAYA ㉅ _____ BALSA ㉆ _____ CONSOLID. ㉇ _____		
SISTEMA DE VERTIDO ㉈ _____ VELOCIDAD DE ASCENSO (cm/año) ㉉ _____ PUNTO DE VERTIDO ㊱ _____ TRATAMIENTO ㊲ _____	DRENAJE ㊳ _____ RECUPERACION DE AGUA ㊴ _____ SOBRENADANTE ㊵ _____ DEPURACION ㊶ _____	ESTABILIDAD. EVALUACION CUALITATIVA ㊷ _____ COSTRAS ㊸ _____ PROBLEMAS OBSERVADOS ㊹ _____ ORIENT. DESLIZ. LOCAL. DESLIZ. GEN. SUBS. SURO SUP. EROS SUP. CARC. SOCIV. PIE. ASENT. MECAN.
IMPACTO AMBIENTAL. ㊺ _____ PAISAJE HUMO POLV. VEG. AGUAS SUP. ACUIF. ㊻ _____ ZONA DE AFECCION ㊼ _____ ACCIDENTES, AÑOS ㊽ _____	RECUPERACION ㊾ _____ DESTINO ㊿ _____ LEY ㉀ _____ CALIDAD OTROS USOS ㉁ _____	ABANDONO Y USO ACTUAL NAT. VEG. _____ OTRAS _____ PROTECCIONES ㉂ _____ USO ACTUAL ㉃ _____

OBSERVACIONES
 (máx.: 240 caracteres)

Evaluación minera:
 (máx.: 160 caracteres)

Evaluación ambiental:
 (máx.: 160 caracteres)

Evaluación geotécnica:
 (máx.: 160 caracteres)

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 agua superficiales: D. Sin tratamiento: N.
31. NIVEL FREÁTICO: Superficial: S. Somero: M. Profundo: P.
- * 32. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondiente.

33. ESTRUCTURA: Masiva: **M**. Subhorizontal: **H**. Inclínada: **I**.
Subvertical: **V**.
34. GRADO DE FRACTURACION: Alto: **A**. Medio: **M**. Bajo: **B**.
35. PERMEABILIDAD: Alta: **A**. Media: **M**. Baja: **B**.
36. GRADO DE SISMICIDAD: Codifíquese de 1 a 9 de acuerdo con
la norma PGS.
- * 37. NATURALEZA: Codifíquese de acuerdo con la lista correspondien-
te.
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**. Redondos: **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 correspondien-
te.
57. PLAYA: Arena: **A**. Limo: **L**. Arcilla: **C**.

58. Balsa: Arena: **A**. Limo: **L**. Arcillas: **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**. Aliviaderos: **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: Critica: **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**.
- 71, 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. PROTECTORES: 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, morrilo	GRAVAS
Arenas	ARENAS
Arenas y Gravas	AREGRA
Areniscas - Toscos	ARENIS
Calcarenitas. Alberto	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

<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
Pórfidos Acidos	PORACI
Aplitas y Pegmatitas	APLIPE
Plutónicas Acidas	PLUACI
Plutónicas Básicas	PLUBAS
Esquistos	ESQUIS
Mármoles	MARMOL
Neises	NEISES
Limos	LIMOS
Tobas	TOBAS
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

<u>MATERIAL</u>	<u>CODIFICACION</u>
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	Thenardita	TH
Zinc	ZN	Tripoli	TR
Estaño	SN	Turba	TU
Wolframio	WO	Otros min. no met.	ON
Antimonio	SB	Arcilla	AC
Arsénico	AS	Arenisca	AA
Mercurio	HG	Basalto	BS
Oro	AU	Caliza	CA
Plata	AG	Creta	CT
Tántalo	TA	Cuarcita	CC
Andalucita	AD	Dolomita	DO
Arcilla refractaria	AR	Fonolita	FO
Atapulgita	AT	Granito	GR
Baritina	BA	Margas	MA
Bauxita	BX	Mármol	MR

12.- TIPO

Bentonita	BT	Ofita	OF
Caolín	CL	Pizarra	PZ
Cuarzo	CZ	Pórfidos	PO
Espato Fluor	EF	Serpentina	SE
Esteatita	ES	Sílice y ar. silíceas	SI
Estroncio	SR	Yeso	YE
Feldespató	FD	Otros prod. de cant.	OC
Talco	TL	Vertido urbanos	VE
Fosfatos	FS		

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 (cor_	
te, pulido, etc.)	i

2.- MARCC FISICCC

2.1.- EL TERRITORIO

Dentro de la región gallega, marítima, de perímetro costero muy dilatado, la provincia de Orense destaca por ser la única interior, hecho que unido a su posición, la más meridional de Galicia, y a los rasgos de su relieve le confiere, en líneas generales un carácter mediterráneo-continental dentro de las variedades climáticas regionales. Su extensión -7.273 kilómetros cuadrados- representa el 1,44 por 100 de la superficie nacional, y su población, 404.945 habitantes en 1975, el 1,14 por 100 de la población española. Los límites septentrionales de la provincia de Orense vienen dados sensiblemente por el curso del Sil, desde su entrada en Galicia hasta su confluencia con el Miño, y las altas tierras que enlazan con la Sierra del Faro, los orientales por las montañas del SE. de Galicia que separan a esta región de la Meseta, los meridionales por la frontera con Portugal y los occidentales son el arco montañoso (sierras del Suido y del Faro de Avión) meridional de las sierras interiores de Galicia.

La altitud media es muy considerable. solamente el 2,19 por 100 del territorio provincial se encuentra a menos de 200 metros,

y un 29,11 por 100 entre 200 y 600 metros. Supera esta altitud nada menos que el 68,63 por 100 de la provincia (las tierras comprendidas entre 600 y 1.000 metros representan el 48,09 por 100 y las que oscilan entre los 1.000 y 2.000 metros el 20,60). Es evidente que destaca a gran distancia como la provincia gallega mas elevada altitud media (por encima de los 600 metros Lugo tiene el 33,40 por 100 de su territorio, Pontevedra el 18,06 y La coruña solamente el 2,05).

2.2.- EL RELIEVE

A simple vista sobre el mapa hipsométrico se advierte una topografía muy contrastada como consecuencia de la compartimentación del relieve que aquí se da en unidades de mayor entidad que en el resto de Galicia.

Aproximadamente en la mitad oriental de la provincia se encuentran la mayor parte de las montañas altas de Galicia. En el centro la altitud es muy inferior con relación a la mitad oriental, y en el O., sin llegar a aproximarse a las cotas alcanzadas en las montañas orientales, los montes de la dorsal prelitoral dan también una topografía contrastada y un relieve disecado.

Topografía movida y altitud media elevada son consecuencia, o causa, de la energía del relieve en la provincia de Orense. Y desde el punto de vista geomorfológico puede decirse que es un

crisol de las formas del relieve regional. En ella se funden la penillanura lucense o superficie de erosión de la Galicia central, las montañas marginales (surorientales en este caso) de Galicia, las sierras y valles meridionales y las montañas interiores prelitorales. Distinguiremos, a grandes rasgos, los siguientes conjuntos del relieve:

a) Montañas marginales del SE. de Galicia

Con esta denominación nos referimos a las que delimitan la región gallega de la depresión del Duero y se disponen en torno a las fosas de Valdeorras y Quiroga, satélites de la depresión del Bierzo, recorridas por el Sil que en distintos sectores se encaja formando tajos profundos. Son las sierras del Eje (1.925) y Segundeira (2.905 m en Peña Trevinca, en el límite con la provincia de León). Esta, probablemente un relieve residual de la penillanura fundamental de Galicia, es un macizo granítico nivelado por una superficie de erosión de edad desconocida, más antigua que la denominación inframiocena. Hacia el O., y en situación casicentral en la provincia orensana, la Sierra de Queixa (1.778 m), formada por una masa de esquistos metamórficos cristalinos, está separada de las sierras Segundeira y el Eje por la fosa tectónica con relleno detrítico, de edad indeterminada, de Viana del Bollo. Estudios detallados sobre la evolución de estos relieves permiten considerarlos como macizos levantados en la fase alpina, pirenaica, deformando la superficie de erosión postherciniana del zócalo de la Meseta.

b) Montañas y valles meridionales

Al S. de la provincia y en dirección a la frontera con Portugal se suceden una serie de bloques (que nunca alcanzan altitudes semejantes a las del E.) y depresiones desimétricas que rompen totalmente con el relieve característico de la superficie de erosión de la meseta central de Galicia.

En líneas generales, ya desde el S. del Miño el relieve es muy movido. Por eso se habla de una marquetería de bloques monoclinales, basculados al S. y SE., que alternan con depresiones de relleno detrítico como la fosa de Maceda, la ocupada hasta hace poco tiempo por la "laguna" de Antela en el Valle del Limia y la fosa de Verín. Estos relieves derivan de la superficie de erosión inframiocena de Galicia central, que llega intacta hasta el Miño en Orense, por deformaciones que la elevaron y fragmentaron en bloques posteriormente desnivelados. (La Sierra de Larouco es un macizo satélite de Sierra de Queixa). Todavía no está claro si las dislocaciones a las que se ha hecho referencia son recientes o, por el contrario, antiguas pero rejuvenecidas en el cuaternario. Para Birot y Solé la tectónica que deformó la penillanura inframiocena continuó hasta el cuaternario, confirmando así la hipótesis de la flexión atlántica del bloque meseteño.

c) Sierras occidentales y depresión de Orense

El límite de la provincia con las de Lugo y Pontevedra desde la confluencia de los ríos Miño-Sil entre Carballedo (Lugo) y La Peroja (Orense) sigue, a grandes rasgos, la línea de cumbres de la "dorsal montañosa de Galicia occidental" en la Sierra del Faro (1.177 m), Montes Testeiro, Sierras de Suido (1.066 m) y Faro de Avión (1.155 m). Esa línea de cumbres es, precisamente, la divisoria hidrográfica entre los pequeños ríos de la vertiente atlántica (Lérez, Oitavén, Verdugo) y los afluentes de la margen derecha del Miño medio y bajo (Deva).

Estas montañas de la "dorsal" son relieves residuales, de posición y resistencia, con respecto a la superficie de erosión fundamental de Galicia datada comúnmente con la imprecisión de inframiocena, en la que, según Solé, la tectónica más reciente inició una flexión anticlinal que posteriormente transformó a estos relieves en un "horst" basculado hacia el N.

El amplio sector que consideramos en este epígrafe no tiene, evidentemente, una unidad morfológica, sino todo lo contrario.

se trata de la "depresión de Orense" en su sentido más amplio, con una extensión no inferior a los 2.500 kilómetros cuadrados. La topografía la individualiza con cierta nitidez, como hemos visto, al N. y NO. Por el E. la enmarcan el Pico de Meda (1.321 m) y el Alto del Rodicio, y por el S. una serie de tierras elevadas, en

torno a los 800-900 metros, que enlazan con la Sierra de Leboreiro (los "altos" de Medorra, Penamá, Viero...). El relieve de este gran conjunto presenta contrastes muy marcados, ya que cabalga o engloba unidades topográficas y morfológicas menores.

2.3.- HIDROLOGIA

Como consecuencia de la destacada energía del relieve y elevado volumen de las precipitaciones toda la provincia está surcada por numerosos ríos de distinta longitud y caudal. La compleja red fluvial orensana se organiza en torno a cuatro cuencas, dos al O. y otras dos al E. de la Sierra de Queixa, que por su posición casi central y su altitud es un importante núcleo de dispersión hidográfica.

Al O. el Miño, el río más largo y caudaloso de Galicia, recorre 60 kilómetros en la provincia que coinciden con su tramo medio. Los principales aportes de su margen derecha le llegan por el Barban-tiño (23 km) y, sobre todo, por el sistema del Avia (34 km) que riega la fértil comarca del Ribeiro y da nombre a Ribadavia. Por la izquierda, y después de unirsele el Sil en Los Peares, aguas abajo de Ribadavia, recibe al Arnoya (87 km) cuya cuenca es la más extensa de la provincia.

Hacia el S., el Limia tiene su origen en las tierras de la Laguna de Antela, ya desecada y puesta en valor, y por su margen izquierda recibe las aguas del Xinzo y del Salas antes de entrar

en tierras portuguesas.

El Sil, nacido en la provincia de León, recorre en la de Orense 76 Kilómetros. En su curso alto fertiliza el valle de Valdeorras, después se interna en la provincia de Lugo (Valle de Quiroga) y vuelve hacia Orense para constituir, casi ininterrumpidamente, la divisoria entre ambas provincias hasta su confluencia con el Miño. Los desniveles de los tramos medio y bajo, donde ha dado tajos profundos, brindan grandes posibilidades al desarrollo de la hidroelectricidad. Su principal afluente es el Bibey (97 km) que drena la depresión del Bollo.

Finalmente, en el ángulo SE., los derrames hacia la cuenca del Duero se organizan en torno al Támega (130 km) que tiene la mayor parte de su curso en Portugal.

Como todos los ríos de Galicia, los orensanos se encuentran entre los de mayor módulo relativo de la Península. Y en cuanto al módulo absoluto o caudal medio anual es, para las grandes arterias, de 241,33 metros cúbicos por segundo el del Miño en Orense y 112,4 el del Sil en Puente Quiroga.

El régimen de estos dos grandes ríos es de tipo oceánico y categoría pluvionival, con un máximo invernal y una recrudescencia en marzo y abril. Algunos de sus afluentes responden a este mismo tipo, pero la mayoría de los ríos pequeños tienen un régimen pluvial neto con un máximo invernal y un mínimo estival simples.

2.4.- EL CLIMA

En el conjunto del país se presentan dos dominios climáticos fundamentales: el templado-cálido o mediterráneo, cuyo rasgo más característico es la aridez estival; y el templado-frío que, a su vez, se puede subdividir en dos categorías, el subtipo oceánico, caracterizado por precipitaciones abundantes y la presencia de lluvias estivales, y el subtipo continental, con precipitaciones menores y, por zonas, con estación seca.

Dentro de este marco general, la provincia de Orense está dominada por la variedad climática TEMPLADO-FRÍO-OCEÁNICO con estación seca.

Sus precipitaciones son abundantes, oscilando frecuentemente entre 900 y 1.600 mm. El máximo pluviométrico tiene lugar en invierno-otoño. El verano es húmedo y lluvioso; no obstante, durante algún mes puede haber falta de precipitaciones (julio y agosto).

La temperatura media anual está comprendida entre 12 y 14° C. La amplitud térmica, muy moderada, en torno a los 10° C.

La temperatura media de ningún mes desciende de los 6° C, pero, a pesar de ello, el invierno es frío por la fuerte humedad ambiental y la presencia de vientos constantes y fuertes del tercer y cuarto cuadrante.

El número de días de lluvia supera los 150 al año.

Las nevadas son excepcionales, y las heladas escasas, aunque no desconocidas.

El número de horas de sol al año oscila entre 1.800 y 2.400.

La climatología es un factor condicionante de la estabilidad y posibles impactos ambientales de las estructuras residuales mineras sobre su entorno, de primera magnitud, como se ha analizado en el capítulo de Metodología.

La de esta provincia, caracterizada por alta pluviosidad, actúa sobre dichas estructuras en dos sentidos contradictorios: positivamente, permitiendo (en cuanto las características de sus materiales dan un mínimo de facilidad) la revegetación de las superficies y, por tanto, su protección contra la erosión e integración visual en el entorno, y negativamente, erosionando las superficies en que predominan los tamaños finos o medios y contaminando las aguas.

Los demás factores climatológicos con especial incidencia sobre las estructuras, como son la intensidad de los vientos dominantes, por su posible acción erosiva y contaminación de su entorno, y la frecuencia de heladas, cuya acción repetida puede inestabilizar los taludes por soliflucción, no son especialmente negativos en esta provincia.

A continuación se presentan los cuadros y figuras que recogen los datos medios de los parámetros climáticos más importantes.

CUADRO Nº 1

Región 11.2 Estación ORENSE
1952-68 Lat. 42° 20'N Long. 7° 52'W Alt. 148 m

Mes	Temperatura °C					Humedad %	Precipitación			Insolación diaria
	Media			Abso.			Total mm	Máx. 24 h.	Nº de días	
	Día	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.					
E	7.0	10.2	3.8	17.4	-5.4	79	86	47	13	2.2
F	8.1	12.0	4.1	23.0	-5.4	72	95	39	12	3.1
Mr	11.0	15.4	6.5	25.0	-3.0	68	96	41	13	3.7
Ab	12.6	17.6	7.5	26.0	1.0	68	60	44	10	4.7
Mv	16.4	21.8	11.0	35.2	1.8	64	50	39	8	5.7
Ju	19.2	24.9	13.4	36.6	5.8	64	38	40	7	7.9
Jl	21.8	27.8	15.9	38.0	9.6	61	10	21	3	8.3
Ag	21.3	27.3	15.2	37.4	8.0	63	21	54	4	7.9
S	19.0	24.4	13.6	35.4	5.8	68	39	25	5	6.0
O	14.8	19.5	9.9	29.0	-1.0	75	82	39	12	1.5
N	9.7	13.2	6.1	23.0	-4.0	77	100	81	11	2.5
D	7.3	10.2	4.5	17.1	-7.4	80	116	52	13	1.7
Año	14.0	18.7	9.3	38.0	-7.1	70	792	81	111	4.8

VALORES MEDIOS (PARA UN PERIODO DE 30 AÑOS)
DE TEMPERATURAS, PRECIPITACIONES, HUMEDAD RELATIVA E INSOLACION

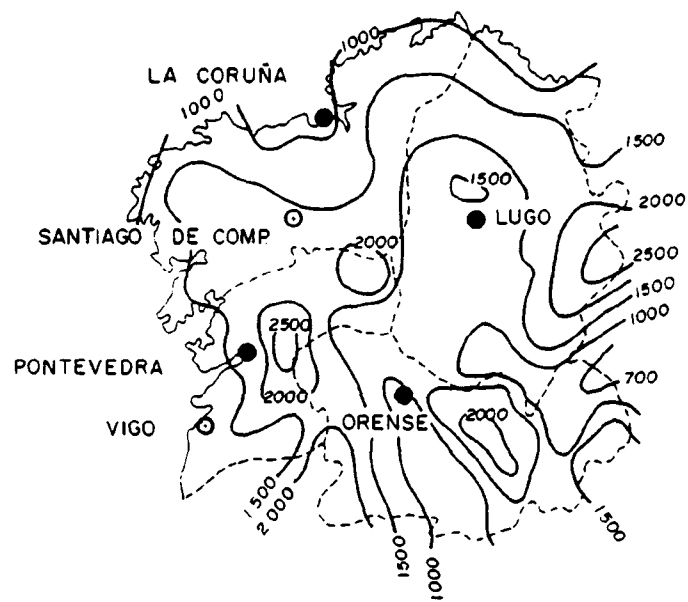
CUADRO Nº 1 BIS

Región 1.2.1 Estación PONFERRADA
1939-60 Lat. 42° 33'N Long. 6° 35'W Alt. 541 m

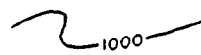
Mes	Temperatura °C					Humedad %	Precipitación			Insolación diaria
	Media			Abso.			Total mm	Máx. 24 h.	Nº de días	
	Día	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.					
F	4.9	8.1	1.8	18.0	-9.3	80	76	34	12	3.2
F	6.5	10.9	2.2	25.1	-8.6	74	57	36	10	5.3
Mr	10.0	15.1	4.9	26.0	-3.0	69	58	31	13	5.7
Ab	12.4	17.9	6.8	31.2	-1.4	67	42	25	11	7.8
Mv	14.9	20.6	9.2	33.8	-0.2	66	52	51	13	8.3
Ju	19.2	25.8	12.6	37.4	5.0	62	35	41	7	10.6
Jl	21.6	28.7	14.4	40.4	4.6	56	16	34	5	11.7
Ag	21.1	28.0	14.2	39.6	7.6	60	18	23	6	10.2
S	18.4	24.8	12.0	34.4	4.0	66	35	30	8	7.6
O	13.9	19.3	8.6	31.4	-3.0	70	51	42	10	5.5
N	8.9	13.2	4.7	23.4	-5.5	78	70	70	11	4.2
D	5.1	8.0	2.1	17.4	-8.4	84	89	38	13	2.3
Año	13.1	18.4	7.8	40.4	-9.3	69	598	70	118	6.9

FUENTE: IMN. Climatología de España y Portugal

PRECIPITACION MEDIA ANUAL



Escala 1:3.000.000



Isoyeta del Valor Medio anual de precipitación en (mm.)

FIGURA Nº 1

FUENTE: I.M.N. ATLAS CLIMATICO DE ESPAÑA

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIA ANUAL

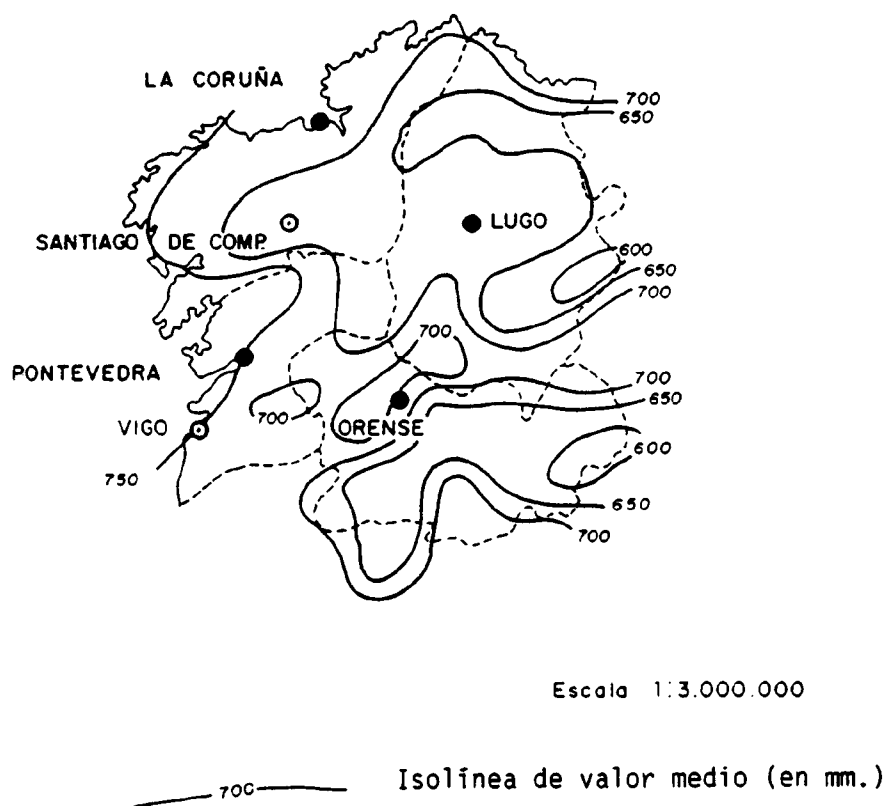


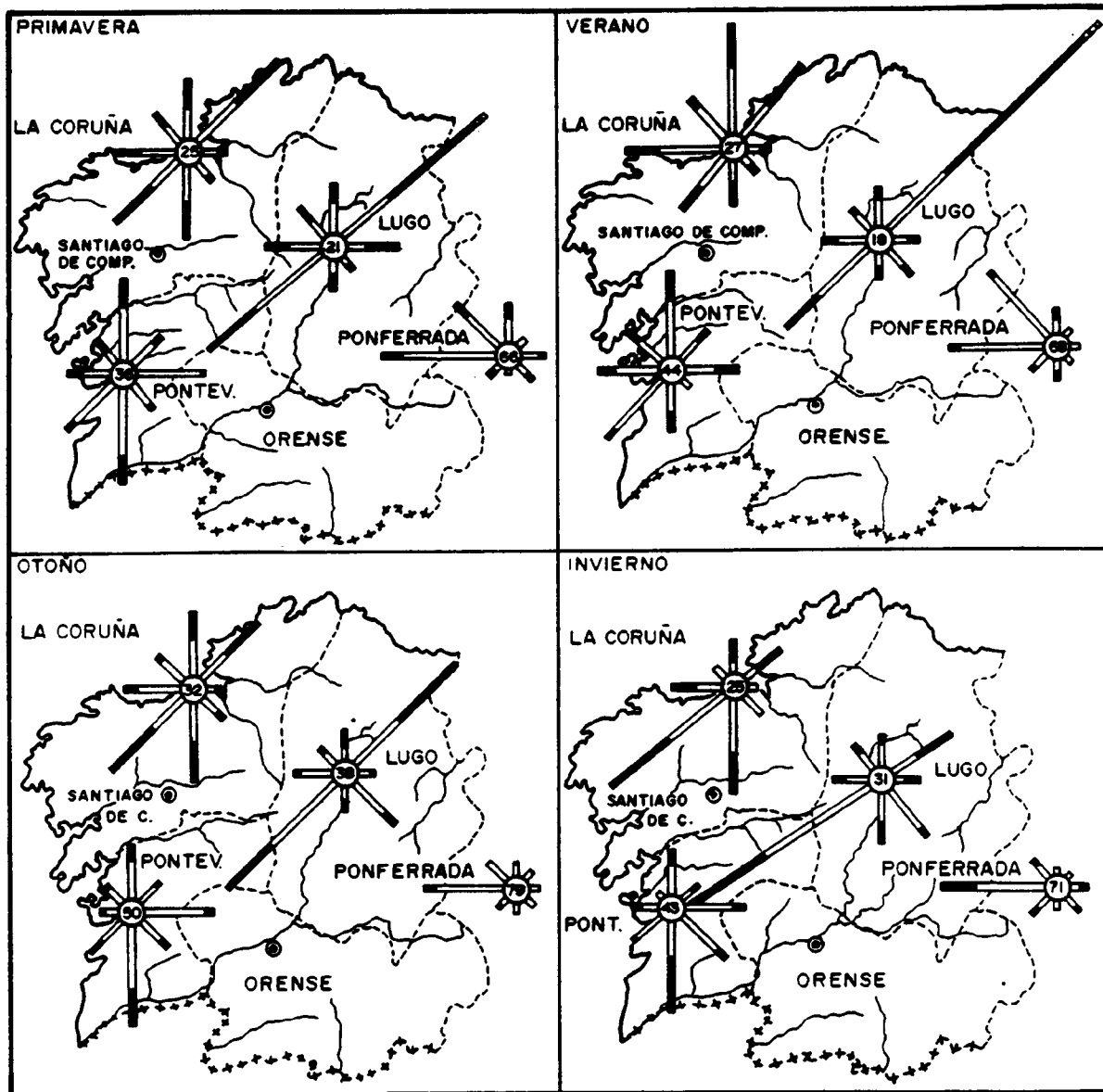
FIGURA Nº 2

FUENTE: I.M.N. ATLAS CLIMATICO DE ESPAÑA

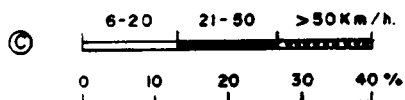
FRECUENCIA DE LA DIRECCION E INTERVALOS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO



