



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

BURGOS

TOMO I
MEMORIA Y PLANOS



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

AÑO 1.989

01055

INVENTARIO NACIONAL DE
BALSAS Y ESCOMBRERAS
BURGOS

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

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

Por el I.T.G.E.:

D. José M^a Pernía Llera

Ingeniero de Minas
Director del Estudio

D. Eduardo Fernández Abiega

Ingeniero Técnico de Minas

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

D. José Luis Sanz Contreras

Ingeniero de Minas

D. Luis Angel García Varela

Ingeniero Técnico de Minas

D^a M^a Lourdes Calvo Peinado

Ingeniero Técnico de Minas

Se agradece la colaboración prestada por la Sección de Minas de la Delegación Territorial de Economía y Hacienda de Burgos, así como a todas las personas responsables de las Empresas Mineras que han hecho posible la realización de este Estudio.

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

BURGOS

TOMO I

MEMORIA Y PLANOS DE SITUACION

TOMO II

ANEJO N° 1.- LISTADO DE ESTRUCTURAS Y FICHAS (1ª parte)

TOMO III

ANEJO N° 2.- FICHAS (2ª parte)

INVENTARIO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

BURGOS

INDICE

MEMORIA

1.- INTRODUCCION

1.1.- Objeto y contenido del estudio.

1.2.- Metodología

2.- MARCO SOCIOECONÓMICO

2.1.- Evolución demográfica.

2.2.- Actividad económica.

2.2.1.- Población activa.

2.2.2.- Producto interior.

2.2.3.- Sectores de actividades.

3.- MEDIO FISICO

3.1.- Morfología.

3.2.- Hidrología.

3.2.1.- Superficial.

3.2.2.- Subterráneo.

3.3.- Sismología.

3.4.- Climatología.

3.4.1.- Temperatura.

3.4.2.- Precipitaciones.

- 3.4.3.- Insolación.
 - 3.4.4.- Vientos.
- 4.- SINTESIS GEOLOGICA
 - 4.1.- Cronoestratigrafía.
 - 4.2.- Tectónica.
 - 4.3.- Historia geológica.
- 5.- ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA
- 6.- ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS
 - 6.1.- Zonificación minera.
 - 6.2.- Características generales
 - 6.3.- Resumen estatigráfico.
 - 6.3.1.- Tipos de Minería.
 - 6.3.2.- Tipos de las estructuras.
 - 6.3.3.- Estado de las estructuras.
 - 6.3.4.- Tipos de terreno ocupado.
 - 6.3.5.- Tipología del emplazamiento.
 - 6.3.6.- Sistemas de vertido.
 - 6.3.7.- Altura de las estructuras.
 - 6.3.8.- Volumen.
 - 6.3.9.- Taludes en los estériles.
 - 6.3.10.- Tamaño de los residuos
- 7.- CONDICIONES DE ESTABILIDAD
- 8.- ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL
 - 8.1.- Criterios generales.
 - 8.2.- Evaluación global del impacto.
 - 8.3.- Evaluación de las condiciones de implantación de escombreras y balsas.

9.- REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

9.1.- Utilidad de los residuos almacenados.

9.2.- Utilidad del espacio físico ocupado.

10.- CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

10.1.- Explotaciones de glauberita.

11.- PROPUESTAS DE ACTUACION

11.1.- Problemas de estabilidad en escombreras mineras.

11.2.- Problemas de estabilidad en balsas.

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

12.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

13.- BIBLIOGRAFIA

MEMORIA

1. INTRODUCCION

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

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

1.1. Objeto y contenido del estudio

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. Metodología

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Limos

. FINO < 0,06 cm.

Arcillas

- El nivel freático se describió de acuerdo con:

. Profundo > 20 m.

. Somero 20-1 m.

. Superficial < 1 m.

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

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

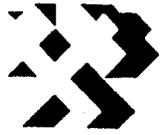
Así mismo, se pondera globalmente el impacto ambiental que suponen los actuales lugares de ubicación de las estructuras respec-

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

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

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

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



Instituto Tecnológico GeoMinero de España

ARCHIVO NACIONAL DE BALSAS Y ESCOMBRERAS

CLAVE ① *****

T. ESTRUCTURA ② *

ESTADO ③ *

AÑO INICIAL ④ ****		PROPIETARIO EMPRESA ⑦ *****	
AÑO FINAL ⑤ ****		DENOMINACION ⑧ ***** PROV. ⑨ **	
AÑOS DE INVENT. ⑥ ** ** *		MUNICIPIO ⑩ *** PARAJE ⑪ *****	
MINERIA		COORDENADAS U. T. M.	
TIPO ⑫ ** ** *	HUSO ⑮ ** x ***** y ***** z *****	TIPO DE TERRENO ⑲ *	
ZONA MINERA ⑬ **	LONGITUD (m) ⑰ ⑱ ***** ANCHURA (m) ⑲ ⑳ ***** ALTURA (m) ㉓ ㉔ *****	TALUDES (º) ㉕ ** **	
MENA ⑭ *****	VOLUMEN (m³) ㉖ ***** VERTIDOS (m³/año) ㉗ *****	TIPOLOGIA ㉘ * *	
EMPLAZAMIENTO ㉚ * *	SUSTRATO	RECUBRIMIENTO	
PRE. TERRENO ㉛ * AGUAS EXT. ㉜ *	NATURALEZA ㉝ *****	NATURALEZA ㉞ *****	
TRATAMIENTO ㉟ * N. FREATICO ㊱ *	ESTRUC. ㊲ * FRACTURACION ㊳ *	POTENCIA (m.) ㊴ *** RESISTENCIA ㊵ *	
	PERMEAB. ㊶ * GRADO DE SISMIC. ㊷ *	PERMEAB. ㊸ *	
ESCOMBRERAS			
TIPO DE ESCOMB. (Litología) ㊹ *****	TAMAÑO ㊺ * * * FORMA ㊻ * ALTERAB. ㊼ * SEGREG. ㊽ * COMPACIDAD IN SITU ㊾ *		
BALSAS. DIQUE INICIAL LONGITUD ㊿ *****	ANCHOS BASE ㋀ ***** ANCHO CORON ㋁ ***** ALTURA ㋂ ***** TALUD (º) ㋃ *****	SISTEMA REC. ㋄ * NATURALEZA ㋅ * ANCHO ㋆ **	
NATURALEZA ㋇ * *****	GRANULOMETRIA	MURO SUCESIVO	
BALSAS. LODOS	NATURALEZA ㋈ * PLAYA ㋉ * BALSA ㋊ *	CONSOLID. ㋋ *	
SISTEMA DE VERTIDO ㋌ * *	DRENAJE ㋍ * * *	ESTABILIDAD ㋎ ***** COSTRAS ㋏ *	
VELOCIDAD DE ASCENSO (cm/año) ㋐ *****	RECUPERACION DE AGUA ㋑ *	PROBLEMAS OBSERVADOS ㋒	
PUNTO DE VERTIDO ㋓ * *	SOBRENADANTE ㋔ *	GRIET. DESLIZ. LOC. DESLIZ. GEN. SUBS. SURG. EROS. SUP. CARC. SOCAV. PIE. ASSENT. SOCAV. MECAN.	
TRATAMIENTO ㋖ *	DEPURACION ㋗ *	* * * * * * * * * * * * * * * * * *	
IMPACTO AMBIENTAL. ㋘ *	RECUPERACION ㋙ *	ABANDONO Y USO ACTUAL	
PAISAJE HUMO POLV. VEG. SUP. ACUIF. ㋚ * * * * *	DESTINO ㋛ * *		
ZONA DE AFECCION ㋜ * *	LEY ㋝ *	PROTECCIONES ㋞ * * * * * OTRAS *	
ACCIDENTES, AÑOS ㋟ * * *	CALIDAD OTROS USOS ㋠ *	USO ACTUAL ㋡ * *	

OBSERVACIONES: *****

Evaluación minera: *****

Evaluación ambiental: *****

2. MARCO SOCIO-ECONOMICO

Burgos perteneciente a la Comunidad Autónoma de Castilla-León, tiene una extensión de 14.269 km² y 359.242 habitantes, lo que representa el 15,2% de la superficie de aquella Comunidad y el 13,9% de su población.

Por su nivel productivo es la 3ª provincia entre las nueve de la citada Comunidad.

A nivel estatal Burgos ocupa el 2,8% del territorio y el 0,9% de la población, ocupando el 32º lugar entre las 50 provincias por su producción.

La economía provincial es fundamentalmente agrícola, centrandose la industria y los servicios en torno a las tres ciudades principales, Burgos, Miranda de Ebro y Aranda de Duero.

2.1. Evolución demográfica

La evolución demográfica de la provincia en el presente siglo, en comparación con la del conjunto de provincias que integran la Comunidad Autónoma de Castilla y León y la del Estado se refleja en el Cuadro 2.1-1.

CUADRO 2.1-1 EVOLUCION DEMOGRAFICA

AÑO				COMUNIDAD AUTONOMA			ESTADO		
	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km ²	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km ²	Habitantes	Tasa crecito. anual (%)	Hab/Km ²
1900	338.828	- 0,03	23,75	2.351.943	0,24	24,97	18.830.649	0,78	37,3
1920	336.472	0,55	23,58	2.467.214	0,43	26,19	22.012.663	1,83	43,6
1930	355.299	0,64	24,90	2.575.131	0,66	27,34	24.026.571	0,94	47,5
1940	378.580	0,48	26,53	2.750.896	0,48	29,20	26.386.854	0,66	52,2
1950	397.048	- 0,42	27,83	2.884.540	0,11	30,62	28.172.268	0,89	55,7
1960	380.791	- 0,61	26,69	2.916.116	- 0,68	30,96	30.776.935	1,01	60,9
1970	358.075	- 0,40	25,09	2.668.289	- 0,80	28,33	34.041.531	1,13	67,4
1975	350.915	- 0,89	24,59	2.563.351	0,13	27,21	36.012.702	0,76	7,13
1981	363.523	- 0,24	25,48	2.583.141	- 0,006	27,42	37.682.355	0,42	74,6
1986	359.242		25,18	2.582.327		27,42	38.473.418		76,1

Fuente : Censos de población. INE.

A un débil desarrollo demográfico en la primera mitad del siglo, ha seguido un fuerte descenso poblacional hasta la presente década en que se ha atenuado este proceso regresivo, presentando la evolución demográfica una situación de estancamiento.

En contraste con la regresión demográfica general de la provincia sus tres núcleos principales: Burgos, Aranda y Miranda, presentan un crecimiento constante de su población alimentado por la migración del resto de la provincia.

En el conjunto provincial la población no presenta diseminación apreciable, siendo agrupada en pueblos inferiores a los 5.000 hab. constituyendo los tres núcleos antes citados los únicos que superan dicha cifra.

2.2. Actividad económica

2.2.1. Población activa

La evolución de la población activa en el último quinquenio figura en el Cuadro 2.2-1, en el que a efectos comparativos también se recogen los datos correspondientes al conjunto de la Comunidad Autónoma y del Estado.

	Poblacion Residente	Activos	Tasa Actividad (%)	Ocupados	Indice de empleo(%)	En paro	Indice de paro (%)
<u>1981:</u>							
Burgos	364,0	116,9	32,1	101,7	87,0	15,2	13,0
C. Autónoma Castilla-León	2584,2	827,1	32,0	737,5	89,2	89,6	10,8
Estado	37696,2	12901,1	34,2	11016,7	85,4	1884,3	14,6
<u>1985:</u>							
Burgos	360,6	129,6	35,9	107,6	83,0	22,0	17,0
C. Autónoma Castilla-León	2583,6	911,4	35,3	745,2	81,8	166,2	18,2
Estado	38306,8	13533,7	35,4	10582,4	78,1	2971,0	21,9

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

CUADRO 2.2-1 - POBLACION ACTIVA Y EN PARO (Miles de personas)

El crecimiento de la tasa de actividad en el quinquenio refleja un cierto rejuvenecimiento de la población.

El incremento del índice de paro en el período ha sido mucho más moderado que en el resto de la Comunidad Autónoma, debido a la escasa entidad que tiene en la provincia el sector industrial, principal afectado por la crisis.

Esto ha motivado en el quinquenio un incremento acusado del peso del sector servicios, en detrimento de la industria y de la construcción.

El sector primario sigue representando en el conjunto de la economía provincial un porcentaje importante claramente superior a la media del Estado. (Cuadro 2.2.2.)

SECTOR	1981			1985		
	Burgos	C. Autónoma	Estado	Burgos	C. Autónoma	Estado
Agricultura	23,5	29,7	16,6	21,6	28,3	18,2
Industria	27,6	19,4	25,5	26,0	20,0	24,4
Construcción	10,0	10,0	10,2	7,8	7,7	7,3
Servicios	34,5	36,4	42,4	44,6	44,0	50,1
Otros	4,4	4,5	5,3	-	-	-

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

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

2.2.2. Producto interior

La actividad económica provincial y su peso dentro de la Comunidad Autónoma y el conjunto estatal, queda reflejada por la evolución del VAB y de la Renta Interior en los últimos años, según los datos recogidos en el Cuadro 2.2-3.

El quinquenio 1975-80, muestra un descenso acusado de los valores porcentuales de la producción provincial respecto a la del conjunto del Estado y Comunidad Autónoma no recuperando hasta el año 85 niveles semejantes a los del inicio de aquel quinquenio.

	1985					1981					1975				
	Estado	C. Auton.	Burgos	% s/ C. A.	% s/ Est.	Estado	C. Auton.	Burgos	% s/ CA	% s/ Est.	Estado	C. Auton.	Burgos	% s/ CA	% s/ Est.
Población (a 1º Julio)	38.424.200	2.583.599	360.585	13,96	0,94	37.814.796	2.584.246	364.010	14,09	0,96	35.515.184	2.552.449	349.074	13,68	0,98
VAB (10 ⁶ P _s)	27.859.655	1.681.133	260.132	15,47	0,93	16.698.773	969.483	142.423	14,69	0,85	5.653.211	345.681	53.671	15,53	0,95
VAB/Hab (P _s /Hab)	725.055	650.694	721.417	110,87	99,50	441.504	375.151	391.261	104,29	88,60	159.177	135.431	153.752	113,53	96,59
Renta Int.(10 ⁶ P _s)	24.544.310	1.448.547	226.566	15,64	0,92	14.979.161	831.143	120.200	14,46	0,80	5.168.569	319.978	48.647	15,20	0,94
Renta p. cap.(P _s /Hab)	638.772	560.670	628.329	112,07	98,37	397.365	321.619	330.235	102,68	83,11	146.001	125.361	139.360	111,17	95,45

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

CUADRO 2.2-3 - EVOLUCION DEL VAB Y RENTA INTERIOR

2.2.3. Sectores de actividad

La evolución de la distribución por sectores del VAB en el período 1975-85 se recoge en el Cuadro 2.2-4, que refleja el desarrollo industrial de la provincia en el quinquenio 1975-80 con un significativo descenso del peso del sector primario dentro de la economía provincial.

La contribución de los distintos sectores a la economía provincial queda reflejada en el Cuadro 2.2-5. La agricultura, pese al desarrollo industrial, sigue manteniendo una importancia significativa singularmente por el número de empleos que absorbe, si bien la productividad del sector es más bien baja.

	1985			1981			1975				
	10 ⁶ Pts	% s/Total			10 ⁶ Pts	% s/Total			10 ⁶ Pts	% s/Total	
		Estado	C.A.	Burgos		Estado	C.A.	Burgos		C.A.	Burgos
AGRICULTURA Y PESCA	27.700	6,40	12,57	10,65	9.437	6,43	9,59	6,63	11.183	21,62	20,84
MINERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	98.256	32,00	27,20	37,77	59.591	34,00	36,03	41,84	19.333	31,67	36,02
COMERCIO Y SERVICIOS	134.176	61,60	60,23	51,58	73.395	59,57	54,38	51,53	23.155	46,71	43,14
TOTAL	260.132	100,-	100,-	100,-	142.423	100,-	100,-	100,-	53.671	100,-	100,-

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial, B⁹ Bilbao

CUADRO 2.2.-4 - DISTRIBUCION SECTORIAL DEL VAB

AÑO 1985	PROD.BRUTO (10 ⁶ Ptas)	% s/total	V.A.B. (10 ⁶ Ptas)	% s/total	V.A.B./P.B. %	nº empleos	% s/total	V.A.B./empleo (10 ³ Ptas)
Agricultura	61.483	12,06	27.700	10,65	5,43	24.422	20,86	1.134
Industria	246.465	48,36	84.241	32,38	16,53	32.039	27,36	2.629
Construcción	29.513	5,79	14.015	5,39	2,75	8.380	7,15	1.672
Servicios	172.187	33,79	134.176	51,58	26,33	52.259	44,63	2.568
TOTAL	509.648	100,-	260.132	100,-	51,04	117.100	100,-	2.221

Fuente: Renta Nacional de España y su distribución provincial, B² de Bilbao

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

3. MEDIO FISICO

3.1. Morfología

La provincia ocupa una gran extensión de la cuenca del Duero estando bordeada al N y E por la Cordillera Cantábrica y Sistema Ibérico. Las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica penetran en la provincia por los Montes de Ordunte, Sauro y Valnera, mientras que el extremo septentrional del Sistema Ibérico se materializa en las Sierras de la Demanda y Neila.