PROVINCIA DE : ORENSE



E. 1:3000.000



Porcentaje de los vientos con la velocidad inferior a 6km/h

FIGURA Nº 4

FUENTE: I.M.N. ATLAS CLIMATICO DE ESPAÑA

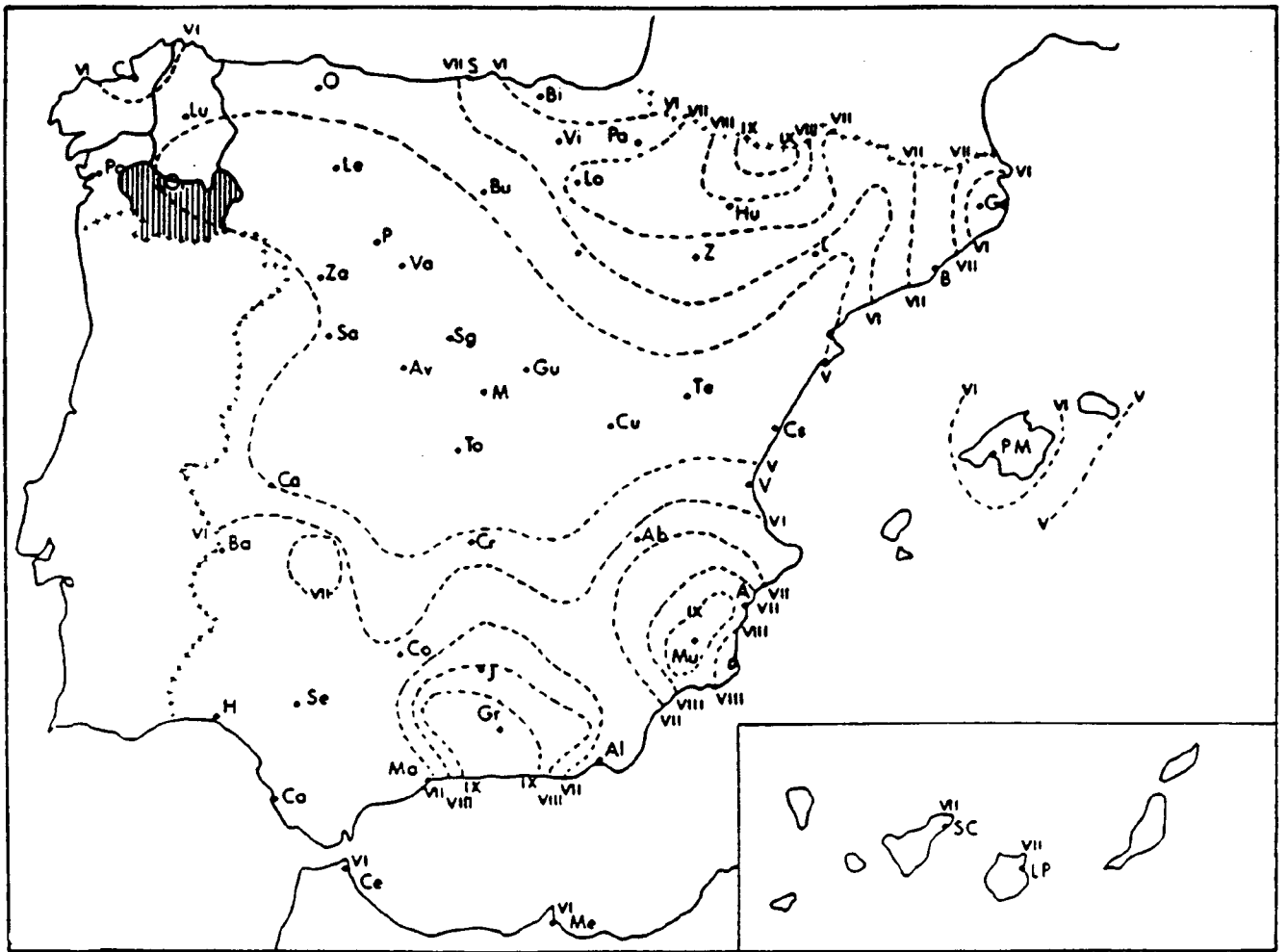
2.5.- SISMOLOGIA

Es importante la influencia negativa de las vibraciones producidas por terremotos (o voladuras) sobre las estructuras residuales mineras, caracterizadas por contener materiales sueltos y muchas veces saturados. Sobre ellas se pueden producir asientos (con influencia negativa sobre posibles instalaciones situadas encima) e, incluso, licuefacción, con comportamiento semejante a un líquido y posibilidad de grandes desplazamientos. De hecho se han producido accidentes de este tipo en balsas de lodos mal diseñadas, con consecuencias de desgracias personales y desplazamientos de kilómetros.

Se presenta el mapa de las zonas con riesgo sísmico del país, según la norma PDS 1 (1974).

Según esta norma sismorresistente es necesario considerar los movimientos de partículas, debidos a efectos sísmicos, siguientes:

Zona	<u>Velocidad</u> mm/sg	<u>Aceleración</u> mm/sg ²	<u>Desplazamiento</u> mm
V	15	189	1,2
VII	60	754	4,8
IX	240	3.041	19,1



ESCALA DE RIESGOS SISMICOS

BAJO < VI
 MEDIO
 ALTO > VIII

SISMICIDAD SEGUN NORMA PDS-I (1974)

FIGURA Nº 5

La provincia de Orense ocupa una zona con riesgo sísmico de valor IV y V, es decir con riesgo bajo. Esto quiere decir que, en el diseño y ubicación de estructuras residuales no es necesario tomar medidas especiales de seguridad por este concepto, aunque si deberán tomarse en caso de poder ser afectadas por vibraciones procedentes de voladuras próximas.

3. MARCO SOCIECONOMICO

3.1.- POBLACION

La evolución de la población de derecho en los últimos años, en la provincia de Orense, se presenta en el siguiente cuadro:

<u>Año</u>	<u>Población</u>
1977	431.057
1979	430.625
1981	430.110
1983	430.166
1985	429.488

Como se vé, se ha mantenido un ritmo lento, pero sostenido, de decrecimiento. En estos 8 años considerados la población se ha reducido en 1.569 habitantes, un 0,36%.

Por otro lado, el grado de población de esta provincia en relación con la región, otras provincias del país y la media nacional puede apreciarse en el siguiente cuadro de densidad de población, correspondiente al año 1985:

	Densidad de población (Habt. / Km ²)
Orense	59,0
Galicia	96,5
España	75,9
Barcelona	598,4
Madrid	597,5
Vizcaya	533,7

Es decir, que esta provincia está bastante despoblada en relación a la región, un poco menos en relación al conjunto del país y mucho con respecto a las más pobladas.

3.2. ESTRUCTURA ECONOMICA

La situación relativa de la economía de esta provincia, en el año 1985, podría resumirse en los siguientes parámetros:

Superficie	7.278 Km ²
Población residente	429.488 hab.
Población activa	190.070 hab.
Renta "per capita"	394.754 pts.
Lugar que ocupa en la producción nacional	40

Situación que está estructurada en el siguiente cuadro, en el que se ha comparado con las economías regional y nacional:

CUADRO Nº 2 : Estructura de la producción. Valor Añadido Bruto (10⁶ pts.)

51.

FUENTE: Renta Nacional 1.985 BANCO DE BILBAO

SECTOR	ESPAÑA	GALICIA	ORENSE	% Galicia	% España
Agricultura y Pesca	1.783.117	186.004	16.462	8,8	0,9
Industria	7.351.569	390.300	35.177	9,0	0,5
Construcción	1.555.170	121.557	21.538	17,7	1,4
Comercio y Servicios	17.098.947	940.069	115.577	12,3	0,7
TOTAL	27.788.803	1.637.930	188.754	11,5	0,7

Es decir que, en todos los sectores, la economía de esta provincia supone una contribución menor que la media, tanto en relación a la economía regional como a la nacional. Únicamente el sector de la construcción tiene una importancia relativa comparable.

Dentro del sector industrial, la importancia relativa del subsector minero, en relación a la minería gallega y nacional, es considerable y será objeto de análisis específico en el capítulo 5 de este estudio. La característica específica del mismo es la especialización en una roca ornamental, la pizarra, cuya industria lleva consigo una gran cantidad de mano de obra, además de ser exportada en su mayor parte.

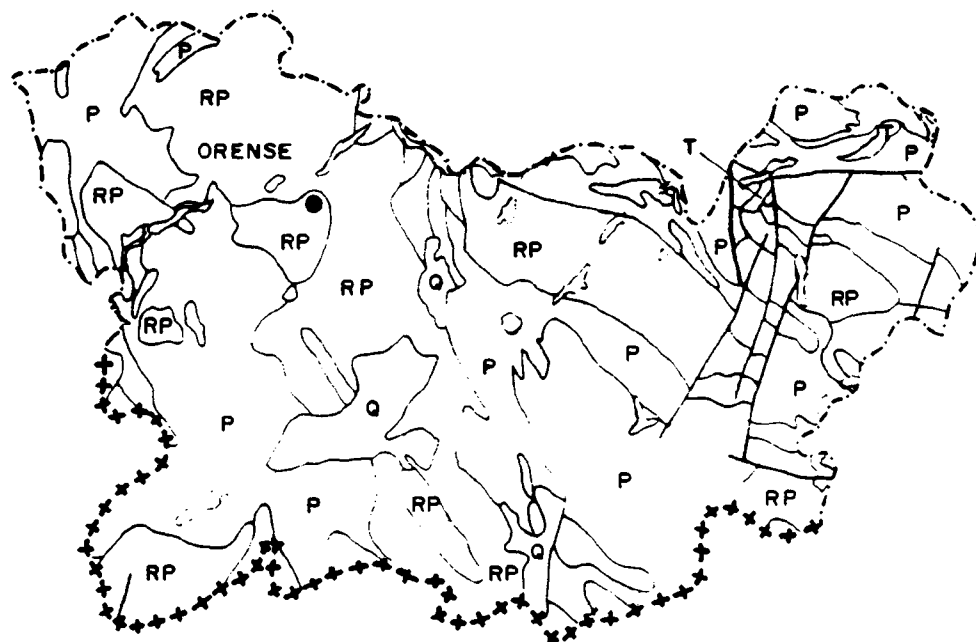
4.- SINTESIS GEOLOGICA

4.1.- RASGOS GENERALES

La provincia de Orense está situada en el Macizo Hercínico de la Península Ibérica. Según la división del mismo realizada en el Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares por JULIVERT y otros (1974) y la zonación realizada por MATTE en 1968, con criterios no solo paleogeográficos sino también estructurales y sobre el metamorfismo presente, esta provincia estaría, en su inmensa mayor parte, en la ZONA IV, denominada GALICIA CENTRAL, y una pequeña esquina al nordeste ocupando parte de la ZONA III, denominada GALICIA ORIENTAL.

Según se puede apreciar en el mapa geológico adjunto, esta provincia está dominada por rocas paleozoicas, ocupando una importante proporción de la misma las rocas ígneas, de las que podemos destacar, en comparación con otras provincias gallegas, la escasez de rocas de tipo básico o ultrabásico.

Con una importancia mucho menor, y en muchos casos no cartografíable a esta escala, se representan afloramientos precámbricos (neises glandulares en la formación Ollo de Sapo), terciarios (al nordeste,



Q — CUATERNARIO
T — TERCARIO
P — PALEOZOICO
RP — ROCAS PLUTONICAS

MAPA GEOLOGICO DE LA PROVINCIA DE ORENSE 1:1.000.000

FIGURA N° 6

de niveles calizos y dolomíticos; calizas marmóreas y dolomías, y pizarras verdosas con intercalaciones cuarcíticas.

b) Zona de Galicia Central

Su serie característica está formada por: cuarcitas feldespáticas; diferentes tipos de gneises derivados de rocas pelíticas; calizas marmóreas y dolomías; otro nivel de gneises con intercalaciones cuarcíticas, y un nivel de tobas volcánicas con aporte detrítico variable y grandes metablastos de feldespato potásico en su parte inferior.

4.2.3.- Ordovícico

a) Zona de Galicia Oriental

Los materiales que la forman son cuarcitas masivas blancas y pizarras azules satinadas.

Estas pizarras azuladas y negras, de grano fino y con poco cuarzo (en grano o en filoncillos), son de un gran interés económico por su valor ornamental, empleadas para recubrimiento de tejados, fachadas, suelos, etc., y son objeto de intensa explotación y elaboración (desprendimiento de láminas finas, menores de 5 mm, y recorte de las mismas hasta dimensiones estandarizadas), en la zona del Barco de Valdeorras. Se analizará más detenidamente este aspecto

económico en el capítulo dedicado a la minería de la provincia.

b) Zona de Galicia Central

Serie formada por pizarras de color oscuro, con filoncillos de cuarzo e intercalaciones cuarcíticas; cuarcitas blancas con intercalación de pizarras; pizarras azuladas, y calizas.

4.2.4.- Silúrico

a) Zona de Galicia Oriental

Caracterizado por pizarras negras y cuarcitas finas.

b) Zona de Galicia Central

Caracterizado aquí por una serie con pizarras negro-azuladas, pizarras pardas, liditas, calizas, pórfidos riolíticos y una serie flyschoide.

4.2.5.- Terciario y Cuaternario

Ya se ha señalado la reducida importancia (por su superficie ocupada) de estos terrenos en la provincia de Orense. Se pueden señalar los afloramientos terciarios del nordeste, formados por relleno de cubetas anteriores con materiales detríticos en facies

típicamente lignitíferas (por lo que pudieran tener interés económico), es decir con conglomerados, arcillas y arenas, además de los estratos de carbón.

Los materiales cuaternarios constituyen los aluviones y terrazas de los ríos y arroyos, además de los coluviones y suelos (con un desarrollo importante a veces, hasta varios metros de potencia), procedentes de la meteorización de la roca y acumulación de materia orgánica.

4.3.- TECTONICA

La Orogenia Hercínica afectó a todos los terrenos desde el Precámbrico cristalino hasta el Carbonífero no metamórfico. Las características generales de esta orogenia, en esta zona, son:

- Las estructuras se incurvan en arcos más o menos concéntricos, dando una virgación con convexidad oeste.
- El aumento de la deformación del metamorfismo y plutonismo hacia el O. y SO., perpendicularmente a las estructuras, así como el combamiento general de pliegues y mantos hacia el centro del arco, permiten subdividir la cadena en zonas externas (orientales) e internas (occidentales).
- La cadena hercínica está colocada sobre un zócalo precámbrico

de rocas sedimentarias plegadas, de rocas plutónicas y, sin duda, también de rocas metamórficas.

- Existe un paralelismo estrecho entre las estructuras hercínicas y las líneas isopacas e isopicas de terrenos paleozoicos.
- Entre la orogénesis precámbrica y la hercínica no ha habido plegamientos importantes, sino solamente movimientos epirogénicos, notables entre el Cámbrico y el Arenig, y entre el Ordovícico y Silúrico.
- La tectónica hercínica se caracteriza por la presencia de fases de plegamiento superpuestas, tanto en las zonas internas como en las externas. La primera fase es la más importante y origina la estructura de la cadena. La segunda fase es menos importante. Se trata de una fase de ajustamiento que ha dado, sin embargo, en las partes internas, estructuras con planos axiales subverticales más o menos paralelos a los de la primera fase. La fase tardía no ha dado grandes estructuras, no variando la marcha adquirida durante las dos primeras fases de plegamiento.
- La primera fase de plegamiento está caracterizada por la presencia de pliegues tumbados y pliegues tumbados replegados. Los pliegues de la segunda son geométricos, tienen plano axial subvertical bien reconocible y repliegan las estructuras de

5.- ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

5.1.- MINERIA ACTUAL

La producción de los últimos años, según datos recogidos de Estadística Minera de España, ha sido la expresada en el cuadro siguiente.

A la vista del Cuadro Estadístico nº 3, resumen de la actividad minera reciente, se hacen las siguientes observaciones:

- En esta provincia, la minería es importante. Aunque no lo sea a nivel nacional ni regional por el valor de la producción, en términos relativos al empleo y a escala provincial, tiene cierta relevancia.

En el año 1984 (y sin incluir los datos correspondientes a hidrocarburos ni a uranio), la producción minera de Galicia era el 12,6% del total nacional (por el valor de la producción), y el 7,9% (por el empleo generado). De esta producción regional la provincia de Orense fué responsable del 9%, considerando el valor de la producción, y del 26% del empleo minero de la región. Cifras de las que se deduce la importancia social

CUADRO Nº 3

PRODUCTO	Nº EXPLOTACIONES			EMPLEO			VALOR PRODUCCION (10 ³ Pts.)		
	1984	1985	1986	1984	1985	1986	1984	1985	1986
Hierro	1	-	-	7	-	-	1.590	-	-
Estaño	1	-	-	135	-	-	85.009	-	-
Caolín	2	2	-	6	6	-	10.920	11.185	-
Pizarra	47	47	43	1.430	1.523	1.471	3.167.127	3.731.692	3.849.540
Granito	35	38	39	109	135	141	215.401	314.013	365.326
Caliza	3	3	3	14	14	14	61.634	85.959	88.910
Cuarcita	4	1	4	17	7	11	32.776	16.625	37.447
Arcilla	3	2	3	6	4	6	8.629	7.900	11.780
O.C.	13	11	12	40	39	37	76.965	72.688	112.639
TOTAL	109	104	104	1.764	1.728	1.680	3.660.051	4.240.062	4.465.642

FUENTE: ESTADISTICA MINERA DE ESPAÑA

de esta actividad, caracterizada en esta provincia por explotaciones de reducidas dimensiones y mayor utilización de la mano de obra. Además, si se consideran los empleos inducidos en actividades mineroindustriales y de servicios, la incidencia relativa es aún más significativa.

- Destaca entre la producción minera la correspondiente a las rocas ornamentales Pizarras y Granitos, especialmente las primeras. Se puede decir que la importancia de las pizarras producidas en esta provincia trasciende los límites de la misma, y aún los regionales y nacionales, ya que la inmensa mayoría de la producción es objeto de exportación.

A un nivel más reducido (aunque muy por encima de cualquier otro mineral), esta la producción de granitos ornamentales, los cuales, junto a los de las demás provincias gallegas, constituyen otro capítulo minero de importancia nacional por la cantidad, calidad y variedad de las reservas conocidas, y por estar ya introducidos en todos los mercados mundiales.

- La producción de minerales metálicos, paralizada en la actualidad aunque presente en 1984, y con una cierta significación en años anteriores, refleja la crisis mundial de estos minerales, entre los cuales quizás el que ha sufrido más fuertes tirones a la baja ha sido el estaño, que era el que se explotaba en esta provincia en el centro minero de Penouta.

- Del resto de la producción minera orientada a las rocas empleadas en la construcción local, solo se puede señalar que refleja la escasa entidad de esta provincia, poco poblada y con núcleos de población de reducidas dimensiones.

5.2.- POSIBILIDADES MINERAS

Se ha concluido en el apartado anterior en que la minería es importante para esta provincia, y que estaba basada en la producción de rocas ornamentales (pizarras y granitos), con un frenazo en la de minerales metálicos, y con un nivel de producción de rocas de construcción adecuado a su estructura sociogeográfica.

Se analizan, a continuación, las posibilidades de evolución de esta situación, y podemos adelantar que, a pesar de existir abundantes indicios de gran cantidad de minerales (energéticos, metálicos y no metálicos), como corresponde a una zona con geología antigua y compleja, nosotros pensamos que las mejores perspectivas están en profundizar en los dos productos actuales (pizarras y granitos), mejorando métodos de explotación y elaboración, buscando productos de mayor valor añadido y ampliando y acercándose a los mercados finales.

Minerales energéticos

Es sobradamente conocida la importancia de los lignitos pardos

de Meirama y Puentes de García Rodríguez en La Coruña. También se ha investigado y encontrado indicios en esta provincia, entre los que destacan los de Ginzo de Limia.

Están situados a unos 40 km al suroeste de la capital, en el paraje denominado la Vega de Antela. Se trata de una zona de relieve muy plano formada por la desecación de la laguna de Antela. La zona potencialmente productiva está al Sur de la laguna, y tiene una longitud de 6 km por 4 km en su zona más ancha.

No se conoce suficientemente la geología de su substrato, aunque está rodeada (al ser una cubeta tectónica rellena con materia les recientes) por granitos sincinemáticos hercínicos de dos micas. En la zona suroeste se desarrollan migmatitas nebulíticas y granitos orientados. En pequeñas formaciones locales existen restos de metasedi mentos cuarcíticos a esquistosos, que abarcan desde el Precámbrico al Ordovícico.

Sobre este basamento se apoyan, de muro a techo: arenas con intercalaciones arcillosas, ocasionalmente con materia orgánica dispersa; arcillas grises y rojizas, arcillas carbonosas y lignitos; arenas parcialmente arcósicas; y el cuaternario formado por depósitos palustres, con formación de turbas y detríticos.

En el Inventario Nacional de Recursos de Carbón se señalan para esta zona unos recursos posibles de 269 millones de toneladas,

aunque también se advierte que el yacimiento no está suficientemente investigado, y lo que se conoce sobre la calidad del lignito y la elevada profundidad a que se encuentra, junto a la situación general de crisis relativa del subsector, por bajos precios petrolíferos y energía eléctrica nuclear, y por crecientes exigencias ambientales de explotación y de uso, obligan a no albergar demasiadas esperanzas sobre este yacimiento, al menos a corto y medio plazo.

Pizarras Ornamentales

Ya se había señalado la importancia fundamental de las pizarras ornamentales para la minería de esta provincia, para toda la región (junto a las de La Coruña y Lugo), y para el país, ya que en su inmensa mayor parte son objeto de exportación.

En el año 1985 se produjeron en todo el país 3.073.137 toneladas de pizarras, de las que solo 236.228 pueden considerarse ornamentales. Pues bien, en términos de valor, el reparto fué el siguiente:

Orense	51,5 %
León	17,1 %
Lugo	15,8 %
La Coruña	9,8 %
Avila	1,8 %
Segovia	1,1 %
Otras	2,9 %

Es decir que la provincia de Orense produjo por valor de más de la mitad del total, y entre las tres provincias gallegas productoras, el 77 % del total del país.

Además, durante dicho año se exportaron 228.096 toneladas, por valor de 8.380 millones de pesetas, lo que supone uno de los capítulos de exportación minera más importantes del país. Los países de destino fueron:

Francia	65,5 %
Alemania R.F.	16,7 %
Belgica	8,6 %
Reino Unido	6,5 %
Otros países	2,7 %

Las reservas de estos minerales no suficientemente cuantificadas aunque sin duda muy importantes, están ligadas a la formación "Pizarras de Luarca" del Ordovícico, caracterizada por unas especiales condiciones tectónicas que han permitido la posibilidad de obtener estas láminas delgadas (menos de 5 mm), uniformes en aspecto y con muy pocas vetas o granos extraños.

La problemática actual, ya muy introducidos en los mercados europeos, está en la mejora de los métodos de explotación de los yacimientos, reducción de los impactos ambientales debidos a las escombreras de desmonte, mejor aprovechamiento de los residuos

de arranque y corte, búsqueda de nuevos mercados, etc.

Granitos Ornamentales

La situación de estas rocas es parecida a la de las pizarras: son objeto de exportación en una proporción muy importante, y la región gallega es la responsable de la inmensa mayor parte de la producción nacional. La diferencia está en que la provincia más importante es Pontevedra, y especialmente debido a una variedad, el "Rosa Porriño".

En el año 1985, la producción de granitos ornamentales fué de 569.475 toneladas, por valor de 1.773 millones de pesetas, aunque considerando los valores de productos en puerto, en bruto (bloques) y elaborados, las cifras de ventas son mayores: se exportaron 287.437 toneladas en bruto por valor de 2.471 millones de pesetas, y 35.669 toneladas de elaborados por valor de 3.131 millones de pesetas.

Se señalan, a continuación, las variedades comerciales de granitos gallegos más conocidas en el mercado internacional, según el catálogo de estas rocas confeccionado por el ITGE.

VARIEDADES DE GRANITOS GALLEGOS

<u>Nombre Actual</u>	<u>Según Normas</u>	<u>Procedencia</u>
ALBERO	Blanco Albero Medio	Pontevedra
DANTE	Rosa Dante Medio-P	Pontevedra
GRIS GONDOMAR	Gris Gondomar Fino	Pontevedra
GRIS MONDARIZ	Gris Mondariz Medio-P	Pontevedra
GRIS MORRAZO	Gris Morrazo Medio-P	Orense
GRIS PERLA	Gris Perla Medio-P	Pontevedra
ROSA PORRIÑO	Rosa Porriño Medio	Pontevedra
ROSAVEL	Rosa Vel Grueso-P	Orense
VERDE SANTIAGO	Verde Santiago Fino	Lugo
AUSTRAL RED	Rojo Austral Medio	La Coruña
FRIOL	Gris Friol Medio	Lugo
NEGRO CAMPO	Negro Campo Fino	Pontevedra
PIEDRA	Gris Piedra Fino	Lugo
PARGA	Gris Parga Medio	Lugo

Como se puede ver, solo hay dos variedades suficientemente conocidas de la provincia de Orense, hay en todas las provincias gallegas y destaca por el número de variedades (y por la producción) la de Pontevedra.

De este tipo de rocas tampoco hay cubicaciones de reservas detalladas, aunque los problemas de esta actividad nunca vendrán

por tal camino, sino por la introducción en el mercado de otras variedades de mayor aceptación, por lo que se recomienda la selección de los tipos lanzados, su cuidadosa elaboración y homogeneización de calidades y, fundamentalmente, participar en una mayor proporción que en la actualidad en el elaborado hasta el producto final, dejando de exportar a Italia (nuestro mayor comprador de bloques) el producto en bruto, con gestiones comerciales sobre los compradores de elaborados.

Otros indicios mineros o metalogénicos

Como ya se señalaba al principio de este capítulo, la geología de esta provincia es compleja, como corresponde a terrenos antiguos sometidos a diferentes episodios orogénicos y magmáticos, que han enriquecido la misma, aparte de con rocas plutónicas variadas, con minerales metálicos y no metálicos, como puede apreciarse en los Mapas Metalogenéticos y de Rocas Industriales.

Se señalan los indicios más importantes, sin detalles sobre la explotabilidad de los mismos, aunque en especial sobre los metálicos las posibilidades, al menos a corto y medio plazo, son escasas.

Estaño: Áreas de Puente - Irijo, Ribadavia, Beariz, Avión, Boborás,
 Calvos de Randín, Verín, Villardevos, Oimbra.

Oro: Puente-Irijo, Piñor, Carballino, Boborás, S. Amaro

Sn-W: Beariz, Monterrey, Laza, Lovios
Wolframio: Beariz, Ribadavia, Blancos, Baltar
Níquel: Pereiro de Aguilar
Hierro: Nogueira de Ramuin y Chandreja
Uranio: Montederrano
Titanio: Calvos de Randín
Plomo: Monterrey
Torio: Monterrey
Cuarzo: Montederramo y Covelo
Cuarzitas: Villardevos, Verín
Arcillas: Junquera de Espadañedo, Maceda, Verín
R. Ornamentales y Piedras de Const.: Carballino, Leiro, Junquera
de Ambia
Mármoles: Cruz de Incio
Feldespatos: Covelo
Pizarras: Beariz
Granito: Muiños, Bande, Baltar
Gravas y arenas: Lovios, Verín, Oimbre
Caliza: El Barco.

6.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESTRUCTURAS

En este capítulo se analizan los parámetros generales de las estructuras residuales de la provincia de Orense. En primer lugar se efectúa una división zonal geográfica cuyo objetivo primordial es proporcionar una idea de la situación de las estructuras en el marco provincial y del tipo de minería con que se relacionan. A continuación se incluye un cuadro referido a aquellas estructuras inventariadas a las que se ha hecho ficha específica. Asimismo, se hace un resumen estadístico para estas mismas estructuras. Por último, se comentan las características tales como litología, color tipo de estructura, estado, litología, volumen, altura y sistema de vertido.

6.1.- ZONACION

Se han distinguido en primer lugar aquellas zonas en las que se agrupan un determinado número de estructuras y, generalmente, pertenecientes al mismo tipo de minería.

De Norte a Sur y de Este a Oeste son las siguientes:

5.1.1.- Zona de Beariz (BZ)

Aunque no se ha realizado ficha-inventario de ninguna estructura, su interés radica en que forma parte de un área situada entre las provincias de Orense y Pontevedra donde existen numerosas mineralizaciones, principalmente de estaño. La mayoría de las concentraciones minerales se sitúan en las proximidades del pueblo de Beariz (Minas de Marcofán), y de Presqueiras-Doade. Únicamente se encuentran restos de antiguas labores junto a pequeños volúmenes de residuos, más o menos diseminados, y generalmente cubiertos de vegetación.

6.1.2.- Zona de Carballiño (CB)

La mayor concentración de estructuras se encuentran en las proximidades de Leiro-Carballeda de Avia, estando relacionadas con explotaciones de granito ornamental conocido comercialmente como "Grissal".

Otras estructuras importantes son:

- una balsa de decantación de finos de lavado de áridos naturales, en la margen izquierda del río Avia.
- una estructura mixta, relacionada con una cantera de cuarcita para áridos, en el pueblo de Xubín (Cenlle).

6.1.3.- Zona de Orense (OR)

La mayor escombrera se halla al lado de la carretera Orense-Ribadavia, estando relacionada con una cantera de cuarcita para áridos la cual afecta fuertemente al paisaje.

En las proximidades de Toen-Mugares, se encuentran las explotaciones de granito ornamental, comercializado con el nombre de "Gris Morrazo", que no dejan escombreras importantes, aunque algunas son muy visibles desde la carretera mencionada, por su situación en cotas superiores.

El otro tipo de minería corresponde a los áridos naturales, que o bien, dejan volúmenes pequeños de residuos, o se emplean como recubrimiento de suelos.

6.1.4.- Zona de Celanova (CL)

Las estructuras de esta zona están relacionadas con áridos de trituración concretamente con una cantera ya abandonada de areniscas y pizarras en La Merca, y otra de granito en Vereá. Esta última da lugar a varias estructuras, formadas principalmente por tierras de recubrimiento, y una balsa de decantación de finos de lavado.

6.1.5.- Zona de Padrenda (PA)

La única explotación importante es la Cantera de Pradenda, donde se extrae el granito ornamental conocido comercialmente con el nombre de "Rosavel". El material de las escombreras se aprovecha para áridos mediante el correspondiente machaqueo y clasificación, en una planta perteneciente a la misma cantera.

6.1.6.- Zona de Lovios (LV)

Pertenece a un sector de Galicia en el que son frecuentes las mineralizaciones de estaño-wolframio en filones, cuyo depósito más sobresaliente es la Mina de las Sombras, situada en esta zona y en la que se han inventariado dos escombreras.

6.1.7.- Zona de Maceda (MD)

Se caracteriza por el gran número de explotaciones de arcillas en la cuenca Terciaria de Maceda.

El principal uso al que se destinan dichas arcillas es como materia prima para ladrillería, encontrándose generalmente las industrias transformadoras cercanas a las explotaciones. Salvo algún caso aislado, los residuos no son muy importantes, aparecen dispersos por el interior de los huecos y están parcialmente revegetados. Todo este conjunto huecos-residuos ocasiona un impacto visual

y morfológico importante, como puede verse en la fotografía nº 1.

Otro tipo de minería que se da en esta zona, pero fuera de la cuenca Terciaria considerada, es la extracción de granito para áridos, con una cantera ya abandonada en el municipio de Paderne de Allariz, y otra en él de Esgos.



FOTO Nº 1.- Vista parcial de algunas de las explotaciones de arcillas de la zona de Maceda.

6.1.8.- Zona de Xinzo de Limia - Aillariz (XL)

Las labores mineras más importantes están relacionadas con la extracción de arenas del aluvial del río Limia, en la Laguna de Antela. La fotografía nº 2 muestra un ejemplo de este tipo de labores. Dan lugar a balsas, que en realidad son excavaciones en el terreno, rellenas en algún caso por materiales finos.

También se han inventariado dos estructuras residuales relacionadas con canteras de granito y caliza para áridos, ambos de pequeño volumen.



FOTO Nº 2.- Extracción de arenas en la Laguna de Antela.

6.1.9.- Zona de Verín (VN)

Dentro de esta zona se han incluido los depósitos de estaño-wolframio de Laza y Villadeciervos. Del mismo modo que en la zona de Beariz, se encuentran únicamente restos de explotaciones antiguas que han producido escombreras de un volumen mínimo, dispersas en las laderas y formadas por recubrimientos y restos de estrios a mano.

Realmente no son problemáticas en modo alguno, ni tampoco interesantes desde el punto de vista de la recuperación de mineral por su pequeño volumen, por lo que únicamente han sido objeto de listado.

El resto de las estructuras inventariadas en la zona pertenecen a canteras de rocas para áridos, principalmente esquistos.

6.1.10.- Zona de Valdeorras (VA)

En la provincia de Orense la mayor concentración de canteras y de escombreras se encuentra en la zona del valle de Valdeorras. En su mayor parte son explotaciones de pizarras a cielo abierto, exceptuando algunas canteras de caliza. Se localiza en el extremo E de la provincia de Orense, frontera con León. Consiste en el valle relativamente abierto del río Sil por donde transcurre la

antigua carretera Orense-Ponferrada y el ferrocarril y donde se ubican las poblaciones más importantes, Villamartín de Valdeorras y El Barco de Valdeorras.

Respecto a las pizarras, es una de las zonas peninsulares de manifiesto interés activo y potencial desde un triple aspecto: por el volumen de material extraído, por las reservas existentes y por el mantenimiento de una cuota de explotación de pizarra de techar. El rendimiento de roca útil aprovechable con relación al volumen movilizado en las canteras oscila en torno al 12 por ciento, lo que puede dar una idea del enorme volumen de



FOTO N^o 3.- Escombreras de pizarras del grupo S. Mateo, en la zona de Valdeorras.

residuos producido por este tipo de minería, debiendo de considerarse además las grandes dificultades para encontrar emplazamientos idóneos.

En la foto nº 3 se observa el conjunto de escombreras pertenecientes a las labores del grupo S. Mateo.

También se han inventariado 5 escombreras pertenecientes a una antigua mina de estaño-wolfram, hoy parada, en la cabecera del río Valborras (foto nº 4), que produjo un leve aumento en la concentración de arsénico aguas abajo, siendo éste el único foco de contaminación química en el entorno, que fué denunciado



FOTO nº 4.- Explotación abandonada de Estaño-Wolfram en el paraje de Cargadeiro (zona de Valdeorras).

por ICONA y no parece haber llegado a límites peligrosos.

6.1.11.- Zona de la Vega (VG)

Situada entre Valdeorras y la de Viana del Bollo, se caracteriza únicamente por algunas explotaciones de esquistos para áridos que no dejan volúmenes muy grandes de residuos.

6.1.12.- Zona de Viana del Bollo (VB)

Después de Valdeorras, ésta es la segunda zona minera en importancia de la provincia de Orense, al situarse en ella la explotación de estaño-tantalita de Penouta. Actualmente, se llevan a cabo trabajos de acondicionamiento en las estructuras residuales para proceder a su abandono definitivo. Dichas estructuras son las siguientes:

- Balsa de la Abeja (9-11-6-2)
- Balsa de estériles (9-11-7-12)
- Balsa "Isidrin" (9-11-7-17), utilizada para captación de aguas en el período de actividad. Actualmente vacía y muro desmantelándose.
- Estructura mixta (9-11-7-5), Antigua balsas de estériles, hoy totalmente consolidada.

- Escombrera (9-11-7-1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14 y 15), formadas por estériles en uno de los casos, y por materiales de desmonte en el resto.

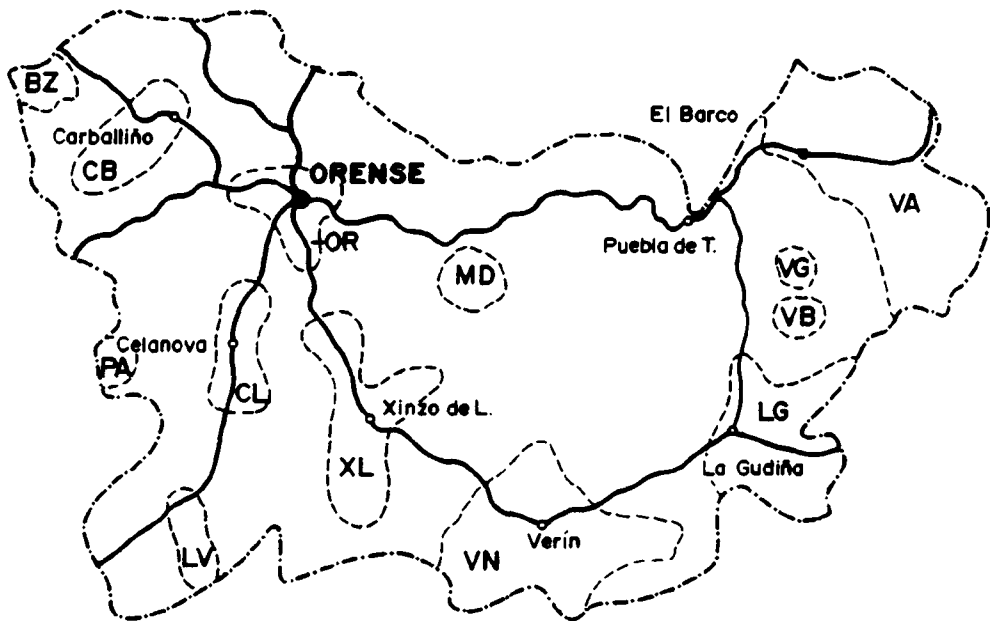
El resto de las estructuras inventariadas corresponden a explotaciones de esquistos y caliza para áridos, paradas o abandonadas.

6.1.13.- Zona de la Gudiña (LG)

La minería clásica de esta zona es la del estaño-wolfram que fué extraído en las antiguas Minas de S. Mamed, en Pentes, y cuyo volumen de residuos no es importante.

Las otras estructuras inventariadas se relacionan con la extracción de caliza y granito para áridos, registrándose asimismo, pequeños volúmenes de las mismas.

- BZ** _ Zona de Beariz
- CB** _ Zona de Carballiño
- OR** _ Zona de Orense
- CL** _ Zona de Celanova
- PA** _ Zona de Padrenda
- LV** _ Zona de Lovios
- MD** _ Zona de Maceda
- XL** _ Zona de Xinzo de Limia-Allariz
- VN** _ Zona de Verin
- VA** _ Zona de Valdeorras
- VG** _ Zona de La Vega
- VB** _ Zona de Viana del Bollo
- LG** _ Zona de La Gudiña



ZONACION MINERA

6.2.- RESUMEN ESTADISTICO

6.2.1.- Por tipo de Minería

MINERIA	Nº DE ESTRUCTURAS					
	EN FICHA			EN LISTADO		
	BALSAS	ESCOMB.	MIXTAS	BALSAS	ESCOMB.	MIXTAS
Pizarras	-	181	4	1	64	
Aridos de trituración (arenisca, cuarcita, granito, esquistos, pizarras)	1	25	2	1	70	1
Estaño - Tantalita	3	13	1		2	
Granito ornamental y mampostería	-	13	-		13	
Caliza	-	11	1	1	8	
Estaño - Wolfram	1	8	-		21	
Arenas silíceas	5	1	-	6	4	1
Arcilla	-	5	-		8	
Aridos naturales	1		-	1	2	
Hierro					1	
Oro					1	
TOTAL	10	257	8	10	194	2

Nº de estructuras en ficha: 275

Nº de estructuras en listado: 481

6.2.2.- Por tipo de ESTRUCTURA

	<u>Nº de estructuras</u>	<u>(%)</u>
Escombreras	257	93,5
Balsas	10	3,6
Mixtas	8	2,9
	<u>275</u>	<u>100,0</u>

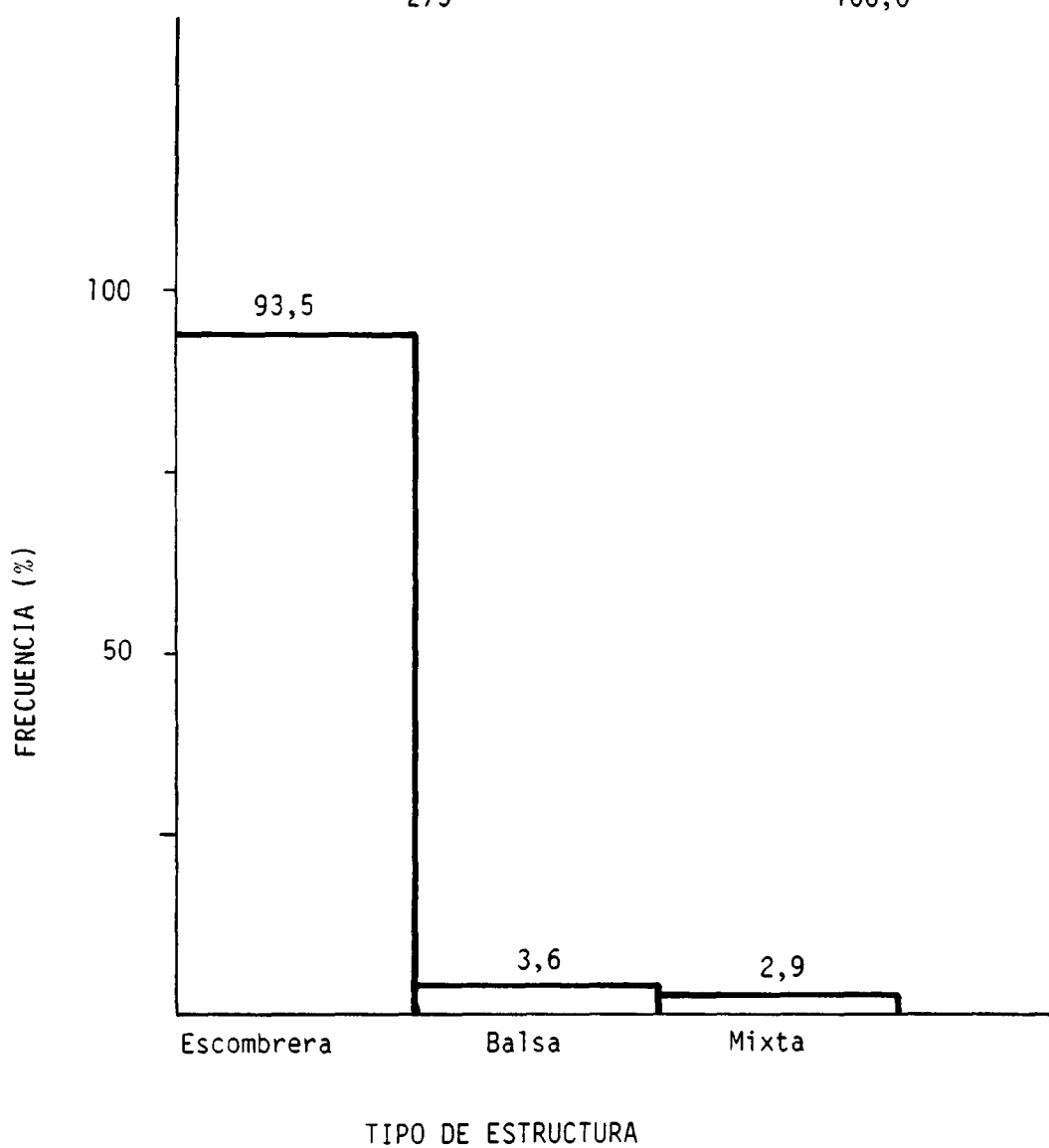


FIGURA Nº 7

6.2.3.- Por SITUACION

	Escombreras	Balsas	Mixtas	TOTAL	%
Activas	107	6	6	119	43,3
Paradas	37	-	1	38	13,8
Abandonadas	113	4	1	118	42,9
	257	10	8	275	100,0