Rodeando estas formaciones montañosas aparecen relieves menores que terminan en valles fuertemente encajonados y depresiones estrechas y alargadas.

Estos relieves constituyen al N las Parameras Serranas, con superficies más o menos planas originadas por la acción erosiva sobre los materiales cretácicos plegados que las forman.

En las cuestas meridionales de estos relieves la erosión hídrica ha labrado profundos cañones como los de los ríos Rudrón, Urbel y Ubierna.

Finalmente aparecen las grandes depresiones del Duero y Ebro, separadas por los Montes de Oca que ocupan la mayor extensión del territorio provincial (Fig. 3.1.1.)

3.2. Hidrología

3.2.1. Superficial

La red hidrográfica de la provincia drena sus aguas hacia los tres mares que rodean la península según queda reflejado en el plano 3.2.1., donde se han representado las cuencas y subcuencas principales.

Al norte, la Cuenca Cantábrica ocupa el 3% del territorio burgalés, zona que es drenada por el río Cadagua, que sale de la provincia tras un recorrido de 21 km.

Al este la Cuenca del Ebro se extiende sobre el 34% de la provincia. El Ebro penetra en Burgos desde Santander con una altitud de 710 m y 12 m³/s de caudal medio discurrendo por la provincia a lo largo de 145 km, saliendo hacia La Rioja con nivel de 450 m y 80 m³/s de caudal medio. En este recorrido recibe por su margen izquierda al Nava, Nela y Landraves y por la derecha el Rudrón, Oca, Ozonci-Ilo y Tirón.

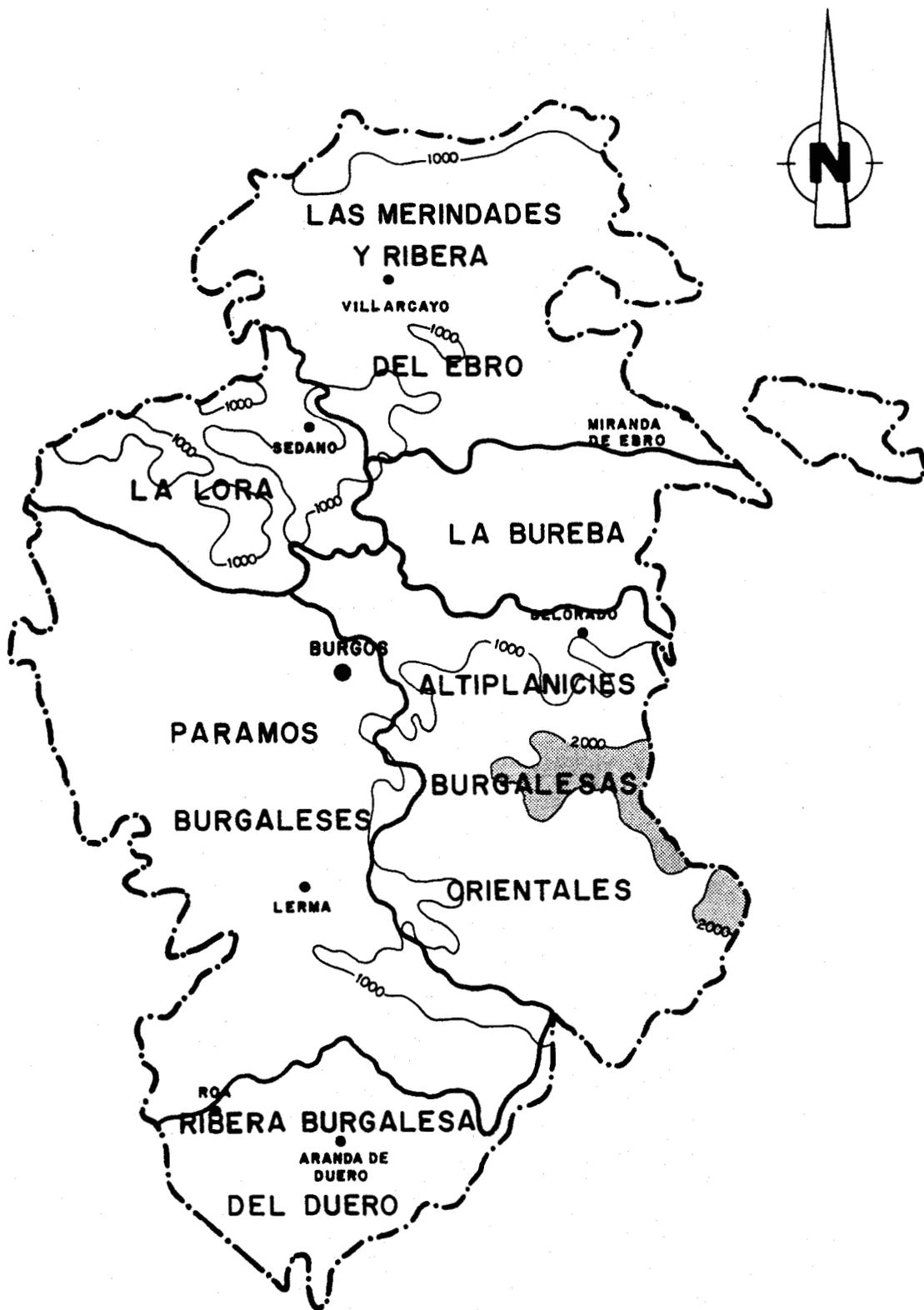


FIG. 3.1.1.- ZONAS NATURALES DE BURGOS

ESCALA 1:1.000.000

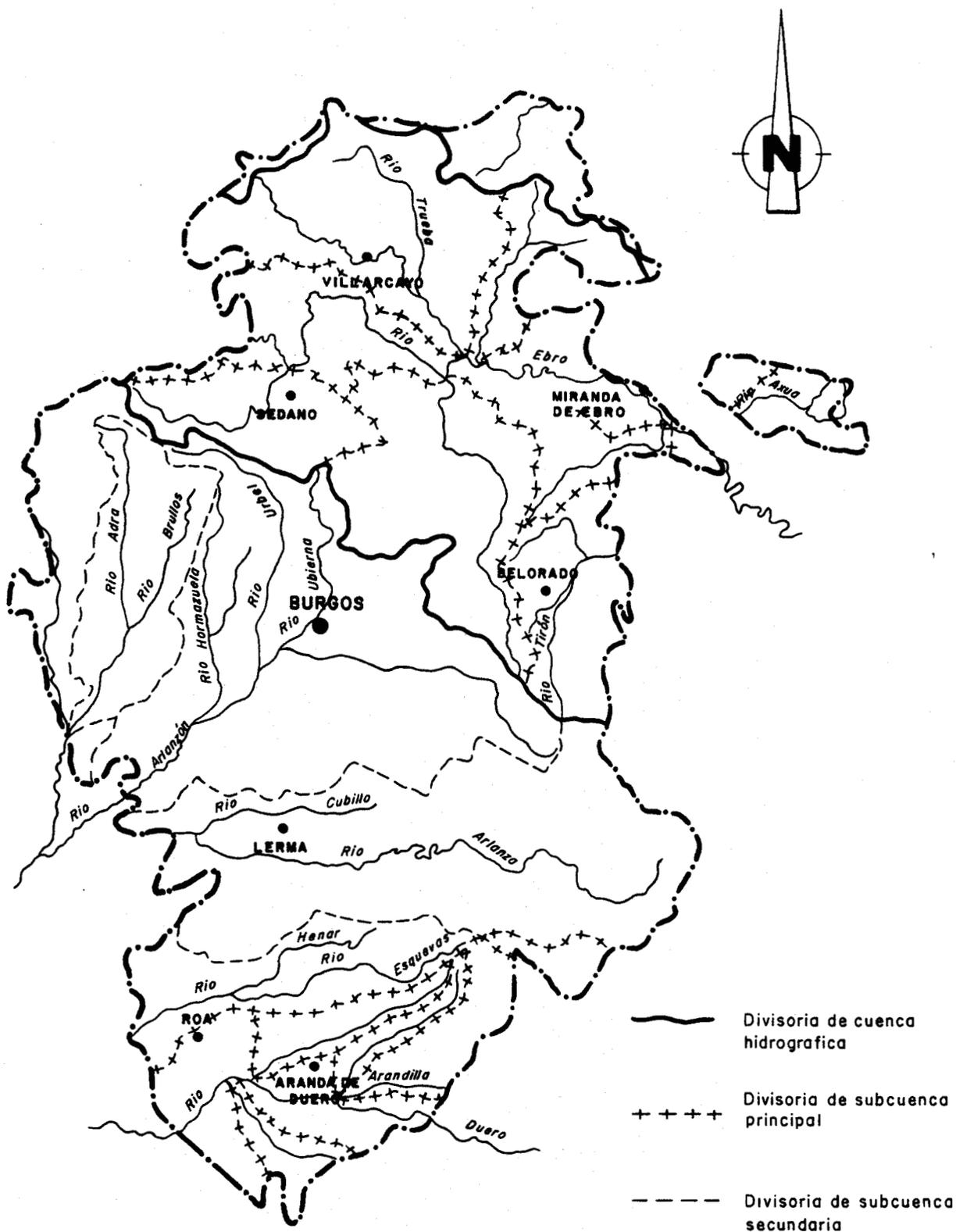


FIG. 3.2.1.- CUENCAS Y SUBCUENCAS PRINCIPALES

ESCALA 1:1.000.000.

Finalmente la Cuenca del Duero, ocupa la mayor parte de la provincia (63%). El Duero atraviesa su extremo meridional sobre el que recorre 68 Km, recibiendo por su margen derecha como afluente más importante al Pisuerga, que conforma el límite occidental de la provincia, en la que recibe el Odra, Arlanza y Arlanzón. Por la margen izquierda recibe en la provincia al Duratón como afluente principal.

En el Cuadro siguiente se recogen las características más representativas de la red.

Rio y estación de análisis	<u>SUPERFICIE</u>		CAUDAL MEDIO	
	Cuenca del río km ²	Cuenca de la estación km ²	m ³ /s	Año
Ebro en Miranda,E1	85.001	5.481	61	81-82
Ebro en Palazuelos, E161	85.001	4.514	49	81-82
Jerea en Palazuelos, E166	306	290	6,2	81-82
Bayas en Miranda,E165	319	317	4,6	81-82
Oca en Oña, E93	1.093	1.051	6	81-82
Nela en Trespaderne, E92	1.101	1.093	15,7	81-82
Zadorra en Arce,E74	1.358	1.358	17	80-81
Cuenca del Duero				
Arlanzón Villavieja, E116	2.659	1.702	-	
Arlanzón en Embalse de A., E109	2.659	107	2	80-81
Aranda de Duero,E13	78.972	7.356	15	81-82
Peral de Arlanza	5.380	2.413	15,3	80-81

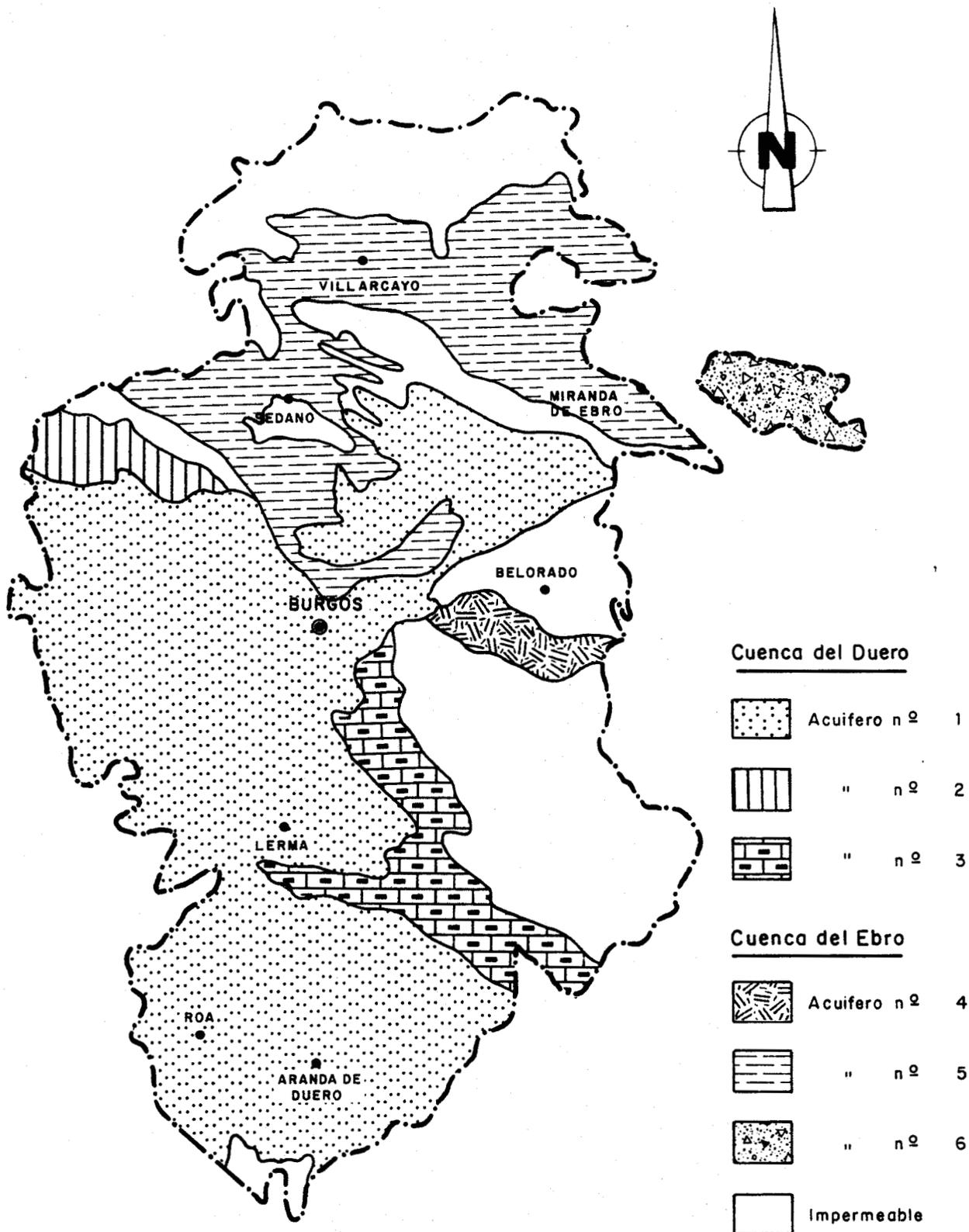


FIG.3.2.2.- ESQUEMA SITUACION ACUIFEROS PRINCIPALES

ESCALA 1:1.000.000

La red hidrográfica provincial está regulada por una amplia red de importantes embalses destinados a la producción de energía y riego.

3.2.2. Subterránea

La red de acuíferos provincial es importante, tanto por su extensión como por su número.

Las características principales de estos acuíferos representados en la figura 3.2.2. son las siguientes:

CUADRO 5 .- ACUIFEROS SUBTERRANEOS

ACUIFERO	EXTENSION km ²	RECURSO hm ³ /año	EXPLORACION hm ³ /año	DEDICACION
Nº 8 Terciario Detrítico	43.450	1.760	510	Principalmente a regadío Un 9 % a consumo
N.º 10 Unidad Kárstica del Sistema Ibérico	1.710	385		Regadío y consumo
N.º 9 Unidad Kárstica del Norte	250	30		
N.º 63 Sierra de la Demanda	1.650	100		
N.º 54 Unidad del Cretácico de la Lora y Villarcayo	5.481	326	24	15 % uso industrial 50 % urbano 35 % regadío
N.º 65 Paleoceno del Condado de Trevino	2.000	277	98	1,5 % industrial 3,5 % urbano 95 % regadío

3.3. Sismología

La provincia de Burgos viene afectada por la isosista VI que, según la zonificación establecida en la Norma Sismorresistente PDS-1 (1974), representada en la figura 3.3-1, delimita las áreas de baja y media sismicidad.

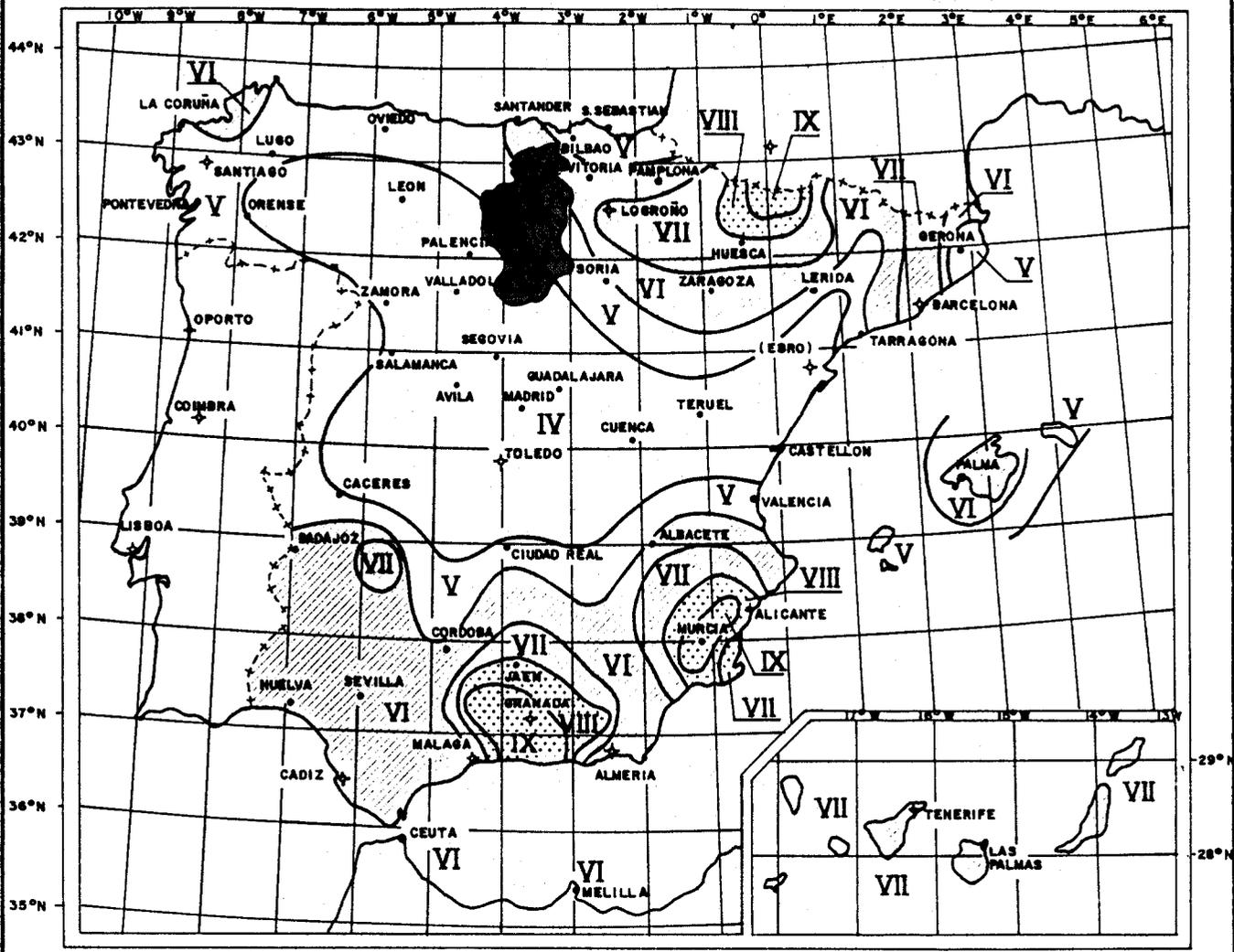
La zona de sismicidad media corresponde así al norte montañoso de la provincia, siendo todo el resto de sismicidad baja.

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

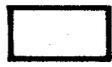
<u>ZONA</u>	<u>ACELERACION</u> (mm/s ²)	<u>VELOCIDAD</u> (mm/s)	<u>DESPLAZAMIENTO</u> (mm)
V	189	15	1,2
VI	377	30	2,4
VII	754	60	4,8

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

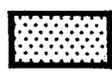
En zonas con riesgo sísmico elevado (> VIII), según la norma PDS-1, se deberá estudiar la estabilidad dinámica de los diques de balsa y de la estructura en el caso de escombreras, así como en aquellas



ZONA INTENSIDAD : G (Escala MSK)

Primera  < VI (Baja)

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

Tercera  $\geq VIII$ (Actual)

+ Observatorio Sismografico

• Capital de provincia.

FIG.3.3-1.- ZONIFICACION SISMICA DE ESPAÑA SEGUN NORMA PDS - 1 (1.974)

Zonas de sismicidad media (VI-VIII) donde, en la hipótesis de rotura, puedan producirse daños humanos o materiales importantes.

El riesgo sísmico hay que tenerlo en cuenta, especialmente en aquellos casos de implantaciones, tanto antiguas como futuras de residuos mineros, sobre laderas de fuerte pendiente, en los que aparezcan terrenos arenosos flojos, susceptibles de entrar en licuefacción bajo acciones dinámicas, o con estériles donde se ponga de manifiesto una cohesión pequeña.

En aquellas zonas de riesgo sísmico moderado, como es el caso de la mayor parte del territorio burgales puede estudiarse el comportamiento dinámico de los diques de las balsas por métodos seudoestáticos, en los cuales no se consideran las sobrepresiones intersticiales provocadas por las acciones cíclicas, sin embargo, cuando se trate de diques formados por residuos de baja permeabilidad, saturados y no compactados, debe realizarse una comprobación de la estabilidad en tensiones totales.

3.4. Climatología

Burgos, situada en el límite de la submeseta septentrional, queda aislada de la influencia de los vientos oceánicos por la cordillera Cantábrica, resultando su clima de carácter continental con inviernos largos y rigurosos y veranos cortos y secos.

Las variaciones climáticas en la provincia vienen fundamentalmente condicionadas por su relieve, con diferencias más o menos acusadas entre zonas serranas, las depresiones y los valles.

3.4.1. Temperatura

Como queda reflejado en los mapas de isotermas de las figuras 3.4-1 y 3.4-2, en las sierras del norte se dan las menores medias anuales con valores hacia el sur hasta alcanzar los 20º en la depresión del Duero.

Los valores térmicos extremos muestran una fuerte variación anual especialmente acusada en las depresiones donde se alcanzan mínimas absolutas de -15ºC si bien las máximas son muy moderadas, con valores medios en el centro del estío de 18ºC a 20ºC.

No existe prácticamente estación primaveral, ya que la persistencia de los fríos se alarga hasta los meses de abril y mayo, período al que se extiende el riesgo de heladas.

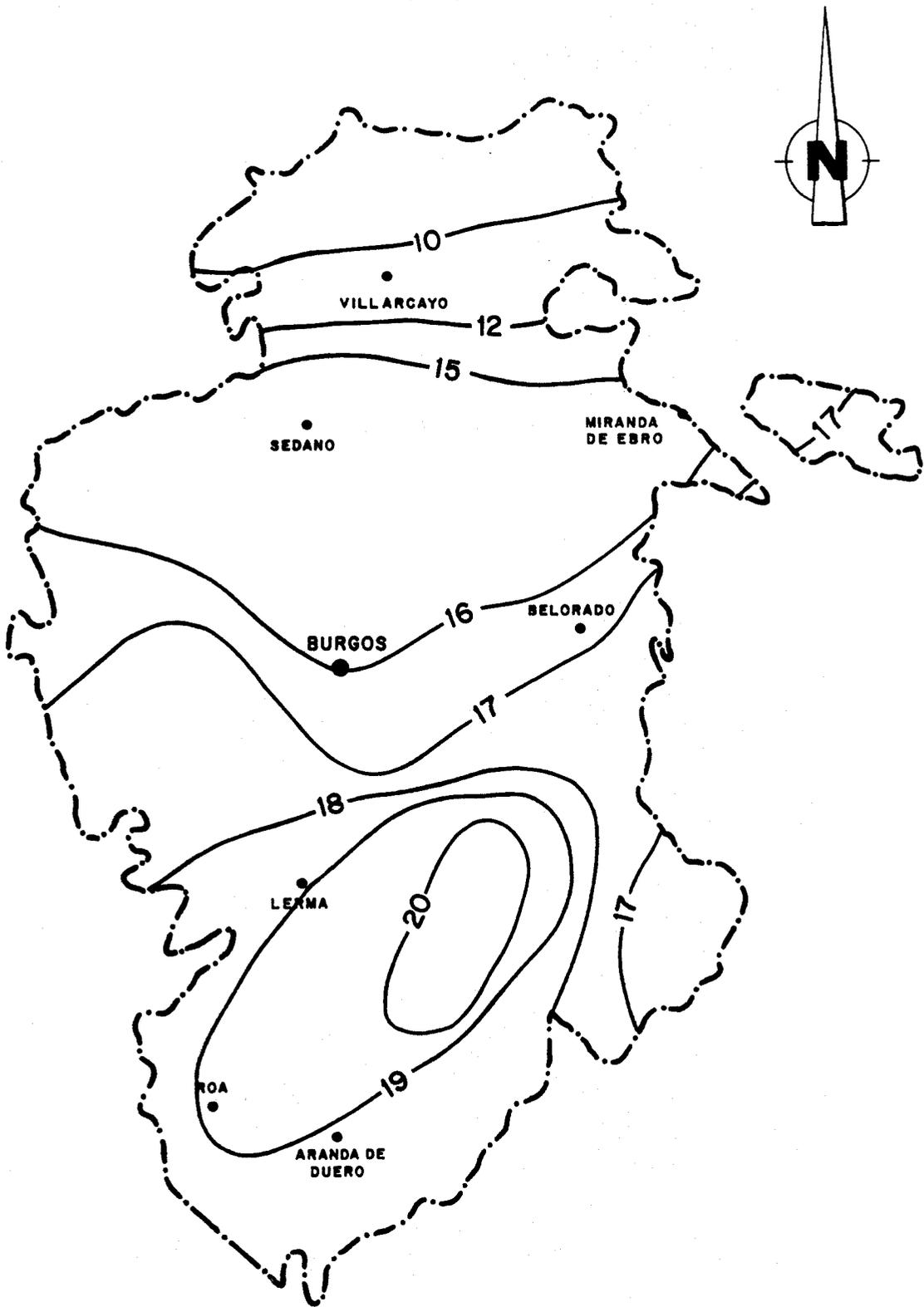


FIG.3.4.1.- ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C.)

ESCALA 1:1.000.000

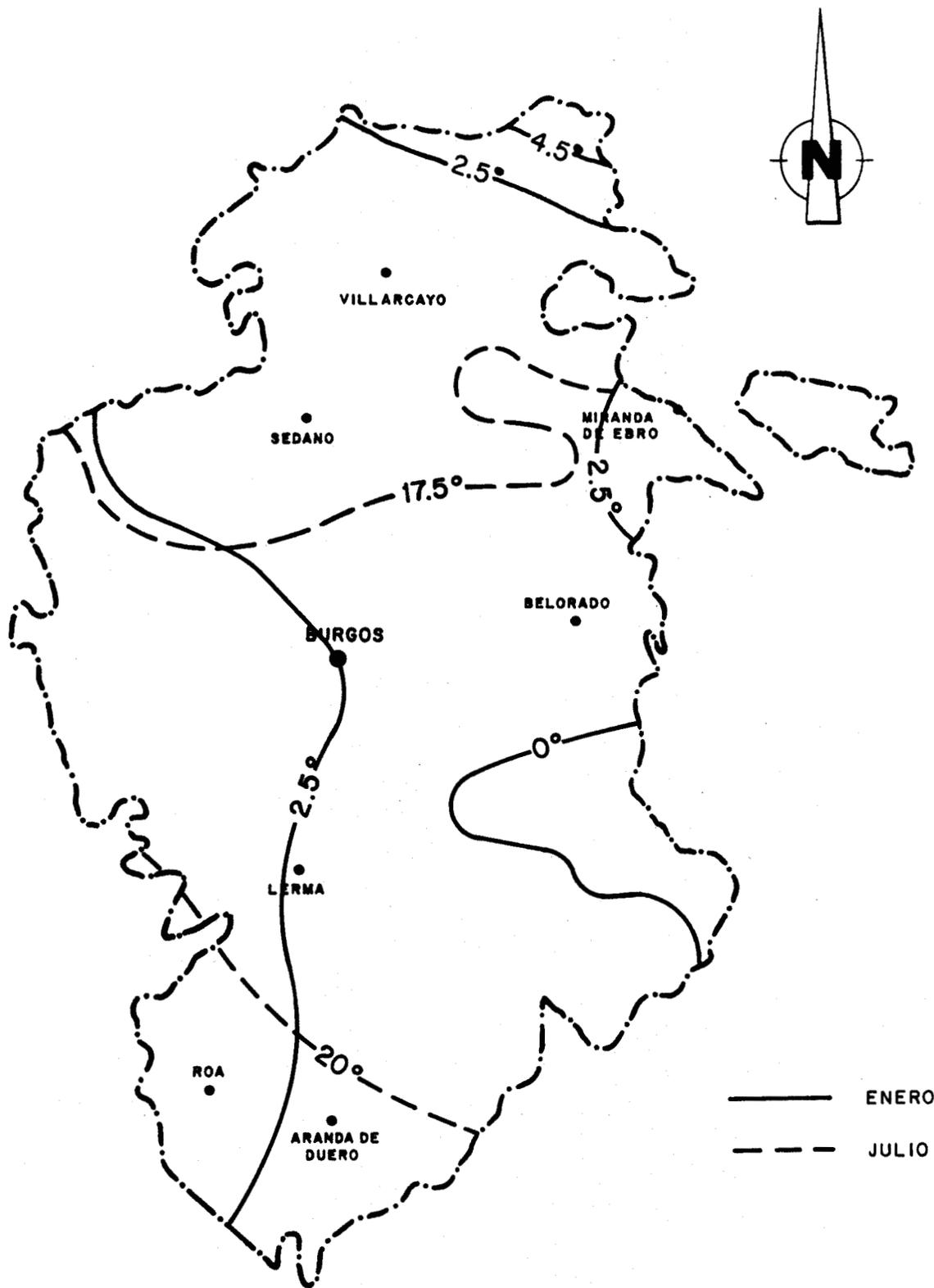


FIG.3.4.2.- ISOTERMAS EXTREMAS (° C.)

ESCALA 1:1.000.000

El verano es en general seco y de corta duración y con temperaturas suaves y agradables.

3.4.2. Precipitaciones

La influencia orográfica se pone así mismo de manifiesto en el régimen provincial de precipitaciones, reflejado en el mapa de isoyetas de la fig. 3.4-3.

Los valores máximos corresponden a la cordillera Cantábrica donde se superan los 1.600 mm, mientras que en la Ibérica, lejos de la influencia oceánica, no se superan los 800 mm.

La precipitación disminuye claramente a medida que se avanza hacia el SE de la provincia, en cuyo extremo la media anual no supera los 300 mm.

Las mayores precipitaciones se producen, en general, en primavera y otoño, siendo muy escasas o nulas en verano.

En el mapa de isomáximos de la fig. 3.4-4 se aprecia que sólo en la Cordillera Cantábrica las precipitaciones alcanzan valores de torrencialidad acusada.