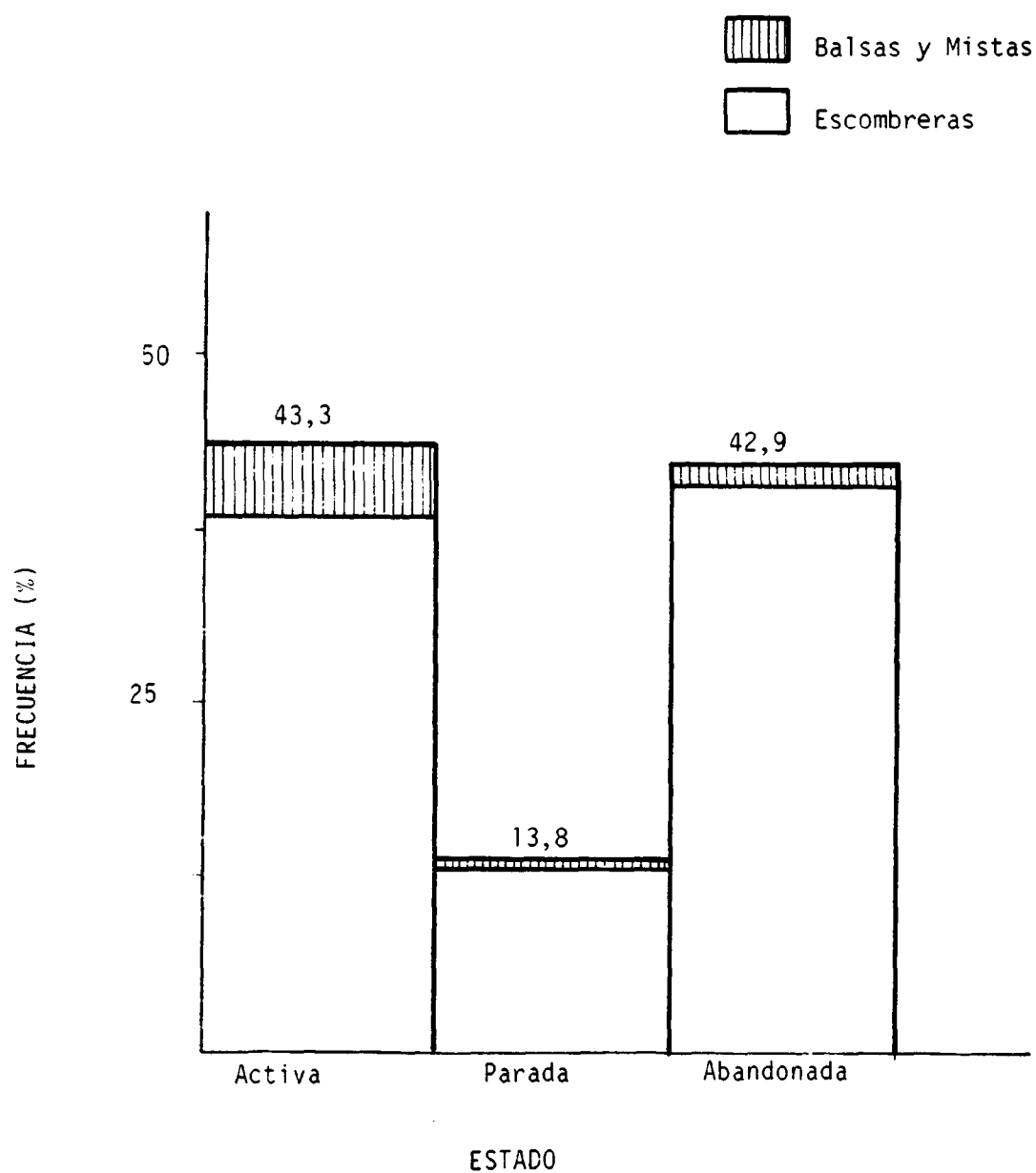
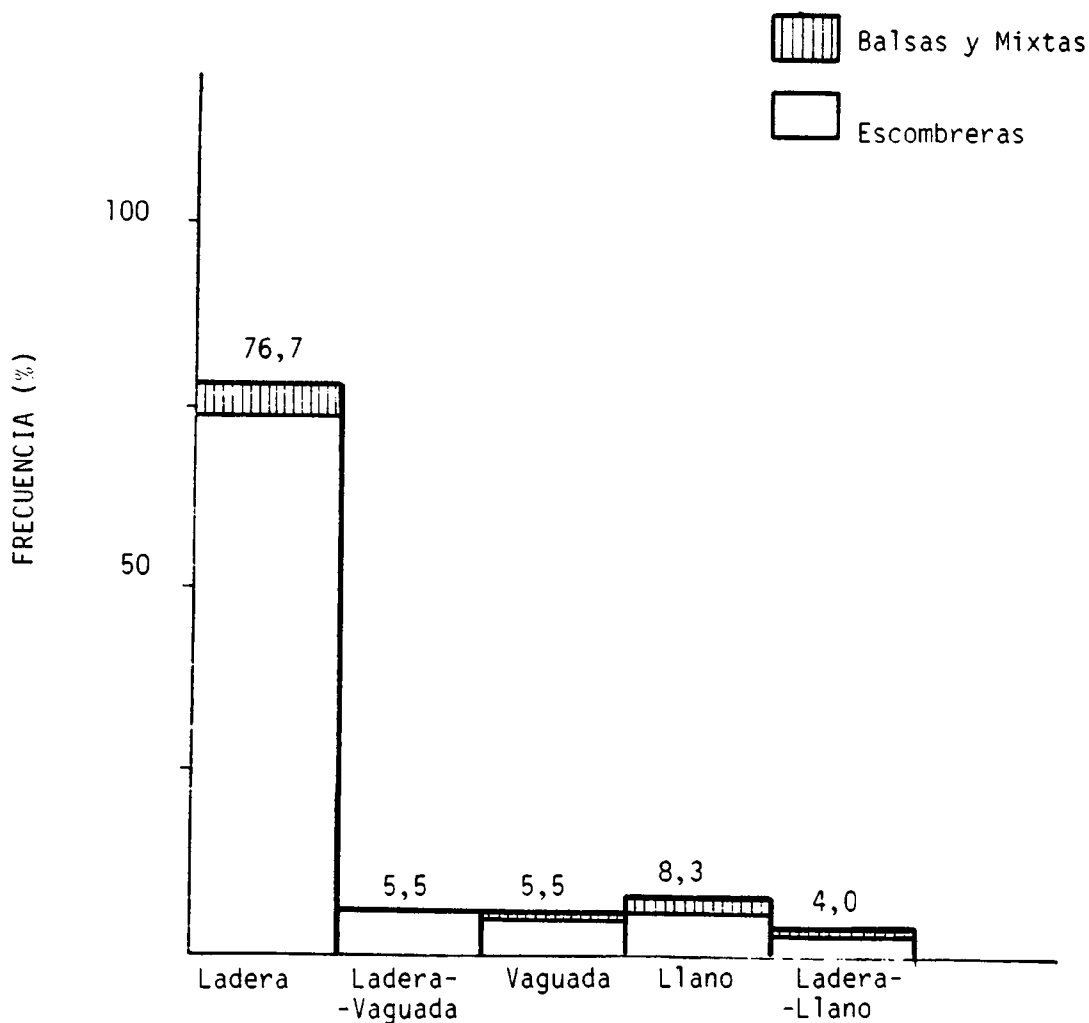


FIGURA N° 8

6.2.4.- Por TIPOLOGIA

	Escombreras	Balsas	Mixtas	TOTAL	%
Ladera	201	2	8	211	76,7
Ladera - Vaguada	15	-	-	15	5,5
Vaguada	14	1	-	15	5,5
Llano	17	6	-	23	8,3
Ladera - Llano	10	1	-	11	4,0
	257	10	8	275	100,0



TIPOLOGIA
FIGURA N° 9

6.2.5.- Por VOLUMEN (m³)

	Escombreras	Balsas	Mixtas	TOTAL	%
≤ 5.000	85	6	2	93	33,8
5.000 - 10.000	60	-	1	61	22,2
10.000 - 20.000	39	2	1	42	15,3
20.000 - 50.000	28	-	3	31	11,3
> 50.000	45	2	1	48	17,4
	257	10	8	275	100,0

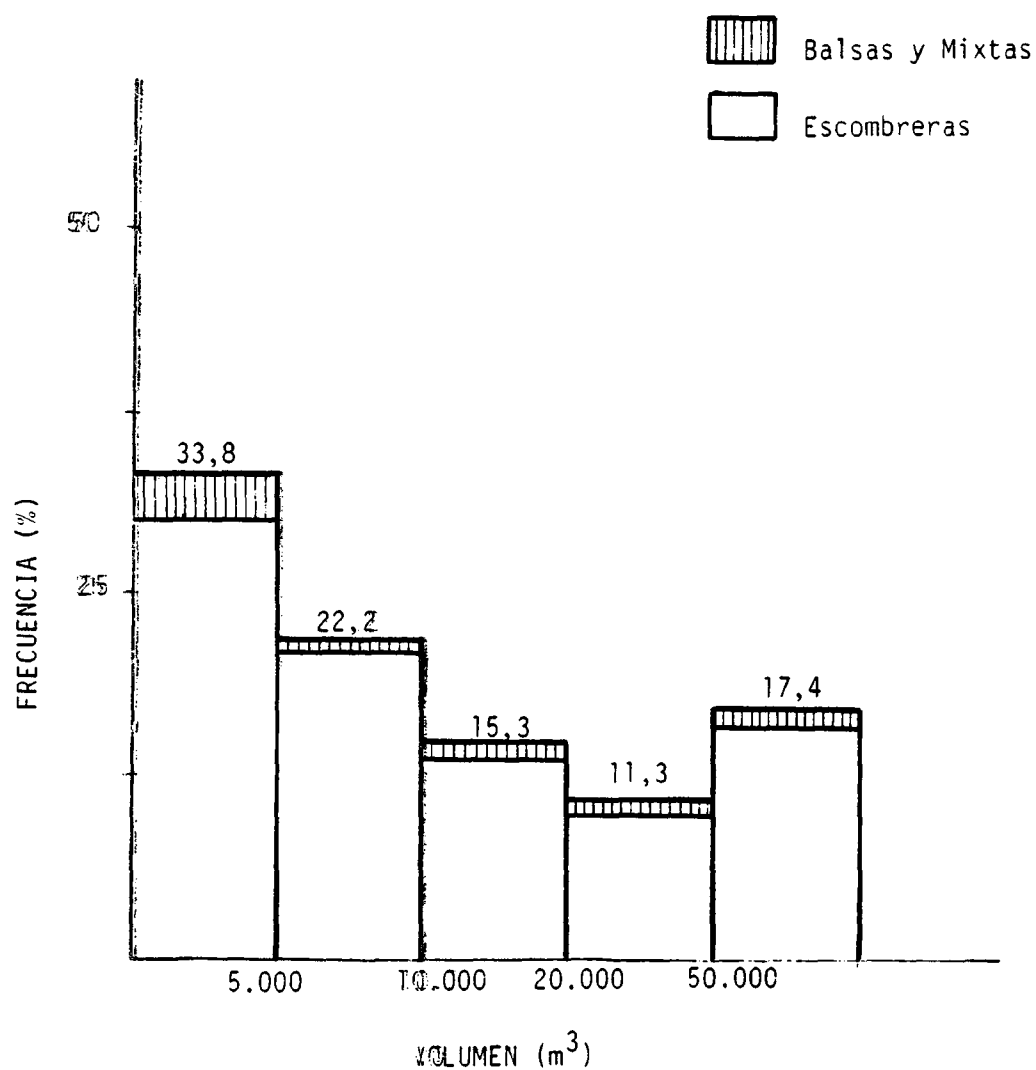


FIGURA N° 10

6.2.6.- Por ALTURA (m)

	Escombreras	Balsas	Mixtas	TOTAL	%
≤ 5	22	9	1	32	11,6
6 - 10	50	1	-	51	18,6
11 - 15	23	-	2	25	9,1
16 - 20	41	-	-	41	14,9
> 20	121	-	5	126	45,8
	257	10	8	275	100,0

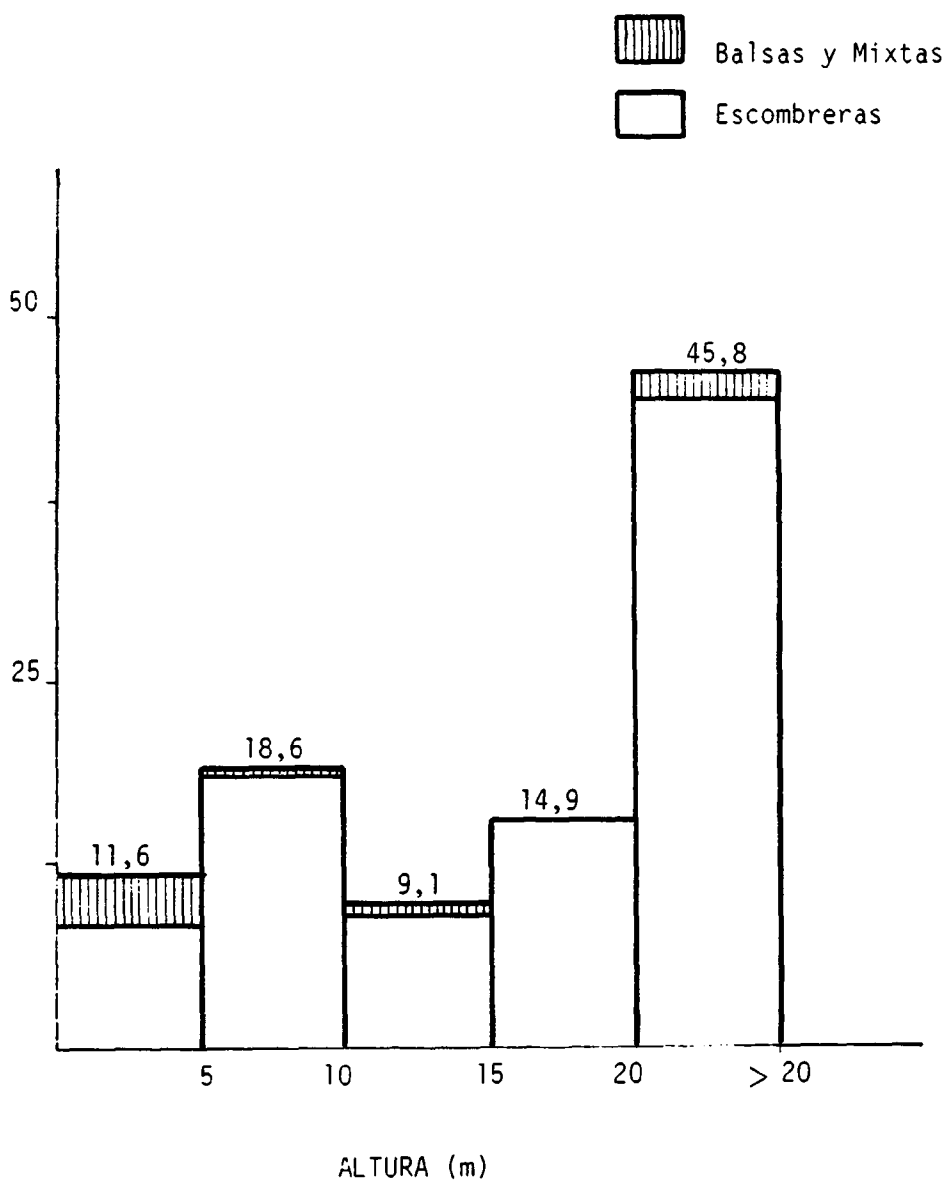
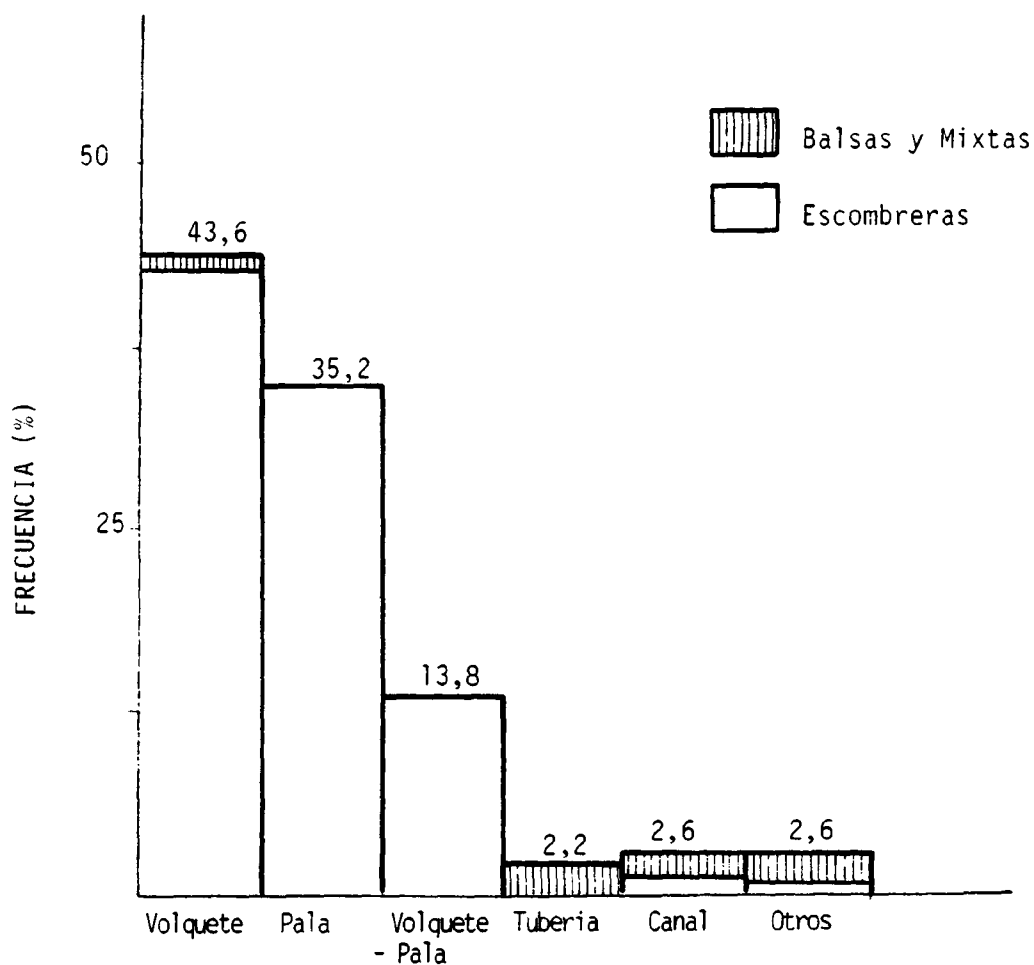


FIGURA N° 11

	Escombreras	Balsas	Mixtas	TOTAL	%
Volquete	118	-	2	120	43,6
Pala	97	-	-	97	35,2
Volquete-Pala	38	-	-	38	13,8
Tuberia	-	6	-	6	2,2
Canal	2	4	1	7	2,6
Pala - Tuberia	1	-	1	2	0,7
Volquete - Tuberia	-	-	2	2	0,7
Pala - Canal	-	-	1	1	0,4
Volquete - Canal	-	-	1	1	0,4
Cinta	1	-	-	1	0,4
	257	10	8	275	100,0



SISTEMA DE VERTIDO

FIGURA N° 12

6.3.- CARACTERISTICAS GENERALES

En este apartado se exponen las características más importantes de las estructuras residuales mineras, cuyos datos estadísticos se acaban de expresar, respecto a los factores que definen la incidencia en el entorno en que se encuentran ubicados, como son su posible inestabilidad y su impacto ambiental.

Estas características son:

Litología

La litología de los residuos almacenados es, naturalmente, la de los materiales explotados y la de sus rocas de caja. En algunos casos, por su proximidad a centros industriales o a poblaciones, se añaden otros materiales de desecho como piezas metálicas, maderas, neumáticos, escombros de obra, basuras, etc.

Condiciona factores tan importantes como su alterabilidad (y posibilidad de adaptación natural del entorno), posible cultivo, agrícola o forestal y, sobre todo, la capacidad de contaminación eólica y/o pluvial, que es uno de los factores más negativos, de acción prolongada y difícil de evitar, si no se ha elegido una adecuada implantación, o se han protegido las superficies expuestas a la acción de los vientos y de las lluvias.

Por ello la litología de las estructuras según el tipo de minería será:

- Pizarras. Están formadas por placas no esfoliables bastante gruesas, mezcladas a veces con una proporción variable de tierras de recubrimiento. Si los materiales proceden de aserraderos se encuentran también tamaños medios y finos.

- Aridos de trituración. A las tierras de recubrimiento y materiales propios de las sustancias que se explotan (esquistos, pizarras, cuarcita, etc.), hay que añadir en ocasiones los finos de lavado que han sido previamente decantados en balsas, o bien en el hueco excavado en la parte superior de una escombrera, formando una estructura mixta.

- Estaño-Tantalita. En este tipo de explotaciones se producen por un lado, escombreras formadas por el material de recubrimiento y en algún caso por estériles, y por otro balsas formadas por materiales muy finos con una concentración de arcillas a veces importante.

- Granito para mampostería y ornamental. Contienen granitos de baja calidad o restos producidos al cuadrar bloques, junto a una pequeña proporción de tierras de recubrimiento.

- Caliza. Hay poca explotaciones de caliza en la provincia

de Orense y de las estructuras inventariadas, solo una mixta situada en la zona de Valdeorras tiene realmente interés. Generalmente las explotaciones de este tipo de rocas industriales producen como residuos, por un lado, las arcillas de descalcificación que aparecen en las monteras o intercaladas en los estratos (en donde la fracturación es mayor), y por otro las fracciones mixtas en que el mineral aparece contaminado por arcillas, margas, etc. A todo esto hay que añadir los finos de lavado procedentes de las correspondientes plantas de áridos.

- Estaño-wolframio. Proceden de labores antiguas y son el resultado de una serie de trabajos sobre filones dispersos. Están formados por recubrimientos y materiales de granulometría gruesa, formados por pequeños volúmenes más o menos dispersos por las laderas.

- Arenas silíceas. Únicamente producen finos de lavado decantados en huecos excavados en el terreno y rellenando los mismos. Ocasionalmente también dan lugar a alguna acumulación de tierras de recubrimiento de volumen reducido.

- Arcilla. Los residuos están formados por los suelos areno-arcillosos del recubrimiento y aquellas arcillas que son desechadas por no cumplirlas especificaciones requeridas en el mercado.

Color

Otro factor de contaminación o de impacto es el producido por el color de las estructuras, muchas veces fuertemente contrastante con el verde normal en zonas vegetadas, o los amarillentos, pardos, ocre, etc., de las zonas menos vegetadas.

Los colores impactantes de las estructuras residuales de esta provincia son, fundamentalmente, los siguientes:

- Tonos claros, en las escombreras de granito y caliza



FOTO N° 5.- Grupo de escombreras de desmonte afectando al paisaje debido al color de los materiales, en el centro minero de Penouta.

en las que aparece mineral fresco.

- Tonos marrones, más o menos claros, en las escombreras de arcilla, relacionados con este tipo de minería, o constituidas por los materiales procedentes de las monteras y suelos de meteorización, como puede verse en la fotografía nº 5, las cuales tienden a admitir vegetación natural e integración en el entorno.

- Tonos oscuros, en las escombreras relacionadas con la extracción de pizarras fuertemente contrastante con el entorno en la mayoría de los casos.

Tipo de estructura

En la provincia de Orense la mayoría de las estructuras de vertidos están relacionadas con la explotación de rocas y minerales industriales.

Se ha realizado ficha-inventario de ocho estructuras mixtas y diez balsas. Cuatro de ellas pertenecen al centro minero de Penouta; de éstas tres contienen estériles y una se empleó para captación de aguas. El resto contienen finos de lavado de áridos, o finos de corte procedentes de los aserraderos de pizarras. En algunos casos las balsas son huecos hechos en el terreno que sirven para decantar los lodos, que son posteriormente enviados a una escombrera o quedan como relleno definitivo.

La figura nº 7 corresponde a la distribución porcentual por tipo de estructuras en ficha-inventario.

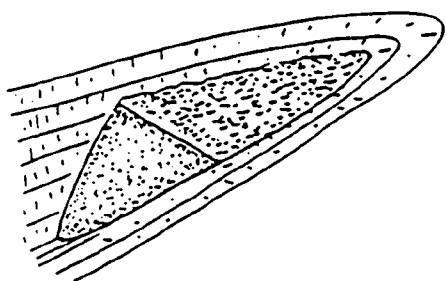
Estado

Sobre el estado de las estructuras, solo se ha de indicar que las señaladas como "paradas" corresponden a explotaciones intermitentes, o bien a explotaciones activas que poseen alguna estructura en la que actualmente no se vierte. En la figura nº 8 aparece el correspondiente diagrama de distribución.

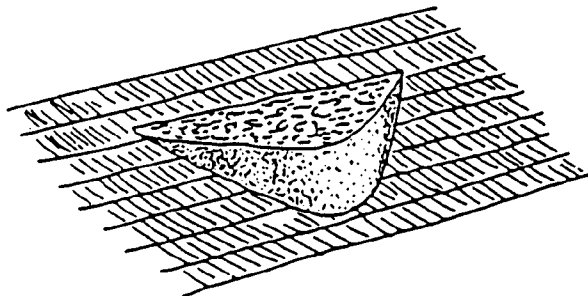
Tipología

La tipología de las estructuras mineras es un factor fundamental condicionante de su estabilidad, así como de su posible impacto ambiental por su visibilidad y contaminación de acuíferos superficiales.

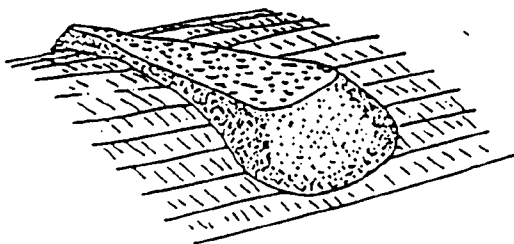
La tipología general de las escombreras y balsas se recoge en las figuras 13 y 14, y puede verse incrementadas por mezclas de estos tipos elementales.