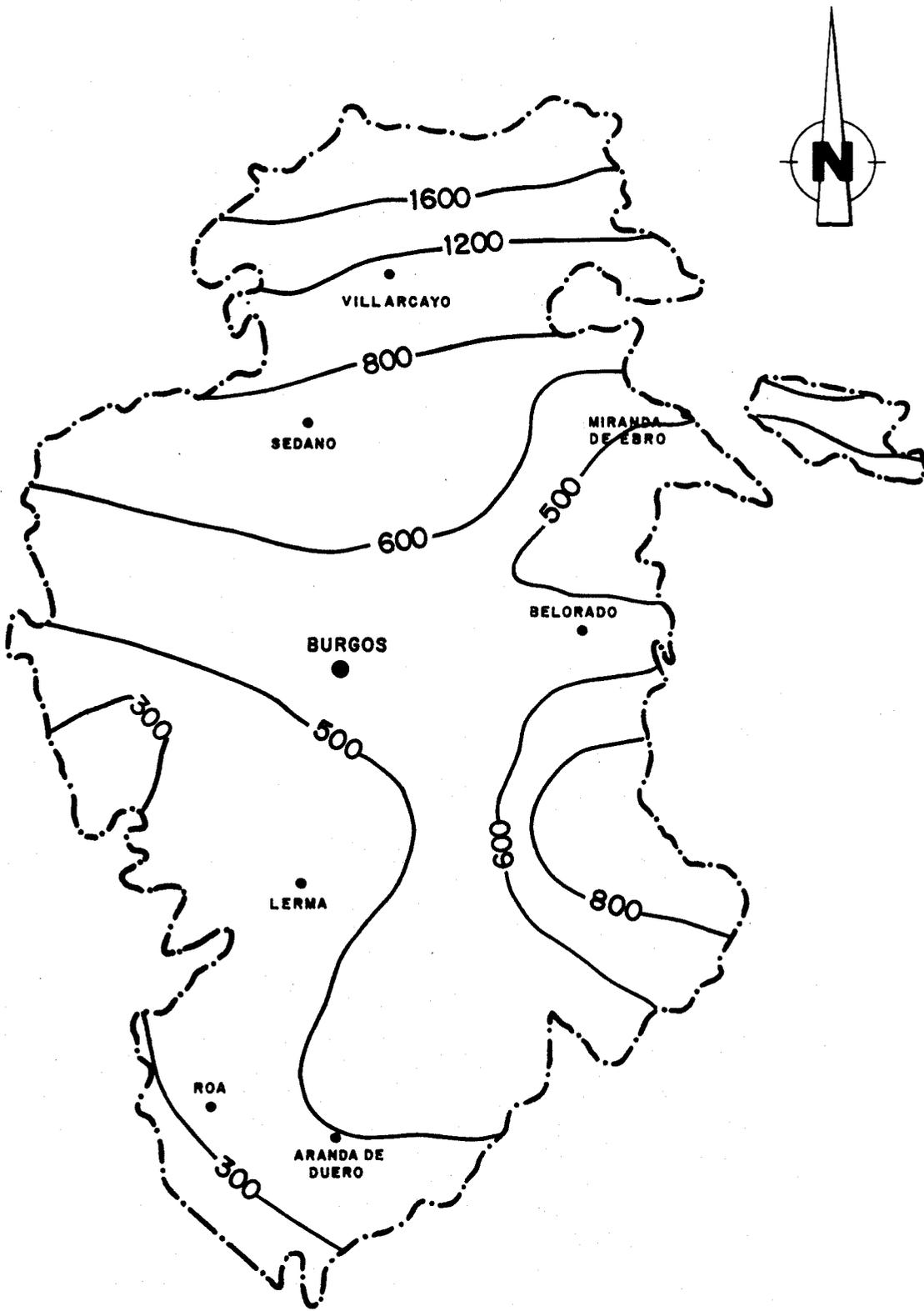
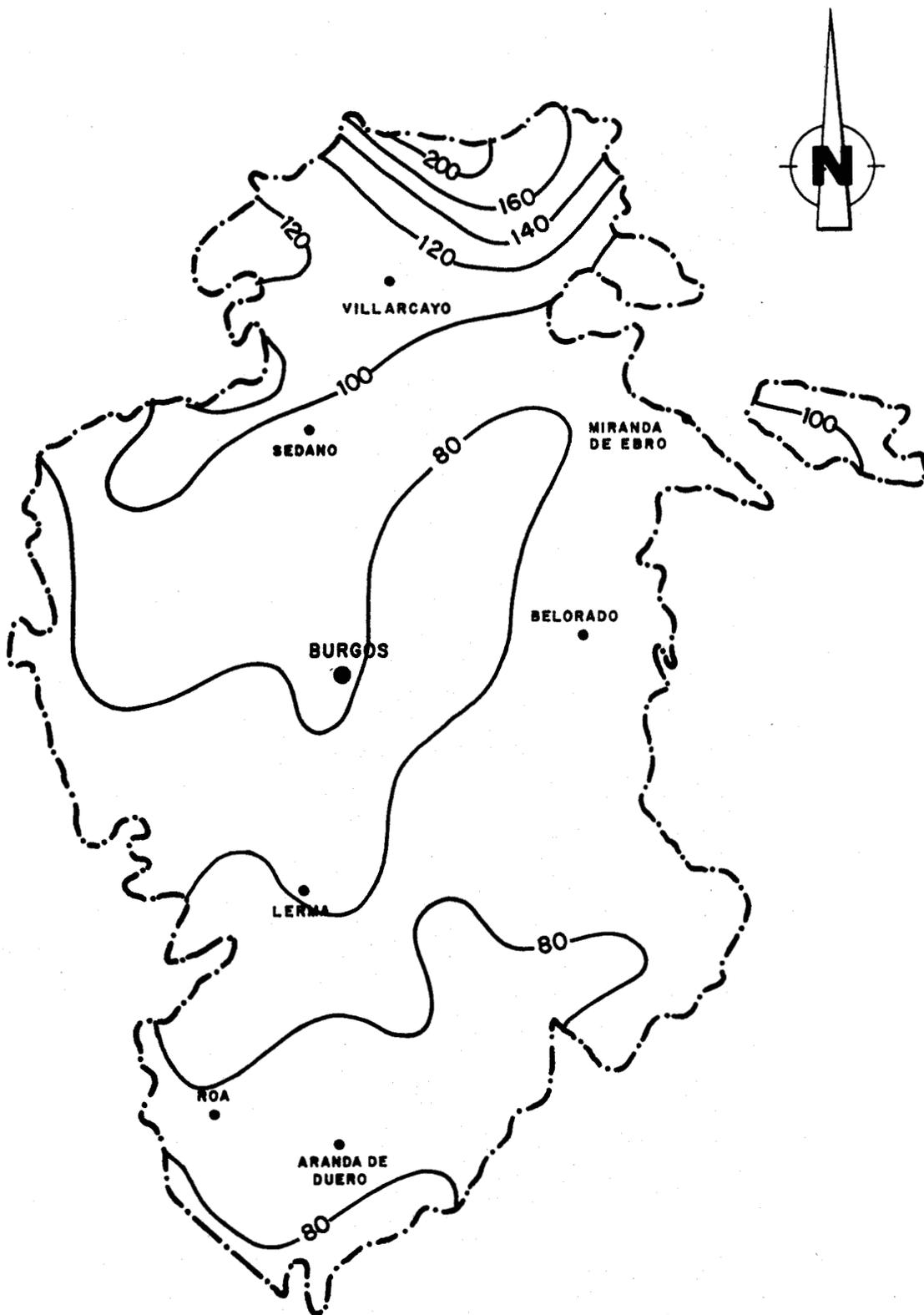


FIG. 3.4.3.- ISOYETAS MEDIAS ANUALES (m.m.)

ESCALA 1:1.000.000



**FIG. 3.4.4.- PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS
(Periodo de retorno 100 años)**

3.4.3. Insolación

El número medio de horas anuales de sol oscila en la provincia entre las 2.000 (45% del máximo teórico) en las cordilleras del N y E, hasta las 2.400 (55% del máximo) en el resto del territorio.

3.4.4. Vientos

Los vientos dominantes corresponden a la dirección SW-NE. En invierno son muy fríos, con procedencia del NE y secos en verano, con procedencia predominante del SW.

Las intensidades máximas corresponden al otoño, en que se superan los 50 km/h.

4. SINTESIS GEOLOGICA

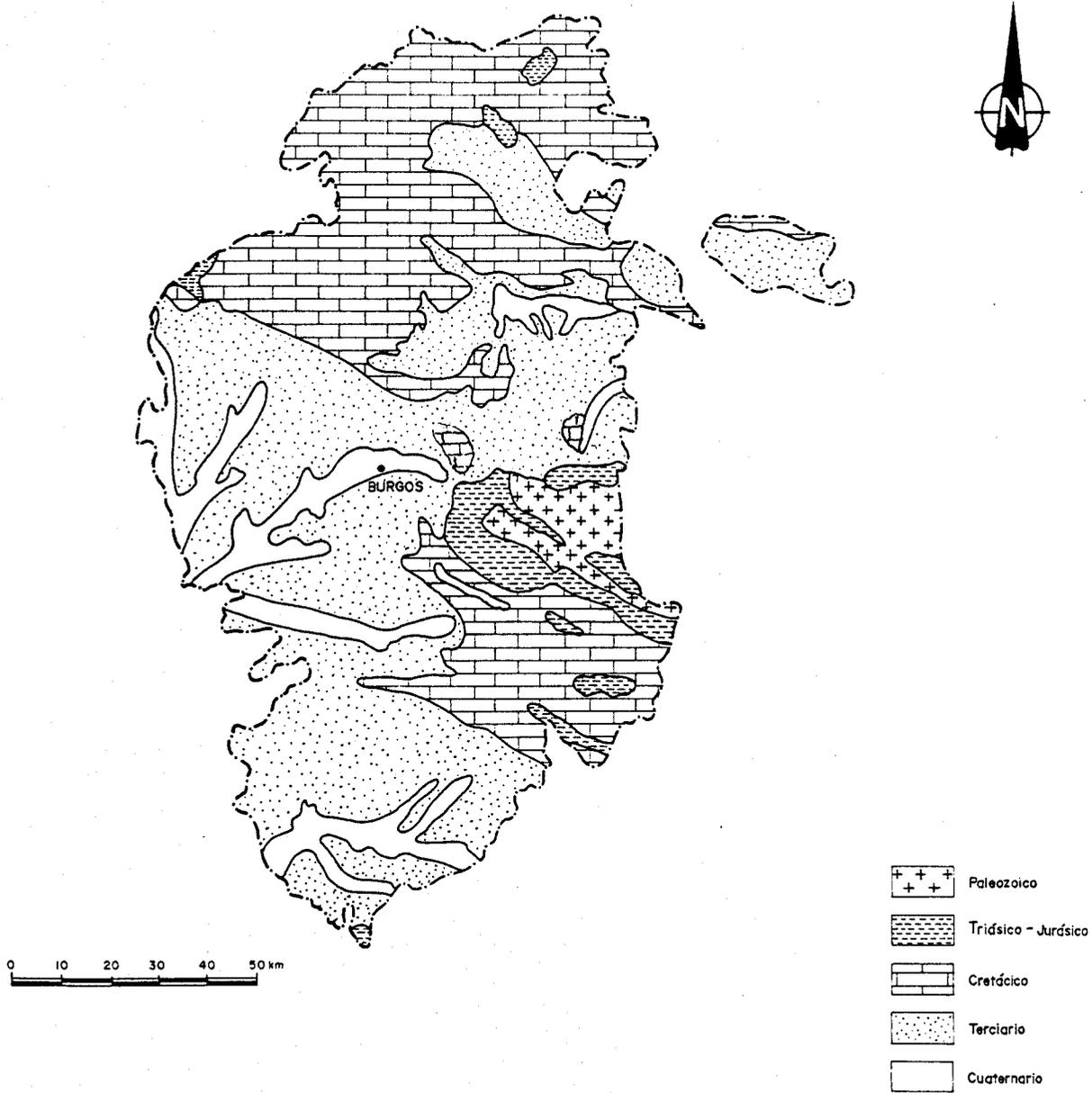
En la provincia de Burgos, puede configurarse una secuencia cronológica desde el Cámbrico hasta el Cuaternario, donde son datados, la mayoría de los períodos geológicos. No se han encontrado terrenos Precámbricos, por lo que los primeros materiales detectados corresponden al Paleozóico.

4.1. Cronoestratigrafía

Atendiendo a las características litológicas y cronológicas de los materiales reconocidos en la provincia de Burgos, ésta se puede dividir en cinco grandes unidades que abarcan desde el Paleozóico al Cuaternario (Fig - 4.1.)

1.- Paleozóico de la Sierra de la Demanda

Esta primera unidad, está representada por series paleozóicas, entre las que destaca un Cámbrico, constituido por esquistos, cuarcitas y calcoesquistos, localizados al este de la provincia. Por encima del Cámbrico pero con afloramientos más reducidos, aparecen conglomerados, arenas micaceas, esquistos y cuarcitas, correspondientes al Ordovícico. Suprayacente a este sistema no se reconoce el Silúrico, ni el Devonico, existiendo una gran laguna estratigráfica, bien por erosión de



FUENTE : I.G.M.E. Mapas geológicos y elaboración propia

FIG. 4.1.- ESQUEMA GEOLOGICO

los materiales, o bien por no haberse depositado al estar en área emergida.

A continuación del Ordovícico, se ha reconocido el Carbonífero, representado por pizarras, areniscas y capas carbonosas. Pueden distinguirse tres zonas: Carboníferas, que fueron explotadas antiguamente y que hoy se encuentran abandonadas: la parte oriental, constituida por pequeñas cuencas hulleras, localizadas en las poblaciones de Valmala y Alarcia. La parte central, donde el Carbonífero está más desarrollado y explotado más intensamente, y que corresponde a las cuencas de Villapur de Herreros y Pineda de la Sierra. Por último, la parte occidental que corresponde a los afloramientos de los alrededores de las poblaciones de San Millan de Juarros y de Brieva.

II.- Triásico y Jurásico

Esta segunda unidad engloba a las dos series y se situa rodeando al Paleozóico de la Sierra de la Demanda, apareciendo también pequeños afloramientos al norte y sur de la provincia.

Dentro de esta segunda unidad pueden diferenciarse dos subunidades litológicas, una correspondiente al Trías y otra al Jurásico.

En el Triásico pueden diferenciarse en primer lugar, un Buntsandstein de caracter fundamentalmente detrítico, formado por un

conglomerado basal brechoide, perteneciente a las formaciones paleozóica circundante por encima del cual, afloran alternancias detríticas arenisco-pelíticas. Todo el conjunto se caracteriza por un intenso color rojizo característico.

Por encima del Buntsandstein, se sitúa el Muschelkalk, pobremente representado, formado por calizas dolomíticas y dolomías amarillentas y algo tableadas.

El Keuper está compuesto por arcillas y margas, con pequeños baños pelíticos intercalados, así como lentejones de yeso generalmente en tonos rojos.

Merece destacarse dentro del Keuper, la existencia de grandes cantidades de sales, así como la presencia de rocas eruptivas (ofitas) que afloran en Poza de la Sal, Salinas del Rosio, Bujedo y en el Valle de Mena. Las sales se explotan actualmente por evaporación del agua que surge de pozos y manantiales.

La segunda subunidad corresponde al Jurásico y es esencialmente carbonatado aunque pueden existir, en determinadas zonas, niveles detríticos formados por arenas, arcillas, y conglomerados que constituyen la denominada Facies Weald.

III.- Cretácico

Esta tercera unidad es el periodo que alcanza mayor amplitud en el norte y parte del sureste de la provincia.

El cretácico está formado por dos tipos de materiales. El cretácico inferior, está constituido por depósitos detríticos, arenas y gravas, fundamentalmente, en la actualidad intensamente explotados y que se desarrollan en las comarcas septentrionales en los alrededores de Espinosa de los Monteros, Humada, Salas de los Infantes, Villadiego, Briviesca, etc.

El cretácico superior fundamentalmente calcáreo, se extiende desde la base meridional de los Montes Cantábricos, al norte de la provincia, hasta las depresiones principales del Ebro y del Duero. Las calizas Turonenses se explotan activamente en varios puntos de la provincia.

También pueden existir óxidos de hierro de origen sedimentario, asociados a las calizas Turonenses.

IV.- Terciario

Los terrenos terciarios se localizan primeramente en el centro y sur de la provincia. Son materiales menos resistentes que los anteriores y están compuestos por arcillas conglomeradas, areniscas, yesos, margas yesíferas y margas calizas, de los páramos, de edad pon-

tiense y que coronan la serie estatigráfica terciaria.

Asociado a los niveles yesíferos, pueden aparecer yacimientos de glauberita, como en Cerezo de Río Tirón, que están siendo intensamente explotados y los de Belorado.

En la región superior del Ebro, destacan las grandes cuencas terciarias de Medina de Domar y Miranda de Ebro, cuyos depósitos son en parte marinos y en parte limo terrestres. Los afloramientos eocenos de la cuenca de Medina se desarrollan preferentemente al occidente de aquella, en la banda que discurre, desde Urría a Villanueva la Blanca, también aparecen en la de Miranda, pero el relleno de ambas cuencas puede considerarse prácticamente constituido por depósitos del Mioceno.

V.- Cuaternario

Esta quinta unidad se desarrolla fundamentalmente en la mitad occidental de la provincia y al sur de la misma.

Corresponde a los aluviones y terrazas de los grandes ríos que atraviesan la provincia, ocupando amplias extensiones superficiales.

Esta unidad está compuesta por materiales sueltos, no compactados, de naturaleza detrítica, formados por gravas redondeadas y arenas. Existen numerosas explotaciones de graveras, aunque de dimensiones reducidas, que aprovechan estos materiales, repartiéndose dichas explotaciones en varios puntos de los grandes ríos de la provincia.

4.3. Tectónica

De una forma muy general, la historia tectónica de la provincia, puede resumirse en dos grandes etapas.

La primera de ellas, comenzó aproximadamente en el Carbonífero y terminó en el Permiano. Corresponden a las fases de la orogénesis Hercínica, afectando a los materiales más antiguos, localizados en la Sierra de la Demanda.

Se trata esencialmente de la formación de un pliegue de fondo individualizado a partir de las formaciones antecarboníferas que constituyen la estructura de la Sierra de la Demanda.

Este pliegue de fondo no ha tenido una estructura homogénea, sino que está independizado en varios bloques delimitados por grandes fracturas que se pueden agrupar en tres sistemas principales.

Un primer sistema según una dirección NO-SE, un segundo sistema según la dirección NE-SO, y un tercero según la dirección E-O.

La orientación de estas fallas, ha determinado las de los bloques, removilizando las estructuras pre-Westfalienses y condicionando la tectónica posterior.

Como resultado de los esfuerzos tectónicos hercínicos, se desarrollan importantes pliegues, esquistosidad y cizallas, acompañados por procesos de metamorfismo.

La segunda etapa tectónica corresponde a la orogenia Alpina y presenta su momento culminante hacia el final del Oligoceno afectando tanto a los materiales paleozóicos, como a los mesozóicos y terciarios, dando como resultado dos estilos tectónicos diferentes. El de zócalo por un lado y el de cobertera por otro.

El zócalo en la parte occidental de la Sierra de la Demanda se caracteriza por un sistema de extensión. En el borde norte en cambio, donde la fracturación es más intensa, los diferentes bloques funcionan como un sistema de compresión resultando como consecuencia, la presencia de "escamas" de zócalo, alargadas según direcciones sensiblemente E-O.

El revestimiento, compuesto de varios niveles litológicos diferenciales y superpuestos, han reaccionado de forma heterogénea a las solitudes tectónicas

Las formaciones jurásicas, despegadas por encima del keuper están en general desarraigadas del zócalo, plegándose independientemente en éste, aunque con direcciones paralelas a los accidentes del borde del macizo y con un estilo cuyas variaciones laterales están en relación con los movimientos y escamas del zócalo.

Los accidentes tectónicos del borde meridional de las cordilleras Cantábricas, están gobernadas por dislocaciones del substrato, con relación a las cuales el revestimiento ha tomado una cierta independencia. Se puede pensar en un despegue de la serie mesozóica a nivel del keuper.

Al norte del anticlinal del Montorio de direcciones NO-SE y del de Quintanilla-Hontomin, de direcciones E-O, existe una serie monoclinal, con buzamientos suaves al N y NE.

Al sur de la gran falla de Urbel del Castillo-Montario, las estructuras se agrietan entre abundantes fallas y forman un gran arco cuya rama occidental de dirección NO-SE, se dispone O-E, más al este para cambiar de dirección hasta la NE-SO, hacia la zona más oriental.

Existen numerosos asomos diapíricos relacionados con importantes fracturas y fallas, como la de Quintanilla de Pedro Abarca, Montorio y la de Salimilla de Bureba y Buezo.

4.3.- Historia Geológica

Se puede distinguir grandes periodos en la Historia Geológica de la provincia.

El primero abarca desde el Cámbrico hasta el Westfaliense. El segundo desde el Westfaliense al Mioceno y el tercero desde el Mioceno hasta la actualidad.

El primer periodo comienza con una fase sedimentaria transgresiva de material detrítico formado por conglomerados margosos, areniscas groseras y alternancias arenisco-esquistosas en un medio epicontinental.

La sedimentación prosigue con el depósito carbonatado del Cámbrico medio, con algún aporte detrítico y continúa posteriormente con una nueva sedimentación de tipo detrítico correspondiente al Cámbrico superior y Ordavícico. Durante este periodo la sedimentación ha estado momentaneamente alterada por erupciones de rocas volcánicas del tipo de tobas albíticas, diabaja-dolerita, etc.

Posteriormente no se reanuda la sedimentación hasta el Westfaliense medio en su dominio de tipo parálico y de características molásicas distribuidas en varias zonas. Una zona deltáica con una red fluvial cambiante. Una zona de plataforma epicontinental subsidente y una zona pelágica alimentada con elementos detríticos seleccionados.

El segundo periodo abarca desde el Westfaliense hasta el Mioceno. Posteriormente al Westfaliense se deposita el Bundsandstein con un primer nivel de conglomerados bien redondeados que surgiran en el gran periodo de "desgaste", correspondiente al hiato precedente. Posteriormente se inicia el depósito correspondiente al Keuper de caracter lacustre para continuar con la gran transgresión Liásica a partir del sinemuriense aunque anteriormente se ha reconocido un nivel rico en conchas de bivalvos indeterminados. La sedimentación marina, conti-

nua hasta el Jurásico (Calloviense), a partir del cual se produce una erosión total, hasta el Cenomaniense. El episodio continental está caracterizado por sedimentos de varias facies, destacando las facies Weald.

A partir del Cenomaniense se produce una nueva transgresión máxima, hasta llegar al Santomiense, a partir del cual se empieza a producir una pulsación tectogenética que eleva los depósitos sedimentarios anteriores de manera que durante el Oligoceno se producen areniscas conglomeradas y arcillas de características epicontinentales.

El tercer periodo desde el Mioceno hasta la actualidad está caracterizado por una sedimentación continental molásica en relación con los movimientos epirogénicos del Macizo de la Demanda y de la llanura del Ebro. La parte occidental de la cuenca parece ser que sería la de mayor profundidad.

Estos movimientos van acompañados de un fuerte periodo erosivo y sedimentario en el cual se produce una colmatación parcial de la cuenca y el endorreísmo de la misma.

Durante el Vindoboniense y hasta el Pontiense la sedimentación es de tipo químico siendo el centro de la cuenca donde se produce la mayor concentración salina.

Colmatada la cuenca hasta el Pontiense, se produce una basculación general que termina con el endorreísmo y facilita la salida hacia el oeste produciendo un periodo erosivo importante de los depósitos químicos durante el Plioceno inferior. En el Plioceno superior se producen los depósitos de tipo raña dadas las características climáticas favorables para la sedimentación de dichos depósitos y por fin la red hidrográfica ha erosionado dichos depósitos sedimentando sus materiales en los lechos de los ríos principales.

5.- ANALISIS DE LA ACTIVIDAD MINERA

La provincia de Burgos, no tiene grandes yacimientos en explotación, si se exceptúan los de glauberita. A esta conclusión llegan algunos autores despues de reflexionar sobre la modernidad de la mayor parte de los terrenos existentes: terciarios y cuaternarios.

Si observamos los datos de las Estadísticas mineras de los años 1975 - 1980 - 1985, recogidas en los cuadros 5.1., 5.2. y 5.3., respectivamente, puede comprobarse una clara regresión, tanto en el número de explotaciones como en el número de empleados en el sector.

Son los yesos, los sulfatos y las arcillas, las sustancias que mayormente se extraen tanto en cantidad como por su calidad.

CUADRO 5.1.- DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1975

SUSTANCIA	1-5		6-10		11-25		26-50		51-100		101-250		TOTAL	
	Nº EXP	Nº EMP	Nº EXP	Nº EMP	Nº EXP	Nº EMP								
HIDROCARBUROS	-	-	-	-	-	-	1	36	-	-	-	-	1	36
CAOLIN	1	5	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11
CUARZO	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
FELDESPATO	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
GLAUBERITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	111	1	111
SAL GEMA	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
TURBA	-	-	-	-	1	13	-	-	-	-	-	-	1	13
ARCILLA	13	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	20
ARENA Y GRAVA	35	77	2	15	1	12	-	-	-	-	-	-	38	104
ARENISCA	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
CALIZA	11	40	7	52	2	24	-	-	-	-	-	-	20	116
SILICE	4	6	1	7	2	30	-	-	-	-	-	-	7	43
YESO	6	12	2	16	-	-	-	-	-	-	-	-	8	28
TOTALES	75	171	13	96	6	79	1	36	-	-	1	111	96	493

FUENTE: Anuario Estadística Minera de España. Ministerio de Industria y Energía.

CUADRO 5.2.- DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS
EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1980

SUSTANCIA	1-5		6-10		11-25		26-50		51-100		101-250		TOTAL	
	Nº EXP	Nº EXP	Nº EXP	Nº EXP										
HIDROCARBUROS	-	-	-	-	-	-	1	39	-	-	-	-	1	39
CAOLIN	1	5	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12
CUARZO	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
FELDESPATO	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
GLAUBERITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	116	1	116
SAL GEMA	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
TURBA	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
ARCILLA	8	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	14
ARENISCA	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6
CALIZA	2	6	5	34	2	35	-	-	-	-	-	-	9	75
SILICE	3	5	-	-	2	27	-	-	-	-	-	-	5	32
YESO	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5
OTROS PRODUCTOS DE CANTERA	19	55	3	21	-	-	-	-	-	-	-	-	22	76
TOTALES	41	107	10	68	4	62	1	39	-	-	1	116	57	392

FUENTE: Anuario Estadística Minera de España. Ministerio de Industria y Energía.

CUADRO 5.3.- DISTRIBUCION SEGUN LOS INTERVALOS DE EMPLEO DE LAS
EXPLOTACIONES MINERAS. AÑO 1985

SUSTANCIA	1-9		10-19		20-49		50-99		100-499		TOTAL	
	Nº EXP	Nº EXP	Nº EXP	Nº EXP								
HIDROCARBUROS	-	-	-	-	1	42	-	-	-	-	1	42
CAOLIN	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8
GLAUBERITA	-	-	-	-	-	-	-	-	1	111	1	111
SAL GEMA	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
ARCILLA	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
ARENISCA	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
CALIZA	9	47	1	17	-	-	-	-	-	-	10	64
SILICE Y ARENAS SI	2	8	-	-	1	32	-	-	-	-	3	40
YESO	-	-	-	-	1	27	-	-	-	-	1	27
OTROS PRODUC- TOS DE	10	36	1	11	-	-	-	-	-	-	11	47
TOTAL	27	106	2	28	3	101	-	-	1	111	33	346

FUENTE: Anuario Estadística Minera de España. Ministerio de Industria y Energía.

Entre los productos energéticos, la hulla y la antracita se encuentran en las zonas de San Adrián de Juarros y Urrez, Villasur de Herreros, Pineda de la Sierra y Valmala-Alarcia. Apareciendo los lignitos en Salas de los Infantes.

Geológicamente, se encuentran representados todos los terrenos desde el Cuaternario hasta el Precámbrico, en cuya base Precámbrica-Paleozóica los materiales corresponden a pizarras areniscosas y conglomerados, a estos les suceden series totalmente pizarrosas con intercalaciones de areniscas y algunos lenticiones carbonatados. El período Triásico aparece con sus típicas facies areniscosas-arcillosas. Ya más al techo se suceden los tramos secundarios y terciarios conformados por materiales arenosos-arcillosos, con niveles de margas y calizas.

La cubeta carbonífera de la Sierra de la Demanda se ubica al Este de la provincia de Burgos y está atravesada en su extremo con dirección SE-NE, por el río Arlanzón.

En los estudios realizados hasta el momento, se deduce, que su sedimentación debió efectuarse en una cuenca parálisis, producto de los derrumbios de la erosión de formaciones emergentes.

De un modo general se puede decir que las formaciones carboníferas reposan con fuerte discordancia sobre el zócalo Cámbrico-Ordovícico, y de igual modo las superficies del Triásico; estas formaciones productivas se datan al período Westfaliense C-D. Los niveles de carbón aparecen en capas en la zona oeste de San Adrián y en

lentejones discontinuos en las localidades de Pineda, Villasur y Urrez.

(Foto 5.1.)

En síntesis, en la Sierra de la Demanda quedan localizadas tres cubetas carboníferas: San Adrián de Juarros (borde occidental), Pineda-Villasur (central) y Alarcia-Valmala (borde oriental). Quizás sea la cuenca de San Adrián de Juarros, en base a los estudios realizados, la que se estime con mayores posibilidades en profundidad, aunque sus niveles carboníferos más superficiales ya han sido extraídos en su mayor parte.



FOTO 5.1.- EXPLOTACION DE HULLA PROXIMA A VILLASUR
DE HERREROS EN ESTADO DE ABANDONO

La información en el área de Burgos es muy escasa, y la serie carbonífera que se data corresponde a niveles lignitíferos negro-parduzcos con potencias pequeñas, y alto contenido piritoso.

De igual forma, las referencias que se tienen del borde oriental de la provincia de Burgos, encuadrado en el Mesozóico de la Sierra de Cameros en contacto con el Terciario de las cubetas de Almazán-Duero, son escasas; no obstante, se han datado tramos lignitíferos en sedimentos correspondientes a la facies Utrillas del Albense.

Estos depósitos parecen corresponder a un período altamente erosivo, con los conglomerados de base en un medio fluvial de alta energía, para posteriormente evolucionar la cuenca a un régimen fluvial meandriforme.

La importancia económica de estos lignitos es reducida, consumiéndose preferentemente en las centrales térmicas de Palencia.

El gas y los hidrocarburos fuentes fundamentales de energía en España, se extraen en la provincia de Burgos. Uno de los más conocidos es el campo petrolífero de Lora, situado entre las poblaciones de Valdeajos, Sargentos de Lora y Ayoluengo.

En el mismo yacimiento también se produce una pequeña cantidad de gas natural asociada al crudo, que es utilizado básicamente en la producción energética para el funcionamiento de las instalaciones del campo de extracción.

En cuanto a la minería metálica se refiere, se encuentra hierro en Atapuerca y Monterrubio de la Demanda, plomo en Neila, cobre en Altos de Dobro y manganeso en Puras de Villafranca y Villagalijo. En la actualidad todas estas explotaciones se encuentran abandonadas.

De los minerales no metálicos destacan del resto, los feldspatos y la glauberita.

FELDESPATOS

Se explotan actualmente en el borde SW de la Sierra de Pradales, término de Fuentenebro. Se trata de unas masas pegmatíticas irregulares emplazadas en la serie metamórfica paleozóica de la sierra.

En el conjunto abunda el feldespato de color rosado, que forma la mayor parte de la roca. También aparecen el cuarzo y la moscovita, adquiriendo la masa una textura gruesa e irregular.

El estéril encajante y el recubrimiento, que a veces es considerable, condicionan los accesos y la explotación del material.

La producción no es alta y el transporte incide notablemente sobre el valor neto, ya que el feldespato una vez separado y molido, se transporta a diferentes centros de consumo nacionales.

GLAUBERITA

Los yacimientos de sales sódicas corresponden a depósitos evaporíticos del Oligoceno - Mioceno en facies lacustres.

La paragénesis primaria es glauberita-anhidrita-dolomita. Los minerales secundarios principales son la calcita y el yeso, estando este último relacionado con la hidratación y disolución de la glauberita.

La zona de los yacimientos se encuadra en lo que podríamos llamar "terminación occidental del surco Terciario del Ebro" que enlaza la cuenca del río con la cuenca Terciaria del Ebro.

La "facies Cerezo" donde se encuentra la mineralización está constituida fundamentalmente por sulfatos: anhidrita y glauberita, alternando con dolomita y niveles margosos con micas. Son escasos los niveles arenosos cuyos clastos son de composición cuarzo-feldespática.

Los niveles más próximos a la superficie de erosión aparecen hoy como yesos, al igual que los niveles más íntimamente relacionados con el nivel freático de la zona, ello se atribuye a procesos de hipergénesis.

Las deposiciones anhidríticas no siempre se presentan como niveles continuos, sino que son muy frecuentes las formas nodulares

de tamaños diferentes.

Dentro de las rocas glauberíticas, pueden considerarse tres tipos fundamentales:

- a) Glauberita masiva
- b) Glauberita bandeada con dolomita
- c) Cristales de glauberita inmersos en el seno de una matriz carbonatada

El relleno de la cuenca, presenta secuencias rítmicas de glauberita alternando con anhidrita que es considerada como estéril.

La potencia de los paquetes productivos es de 5 a 8 m alternando con espesores similares de los considerados como estériles.