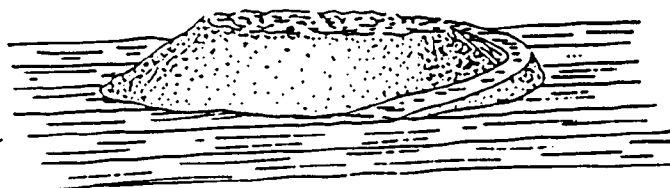
EN VAGUADA



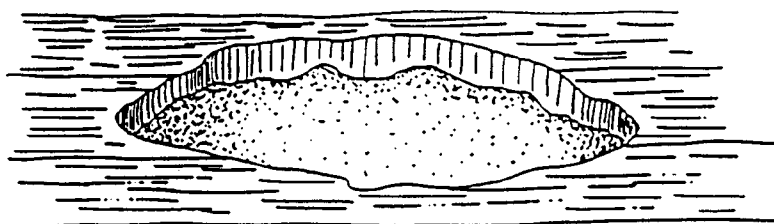
EN LADERA



EN DIVISORIA



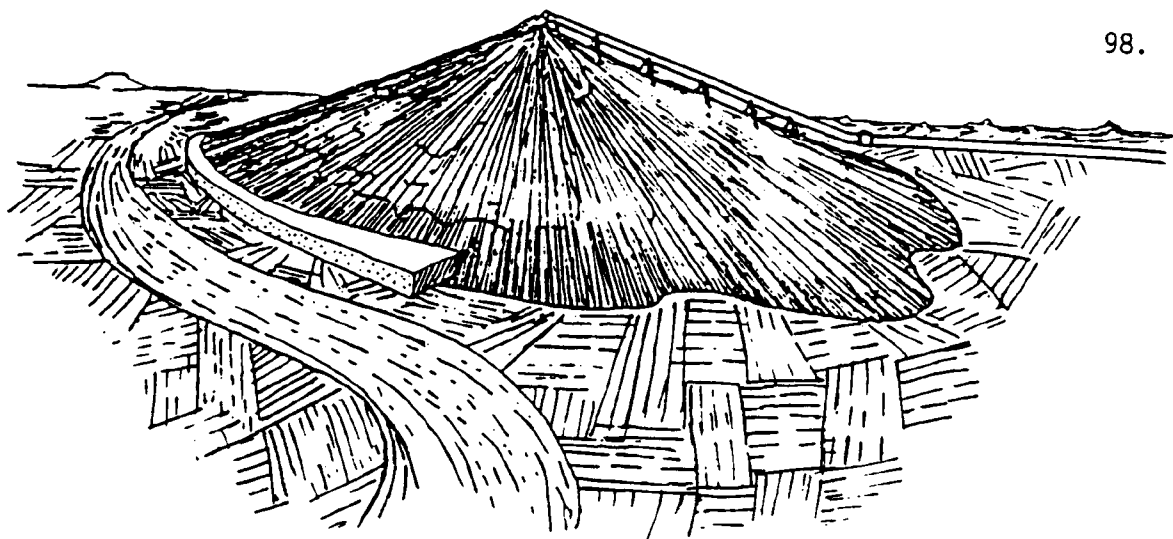
EN LLANO



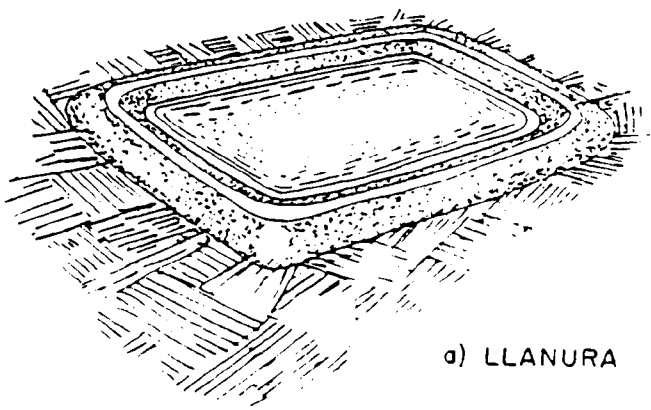
RELLENO DE CORTA

FIGURA Nº 13: TIPOLOGIA DE ESCOMBRERAS

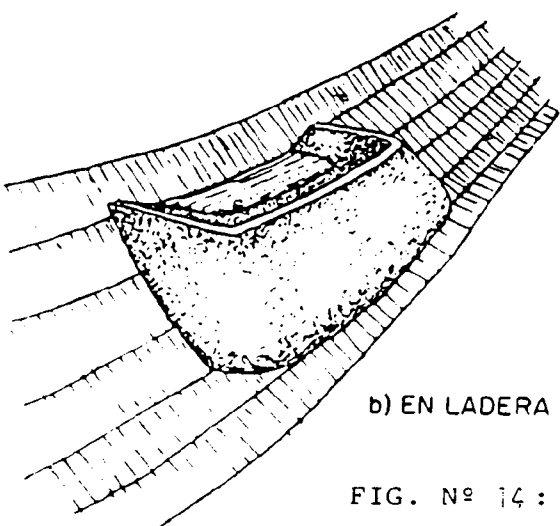
FUENTE: IGME. Manual de escombreras y presas de residuos mineros.1986.



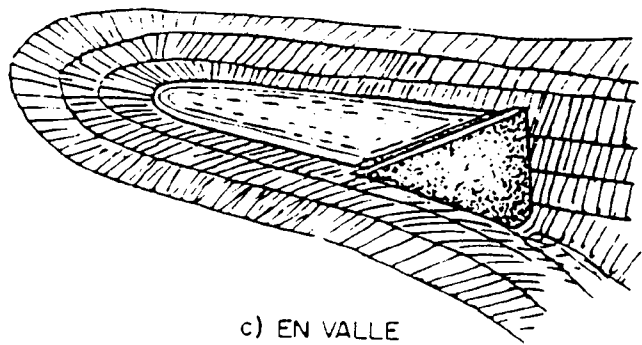
DESCARGA ESPESADA



a) LLANURA



b) EN LADERA



c) EN VALLE

FIG. Nº 14: TIPOLOGIA DE BALSAS

FUENTE: IGME. Manual de escombreras y presas de residuos mineros.1986.

En la provincia de Orense, el 76,7% de las estructuras inventariadas corresponden al tipo de ladera, un 8,3 se sitúan en terreno prácticamente llano y un 5,5% ocupan una vaguada. Un 4% aparecen como una combinación de ladera y llano, ya que están situadas en terrenos que tienen muy poca pendiente, o bien ocupan la parte inferior de una ladera y van invadiendo la llanura que hay a continuación mediante recrecimientos sucesivos. Un 5,5% restante corresponde a una combinación de ladera-vaguada. Ver figura nº 9.

Volumen

Es importante tener en cuenta el volumen de residuos almacenados, pues ante un posible fallo de estabilidad las consecuencias negativas serán proporcionales al volumen.

Según la figura nº 10 en la provincia de Orense la distribución por volúmenes aparece relativamente homogénea, pues 33,8% tiene menos de 5.000 m³. El resto de las estructuras presenta volúmenes mayores, el 17,4% de más de 50.000 m³, correspondientes la mayoría a escombreras de pizarras de la zona de Valdeorras.

Altura

El nivel tensional en cada punto del talud de una estructura, proporcional a su altura, es otro factor condicionante de su estabilidad que obliga a aumentos proporcionales de su coeficiente de seguridad.

Atendiendo a la figura nº 11, en la provincia de Orense hay un elevado porcentaje de estructuras altas (45,8%), siendo la mayoría de ellas, al igual que con el volumen, estructuras de pizarras, aunque en algunas ocasiones las grandes alturas se deben más a la topografía accidentada que a la importancia de la estructura.

Sistema de vertido

Finalmente se ha considerado este factor condicionante de la estabilidad de las estructuras, por estar relacionado con los factores de granulometría y compresibilidad, y por tanto con la cohesión y permeabilidad y, en definitiva, con los parámetros resistentes de las estructuras residuales.

Según la figura nº 12, en el 78,8% de los casos el vertido se ha realizado o se realiza con pala o volquete, empleándose ambos sistemas en el 13,8%.

Los sistemas de canal y tubería se han empleado en las balsas inventariadas, encontrándose combinaciones de estos sistemas con volquete y pala en las estructuras mixtas.

7.- CONDICIONES DE ESTABILIDAD

La justificación principal de este trabajo es, por una parte, prevenir las posibles consecuencias del colapso total o parcial de una estructura minera importante sobre instalaciones industriales, residenciales y sobre todo, sobre las personas; y por otra, investigar técnicas de diagnóstico y de implantación, a fin de crear criterios con que diseñar, construir y controlar, en vida y abandonadas, dichas estructuras residuales mineras.

La producción de accidentes graves recuerda constantemente que el factor negativo fundamental a considerar es la posible inestabilidad que, con el volumen a que afecte, dará una idea de la magnitud de las posibles consecuencias del colapso.

Los criterios para obtener un diagnóstico objetivo fueron analizados en el capítulo de Metodología, por lo que en este se referirán exclusivamente las FORMAS de inestabilidad observadas en las estructuras inventariadas en la provincia de Orense, así como sus posibles CAUSAS. En capítulo aparte se analizan las medidas correctoras aconsejables para evitar y paliar el crecimiento excesivo de estas manifestaciones.

7.1.- FORMAS Y CAUSAS DE INESTABILIDAD.

a) Balsas y Estructuras Mixtas.

Las balsas no presentan problemas de inestabilidad en los casos en que no son balsas propiamente dichas, sino huecos realizados en el propio terreno, o tienen un muro de muy poca altura que puede ser fácilmente controlado. No ocurre lo mismo con las tres balsas del centro minero de Penouta, que están siendo objeto de trabajos de acondicionamiento con vistas a su abandono definitivo.

Algunas de las estructuras mixtas presentan surgencias de agua procedente de la parte superior, empleada para decantar finos de lavado o procedentes de aserraderos de pizarras, lo cual puede afectar a la estabilidad al disminuir la cohesión y ángulo de rozamiento interno, además de soportar la escombrera la carga adicional del agua acumulada en la balsa.

b) Escombreras.

De las 257 escombreras con ficha-inventario, 243 se califican con estabilidad alta (94'6%), 13 con estabilidad media (5%) y 1 con estabilidad baja (0'4%). Esta última corresponde a la escombrera de pizarras 10-10-6-9 del grupo S. Valentin, situada en una de las márgenes del río Valborrás.

La mayoría de las escombreras corresponden a explotaciones de pizarras, estando formadas por placas no exfoliables bastante gruesas que les dan una buena compacidad. No obstante hay que advertir, que las explotaciones se encuentran concentradas y el volumen de las mismas se hace suficientemente importante como para producir enormes cantidades de desechos, cuya ubicación es más que problemática.

La distribución porcentual de los problemas observados en el conjunto de escombreras considerado es la siguiente:

Deslizamientos locales.....	50'2%
Grietas.....	44'4%
Asentamientos.....	35'6%
Erosión superficial.....	14'5%
Cárcavas.....	7'6%
Socavación de pié.....	7'6%
Surgencias.....	6'5%
Socavación mecánica.....	4'0%
Deslizamientos generales.....	2'2%

Las grietas y asentamientos se dan generalmente en la coronación del talud, relacionandose con deslizamientos locales que en el caso de las pizarras son en realidad deslizamientos superficiales.

La erosión superficial, aparte de la de carácter laminar que casi siempre existe, se manifiesta en las escombreras, o zonas de las escombreras, con acumulación de finos, y se traduce en incisiones lineales que en ocasiones progresan en profundidad y dan lugar a cárcavas.

Las surgencias son debidas a manantiales, arroyos o rios en el lugar de emplazamiento, obligando al agua a circular a través de la escombrera.

La socavación del pié tiene lugar cuando la ocupación de un cauce es lo suficientemente importante como para que el río lama el talud de las escombreras y se produzcan arrastres de material.

8.- ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

8.1.- CRITERIOS GENERALES

El crecimiento exponencial en los últimos dos siglos y sobre todo en el último, de las actividades mineras y mineroindustriales para abastecer de materias primas a otros procesos industriales de crecimiento paralelo, fundamentalmente en los países desarrollados, ha dado lugar a una tan amplia gama y de tan fuerte acción sobre los entornos ecológicos en que se implantan, que ha llegado a hacer dudar de las ventajas de un desarrollo tan rápido, pues todas las consecuencias negativas de estas acciones no son fáciles de calcular y prever, y muchas de ellas tienen una acción lenta pero duradera.

Parece evidente que es necesario tender hacia un equilibrio entre el aprovechamiento de recursos y de la propia conservación de la naturaleza, en un juego en el que interviene la técnica, la economía y la ecología.

De forma general se puede definir el impacto ambiental como la alteración positiva o negativa, que se produce en el medio ambiente o alguno de sus componentes como consecuencia de llevar

a cabo un proyecto o actividad humana, admitiendo una valoración en función del valor del recurso en cuestión. El fin primordial de las evaluaciones del impacto ambiental es la previsión de distintas alternativas de un proyecto o de sus fases, y se pueden considerar tanto impactos parciales como globales.

8.2.- EVALUACION GLOBAL DEL IMPACTO

La incidencia de las estructuras mineras y mineroindustriales sobre el entorno da lugar a una serie de alteraciones ambientales como son las siguientes:

a) Impacto visual y degradación del paisaje

El impacto visual puede suponer la pérdida de perspectiva, del horizonte o de la armonía, equilibrio, color y vistosidad de lo natural. Esta típica alteración provocada por las estructuras de almacenamiento de residuos se asocia a su localización, volumen, topografía de la zona y contraste de colores con el medio circundante. Para su evaluación, a pesar del grado de subjetividad del impacto, se ha efectuado una estimación basada en el grado de visibilidad y en la propia naturaleza del paisaje.

b) Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica 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, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos de azufre. Entre estos últimos destaca el anhídrido sulfuroso que, por hidratación se incorpora al agua de lluvia en forma de ácido sulfúrico, con efectos corrosivos e inhibidor de la vegetación (lluvia ácida).

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

- Para la vegetación

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

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

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

- Para las personas

CO < 0,01 %

CO₂ < 5 %

SH₂ < 0,01 %

SO₂ < 0,001%

c) Contaminación superficial

Puede presentarse por el arrastre de materiales o por la disolución o suspensión de ciertos elementos en las aguas superficiales. En el primer caso las aguas de lluvia producen efectos erosivos, que en ciertos casos pueden llevar a movilizar grandes cantidades de finos, además del efecto negativo sobre la estabilidad de las estructuras.

La contaminación de las aguas superficiales está en relación con la ubicación de los residuos y con su propia naturaleza. En la provincia de Orense este problema se presenta en aquellas estructuras que se encuentran situadas cerca del efecto de cauces y arroyos o incluso en el mismo cauce. En las balsas no existen arrastres mayoritarios de partículas por la progresiva cementación que sufren. El único foco de contaminación por reactivos químicos está en la cabecera del río Valborras, en el paraje de Cargadeiro, donde se explotó wolframio durante la segunda guerra mundial,

conteniendo los residuos de lavadero algo de arsénico que pasa a contaminar el río.

d) Contaminación de acuíferos subterráneos

El grado de contaminación de los acuíferos subterráneos viene condicionado por la disolución de contaminantes y por la permeabilidad del terreno.

Respecto a la disolución de contaminantes, en general, el problema se suele presentar en el caso de las balsas de estériles, agravado cuando la implantación se realice en zonas de alta permeabilidad. La disolución de contaminantes en las escombreras, que es función de la solubilidad y de la granulometría de los estériles será generalmente de mucha menor envergadura, sin que ello quiera decir que estas estructuras no representen posibles focos de contaminación.

Citamos a continuación las reglamentaciones y recomendaciones mencionadas por F.J. Ayala y J.M. Rodríguez en el texto reciente "Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros". IGME 1986.

A este respecto, el Decreto 2.414/1961 de 30 de Noviembre (B.O.E. de 7 de diciembre) regulaba los límites de toxicidad de las aguas a verter en cauces públicos. Posteriormente el Real

Decreto 1.423/1982 de 18 de Junio (B.O.E. del 29 de Junio), establecía los límites máximos tolerables en aguas de consumo público. En el cuadro nº 4 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.

La Tabla 1 indica los parámetros característicos que se deben considerar, como mínimo, en la estima del tratamiento del vertido.

Aunque existen grandes variaciones en la naturaleza de los efluentes según el proceso de extracción, puede decirse que los procesos alcalinos de flotación dan lugar a elevadas concentraciones de sulfatos, cloruros, sodio y calcio, mientras que los procesos ácidos liberan los contaminantes metálicos como hierro, manganeso, cadmio, selenio, cobre, plomo, cinc y mercurio. El cianuro es un reactivo utilizado en la extracción de oro, plata y en procesos de concentración por flotación de plomo y tungsteno, por ejemplo. En otros casos, como en el tratamiento de arsenopiritas el elemento

CUADRO N° 4

CONCENTRACIONES MAXIMAS TOLERABLES EN AGUAS
DE CONSUMO PUBLICO EN ESPAÑA
(B.C.E. 7 de Diciembre de 1.961)

Componente	Máx tolerable mg/l	
	D. 2.414/61	R.D. 1.423/82
Plomo (expresado en Pb)	0,1	0,05
Arsenico (expresado en As)	0,2	0,05
Selenio (expresado en Se.....)	0,05	0,02
Cromo (expresado en Cr hexavalente)	0,05	0,05
Cromo (libre y potencialmente liberable, expresado en Cr)	1,5	0,35
Acido cianhídrico (expresado en Cn)	0,01	0,05
Fluoruros (expresado en Fl)	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 Fenol)	0,001	0,001
Cinc (expresado en Zn)		5,00
Fosforo (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
Niquel (expresado en Ni)		0,050
Antimonio (expresado en Sb)		0,010
Radioactividad	100 pCi/l	

Tabla 1. Parámetros característicos a considerar en la estima del tratamiento del vertido.

Parámetro Unidad	Nota	Valores límites		
		Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
pH	(A)	Comprendido entre 5,5 y 9,5		
Sólidos en suspensión (mg/l)	(B)	300	150	80
Materias sedimentables (ml/l)	(C)	2	1	0,5
Sólidos gruesos	-	Ausentes		
D.B.O.5 (mg/l)	(D)	300	60	40
D.Q.O. (mg/l)	(E)	500	200	160
Temperatura (°C)	(F)	3°	3°	3°
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)	-	2.000	2.000	2.000
Sulfuros (mg/l)	-	2	1	1
Sulfitos (mg/l)	-	2	1	1
Sulfatos (mg/l)	-	2.000	2.000	2.000
Fluoruros (mg/l)	-	12	8	6
Fósforo total (mg/l)	(K)	20	20	10
Ídem	(K)	0,5	0,5	0,5
Amoniaco (mg/l)	(L)	50	50	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	(L)	20	12	10
Aceites y grasas (mg/l)	-	40	25	20
Fenoles (mg/l)	(M)	1	0,5	0,5
Aldehidos (mg/l)	-	2	1	1
Detergentes (mg/l)	(N)	6	3	2
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05	0,05	0,05

NOTAS:

General.-Cuando el caudal vertido sea superior a la décima parte del caudal mínimo circulante por el cauce receptor, las cifras de la tabla 1 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 1 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 5,5 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 nos, el incremento de temperatura media de una sección fluvial tras la zona de dispersión no superará los 3° C.

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

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

(I) El límite se refiere al elemento disuelto, como ion 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.

liberado es el arsénico. La oxidación de las piritas generalmente con apoyo bacteriano, da lugar a efluentes de gran acidez.

La extracción de sales potásicas produce salmueras con elevado contenido en cloruros, que no pueden verterse a cursos naturales de agua, requiriendo largos emisarios hasta el mar.

El problema de los lixiviados y efluentes de las balsas abandonadas tiene especial importancia en el caso de las explotaciones de uranio.

Otros factores contaminantes de las actividades mineras son los ruidos y vibraciones, producidos por los equipos de carga, transporte, perforación, machaqueo, etc., y las voladuras necesarias en caso de estéril o mineral duro, que es casi siempre. Naturalmente las estructuras residuales objeto de este trabajo que sufren las consecuencias de estos efectos, no los producen.

8.3.- EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE IMPLANTACION DE ESCOMBRERAS Y BALSAS

Ha de tenerse en cuenta, a la hora de juzgar las condiciones de implantación de las estructuras residuales mineras, que hasta los últimos años no se ha empezado a crear la normativa legal reguladora de las mismas.

En estas condiciones era lógico que los criterios de implantación hayan sido puramente económicos, y en muchos casos de economía a corto o medio plazo, habiendo tenido que remover estructuras por no haber previsto un plazo suficientemente largo de la vida de la explotación.

La evaluación de las condiciones de implantación de las estructuras residuales mineras, teniendo en cuenta la escasez de precedentes técnicos en este sentido, y que los medios con que se cuenta para la verificación de los parámetros geomecánicos en campo son muy escasos teniendo que basar los cálculos en estimaciones basadas en la experiencia, no debe de considerarse con un carácter de cálculo matemático exacto.

A pesar de ello, se han tratado de evaluar las condiciones de implantación sobre escombreras de diversas zonas. La expresión que más se aproxima adopta la fórmula (IGME, 1.982); (actualmente ITGE).

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

donde: I: es un factor ecológico

α : es un factor de alteración de la capacidad portante

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 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 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 volumen almacenado, a la forma, al contraste de color, y al espacio donde está implantada. Para ellos, se ha 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 de 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	P O T E N C I A				
	< 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 <u>Tran</u> sición	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Coluvial limo arcilloso	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
Aluvial compacto	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Aluvial flojo	0,75	0,70	0,60	0,50	0,40

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

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

	<u>TOPOGRAFIA DE IMPLANTACION</u>	<u>VALOR DE θ</u>
TERRAPLEN	inclinación < 1º	1
	inclinación entre 1º y 5º (<8%)	0,95
	inclinación entre 5º y 14º (8 a 25%)	0,90
LADERA	inclinación entre 14º y 26º (25 a 50%)	0,70
	inclinación superior a 26 º (>50%)	0,40
	perfil transversal en "v" cerrada (inclinación de laderas >20º)	0,80
VAGUADA	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 7</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 8</u>
. Nula	0
. Ligera	0,2
. Modificación parcial de la escorrentia de una zona	0,3

<u>ALTERACION DE LA RED</u>	<u>VALOR DE δ</u>
. 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 Q_e de acuerdo con la tabla siguiente:

<u>Q_e</u>	<u>El emplazamiento se considera:</u>
1 a 0,90	Optimo para cualquier tipo de escombrera
0,90 a 0,50	Adecuado para escombreras de volumen moderado Tolerable para escombreras de gran volumen
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 nº 5 para las estructuras con ficha-inventario, identificadas con su clave o código correspondiente, permite estimar las condiciones de implantación de las estructuras más representativas de la provincia de Orense.

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			I. NIVEL TRATICO	I. RESERVA (IA CEMENTO)	I. RESERVA (IA)	I. TIPO DE SUELO	I. TIPO DE CLIMA	I. RED DE DRENAJE	EVALUACION		
	C _a	P	I							α	β	θ
(4-10)-8-2	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,70	1,2	0	0,50	Tolerable	0,45	Tolerable
(5-10)-8-3	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,90	1,2	0,2	0,63	Adecuado	0,38	"
(6-10)-5-2	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,90	1,6	0	0,59	"	0,41	"
(6-10)-5-3	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,90	1	0	0,72	"	0,65	Adecuado
(6-10)-5-4	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	"	0,40	Tolerable
(6-10)-5-5	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,2	0,2	0,44	Tolerable	0,36	"
(6-10)-5-6	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,2	0	0,50	"	0,30	"
(6-10)-5-10	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1	0,2	0,50	"	0,35	"
(6-10)-5-12	0,4	0,3	0,7	0,5	0,90	1	1,7	0	0,42	"	0,29	Mediocre
(6-10)-6-1	0,5	0,2	0,7	0,7	1	0,70	1,7	0	0,55	"	0,38	Tolerable
(6-10)-8-1	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,6	0,2	0,44	"	0,26	Mediocre
(6-10)-8-9	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1	0	0,56	Adecuado	0,34	Tolerable
(6-11)-1-1	0,5	0,3	0,8	1	0,95	0,70	1,1	0	0,60	"	0,48	"
(6-11)-4-4	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,90	1	0,2	0,67	"	0,47	"
(6-11)-8-3	0,5	0,3	0,8	1	0,85	0,90	2	0	0,59	Tolerable	0,47	"
(6-12)-1-1	0,5	0,2	0,7	1	0,95	0,70	1,3	0,2	0,59	"	0,41	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FRECUENTICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. REFORZADO	F. TIEMPO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(6-12)-1-2	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	Adecuado	0,46	Tolerable
(6-12)-4-1	0,4	0,3	0,7	1	0,80	0,95	1	0,2	0,72	"	0,50	"
(6-12)-4-2	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1	0,3	0,47	Tolerable	0,33	"
(6-12)-4-4	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,90	1	0	0,72	Adecuado	0,58	Adecuado
(6-12)-4-5	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1	0,2	0,50	"	0,40	Tolerable
(6-13)-6-1	0,5	0,2	0,7	1	0,95	0,70	1	0	0,67	"	0,47	"
(6-13)-6-2	0,5	0,2	0,7	1	0,95	0,70	1	0	0,67	"	0,47	"
(7-11)-1-1	0,5	0,1	0,6	1	0,90	1	1,2	0	0,88	"	0,53	"
(7-11)-2-1	0,5	0,1	0,6	1	1	0,95	1,6	0	0,92	Optimo	0,55	Adecuado
(7-11)-2-3	0,5	0,08	0,58	1	0,95	0,70	1,2	0,3	0,54	Tolerable	0,31	Tolerable
(7-11)-2-4	0,5	0,1	0,6	1	0,95	0,70	1,2	0,2	0,56	Adecuado	0,34	"
(7-11)-3-5	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0	0,77	"	0,46	"
(7-11)-3-7	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0	0,77	"	0,46	"
(7-11)-3-6	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0	0,77	"	0,46	"
(7-11)-3-9	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1	0	0,81	"	0,57	Adecuado
(7-12)-2-3	0,5	0,2	0,7	0,7	0,70	1	1,7	0	0,38	Tolerable	0,27	Mediocre

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL ELEVACION	F. ESTABILIDAD CIMENTACION	F. TEMPERATURA (GRADOS C)	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(7-12)-3-1	0,5	0,2	0,7	1	0,80	1	1,1	0	0,78	Adecuado	0,55	Adecuado
(7-12)-3-2	0,5	0,1	0,6	1	0,95	0,95	1,1	0	0,89	"	0,54	"
(7-12)-5-1	0,4	0,4	0,8	0,7	0,75	1	1	0	0,53	"	0,42	Tolerable
(7-12)-5-2	0,5	0,3	0,6	0,7	0,75	1	1	0	0,53	"	0,42	"
(7-12)-6-2	0,4	0,3	0,7	0,7	0,75	1	1,7	0	0,43	Tolerable	0,30	"
(7-12)-6-3	0,4	0,2	0,6	0,7	0,75	1	1,7	0	0,43	"	0,30	"
(7-12)-6-8	0,4	0,2	0,6	0,7	0,75	0,95	1,7	0	0,39	"	0,24	Mediocre
(7-12)-6-10	0,5	0,2	0,7	1	0,80	1	1	0	0,80	Adecuado	0,56	Adecuado
(8-13)-1-1	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,44	Tolerable
(8-13)-2-1	0,5	0,3	0,8	1	0,70	0,70	1,6	0	0,32	Tolerable	0,26	Mediocre
(8-13)-5-3	0,5	0,1	0,6	1	0,80	1	1,2	0	0,77	Adecuado	0,46	Tolerable
(8-13)-5-7	0,5	0,1	0,6	1	1	0,70	1,3	0	0,63	"	0,38	"
(8-13)-5-8	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,90	1,2	0	0,67	"	0,54	Adecuado
(8-13)-6-7	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,90	1,2	0	0,67	"	0,40	Tolerable
(8-13)-8-1	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,2	0,2	0,44	Tolerable	0,27	Mediocre
(9-10)-2-1	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1	0,2	0,50	"	0,30	Tolerable

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL RELATIVO	F. DISTAN- CIA CIMENTO	F. (CONSERVACION)	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO	CON FACTOR ECOLOGICO		
(9-10)-2-2	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1	0,2	0,50	Tolerable	0,40	Tolerable
(9-10)-2-3	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,50	"
(9-10)-2-5	0,5	0,4	0,9	0,7	0,90	0,70	1,7	0,4	0,27	Mediocre	0,24	Mediocre
(9-10)-2-8	0,5	0,3	0,8	0,7	0,90	0,70	1,7	0,4	0,27	"	0,22	"
(9-10)-2-10	0,5	0,3	0,8	0,5	0,90	0,70	1,7	0,8	0,16	"	0,13	Malo
(9-10)-2-11	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,40	1,2	0,2	0,20	"	0,12	"
(9-10)-2-12	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0	0,46	Tolerable	0,27	Mediocre
(9-10)-2-13	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,40	1,7	0	0,46	"	0,37	Tolerable
(9-10)-2-14	0,5	0,2	0,7	1	0,90	1	1,7	0	0,84	Adecuado	0,59	Adecuado
(9-10)-2-15	0,5	0,3	0,8	1	0,70	0,70	1	0	0,49	Tolerable	0,39	Tolerable
(9-10)-3-1	0,5	0,1	0,6	1	0,70	0,90	1	0	0,63	Adecuado	0,38	"
(9-10)-3-2	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,90	1	0,2	0,67	Tolerable	0,40	"
(9-10)-3-3	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,70	1	0	0,56	Adecuado	0,50	Adecuado
(9-10)-3-6	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0	0,78	"	0,47	Tolerable
(9-10)-5-1	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,90	1,6	0	0,71	"	0,57	Adecuado
(9-10)-7-1	0,4	0,08	0,48	0,7	0,80	0,95	1,7	0	0,44	Tolerable	0,21	Mediocre

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FRETATICO	F. RESISTEN CIA CEMENTO	F. FUNDACION TERRAZA	F. ENTORNO URBANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	C _d	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(9-10)-8-1	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,4	0,2	0,48	Tolerable	0,29	Mediocre
(9-10)-8-2	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	Mediocre	0,14	Malo
(9-10)-8-3	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,6	0	0,48	Tolerable	0,29	Mediocre
(9-10)-8-4	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	Mediocre	0,11	Malo
(9-10)-8-7	0,5	0,2	0,7	0,7	0,90	0,70	1,7	0,8	0,22	"	0,15	Mediocre
(9-10)-8-8	0,5	0,2	0,7	0,7	0,70	0,70	1,7	0,8	0,12	Malo	0,08	Malo
(9-10)-8-10	0,5	0,2	0,7	0,7	0,80	0,70	1,7	0,8	0,16	Mediocre	0,11	Malo
(9-10)-8-12	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,40	1,7	0	0,14	Malo	0,09	"
(9-10)-8-13	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,40	1,7	0	0,14	"	0,09	"
(9-10)-8-16	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,90	1	0	0,81	Adecuado	0,65	Adecuado
(9-10)-8-17	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1,7	0,8	0,23	Mediocre	0,16	Mediocre
(9-10)-8-18	0,5	0,3	0,8	1	0,70	0,70	1,7	0,8	0,17	Malo	0,13	Malo
(9-10)-8-19	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,7	0,3	0,31	Tolerable	0,25	Mediocre
(9-10)-8-20	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,7	0,8	0,23	Mediocre	0,18	"
(9-10)-8-21	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,90	1,2	0,2	0,63	Adecuado	0,51	Adecuado
(9-10)-8-24	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1	0,2	0,50	Tolerable	0,35	Tolerable

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TUBERNOLOGIA	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO	CON FACTOR ECOLOGICO		
(9-10)-8-29	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	Tolerable	0,33	Tolerable
(9-10)-8-30	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,2	0	0,50	"	0,30	"
(9-10)-8-34	0,5	0,3	0,8	0,5	0,90	0,70	1,7	0,3	0,20	Mediocre	0,16	Mediocre
(9-10)-8-37	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0	0,78	Tolerable	0,47	Tolerable
(9-10)-8-38	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1	0	0,81	"	0,49	"
(9-10)-8-40	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	"	0,34	"
(9-10)-8-41	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	"	0,34	"
(9-10)-8-43	0,5	0,3	0,8	0,7	0,90	1	1,2	0	0,61	Adecuado	0,50	"
(9-10)-8-44	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1,2	0	0,78	"	0,54	"
(9-10)-8-45	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,90	1	0	0,81	"	0,65	Adecuado
(9-10)-8-46	0,5	0,1	0,6	0,70	0,7	0,70	1	0,3	0,40	Tolerable	0,28	Mediocre
(9-10)-8-47	0,5	0,08	0,58	0,70	0,70	0,70	1	0,3	0,40	"	0,23	"
(9-10)-8-49	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,34	Tolerable
(9-10)-8-51	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,34	"
(9-10)-8-52	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,38	"
(9-10)-8-53	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,2	0,2	0,24	Mediocre	0,17	Mediocre

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. REVELA FISICO	F. RESISTEN CIA CEMENTO	F. TERRENO FISICO	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(9-10)-8-54	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,2	0,3	0,42	Tolerable	0,25	Mediocre
(9-10)-8-55	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,40	Tolerable
(9-10)-8-58	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,38	"
(9-10)-8-59	0,5	0,2	0,7	0,7	0,70	0,70	1,2	0,3	0,34	"	0,24	Mediocre
(9-10)-8-60	0,5	0,3	0,8	0,7	0,90	0,70	1,2	0,2	0,52	"	0,42	Tolerable
(9-10)-8-62	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1	0	0,63	Adecuado	0,50	Adecuado
(9-10)-8-65	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	Tolerable	0,34	Tolerable
(9-10)-8-66	0,5	0,08	0,58	1	0,90	0,60	1,4	0,5	0,31	"	0,18	Mediocre
(9-10)-8-67	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,40	Tolerable
(9-10)-8-69	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Adecuado	0,40	"
(9-10)-8-71	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,40	1	0	0,32	Tolerable	0,19	Mediocre
(9-10)-8-72	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,9	0,30	"	0,21	"
(9-10)-8-73	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,2	0	0,50	"	0,30	Tolerable
(9-10)-8-74	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,4	0,5	0,33	"	0,20	Mediocre
(9-10)-8-75	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,4	0,4	0,35	"	0,21	"
(9-10)-8-78	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,3	0,55	"	0,33	Tolerable

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			I. NIVEL FREATICO α	I. RESISTENCIA CEMENTO β	I. TEMPERATURA θ	I. ENTORNO HUMANO η	I. RED DE DRENAJ δ	EVALUACION			
	Ca	P	I						SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(9-10)-8-80	0,4	0,1	0,5	0,3	0,90	0,90	1,1	0,8	0,20	Mediocre	0,10	Malo
(9-10)-8-81	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0,9	0,30	Tolerable	0,18	Mediocre
(9-10)-8-82	0,4	0,2	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	"	0,25	"
(9-10)-8-83	0,4	0,1	0,5	0,7	0,90	0,70	1,7	0,9	0,21	Mediocre	0,11	Malo
(9-10)-8-84	0,4	0,05	0,45	0,5	0,80	1	1,7	0,8	0,29	"	0,13	"
(9-10)-8-85	0,4	0,05	0,45	0,5	0,80	0,95	1,7	0,8	0,25	"	0,11	"
(9-10)-8-86	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,70	1,2	0,3	0,50	Tolerable	0,28	"
(9-10)-8-87	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	"	0,25	Mediocre
(9-10)-8-88	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0,2	0,52	"	0,31	Tolerable
(9-10)-8-89	0,4	0,05	0,45	0,5	0,80	0,90	1,7	0,8	0,22	Mediocre	0,10	Malo
(9-10)-8-90	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,3	0	0,76	Tolerable	0,46	Tolerable
(9-11)-4-9	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,90	1,7	0	0,70	Adecuado	0,56	"
(9-11)-4-10	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	Tolerable	0,29	Mediocre
(9-11)-6-2	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,90	1	0,3	0,65	"	0,39	Tolerable
(9-11)-7-1	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,3	0,55	"	0,33	"
(9-11)-7-2	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	Adecuado	0,46	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. ASISTENCIA CEMENTO	F. TORRENICO	F. ENORMO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(9-11)-7-3	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Tolerable	0,46	Tolerable
(9-11)-7-4	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,46	"
(9-11)-7-5	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0,2	0,52	"	0,31	"
(9-11)-7-6	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0,2	0,74	"	0,45	"
(9-11)-7-7	0,5	0,1	0,6	1	0,90	1	1	0,3	0,87	"	0,52	"
(9-11)-7-8	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0,3	0,50	"	0,30	"
(9-11)-7-9	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0,2	0,74	"	0,45	"
(9-11)-7-10	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,2	0,2	0,74	"	0,45	"
(9-11)-7-11	0,5	0,2	0,8	1	0,90	0,90	1,2	0	0,78	"	0,62	"
(9-11)-7-12	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1	0,2	0,78	"	0,47	"
(9-11)-7-13	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,40	"
(9-11)-7-14	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,95	1,3	0	0,82	"	0,49	"
(9-11)-7-15	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1,3	0	0,76	"	0,53	"
(9-11)-7-17	0,5	0,1	0,6	0,7	0,70	0,70	1,2	0,3	0,34	"	0,21	Mediocre
(9-12)-1-2	0,5	0,2	0,7	0,7	0,90	1	1	0	0,63	Adecuado	0,44	Tolerable
(9-12)-1-3	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,95	1	0	0,86	Tolerable	0,60	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL TRATADO	F. RESISTEN CIA CEMENTO	F. TORSION CO	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(9-12)-1-4	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,7	0	0,70	Adecuado	0,42	Tolerable
(9-12)-2-4	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,90	1,1	0	0,70	"	0,42	"
(9-12)-2-5	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,90	1,7	0	0,70	"	0,42	"
(9-12)-5-1	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,95	1,7	0	0,77	"	0,54	Adecuado
(9-12)-5-3	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1,1	0	0,79	"	0,56	"
(9-12)-5-4	0,5	0,3	0,8	1	0,70	0,90	1	0	0,63	"	0,50	"
(9-12)-6-1	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,44	Tolerable
(9-12)-6-2	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,44	"
(9-12)-6-3	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,44	"
(9-12)-7-2	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1	0	0,56	"	0,45	"
(9-13)-1-2	0,5	0,3	0,8	1	0,70	0,70	1,7	0,2	0,26	Mediocre	0,21	Mediocre
(10-10)-1-26	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,3	0	0,26	"	0,16	"
(10-10)-5-1	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,2	0	0,29	"	0,21	"
(10-10)-5-2	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,90	1,2	0	0,78	Adecuado	0,62	Adecuado
(10-10)-5-5	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	Tolerable	0,25	Mediocre
(10-10)-5-6	0,5	0,2	0,7	0,7	0,80	0,70	1	0,2	0,35	"	0,24	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FRETATICO	F. RESISTEN- CIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-10)-5-7	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1	0,5	0,42	Tolerable	0,29	Mediocre
(10-10)-5-8	0,5	0,2	0,7	0,7	0,80	0,70	1	0,3	0,33	"	0,23	"
(10-10)-5-9	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1	0	0,56	"	0,39	Tolerable
(10-10)-5-10	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,70	1	0	0,56	"	0,39	"
(10-10)-5-11	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,3	0,55	"	0,33	"
(10-10)-5-12	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,3	0,55	"	0,33	"
(10-10)-5-13	0,5	0,1	0,6	0,7	0,90	0,70	1,2	0,3	0,39	"	0,23	Mediocre
(10-10)-5-14	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0,2	0,52	"	0,31	Tolerable
(10-10)-5-15	0,5	0,1	0,6	0,7	0,90	0,70	1	0,3	0,38	"	0,23	Mediocre
(10-10)-5-16	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,3	0,55	"	0,33	Tolerable
(10-10)-5-17	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,7	0,5	0,11	Malo	0,08	Malo
(10-10)-5-18	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1	0,5	0,22	Mediocre	0,15	Mediocre
(10-10)-5-19	0,5	0,2	0,7	0,5	0,90	0,80	1,7	0,5	0,24	"	0,17	"
(10-10)-5-21	0,5	0,1	0,6	0,5	0,90	0,70	1,7	0,8	0,16	"	0,09	Malo
(10-10)-5-22	0,5	0,1	0,6	0,5	0,90	0,70	1,2	0,3	0,25	"	0,15	Mediocre
(10-10)-5-23	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,3	0,3	0,48	Tolerable	0,29	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			f. NIVEL FRIATICO	f. RESISTENCIA CEMENTO	f. TEMPERATURA	f. ENTORNO HUMANO	f. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-10)-5-24	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,8	0,08	Malo	0,05	Inadmisible
(10-10)-5-25	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,3	0,13	"	0,08	Malo
(10-10)-5-26	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	Tolerable	0,29	Mediocre
(10-10)-5-27	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0	0,46	"	0,32	Tolerable
(10-10)-5-28	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0,3	0,40	"	0,24	Mediocre
(10-10)-5-31	0,5	0,2	0,7	0,7	1	0,70	1,7	0,9	0,28	Mediocre	0,19	"
(10-10)-5-32	0,5	0,2	0,7	1	1	0,70	1,7	0,9	0,40	Tolerable	0,28	"
(10-10)-5-33	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,8	0,08	Malo	0,05	Inadmisible
(10-10)-5-34	0,5	0,3	0,8	0,5	0,90	0,70	1,7	0,8	0,16	Mediocre	0,13	Malo
(10-10)-5-35	0,5	0,2	0,7	0,7	0,90	0,70	1,7	0,8	0,22	"	0,15	Mediocre
(10-10)-5-36	0,5	0,2	0,7	0,7	0,90	0,70	1,7	0,8	0,22	"	0,15	"
(10-10)-5-37	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Tolerable	0,34	Tolerable
(10-10)-5-38	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,8	0,08	Malo	0,05	Inadmisible
(10-10)-5-39	0,5	0,1	0,6	1	0,70	0,70	1	0,3	0,40	Tolerable	0,24	Mediocre
(10-10)-5-40	0,5	0,1	0,6	1	0,70	0,80	1	0,3	0,47	"	0,28	"
(10-10)-5-41	0,5	0,1	0,6	1	0,70	0,70	1	0,3	0,40	"	0,24	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL TRIATICO	B. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-10)-5-42	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,7	0	0,37	Tolerable	0,30	Tolerable
(10-10)-5-43	0,5	0,3	0,8	0,7	0,90	0,40	1,7	0,9	0,05	Inadmisible	0,04	Inadmisible
(10-10)-5-44	0,5	0,3	0,8	0,5	0,90	0,70	1,7	0,9	0,15	Malo	0,12	Malo
(10-10)-5-46	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1	0	0,56	Tolerable	0,34	Tolerable
(10-10)-5-48	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	"	0,29	Mediocre
(10-10)-5-49	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,6	0	0,47	"	0,33	Tolerable
(10-10)-5-50	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1	0	0,36	"	0,22	Mediocre
(10-10)-5-51	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0,2	0,57	"	0,34	Tolerable
(10-10)-5-52	0,5	0,2	0,7	1	0,60	0,70	1,2	0	0,35	"	0,25	Mediocre
(10-10)-5-53	0,5	0,2	0,7	1	0,60	0,70	1	0,2	0,35	"	0,25	"
(10-10)-5-54	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1	0	0,36	"	0,22	"
(10-10)-5-55	0,5	0,08	0,58	1	0,90	0,70	1,6	0,5	0,38	"	0,22	"
(10-10)-5-56	0,5	0,08	0,58	1	0,90	0,40	1,7	0,5	0,11	Malo	0,06	Inadmisible
(10-10)-5-61	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	Tolerable	0,44	Tolerable
(10-10)-5-62	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Adecuado	0,40	Tolerable
(10-10)-5-63	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,6	0	0,40	Tolerable	0,32	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FRIATICO	F. RESISTEN- CIA CIMIENTO	F. TOPOGRAFICO	F. ENTORNO HUMANO	F. RLD DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-10)-5-64	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1	0,2	0,78	Tolerable	0,54	Tolerable
(10-10)-5-65	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,3	0,13	Malo	0,08	Malo
(10-10)-5-66	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Tolerable	0,34	Tolerable
(10-10)-5-67	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,2	0,13	Malo	0,08	Malo
(10-10)-5-68	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,2	0,13	"	0,08	"
(10-10)-5-69	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,60	1,7	0,3	0,29	Mediocre	0,17	Mediocre
(10-10)-5-70	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,60	1,7	0,5	0,25	"	0,15	Malo
(10-10)-5-71	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,60	1,7	0,6	0,24	"	0,15	"
(10-10)-5-72	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Tolerable	0,40	Tolerable
(10-10)-5-73	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,3	0,40	"	0,28	Mediocre
(10-10)-5-74	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	"	0,29	"
(10-10)-5-75	0,5	0,1	0,6	0,3	0,90	1	1,7	0,9	0,23	Mediocre	0,14	Malo
(10-10)-5-76	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1	0,2	0,78	Tolerable	0,54	Tolerable
(10-10)-5-77	0,5	0,2	0,7	1	0,70	0,70	1,3	0	0,40	"	0,28	Mediocre
(10-10)-5-78	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,3	0,40	"	0,28	"
(10-10)-5-82	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0	0,46	"	0,32	Tolerable

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL RELATIVO	F. RESISTEN- CIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. INTRUENO HUMANO	F. RED. DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-10)-5-83	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	Tolerable	0,44	Tolerable
(10-10)-5-84	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,34	"
(10-10)-5-85	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0	0,46	"	0,32	"
(10-10)-5-87	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,34	"
(10-10)-5-90	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,60	1,7	0,5	0,26	Mediocre	0,14	Malo
(10-10)-5-91	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,60	1,7	0,5	0,26	"	0,14	"
(10-10)-6-50	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,40	1,7	0	0,14	Malo	0,10	"
(10-10)-6-51	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	Mediocre	0,11	"
(10-10)-6-52	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,7	0,3	0,40	Tolerable	0,24	Mediocre
(10-10)-6-55	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,38	Tolerable
(10-10)-6-57	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,38	"
(10-10)-6-58	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1	0	0,63	"	0,44	"
(10-11)-1-1	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,60	1	0,6	0,37	"	0,22	Mediocre
(10-11)-1-2	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,70	1	0,3	0,55	"	0,30	Tolerable
(10-11)-1-3	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1	0,2	0,29	Mediocre	0,18	Mediocre
(10-11)-1-4	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0,2	0,52	Tolerable	0,31	Tolerable

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL RELATIVO	F. RESISTEN- CIA CEMENTO	F. TONERIVICO	F. INIURNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-11)-1-5	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1	0	0,36	Tolerable	0,25	Mediocre
(10-11)-1-6	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1	0	0,36	"	0,25	"
(10-11)-1-7	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1	0	0,36	"	0,25	"
(10-11)-1-10	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	"	0,34	Tolerable
(10-11)-1-11	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1	0	0,36	"	0,25	Mediocre
(10-11)-1-12	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,70	1,2	0,2	0,52	"	0,31	Tolerable
(10-11)-1-13	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,2	0	0,29	Mediocre	0,21	Mediocre
(10-11)-1-14	0,5	0,1	0,6	0,7	0,90	0,70	1,7	0,8	0,22	"	0,13	Malo
(10-11)-1-16	0,5	0,1	0,6	1	0,80	0,70	1,7	0,2	0,33	Tolerable	0,20	Mediocre
(10-11)-1-17	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,40	1,7	0,8	0,08	Malo	0,04	Inadmisible
(10-11)-1-18	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,3	0,13	"	0,08	Malo
(10-11)-1-19	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,40	1,7	0,2	0,14	"	0,08	"
(10-11)-1-20	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	Mediocre	0,11	"
(10-11)-1-21	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,2	0	0,57	Tolerable	0,40	Tolerable
(10-11)-1-22	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1	0	0,36	"	0,25	Mediocre
(10-11)-1-23	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,2	0,2	0,24	Mediocre	0,17	"

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CUBIERTO	F. TOPOGRAFICO	F. INJUNTO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-11)-1-25	0,5	0,1	0,6	1	0,90	0,40	1,7	0,2	0,14	Malo	0,09	Malo
(10-11)-1-26	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,4	0,38	Tolerable	0,27	Mediocre
(10-11)-1-27	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,80	1,7	0,5	0,49	"	0,39	Tolerable
(10-11)-1-28	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1,7	0,2	0,42	"	0,33	"
(10-11)-1-29	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	Mediocre	0,14	Malo
(10-11)-1-31	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,70	1,7	0,8	0,32	Tolerable	0,22	Mediocre
(10-11)-1-32	0,5	0,05	0,55	1	0,90	0,40	1,7	0,2	0,14	Malo	0,08	Malo
(10-11)-2-1	0,5	0,4	0,9	0,5	0,90	0,90	1,7	0	0,35	Tolerable	0,31	Tolerable
(10-11)-2-2	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	Mediocre	0,14	Malo
(10-11)-2-3	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	"	0,12	"
(10-11)-2-4	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,40	1,7	0	0,18	"	0,12	"
(10-11)-2-5	0,5	0,2	0,7	0,7	0,90	0,40	1,7	0,8	0,12	Malo	0,09	"
(10-11)-2-7	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,40	1,7	0	0,14	"	0,10	"
(10-11)-2-8	0,5	0,2	0,7	0,5	0,80	0,90	1,7	0,8	0,22	Mediocre	0,15	Mediocre
(10-11)-2-11	0,5	0,1	0,6	0,7	0,70	0,80	1,7	0,8	0,16	"	0,10	Malo
(10-11)-2-12	0,5	0,2	0,7	0,7	0,70	0,80	1,7	0,8	0,16	"	0,11	"

CUADRO N°: 5

EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE IMPLANTACION

CODIGO	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTENCIA CEMENTO	F. TOPOGRAFICO	F. INIORNO HUMANO	F. RED DE DRENAJE	EVALUACION			
	Ca	P	I	α	β	θ	γ	B	SIN FACTOR ECOLOGICO		CON FACTOR ECOLOGICO	
(10-11)-2-15	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,70	1	0	0,63	Tolerable	0,50	Tolerable
(10-11)-2-17	0,5	0,3	0,8	0,5	0,90	0,70	1,7	0,9	0,15	Malo	0,12	Malo
(10-11)-2-19	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,90	1	0	0,81	Adecuado	0,57	Adecuado

8.4.- CONCLUSIONES

El resultado de la aplicación del parámetro numérico Qe a las estructuras inventariadas en la provincia de Orense se presenta en el siguiente cuadro.