Las rocas yesíferas en su estado actual, han sido generadas por procesos hipergenéticos, por ello su composición mineralógica primaria depende de su situación respecto a la superficie topográfica y de las sucesivas posiciones del nivel freático en el tiempo.

El carbonato asociado a la dolomitización es fundamentalmente dolomita que se presenta en pequeñas bandas que alternan con otras de sulfato.

También existen niveles carbonáticos no compactos alternando con elementos detríticos y margas.

Las rocas más abundantes, sin duda son las anhidríticas que se presentan en niveles alternantes de gran pureza mineralógica con otros que tienen dolomicrita.

De otra parte, la producción de sulfato natural ha de competir con el obtenido como subproducto de una serie de procesos industriales tales como la fabricación de rayón, del ácido clorhídrico por el proceso Manhein a través de las cenizas de piritas, etc.

La aplicación del sulfato sódico, en sus primeros tiempos se limitaba a la industria del vidrio, a las papeleras, y en menor medida a los tintes, los colorantes y los abonos.

Ultimamente se aplica a los detergentes como carga de los mismos, lo cual influyó decisivamente en el desarrollo de la producción.

El gran inconveniente es la imposibilidad de competir en precios con el subproducto. Sin embargo, pueden considerarse, al menos, tres tipos de utilizaciones del sulfato que exigen una cierta pureza, grado que se alcanza mejor con el sulfato natural.

ARENAS SILICEAS

Por lo general, estos yacimientos están formados por areniscas y arenas silíceas de color blanco, con niveles de gravas más o

menos potentes, de ahí que en muchas explotaciones se extraiga también indistintamente arena y grava.

Hacia las poblaciones de Lerma y Covarrubias aparecen yacimientos de arenas caoliníferas de los cuales se extraen arenas rojizas arcillosas con lentejones de gravas que se utilizan como áridos naturales. El equipo base de arranque lo constituyen las palas mecánicas.

En la zona del Valle de Mena, en materiales pertenecientes al Trías diapírico, aparecen materiales caoliníferos cuyo origen posiblemente esté ligado al proceso de alteración sufrido por las rocas de tipo ofítico que acompañan a los terrenos del keuper.

Las arenas síliceas que se extraen en Arija, en San Vicente y en Pancorbo han visto reducirse su demanda.

CAOLIN

Se explota un importante yacimiento en el término de Hontoria del Pinar, existiendo la posibilidad de ser económicamente rentables los ubicados en el Valle de Mena y La Bureba.

En Hontoria del Pinar, el material aprovechado son las arenas de la facies Utrillas que afloran en este punto en capas horizontales hasta conformar la base del Pico de Navas, por debajo de las

margas y calizas superiores que coronan a éste. Son características constantes de la explotación una litología homogénea y la potencia de la formación. (Foto 5.2.)

El "todo uno", se lava y clasifica en la planta de Hontoria, obteniéndose entre un 20-25% del total de caolín ello supone el tratar unas doce mil toneladas anuales.

No obstante, la importancia de esta sustancia es creciente, debido a sus aplicaciones.

ARCILLAS

Las formaciones arcillosas muestran una amplia distribución, de manera particular en el sector occidental.

Los niveles más propicios a la explotación se encuentran en la formación miocénica.

Las arcillas terciarias, de colores ocre, amarillentos y rojizos, presentan unas características granulométricas muy variables de una facies a otras, causadas por cambios laterales o por intercalaciones discontinuas de lentejones de arenas.

Las reservas son grandes con buena accesibilidad en la mayoría de los casos.



FOTO 5.2.- EXPLOTACION DE CAOLINES Y ARENAS
EN HONTORIA DEL PINAR

Las arcillas tienen unas características muy grasas, aunque aparecen fundamentalmente entre lentejones de arcillas arenosas y arenas.

Dentro del ámbito de Burgos, la desaparición de explotaciones se debe fundamentalmente a tres causas: el descenso de la demanda, la baja calidad de las arcillas y a la industrialización de este sector, que ha obligado a las pequeñas industrias a cesar la fabricación por no poder competir con las grandes fábricas ni en calidad, ni en volúmen de producción, ni en precio.

Del conjunto de zonas extractivas, hay que reseñar: Pancorbo, Melgar de Fernamental, Aguilar de Bureba, Villalmanzo, y las proximidades de Burgos.

ARENAS Y GRAVAS

Estratigráficamente responden a tres edades diferentes. Las arenas son de edad miocena, mientras que las gravas son cretácicas y cuaternarias.

Las gravas de edad cuaternaria son de origen fluvial y se localizan en los valles de los ríos Arlanzón, Arlanza y Pisuerga, así como, en todos sus afluentes.

Las gravas están constituidas por cantos de caliza y cuarcita dentro de una matriz areno-arcillosa.

La explotación se realiza por medio de palas o retroexcavadoras con plantas de clasificación muy rudimentarias. El frente no se encuentra en ocasiones definido, teniendo las zonas extractivas un carácter intermitente.

Son materiales irregulares y mal clasificados, su forma de aparecer intercalada con niveles discontinuos y lentejones arcillosos condiciona sobremanera los yacimientos, en su rentabilidad, pues sólo se aprovecha la arena. Las instalaciones extractivas no tienen plantas de clasificación o, cuando las tienen, son de importancia relativa.

YESO

Los yesos en esta zona, pertenecen básicamente a dos formaciones de edad diferente: una del Triásico, en la que se presentan en bancos incluidos en la masa arcillosa del Keuper, y otra de edad Terciaria, con tramos yesíferos y margo-yesíferos.

En la zona de Belorado se localiza prácticamente toda la producción de yesos, apareciendo en bancales que alternan, la glauberita con las margas yesíferas. La explotación se realiza a cielo abierto, siendo los frentes de gran longitud y potencia. (Foto 5.3.)

Otras zonas extractivas son: Villalomez, Cueva Cardiel, Villanasur de Río Oca,...

SAL

Un recurso explotado históricamente ha sido la sal extraída de los manantiales en las arcillas del Keuper, de los diapiros de Poza de la Sal, Salinas de Riosio y marginalmente en alguno de los diapiros de Cilleruelo de Bezana-Soncillo.



FOTO 5.3.- BANQUEOS INICIALES DE LA EXPLOTACION DE BELORADO. ETAPA DE RETIRADA DE LOS PRIMEROS NIVELES DE RECUBRIMIENTO

CALIZAS Y DOLOMIAS

Básicamente las formaciones a las que pertenecen las calizas y dolomías explotadas son el Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario, siendo las calizas de edad cretácica las que más han sido objeto de actividades extractivas.

La demanda de estos materiales procede de los sectores de rocas de la construcción, áridos, aditivos para la fabricación de estos productos, etc. (Foto 5.4.)

Las canteras más importantes explotan calizas cristalinas de colores claros, muy duras. Las calizas del páramo, en cambio, son de peor calidad.

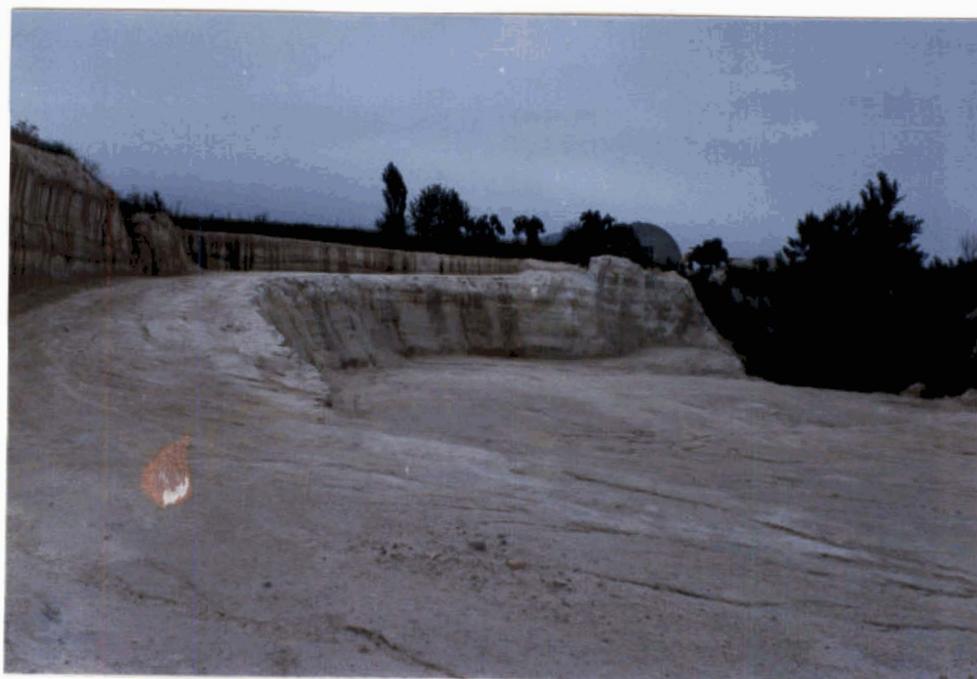


FOTO 5.4. ESLOTACION DE CARBONATO CALCICO EN BARCENA DE BUREBA (ESTRUCTURA: C - 190940001)

TURBA

Su aparición se constata en la zona límite con Cantabria, y en base a los últimos estudios realizados por el ITGE (antes IGME) las reservas pueden estimarse en unos 10 millones de toneladas. El yacimiento destaca al ser por el momento el único.

6. ESTRUCTURAS RESIDUALES MINERAS

6.1. Zonificación minera

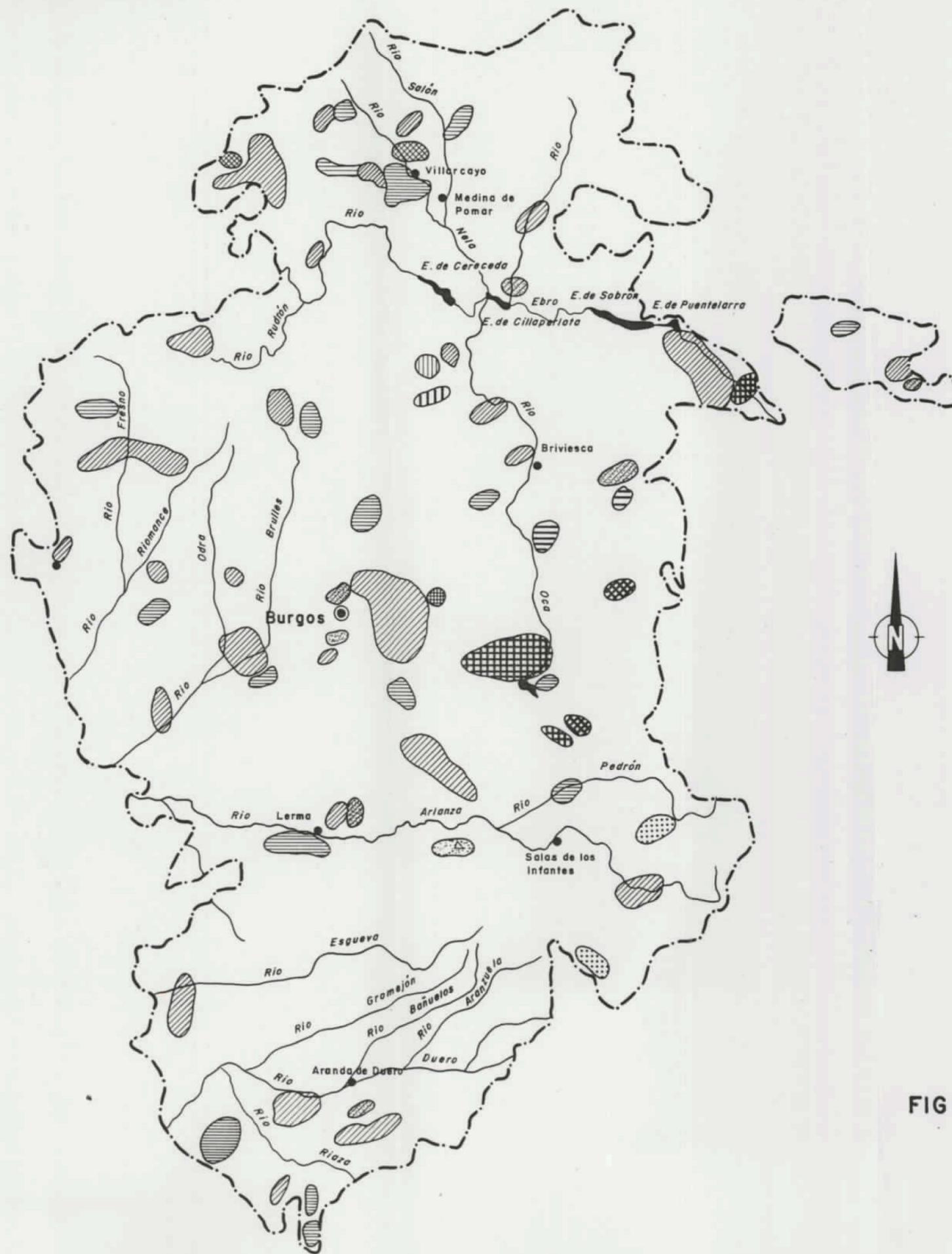
La provincia de Burgos, no presenta grandes yacimientos, si exceptuamos los de glauberita en las zonas de Cerezo y Belorado. El resto, está en consonancia con la modernidad de la mayor parte de los terrenos aflorantes: terciarios y cuaternarios.

Un resumen de las sustancias mineras extraídas se recoge en el plano de la Fig. 6.1.

6.2. Características generales

La escombreras vistas corresponden a los tipos comunes representados en la Fig.6.2.1. aunque en ocasiones los emplazamientos no resultan tan claros y son combinaciones de los anteriormente señalados. Así, pueden existir estructuras que ocupen una vaguada y parte de una ladera, sin llegar a colmatarlas totalmente, o bien, que estén entre una ladera y un terraplén, etc.

Así mismo, las diversas implantaciones de balsas se recogen en la Fig.6.2.2. pudiendo existir análogamente casos de tipología mixta.

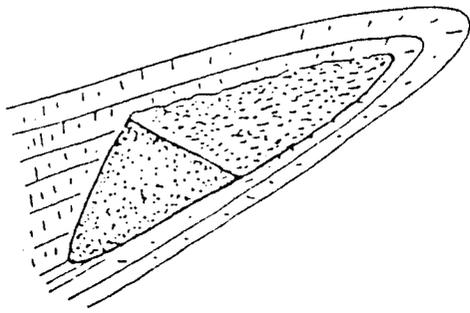


LEYENDA.-

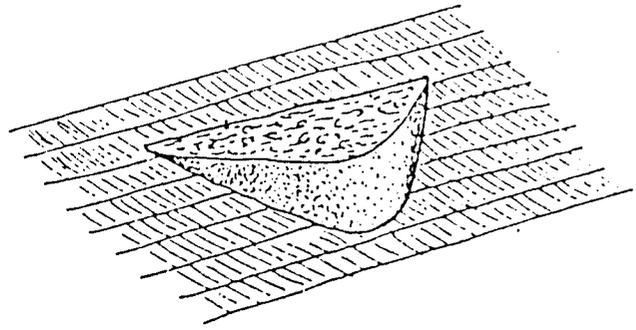
-  DC - OTROS PRODUCTOS DE CANTERA
-  SI - SILICE Y AR. SILICEAS
-  Ca - CALIZA
-  Cu - COBRE
-  AC - ARCILLA
-  FE - HIERRO
-  MR - MARMOL
-  CC - CUARCITA
-  SP - SALES POTASICAS
-  YE - YESO
-  MN - MANGANESO
-  HU - HULLA
-  LG - LIGNITO
-  CL - CAOLIN Y AR. CAOLINIFERAS
-  PZ - PIZARRA



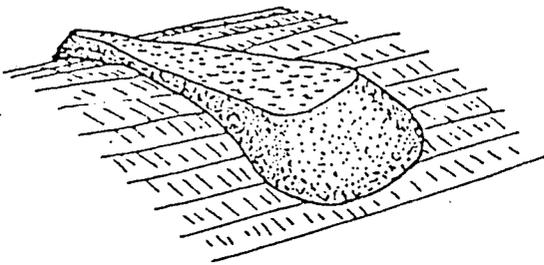
FIG. 6.1.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS PRINCIPALES RECURSOS MINEROS



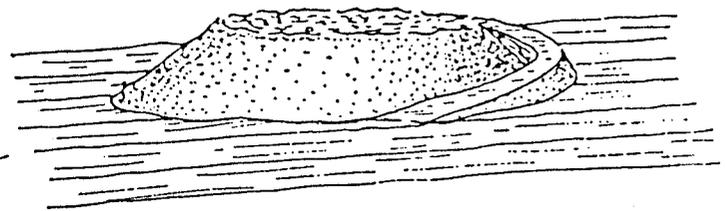
a) DE VAGUADA



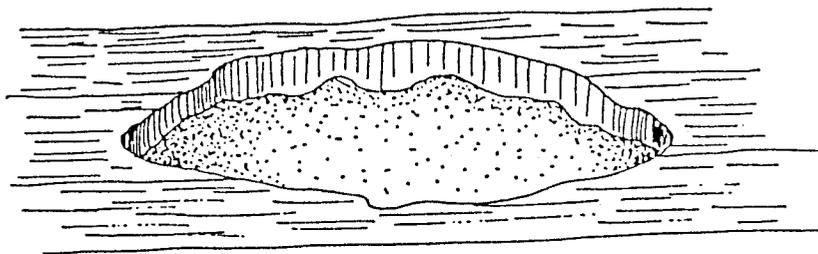
b) DE LADERA



d) DE DIVISORIA



e) LLANO



f) RELLENO DE CORTA

FIG. 6.2.1.- TIPOS DE ESCOMBRERAS

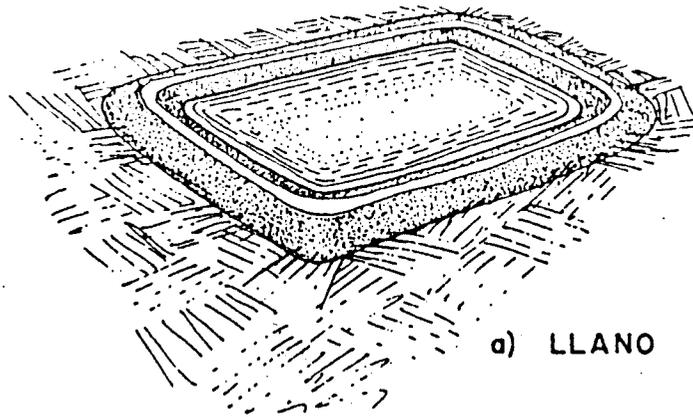
Fuente: Manual para el diseño y construcción de escombreras y presas de residuos mineros.

Singularmente, se han recogido algunos casos de escombreras-vertedero y de balsas industriales que por su situación, implantación, volúmen, etc. se ha creído conveniente significarlas.

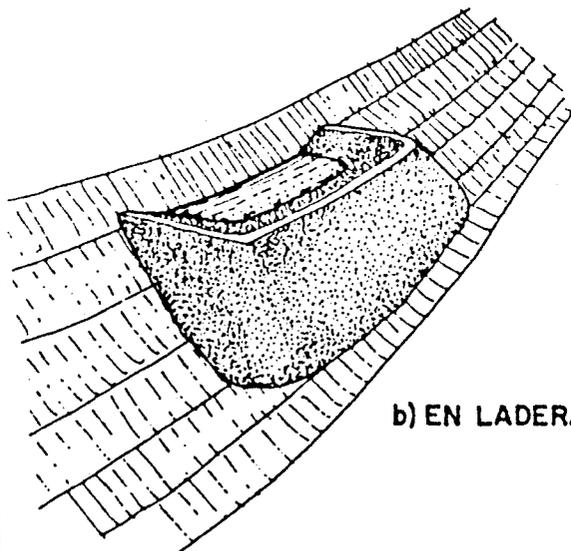
A continuación, se ha efectuado un análisis estadístico de los aspectos más específicos, basado en las estimaciones visuales realizadas. Los parámetros de referencia del estudio fueron:

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

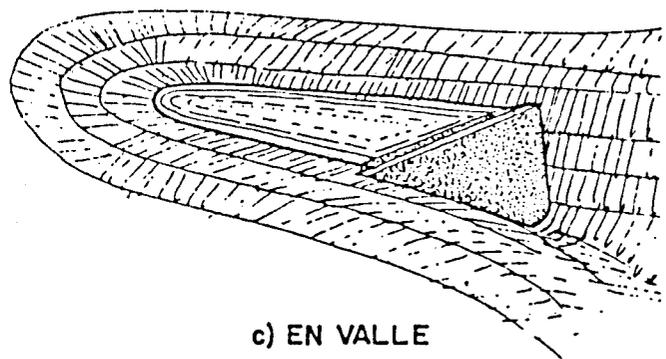
El análisis de los datos, extendido a la totalidad de los puntos visitados, permite apuntar una serie de conclusiones en términos generales, del conjunto de estas estructuras a nivel provincial.



a) LLANO



b) EN LADERA



c) EN VALLE

FIG.6.2.2.- TIPOS COMUNES DE IMPLANTACION DE BALSAS MINERAS

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

6.3. Resumen estadístico

6.3.1. Tipos de minería

MINERIA	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
OTROS PRODUCTOS	64	34,4	21	11,3	-	-	85	45,7
SILICE Y AR. SIL.	12	6,5	4	2,2	1	0,5	17	9,1
OTROS PROD. ENERG.	-	-	-	-	4	2,2	4	2,2
CALIZA	32	17,2	-	-	-	-	32	17,2
COBRE	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
ARCILLA	3	1,6	-	-	-	-	3	1,6
HIERRO	2	1,1	-	-	-	-	2	1,1
CUARZO	2	1,1	-	-	-	-	2	1,1
YESO	7	3,8	-	-	-	-	7	3,8
HULLA	15	8,1	-	-	-	-	15	8,1
MANGANESO	3	1,6	-	-	-	-	3	1,6
LIGNITO	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
CAOLIN	7	3,8	-	-	-	-	7	3,8
GLAUBERITA	6	3,2	-	-	-	-	6	3,2
PIZARRA	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5

En la fig. nº 6.3.1.se recoge la distribución porcentual por tipos de minería. Predominan los vertidos procedentes de sustancias calificadas como: Otros productos.

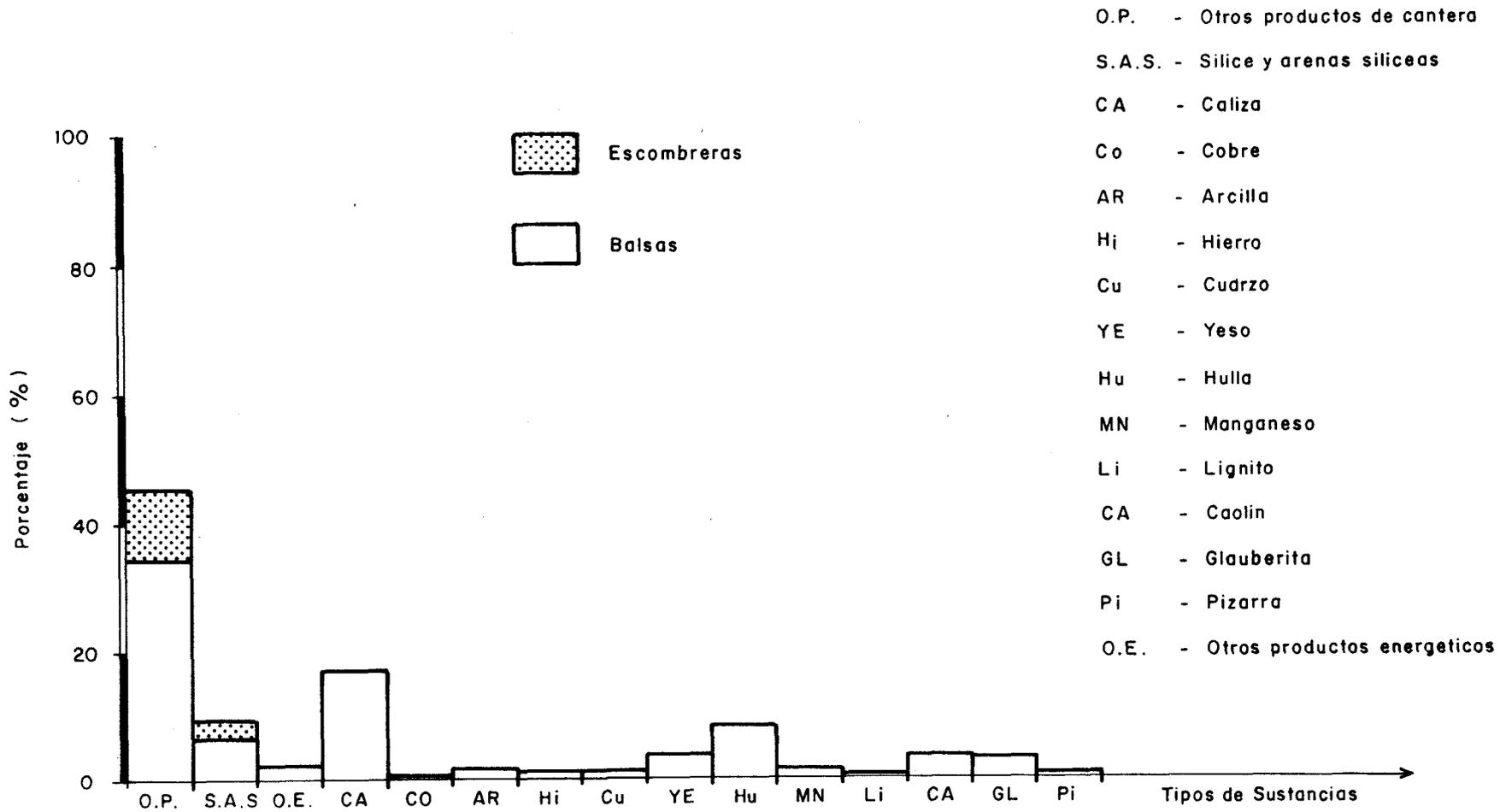


FIG. 6.3.1.- TIPOS DE SUSTANCIAS

MARGAS.

FOTO 6.1.- ESCOMBREIRA DEL GRUPO VALDEBACAS.
NATURALEZA DE LOS RESIDUOS: YESOS,



6.3.2. Tipos de las estructuras

TIPO	Nº	(%)
ESCOBRERAS	156	83,9
BALSAS	25	13,4
MIXTAS	5	2,7

La tipología de escombrera, es la más abundante con 156 casos, lo que supone el 83,9%.

La figura 6.3.2. reflejan la tipología existente.

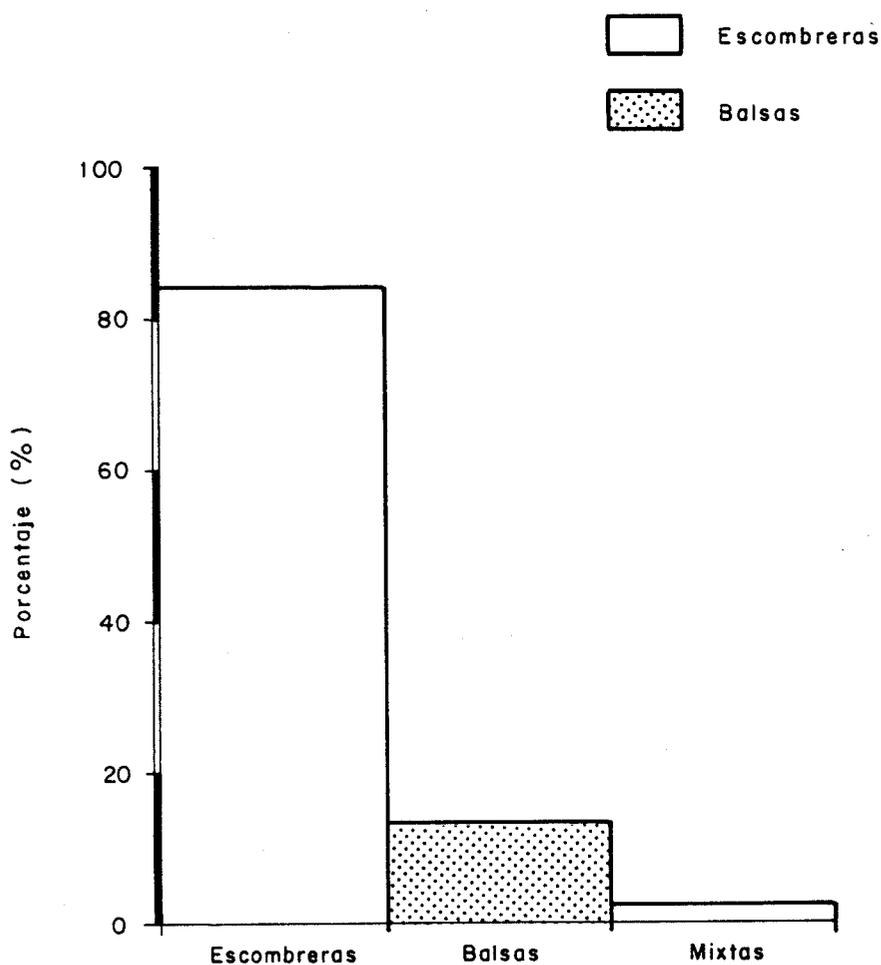


FIG. 6.3.2.- TIPOS DE ESTRUCTURAS

6.3.3. Estado de las estructuras

ESTADO	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
ACTIVAS	71	38,2	18	9,7	1	0,5	90	48,4
PARADAS	28	15,1	1	0,5	-	-	29	15,6
ABANDONADAS	57	30,6	6	3,2	4	2,2	67	36,0

La figura 6.3.3. , corresponden al gráfico de frecuencias obtenido, respecto al estado de las estructuras. Dentro del apartado de actividad se han englobado tanto escombreras como balsas con distinto ritmo de vertido.

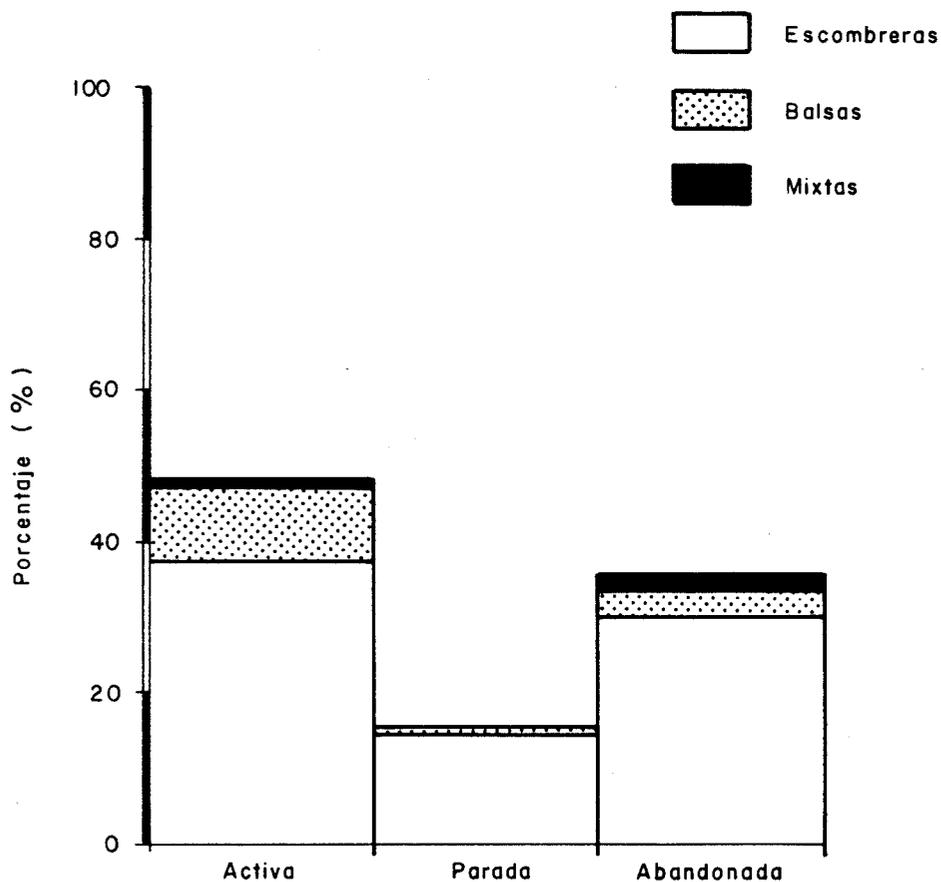


FIG. 6.3.3.- ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

6.3.4. Tipos de terreno ocupado

TIPOS DE TERRENO	ESCOMBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
BALDIO	56	30,1	13	7,0	2	1,1	71	38,2
AGRICOLA	43	23,1	23	5,4	-	0,0	53	28,5
MONTE BAJO	28	15,1	1	0,5	2	1,1	31	16,7
TERRENO FORESTAS	29	15,6	1	0,5	1	0,5	31	16,6

El tipo de terreno de mayor ocupación corresponde al baldío, con un 38,2% del total, seguido del calificado en el estudio como agrícola.