Condiciones de <u>Implantación</u>	<u>Sin factor Ecológ.</u>		<u>Con factor Ecológi.</u>	
	<u>Nº Estruct.</u>	<u>%</u>	<u>Nº Estruct.</u>	<u>%</u>
Optimo	1	0,4	-	-
Adecuado	57	20,7	20	7,3
Tolerable	146	53,1	125	45,4
Mediocre	47	17,1	80	29,1
Malo	23	8,3	45	16,4
Inadmisible	1	0,4	5	1,8
	<u>275</u>	<u>100,0</u>	<u>275</u>	<u>100,0</u>

A la vista de las estimaciones efectuadas, los valores más bajos de Qe se dan en aquellas estructuras que pueden sufrir los efectos de ríos o cursos de agua, con un talud muy acusado del terreno de implantación, o bien están situadas en los mismos cauces obligando al agua a circular a través de los materiales y pudiendo llegar a producir un represamiento del río. Otros valores bajos de Qe se dan en aquellas estructuras que presentan problemas de estabilidad y están situadas en la proximidad de carreteras o vías de comunicación afectando a las mismas.

De todas formas, se recuerda que los medios empleados en la toma de datos de campo tan importantes como las condiciones geológicas e hidrogeológicas exactas del sustrato y del recubrimiento y de los parámetros geomecánicos de las estructuras, no permiten más que considerar los resultados expuestos como estimativos. Ello quiere decir que en los casos en que la acumulación de signos de inestabilidad con malas condiciones del sustrato, granulometría desfavorable y volumen almacenado importante, se recomienda, aún con estimación no muy desfavorable, acometer estudios detallados para cuantificar los parámetros resistentes.

9 .- REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

El efecto combinado del encarecimiento de las materias primas, de los costes energéticos y del suelo, tanto agrícola, industrial o urbano, junto a la toma de conciencia de la degradación ambiental producida por las estructuras mineras, ha producido en los últimos años una cierta cantidad de estudios y técnicas de aprovechamiento de tales estructuras, condicionadas 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 elaborado, en condiciones de competitividad con las materias primas in situ, o aprovechar el espacio ocupado por las estructuras residuales, también después de un tratamiento de las

superficies, que puede ser bastante complejo, suavizando perfiles y revejetando para su integración como zona natural en su entorno, o empleando el espacio como suelo industrial o urbano.

9 .1.- UTILIDAD DE LOS RESIDUOS ALMACENADOS.

Las estructuras inventariadas en la provincia de Orense, cuyo volumen parcial o total tiene mayor consideración desde el punto de vista de posible reutilización, son las relacionadas con las explotaciones de pizarras, estaño-tantalita, granito ornamental y áridos de trituración con sus respectivas plantas de tratamiento machaqueo y clasificación.

Los materiales de las escombreras de pizarras pueden utilizarse para relleno de algunos huecos y áridos para pistas, aunque el emplazamiento de algunas de ellas hace que el remover los materiales resulte totalmente antieconómico.

Podría estudiarse el lavado de las balsas y escombreras de estaño-tantalita, pero tendrían que darse condiciones muy favorables en el mercado, ya que las leyes son bajas. De hecho, el enorme volumen de residuos proviene de los ratios tan bajos con los que se ha explotado el mineral.

Las canteras de granitos ornamentales generan unos residuos heterométricos para los cuales existen dos tipos de recuperación.

El primero de ellos es su uso como áridos, para lo cual son llevados a la correspondiente planta de trituración y clasificación. El segundo, específico de este tipo de residuos, consiste en seleccionar ciertas piezas que, por sus características, pueden trabajarse de forma artesanal para la obtención de piezas de mampostería, postes, bordillos, adoquines, etc.

Los residuos de las explotaciones de áridos de trituración y sus respectivas plantas de machaqueo y clasificación, están formados principalmente por dos tipos de materiales:

a) Tierras de recubrimiento, que en muchos casos se emplean para acondicionar superficies de cultivo, o para prácticas de repoblación forestal, ya que en muchas zonas de Galicia la cobertera presenta un espesor escaso o casi nulo.

b) Finos de lavado, que puedan utilizarse como material de relleno, bien de corta, o bien para prácticas de restauración.

Los residuos de la restante minería (áridos naturales, arenas graníticas, etc.) son francamente reducidos, a excepción de algún stock de arcillas, con impacto irrelevante y es de creer que, de emprender alguna práctica de restauración, esta pasaría por el relleno parcial de los huecos creados por la propia explotación, que mediante barreras visuales quedaría oculta.

9.2.- UTILIDAD DEL ESPACIO FISICO OCUPADO

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

La orientación que se da a la integración en el entorno de las zonas afectadas por las estructuras residuales mineras, requiere conocer de antemano el uso futuro de los terrenos.

Ciertos tipos de usos, tales como el urbano e industrial, requieren unas características muy específicas en cuanto a morfología, estabilidad, situación,... que permitan construir con seguridad y coste competitivo.

Esto no ocurre en casos de utilización para zonas verdes, deportivas, agrícolas o forestales, que suelen presentar menos dificultades de cara a su ejecución.

Es pues el tipo de terreno que ocupan las estructuras lo que debe marcar la integración de las mismas.

10 . CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

La filosofía con que se ha planteado el presente trabajo, así como la metodología empleada para llevarlo a cabo, no puede cubrir la realización de estudios geotécnicos o hidrogeológicos en profundidad, con cartografía a escala adecuada, del sustrato de implantación y de la cuenca aguas abajo de la estructura, ni sondeos en la misma para determinar los parámetros geotécnicos más importantes que condicionan la estabilidad y, por tanto, la seguridad del entorno (sobre todo aguas abajo), en caso de fallo parcial o total.

Se pretende inventariar todas las estructuras residuales de alguna importancia en el orden prioritario ya explicado, utilizando toda la información geológica, geotécnica y minera, que sea accesible, filtrada con los criterios profesionales prácticos, después de haber visitado muchas estructuras, de diferentes mineras, tipologías y regiones del país, de forma que queden suficientemente analizadas y descritas las condiciones fundamentales de implantación. Al mismo tiempo se expresarán claramente los casos en que por la falta de información, por las condiciones aparentes de inestabilidad o por

las posibles consecuencias de su colapso, sea recomendable acometer estudios complementarios, o medidas de aislamiento del entorno de fácil realización, hasta el momento de su neutralización definitiva.

En este sentido, se mencionan en este capítulo aquellas estructuras (o conjuntos de estructuras) que merecen un interés especial por alguno de los motivos mencionados.

1C.1.- ESCOMBRERAS DE LAS EXPLOTACIONES DE PIZARRAS DE LA ZONA DE VALDEORRAS

La topografía de la zona es bastante accidentada, con ríos por lo general encajados y con pendientes muy fuertes en las laderas que forman los valles.

La red hidrográfica presenta un gran desarrollo, al que contribuyen factores tanto climáticos como orográficos y geológicos.

La hidrografía está controlada dentro de los factores climáticos por la precipitación, alcanzando la media anual en el período 1961-1980 un valor de 829,5 mm y siendo los meses más lluviosos los de Febrero (122,0 mm), según los datos del Servicio Meteorológico Nacional.

La accidentada orografía de la región condiciona totalmente el agua de escorrentía y de retención superficial, dando lugar a variaciones acusadas en el caudal de los ríos en función de las condiciones climatológicas.

El hecho de que la casi totalidad de los materiales sean pizarras y cuarcitas prácticamente impermeables, origina una mínima existencia de aguas de infiltración subterránea, hecho que es constatable por la íntima relación entre las crecidas y/o descensos del caudal de los ríos con las precipitaciones.

Desde el punto de vista hidrográfico, pertenece esta zona a la cuenca del río Sill, del que son afluentes por el norte los ríos Leira, S. Julian, Forcadela y Rubiana, y por el sur los ríos Casayo, Candis y Sotillo.

La parte sur es la que presenta mayores problemas debidos a las explotaciones de pizarras. Tanto el río Casayo, principal cauce de la misma, como sus afluentes Valborrás, San Gil, Riodolas y los de cuencas adyacentes, ríos Candis y Sotillo, se encuentran afectados en varios puntos por el vertido de escombros. Lo mismo ocurre con multitud de arroyos y cauces menores. En la fotografía N° 6 puede verse una de las zonas del valle del río Casayo con una gran concentración de explotaciones.



FOTO N° 6.- Zona de Castaño en el valle del río Casayo.

Orográficamente pertenece a la Sierra del Eje y a todas sus estribaciones noroccidentales. La topografía es muy abrupta con cotas que van desde los 330 m s.n.m. en la desembocadura del Casayo en el río Sil, a los 2.119 m en el punto más alto de la cuenca del mencionado Casayo en Peña Trevinca. Todos los montes son redondeados y con pendientes fuertes hacia los valles.

Las explotaciones de pizarra de la zona se encuentran en un sinclinal de dirección WNW-ESE de edad hercínica. Prácticamente (según A. Pérez Estaun) se trata de un pliegue isoclinal con el plano axial horizontal. La serie estratigráfica va desde el cámbrico medio o superior (serie de la pizarra de los Cabos) hasta el silúrico inferior, comprendiendo un ordovícico medio y superior.

La pizarra explotable para techar se encuentra cuando, dentro de paquetes definidos por su litología, (por tanto se podrían utilizar criterios estratigráficos), se da una coincidencia entre la esquistosidad primaria y la derivada de la tectónica. Esta disposición de las masas explotables arroja cierta luz sobre la forma en que se distribuyen las explotaciones.

En general los pizarreros se limitan a seguir el curso de los afluentes del Sil, que son ríos subsecuentes a la estructura tectónica de la zona, es decir, perpendiculares al rumbo del sinclinal; detectan los paquetes litológicamente favorables (pizarras pobres en carbonatos y pirita) y tras unas primeras labores de desbroce y unas pequeñas calicatas prueban la exfoliabilidad del

material. Si ésta es buena, es decir si la pizarrosidad primaria y la secundaria coinciden, la explotabilidad del paquete sólo dependerá de la alteración que pueda haber sufrido, ya sea por meteorización o por otros esfuerzos tectónicos posteriores.

Esta forma de operar determina que todas las explotaciones se encuentren en los valles de los ríos y, por lo tanto, en la mayoría de los casos, hace obligatorio la localización de las escombreras en el cauce, como se muestra en las fotografías nº 7 y 8.



FOTO Nº 7.- Vertido de escombros a lo largo del cauce del río Riodolas

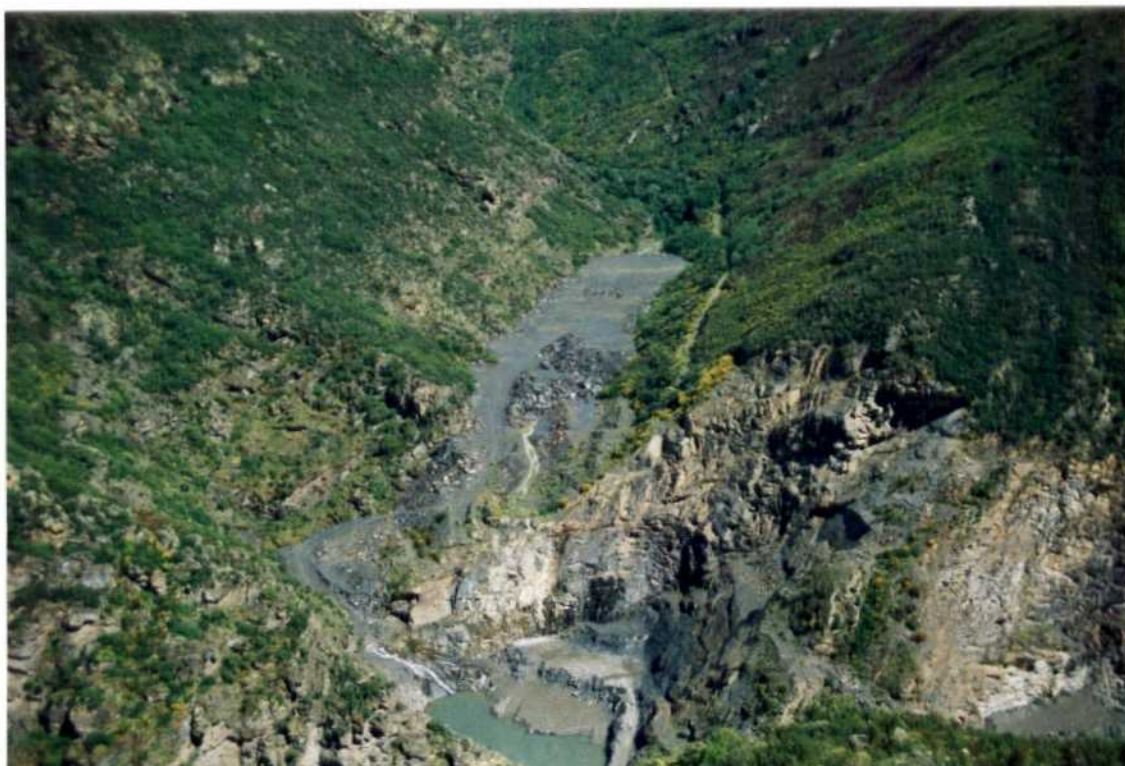


FOTO N° 8.- Escombros rellenoando totalmente el fondo de un barranco que vierte sus aguas al río Riodolas.

Salvo en una sola explotación, el sistema de laboreo es a cielo abierto, con un sistema muy simple a base de explosivos y palas cargadoras. Han llegado a producirse voladuras de hasta 8 y 10.000 Kg, lo que da una idea del volumen de material que se remueve en estas explotaciones. La primera fase consiste en eliminar el recubrimiento y el estéril sobre la "capa". Luego se produce a base de pala cargadora a la extracción de grandes bloques de pizarra exfoliable, estos se transportan a las plantas de preparación,

donde (en el caso más sofisticado) se cortan con sierra hasta darles un tamaño adecuado, luego se separan las hojas manualmente con martillo y cincel y estas se cortan con una especie de gillotina al tamaño y forma deseados. La recuperación es naturalmente muy baja, del orden de un 1/5 de la pizarra extraída. A este volumen de desechos debe añadirse la gran cantidad de material que se remueve en desmontes innecesarios, frentes fallidos y creación de pistas de acceso (el principal problema) por lo que el volumen de escombros que se producen es increíblemente alto. (A veces se obtiene una relación 1/70).

Por otro lado, las plantas de tratamiento como las explotaciones, se han establecido de un modo anárquico, más o menos mecanizadas, según las posibilidades de cada propietario, con lo que pocas veces hay plantas que funcionen para varias canteras, sino que prácticamente cada planta de tratamiento está más o menos mecanizada y a mayor o menor distancia de la explotación.

Estas actividades y los desechos consiguientes se apiñan hoy día en áreas muy reducidas dentro de la zona de Valdeorras como puede apreciarse en los mapas adjuntos, ya que las explotaciones siguen los estrechos afloramientos de las capas en los valles, originando los problemas que se citan a continuación:

El primer problema viene condicionado por lo escarpado del relieve que obliga a colocar las escombreras sobre pendientes en

general mayores de 30°. En algunos casos se complica por la existencia de un recubrimiento, resultado de la alteración de las pizarras, por tanto bastante arcilloso y por una vegetación de monte bajo. Generalmente en el asentamiento de las escombreras no se ha llevado a cabo ninguna limpieza de la vegetación y mucho menos se han instalado sistemas de drenaje ya que la naturaleza del material (grandes bloques) no presenta problemas de drenaje. Pero desde luego no



FOTO N° 9.- Realización de labores en el mismo cauce del río Valborrás

se ha prestado ninguna atención a la existencia más abajo de las estructuras de: poblaciones, canales, etc. El relativo buen asiento de la pizarra en lajas ha permitido, sin embargo una cierta tranquilidad y salvo en algunos casos no se ha seguido ningún procedimiento de compactación o de creación de bancos de protección.

El problema más grave que se presenta es el del aterramiento. Se presenta en los cauces de los ríos Leira, Candís y Casayo con características muy alarmantes. Las escombreras no se limitan a situarse cerca de los cauces, sino que en muchas ocasiones los trabajos y las escombreras los invaden cubriéndoles por completo y obligando al río a filtrarse a través de la escombrera. Dos claros ejemplos de ello pueden verse en las fotografías n°9 y 10.



FOTO N° 10.- Escombrera (9-10-8-20) causando el aterramiento del río Candís.

La situación más crítica la plantea el río Casayo y sus afluentes Riodelas, S. Gil y Valiborrás, ya que sus cauces quedan interrumpidos en ocasiones por escombreras y labores que se desarrollan sobre los mismos directamente. Existe la posibilidad de que el paso del agua a través de los escombros, vaya depositando materiales finos, arcilla y limos, que impermeabilicen la masa de escombreras, formándose así una o más barreras o tapones que represan las aguas impidiendo su normal circulación. De esta forma, como el embalsamiento es totalmente anárquico, puede suceder que una precipitación intensa, gota fría, deshielo brusco, etc., provoque una gran avenida que rompa esos embalses circunstanciales y produzca una onda de agua punta, tanto mayor cuanto más grandes sean los volúmenes de los embalses provocados. Esta onda de agua puede afectar gravemente a todo lo que se encuentre aguas abajo de la misma. Además el río está cerrado por un pequeño embalse (embalse de Casayo) en su unión con el Sil, cuya presa podría sufrir importantes daños, así como el puente y las edificaciones cercanas a él en el mismo pueblo de Sobradelo de Valdeornas.

El enturbiamiento es pues, un fenómeno que no solo tendrá consecuencias para la fauna del río, sino que puede ser un poderoso factor de aterramiento para los pantanos de la zona.

Los problemas que originan las escombreras situadas en el río Sil, cuyo orden de magnitud en cuanto al caudal o cuenca es

superior al de los otros rios mencionados hasta ahora, son diferentes ya que no consisten en general en problemas de estabilidad. Se encuentran en la margen izquierda del río ocupando el reducido llano del cauce. Sobre ellas se sitúan las plantas de tratamiento ya que la compacidad de la pizarra permite con gran facilidad el tráfico de vehículos pesados y el asentamiento de edificios ligeros. En los tres casos el problema surge al tener en cuenta que la ocupación del cauce es lo suficientemente importante como para que el río lama el talud de las escombreras. Un segundo inconveniente se presenta al tener en cuenta el enturbamiento del río, pero no puede precisarse exactamente si la turbidez proviene de estas escombreras o de las colocadas río arriba en la provincia de León.

Si hasta ahora se ha hablado de la influencia de las escombreras sobre rios, arroyos o embalses, no hay que olvidar la que ejercen sobre poblaciones y vias de comunicación. Así, cerca del pueblo de Lardeira se encuentra uno de los mayores conjuntos de la región en la parte superior de la cuenca del recepción de uno de los arroyos que vierten al río Casayo (Fotografía nº 11). Es el conjunto de las escombreras 10-10-5-55 y 10-10-5-56, que practicamente cubren la cuenca y ciegan el paso del arroyo por completo. Las posibilidades de que corten la carretera de Sobradelo a Casayo, única via de acceso al valle, son altas.



FOTO N° 11.- Grupo de escombreras 10-10-5-55 y 10-10-5-56 cubriendo totalmente una cuenca de recepción y pudiendo afectar a la carretera de Sobradelo a Casayo.

10.2.- EL CENTRO MINERO DE PENOUTA.

10.2.1.- Características generales.

La mina de Penouta se sitúa geológicamente en el flanco oriental del anticlinorio de la Mezquita, constituido fundamentalmente por

la llamada Serie de Viana, complejo metamórfico suprayacente al "Olló de Sapo".

En esta zona, excepto los afloramientos del "Olló de Sapo" que corresponden a los materiales que, localmente, se han denominado "Serie de Pala Cerrada" (IGME 1.976, actualmente ITGE), no existen materiales que puedan ser atribuidos con certeza al Precámbrico. El "Olló de Sapo" forma los materiales que afloran en el núcleo del anticlinorio del mismo nombre.

La zona de la mina de Penouta está en el flanco inverso del anticlinal del "Olló de Sapo" y situada topográficamente sobre la "Serie de Viana".

El yacimiento minero está constituido por una masa granítica encajada en rocas metamórficas, habiéndose explotado casi exclusivamente granitos caolinizados para beneficiar casiterita y tantalita. El granito ha emitido, además, un penacho apical de filones, de cuarzo mineralizado que ya han sido explotados; adoptan una disposición radial y afloran en las zonas altas del cerro inmediato a las últimas explotaciones. Su roca de caja son micaesquistos granatíferos y llegan a extenderse por el valle existente al este del mencionado cerro. Según información de la mina, hubo zonas de recubrimientos eluviales en sus laderas que fueron explotados y que tenían un alto contenido en casiterita.

El problema de delimitación del criadero se debe a la circunstancia de que esté formado por una roca intrusiva, alterada en parte, y su roca encajante, estando la casiterita diseminada en ambas formaciones con leyes teóricamente económicas. Desde un punto de vista puramente geológico no se ha conseguido todavía acotar el yacimiento.

El yacimiento se ha dividido tradicionalmente en tres cortas: Norte, Centro y Sur. La última explotación de la mina se restringió al granito alterado y caolinizado de la corta Sur, fácilmente extraíble con pala mecánica.

La fotografía nº 12 muestra el aspecto de la zona Norte en la actualidad.

El Centro Minero de Penouta estuvo limitado económicamente por su lavadero, en el que no había machacadora, habiendo extraído solamente el granito caolinizado y un poco de los esquistos alterados de la montera.

10.2.2.- Escombreras y balsas de decantación

Sobre las estructuras residuales ya enumeradas en capítulo anterior, cabe hacer las siguientes consideraciones:

a) Escombreras. Están formadas por tierras de desmonte y estériles (arenas, finos de lavado, etc.). En las primeras se ha procedido a revegetar los taludes para disminuir los fenómenos



FOTO Nº 12.- Penouta: Zona Norte.

de erosión e integrarlas en el paisaje. Los materiales de alguna¹⁶¹.
de las escombreras están siendo empleados en el acondicionamiento
de las balsas para proceder a su abandono definitivo.

Se ha estimado que las leyes en mineral que presentan son
bajas, aunque a juzgar por los resultados obtenidos en la realización
de análisis químicos (IGME, 1.981, actualmente ITGE), sería intere-
sante investigarlas en detalle de cara a su posible aprovechamiento.

b) Balsas de decantación.

Son dos, conocidas con los nombres de "Balsa de Estériles"
y "Balsa de la Abeja". (Fotografías nº 13 y 14 respectivamente).



FOTO Nº 13.- Balsa de Estériles: (9-11- 7-17)

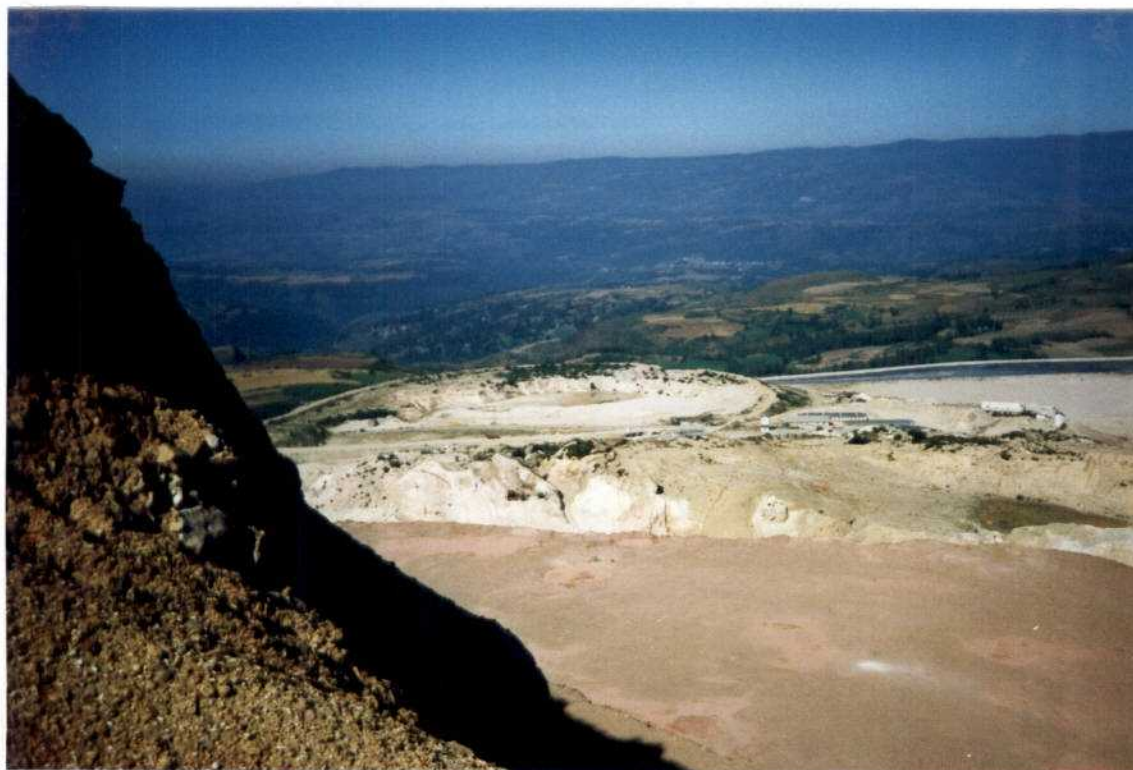


FOTO N° 14.- Balsa de la Abeja (9-11-6-2)

En el momento de realizar el presente inventario se estaban terminando los trabajos de acondicionamiento para el abandono definitivo, por lo que, lógicamente, no se observaron problemas de inestabilidad, considerando conveniente tener aquí en cuenta los que presentaban las balsas antes de iniciarse dichos trabajos (E.A.T.-C.M. Penouta, 1.987).

b.1. Balsa de Estériles.

Según sondeos realizados, el dique está constituido por capas de jabre y de arenas limo-arcillosas marrones, que en algunos

casos pasan a ser arenas limpias de lavadero. Existen además capas granulares drenantes y materiales granítico-gneísicos en distintos grados de alteración. Ocasionalmente aparecen niveles con contenido orgánico, correspondientes a la vegetación establecida sobre el dique en interrupciones prolongadas de la construcción.

Las condiciones de estabilidad eran variables de unas zonas a otras.

Resultó aconsejable reducir o eliminar las infiltraciones de la superficie de la balsa, permitiendo su drenaje fuera de la misma.

Presentaba un aliviadero en coronación formado por un canal de bloques que se interrumpía a media altura por lo que se producían erosiones. Próximas al mismo aparecían cubetas en la superficie de la balsa en las que se acumulaba agua y desde las que se efectuaba el bombeo; se procedió a rellenarlas para evitar la acumulación de agua libre y las infiltraciones hacia el dique.

En líneas generales podía decirse que en la parte central, las condiciones de filtración, traducidas en surgencias y rezumes afectaban a la estabilidad general del dique, mientras que en el resto los problemas principales eran de erosión del paramento

exterior formado principalmente por arenas sueltas. De no colocar una protección, la erosión progresaría hasta formar grandes cárcavas que podrían comprometer la estabilidad del dique.

Las obras realizadas han sido las siguientes:

- . Reperfilado de la superficie de la balsa (relleno de cubetas)
- . Impermeabilización de la superficie próxima al dique. (Fotografía n° 15).



FOTO N° 15.- Colocación de una capa de material impermeable sobre el dique.

- . Construcción de aliviadero. (Fotografía nº 16).
- . Refuerzo estructural del dique.
- . Protección superficial del dique.
- . Vía de coronación.

b.2.- Balsa de la Abeja.

Este depósito de estériles tiene una planta semicircular de 30 m. de diámetro, teniendo el dique en su parte central una altura de 30 m.



FOTO Nº 16.- Construcción del aliviadero de la Balsa de Estériles.

El dique no presentaba, ni presenta, filtraciones, por lo que se ha considerado que tiene estabilidad suficiente.

Se extrajeron lodos de la parte central de la balsa para su relavado, originandose un hueco central que se llenaba de agua de lluvia la cual se eliminaba por bombeo.

Si éste se suspendiera podria llenarse el vaso por completo y llegar a almacenarse agua libre en la parte alta del dique, dando lugar a filtraciones que comprometerian su estabilidad. Para evitar ésto una vez que se suspendiera el bombeo, se procedió a colocar un dren desde el fondo del vaso.

La otra obra que tuvo lugar en esta balsa fué la de revestir la superficie con una capa de material granular.

11 .- PROPUESTAS DE ACTUACION

Realizado el inventario de Balsas y Escombreras Mineras de la provincia de Orense se resumen a continuación las medidas de orden particular o general que sería aconsejable acometer para evitar o paliar los aspectos negativos actuales.

El análisis efectuado en este estudio, necesariamente global y de visu, permite suponer:

- a) El riesgo de daños debido al colapso de estructuras por deslizamiento es pequeño en aquellas estructuras no relacionadas con la extracción de pizarras de techar o minería de estañotantalita.

En estos dos tipos de minería el riesgo puede ser pequeño o medio, variando de unas estructuras a otras, dependiendo principalmente de las condiciones de emplazamiento y del tipo de estructura.

- b) La incidencia de las estructuras es de tipo ambiental, fundamentalmente visual, de magnitud alta en muchos casos debido al volumen, a la proximidad de unas a otras y a la situación.

Dado que prácticamente la totalidad de las estructuras se relacionan con labores de minería a cielo abierto, en general, las actuaciones destinadas a minorar su impacto ambiental deben sumarse a las que se emprendan en ese sentido con la propia cantera, con la que forma un todo uno-físico y cuyo impacto en algunos casos, es muy superior al de la escombrera.

Se expresan, a continuación, los aspectos que deben contemplar los proyectos mineros, según la última legislación sobre estructuras residuales mineras. Debe contemplarse, como mínimo:

- La reconstrucción estabilizada del suelo y su acondicionamiento superficial por vegetación o de otro tipo.
- La protección de las aguas y del paisaje, con especial atención a vertederos y posibles huecos finales.
- La corrección de las agresiones al medio físico, socioeconómico o cultural, y lucha contra el polvo, ruido y vibraciones, con el fin de minimizar los riesgos y efectos negativos ocasionados al medio natural.

En este sentido se señalan como problemas observados y propuestas de actuación correspondientes, por tipo de minería los siguientes:

a) Explotaciones de rocas industriales (excepto pizarras de techar)

En este tipo de explotaciones de materiales de construcción, se producen, desde el punto de vista ambiental, polvo (en el arranque y en la trituración y clasificación), ruidos y vibraciones (por los mismos conceptos), e impacto visual por colores normalmente blancos o claros (grises, cremas, etc.) debidos al color de los propios materiales frescos. Hay que tener además en cuenta, las características estructurales y estéticas del macizo a explotar, sobre todo en lo que se refiere a las canteras de granito ornamental.

Se recomiendan, para paliar el impacto ambiental producido por estas explotaciones, las siguientes medidas:

- Concentración de explotaciones, con el fin de conseguir un nivel de productividad que permita la práctica habitual de medidas de restauración.

- Ubicación de canteras y plantas de machaqueo alejadas de centros de población y vías de comunicación, con el fin de reducir el número de personas afectadas por los impactos.

- Empleo de los medios mecánicos apropiados para reducir la producción de polvo, ruidos y vibraciones.

- Separación de los materiales finos de las monteras (normalmente

arcillas de descalcificación) y de trituración, para cubrir las superficies definitivas de las estructuras residuales, con el fin de facilitar su revegetación, natural o forzada.

- Arranque de las estructuras industriales soporte de las plantas de tratamiento, una vez abandonadas estas, y cubrimiento con estériles o rellenando huecos, para su camuflaje en el entorno.

- Repoblación forestal y vegetal de las escombreras formadas por tierras de recubrimiento y arcilla, para disminuir la erosión, impacto visual, aprovechamiento de espacio, etc. En ocasiones ya se produce el crecimiento espontáneo de especies vegetales que integran a los residuos en el medio circundante.

- Creación de barreras vegetales que oculten a la vista en lo posible las superficies frescas de arranque o de materiales residuales.

b) Estructuras residuales relacionadas con la minería de Estaño-Tantalita

En el capítulo anterior se vieron las medidas que se han tomado con vistas al abandono definitivo de estas estructuras.

c) Explotaciones de pizarras

Este tipo de explotaciones da lugar a una problemática específica

en la zona de Valdeorras. El hábito establecido en la zona, de utilizar los cauces fluviales como depósitos del escombros que se produce en la explotación de las pizarras, ha llevado a los ríos a unas situaciones de degradación que llegan a alcanzar riesgos muy considerables para bienes y personas. Todo ello máxime, cuando la explotación se incrementa cada vez más, movilizándose progresivamente mayores cantidades de escombros.

Por otra parte, las normas específicas, correspondientes a la ordenación y zonificación del medio ambiente para éste área en lo referente a protección fluvial y de vegetación de ribera, señala textualmente lo siguiente:

"El área de Protección Fluvial está constituida por las márgenes de ríos, en el ancho que se señala en los Planos de Ordenación y Zonificación.

Conviene tener en cuenta que de modo general, la Ley de Previsión de Daños por Avenidas, Decreto 25-8-1975 de 18 de septiembre, Art. 1, apart. 2, establece un límite de protección de 100 m a ambas márgenes del cauce. No obstante, dada la entidad de los ríos que cursan por la zona, las bandas de protección establecidas son menores, a excepción del río Sil.

Para tratar de evitar en lo posible situaciones conflictivas, la Dirección General de Minas encargó a la Empresa Nacional ADARO

en el año 1986, un estudio para determinar las medidas a adoptar más convenientes. Estas son:

- 1º. No verter más escombros en los cauces de ríos y arroyos, para lo que se ha determinado el ancho de los márgenes que pueden ser ocupados por el agua en avenidas y por tanto han de ser preservados de nuevos vertidos.
- 2º. Tratamiento de los cauces ya ocupados por escombros para evitar o minimizar los riesgos de daños en avenidas.
- 3º. Elección de nuevas zonas de vertido, como alternativa a las que actualmente afectan a los cauces.

Por último, se recomienda un seguimiento periódico de aquellas estructuras que, por sus características, puedan dar lugar a situaciones conflictivas.

12.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado el Inventario de Balsas y Escombreras Mineras de la provincia de Orense con la metodología desarrollada y revisada recientemente por el ITGE en el sentido de definir lo mejor posible las estructuras residuales mineras y especialmente sus condiciones de implantación.

Los resultados del trabajo del Inventario de las estructuras mineras de esta provincia se presentan:

- . Por un lado, en Fichas que recogen 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, en un esquema estructural y evaluaciones minera, geomecánica y ambiental. Se incluye una fotografía de la estructura.
- . Por otro, figura un listado con la situación y descripción más somera de aquellas otras estructuras residuales que, por la menor importancia de su volumen o su incidencia en el entorno, no han merecido un análisis más detallado.

Se pueden resumir los resultados de este estudio en los siguientes puntos:

- . El único tipo de minería activa en la actualidad se relaciona con la explotación de Rocas Industriales, en particular con la extracción de pizarras de techar, áridos de trituración (calizas, esquistos, granitos, etc.) granito ornamental, arenas silíceas, arcillas y áridos naturales. Gran significación en la actividad minera de la provincia ha tenido hasta fechas recientes, la explotación de Estaño-Tantalita de Penouta.

La actividad minera abandonada aparece también relacionada con los tipos de minería anteriores y con los depósitos de Sn-W de la provincia (Beariz, Lovios, Villardecierros, etc.).

- . Se han realizado 275 fichas-inventario y en el listado figuran un total de 481 estructuras, que representan tanto la minería activa como la parada.
- . Entre las estructuras con ficha-inventario destacan las relacionadas con explotaciones de pizarras de techar (66,91 %), seguidas de las de áridos de trituración (10,18%), y estaño-tantalita (6,18%).
- . El 93,8 % de las estructuras anteriores son escombreras. Solamente se han inventariado 10 balsas y 7 estructuras mixtas.

- . Por su situación se pueden agrupar en ACTIVAS (43,3 %), PARADAS (13,8 %) y ABANDONADAS (42,9 %).
- . Por su tipología predominan en LADERA 76,7 %, propio de topografía accidentada. El resto corresponde a los tipos de LLANO 8,3 %, VAGUADA 5,5 %, LADERA-VAGUADA 5,5 % y LADERA-LLANO 4,0 %.
- . Por el VOLUMEN almacenado la distribución es bastante homogénea, siendo un 33,8 % escombreras pequeñas (menos de 5.000 m³) y un 17,4 grandes (más de 50.000 m³). El 48,8 % restante presentan tamaños comprendidos entre 5.000 y 50.000 m³.
- . Se registra un elevado porcentaje de estructuras ALTAS (45,8%) influyendo notablemente en muchos casos el fuerte talud del terreno de implantación. Un 30,2 % presenta alturas menores de 10 m y el 24,0 % restantes las tierras comprendidas entre 10 y 20 m.
- . Los SISTEMAS DE VERTIDO empleados más frecuentemente corresponden a los de Volquete (44 %), Pala (35,2 %) y combinación de ambos (13,82 %). El resto (7 %) corresponde a aquellos sistemas empleados en balsas o estructuras mixtas: tubería, canal, etc.
- . Se han analizado las condiciones CLIMATICAS de la provincia,

por su incidencia sobre la estabilidad e impacto ambiental producido por las estructuras residuales, especialmente las lluvias torrenciales y vientos predominantes fuertes, así como las temperaturas medias y extremas e intensidad de vientos dominantes. La pluviosidad total anual es elevada lo cual puede ser negativo para aquellas estructuras con abundancia de elementos finos, al aumentar la erosión superficial y disminuir la cohesión interna, aunque por otro lado, favorece la vegetación espontánea.

- . Se ha comprobado que las condiciones SISMICAS de la provincia, por su posible influencia sobre la estabilidad de las estructuras, son buenas. Toda la provincia está situada en las zonas de riesgo sísmico n^{os} IV y V, es decir, bajo (< VI), según la norma sismorresistente PDS 1.
- . Puede decirse que las condiciones generales de estabilidad, de momento, son buenas, basándose en estimaciones visuales, alejadas de estudios de detalle que engloben los parámetros necesarios para la evaluación numérica oportuna. Los problemas más extendidos se relacionan con deslizamientos locales en las escombreras de pizarras, que son más bien deslizamientos superficiales, así como grietas en la coronación del talud y asentamientos relacionados con las anteriores.
- . Se ha evaluado la implantación de las estructuras con ficha-invenu

tario mediante el índice Q_e , que 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. Existe un elevado número de estructuras en condiciones de implantación desfavorables, correspondientes a las explotaciones de pizarras de la zona de Valdeorras, cuyas características han sido descritas.

- . Las modalidades de IMPACTO AMBIENTAL más significativas en esta provincia son el visual, propiciado por los colores frescos, y los aterramientos y represamientos de ríos y cursos de agua. En algunos casos son especialmente netativas las circunstancias de proximidad a vías de comunicación y/o centros de población.
- . Se han analizado las posibilidades mineras de la provincia y la incidencia posible de su desarrollo sobre la creación de estructuras residuales, así como las características de estas.
- . Se han analizado las posibilidades de reutilización de las estructuras, tanto por el valor minero de los materiales almacenados, como por el del espacio físico ocupado.
- . Por último se plantean sistemas de actuación, tendentes a reducir la incidencia de las estructuras sobre su entorno.

13.- BIBLIOGRAFIA

- CENTRO MINERO DE PENOUTA S.A.
"Proyecto de estabilización definitiva de dos diques de estériles".
Madrid, 1987.

- CEOTMA
Geología y Medio Ambiente.
Madrid, 1980.

- DIRECCION GENERAL DE MINAS
Tratamiento de Cauces y Emplazamientos de Nuevas Escombreras en las Explotaciones de Pizarras de Carballeda de Valdeorras (Orense)
Madrid, 1986.

- FUNDACION GOMEZ PARDO
Curso sobre las alteraciones en el medio ambiente y la restauración de terrenos en minería a cielo abierto.
Madrid, 1984.

- FUNDACION GOMEZ PARDO
Curso sobre diseño y control de escombreras y presas de
residuos mineros.
Madrid, 1984.

- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Memoria del conjunto provincial.
Madrid, 1978.

- * IGME. "Mapa Geológico de España 1:200.000. Síntesis de
la cartografía existente".
Hojas n^os: 17, 27 y 18.

- * IGME. "Mapas de Rocas Industriales 1:200.000".
Hojas n^os: 17, 18 y 27.

- * IGME. "Inventario Nacional de Balsas y Escombreras Mineras
de Galicia".
Madrid, 1976.

- * IGME. "Determinación de parámetros geomecánicos con vistas
al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras en la
minería del Carbón".
Madrid, 1980.

- * IGME. "Posibilidades de explotación de los recursos de estaño en mineralizaciones diseminadas tipo Penouta".
Madrid, 1981.
- * IGME. "Mapa Minero-Metalogénico de Galicia 1:400.000".
Madrid, 1982.
- * IGME. "Revisión crítica de la Metodología y Nivel de Actualización del Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Huelva y Asturias".
Madrid, 1984.
- * IGME. "Determinación de parámetros geoambientales base para la restauración del espacio natural afectado por las explotaciones mineras en la cuenca del Bierzo".
Madrid, 1985.
- * 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".
Madrid, 1986.

- MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES. INM.
"Atlas climático de España".
Madrid, 1983.

- MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES. INM.
FONT TULLOT I.
"Climatología de España y Portugal".
Madrid, 1983.

- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO
Norma Sismorresistente PDS 1. 1974.

(*) En la actualidad Instituto Tecnológico y GeoMinero de España.

P I A N O S



8-1 a 8-91

5-1 a 5-91
6-1 a 6-9

1-1 a 1-33
2-1 a 2-19

- 7-1 ○ 7-10
- 7-2 ○ 7-11
- 7-3 ○ 7-12
- 7-4 ○ 7-13
- 7-5 ○ 7-14
- 7-6 ○ 7-15
- 7-7 ○ 7-16
- 7-8 ○ 7-17
- 7-9 ○ 7-18

LEYENDA

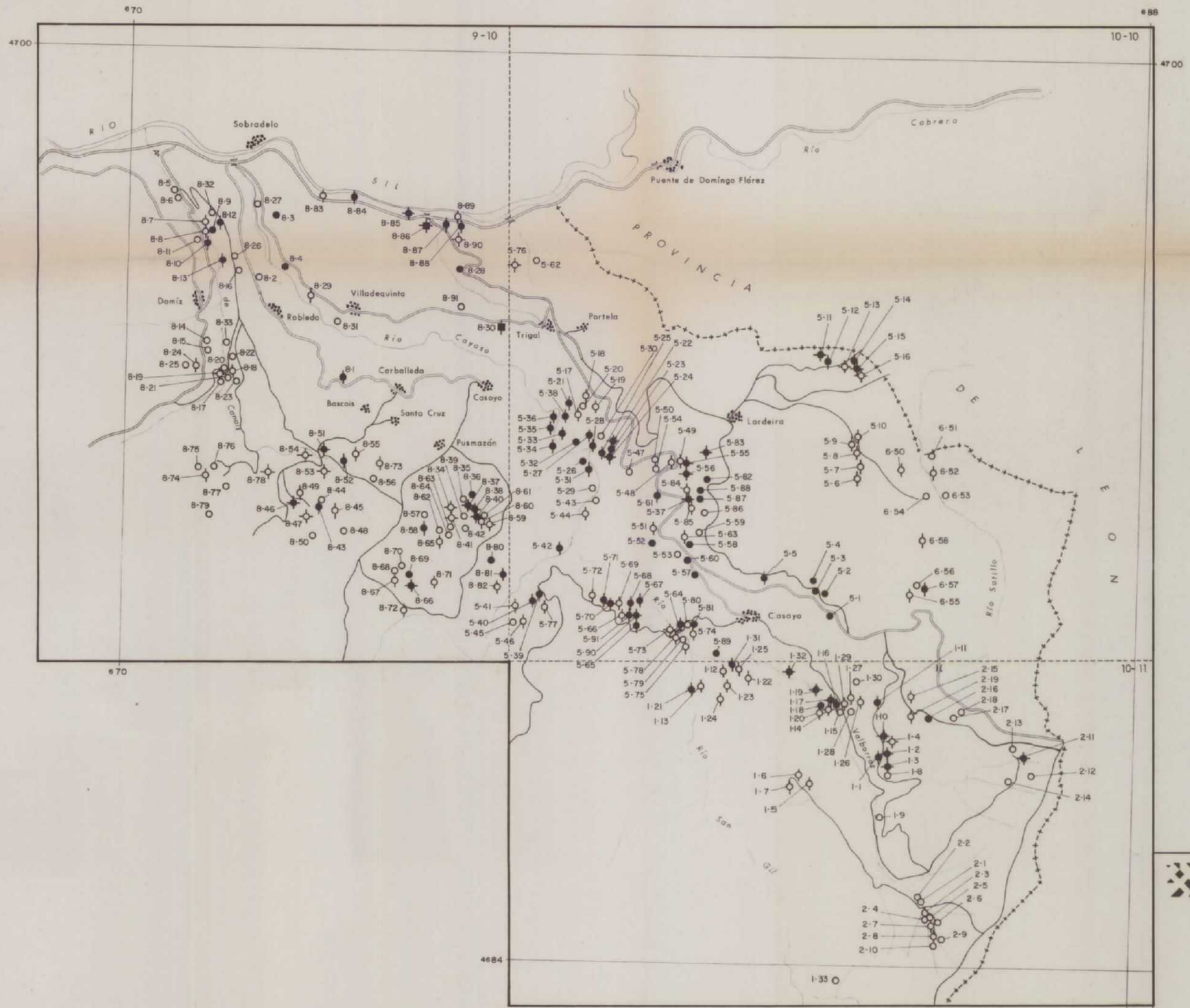
VOLUMEN (m³)

	≤5.000	5.000-50.000	≥50.000
ESTRUCTURAS			
Activas	●	◆	◆
Paradas y abandonadas	○	○	○
ESCOMBRERAS			
Activas	▲	▲	▲
Paradas y abandonadas	△	△	△
BALSAS			
Activas	■	■	■
Paradas y abandonadas	□	□	□

- ▲ 5-1
- △ 5-2
- 5-3
- 5-4
- ▲ 6-3
- △ 6-4
- 6-5
- 6-6
- ▲ 6-7
- △ 6-8
- 6-9
- 6-9

Instituto Tecnológico Geominero de España

PROYECTO					CLAVE
INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS					
ORENSE					PLANO N.º
1					
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSEJOR
	12-1988		E. González	1:200.000	SOCIMEP



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
INVENTARIO DE BALSAS Y ESCOMBRERAS MINERAS					
ORENSE					PLANO 71*
2					
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
	12-1988		E. González	1:50.000	SOCIMEP