La figura 6.3.4. recoge el gráfico de frecuencia obtenido en este caso.

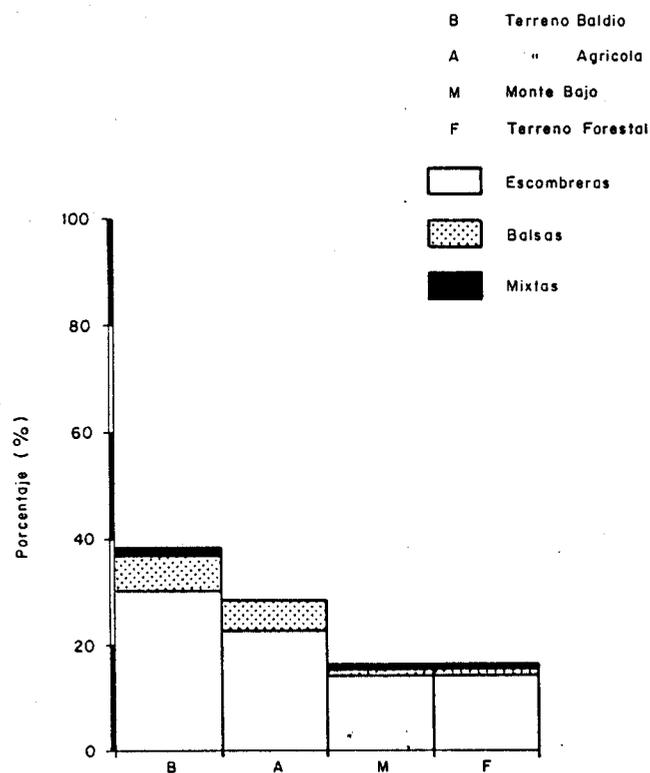


FIG.6.3.4.- TIPO DE TERRENO OCUPADO

6.3.5. Tipología del emplazamiento

TIPOS	ESCOMBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
LLANO	62	33,3	20	10,8	1	0,5	83	44,6
LADERA	27	14,5	-	-	-	-	27	14,5
VAGUADA	-	-	-	-	-	-	-	-
LLANO-LADERA	51	27,4	5	2,7	4	2,2	60	32,3
LLANO-VAGUADA	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
LADERA-VAGUADA	15	8,1	-	-	-	-	15	8,1

Las variedades predominantes son en la tipología sencilla, caso de implantación sobre terreno llano, y en la tipología mixta, la disposición ladera-llano.

La figura 6.3.5, resume la distribución porcentual.

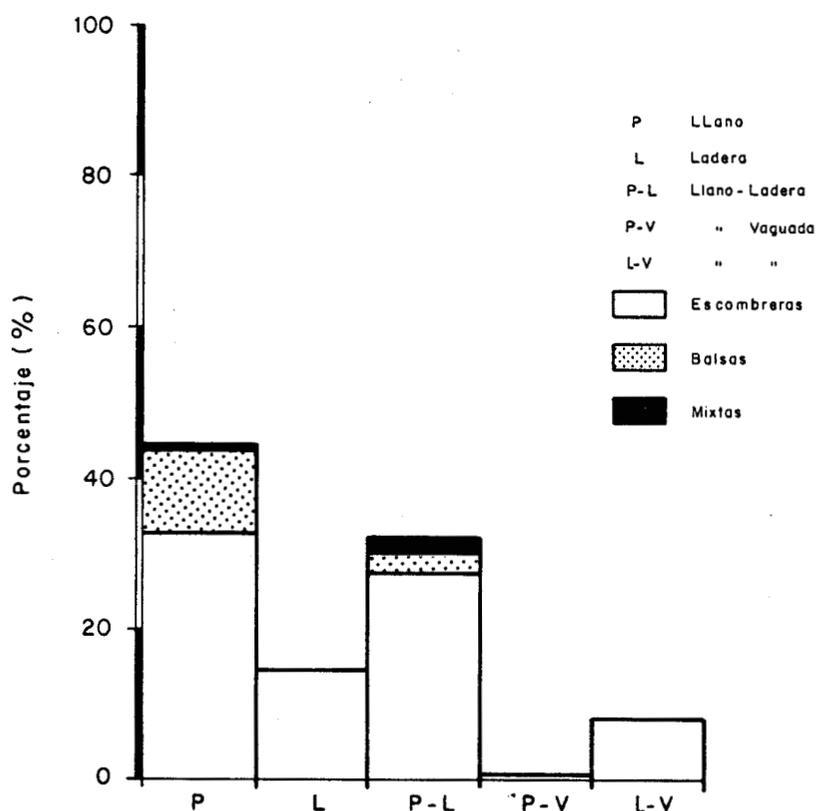


FIG. 6.3.5.- TIPOLOGIA DEL EMPLAZAMIENTO

6.3.6. Sistemas de vertido

Los distintos medios utilizados se han recopilado analíticamente en el cuadro siguiente, y en el histograma de la fig. 6.3.6.

SISTEMAS DE VERTIDO	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
PALA	43	23,2	-	-	1	0,5	44	23,8
VAGONETA	2	1,1	-	-	-	-	2	1,1
TUBERIA	-	-	16	8,6	1	0,5	17	9,2
CANAL	-	-	3	1,6	1	0,5	4	2,2
MANUAL	3	1,6	3	1,6	-	-	6	3,3
VOLQUETE	6	3,2	-	-	-	-	6	3,3
PALA-VOLQUETE	88	47,4	-	-	-	-	88	47,4
PALA-CINTA	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
TUBERIA-CANAL	-	-	2	1,1	2	1,1	4	2,2
MANUAL-VAGONETA	10	5,4	-	-	-	-	10	5,4
VOLQUETE-CINTA	2	1,1	-	-	-	-	2	1,1
MANUAL-VOLQUETE	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5

El medio de transporte más utilizado, es el sistema mixto: pala-volquete con 88 casos y un porcentaje del 47,4%. La pala con 44 casos (23,7%) se sitúa en segundo término.

Para el caso de balsas, el medio más usual es el de tubería (9,1%).

P	Pala	P - V	Pala - Volquete
W	Vagoneta	P - C	Pala - Cinta
T	Tuberia	T - C	Tuberia - Canal
C	Canal	M - W	Manual - Vagoneta
M	Marmol	V - C	Volquete - Cinta
V	Volquete	M - V	Manual - Volquete

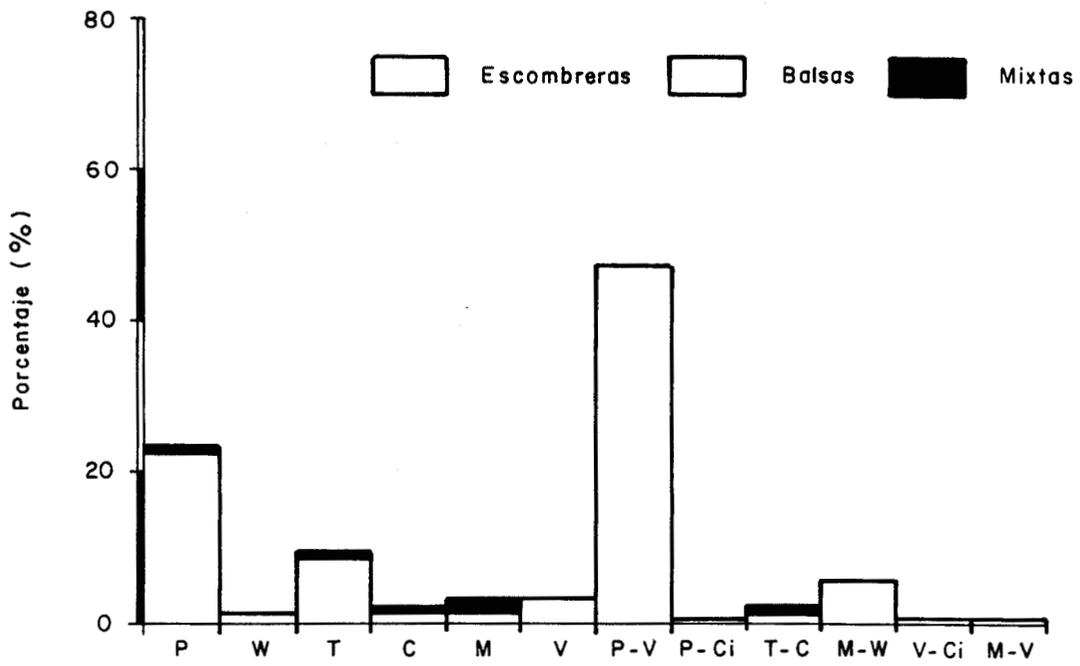


FIG. 6.3.6:- SISTEMAS DE VERTIDOS

6.3.7. Altura de las estructuras

ALTURA (m)	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 - 10 m	136	73,2	25	13,5	5	2,7	166	89,4
10 - 20 m	14	7,5	-	-	-	-	14	7,5
20 - 30 m	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
30 - 40 m	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
30 - 50 m	3	1,6	-	-	-	-	3	1,6
> 50 m	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5

Las alturas de las escombreras, en un porcentaje del 73,2%, corresponden a valores inferiores a los 10 m. Se han recogido 5 casos de escombreras cuyas alturas superan los 30 m. (Fig. 6.3.7.)

En las estructuras tipo balsa, todos los casos vistos se han evaluado con alturas de dique menores de 10 m.

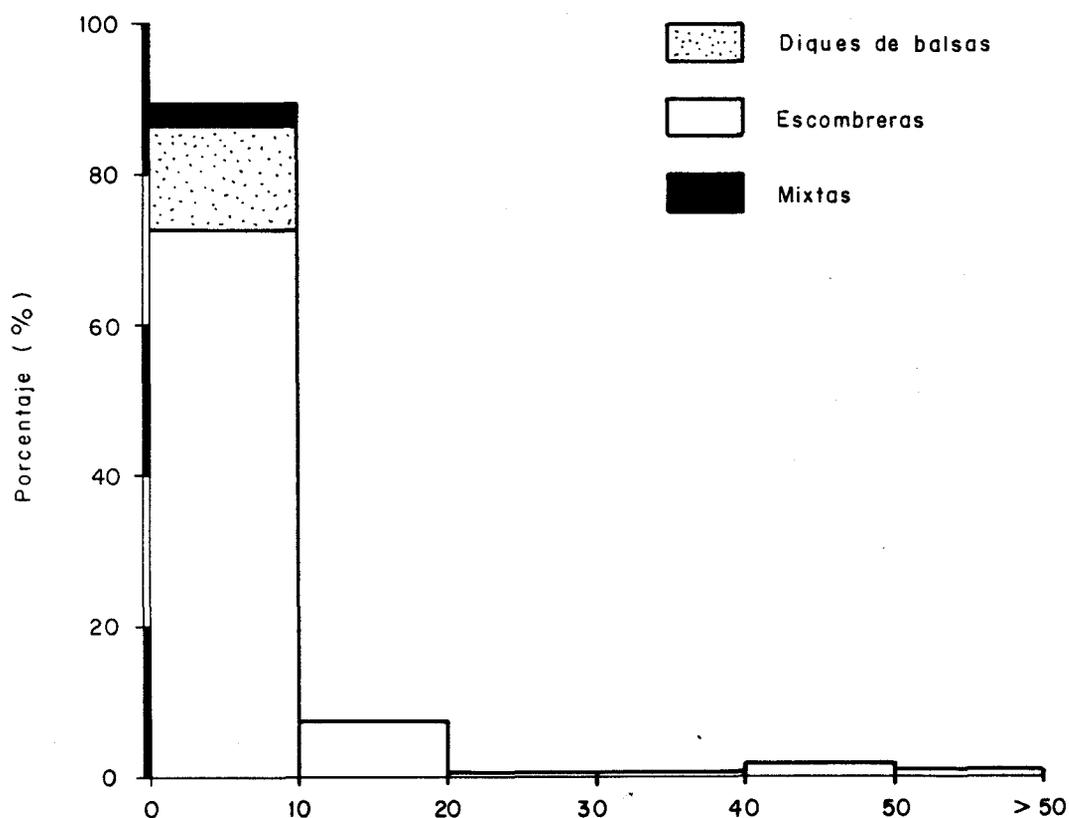


FIG. 6.3.7.- ALTURA (m.)

6.3.8. Volumen

VOLUMEN	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
$V < 10^3$	20	10,8	5	2,7	1	0,5	26	14,0
$10^3 < V < 10^4$	101	54,3	19	10,2	4	2,2	124	66,7
$10^4 < V < 10^5$	30	16,1	1	0,5	-	-	31	16,6
$10^5 < V < 10^6$	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
$10^6 < V < 10^7$	4	2,2	-	-	-	-	4	2,2
$V > 10^7$	-	-	-	-	-	-	-	0,0

El mayor porcentaje, en cuanto a volumen, se encuentra en el intervalo 10^3 - 10^4 m³ con 101 casos (66,7%). Se han valorado 4 casos de escombreras que superan el millón de m³ de estériles.

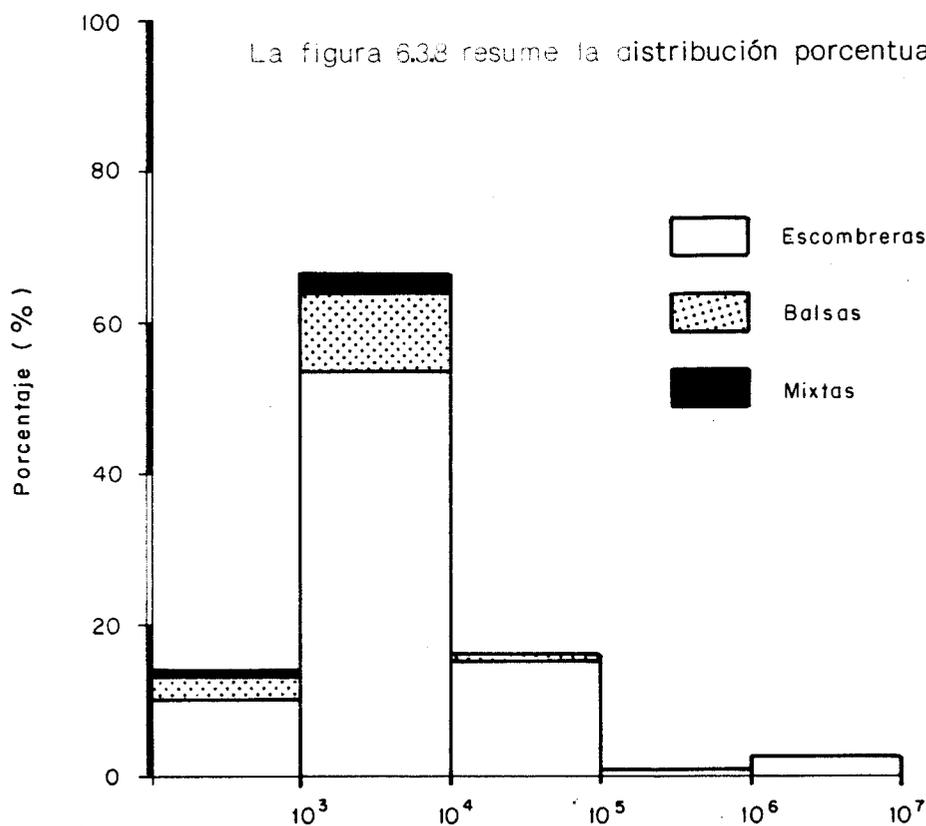


FIG. 6.3.8.- VOLUMEN

6.3.9. Taludes en los estériles

TALUD	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
< 30º	3	1,6	-	-	-	-	3	1,6
30º - 32º	11	5,9	-	-	-	-	11	5,1
32º - 34º	19	10,2	2	1,1	1	0,5	22	12,1
34º - 36º	81	43,6	2	1,1	1	0,5	84	46,2
36º - 38º	32	17,2	9	4,8	1	0,5	42	23,1
38º - 40º	7	3,8	7	3,8	1	0,5	15	8,2
> 40º	3	1,6	1	0,5	1	0,5	5	2,7

Dentro del intervalo (30º-40º), es posible observar una mayor frecuencia para el caso de escombreras, en el segmento 34º-36º. Ello está relacionado con la fracción granulométrica vertida.

En el caso de taludes en diques de estériles, aunque los valores se encuentran muy dispersos, se han evaluado nueve casos entre 36º-38º, de buzamiento de su paramento exterior aguas abajo. (Fig 6.3.9.)

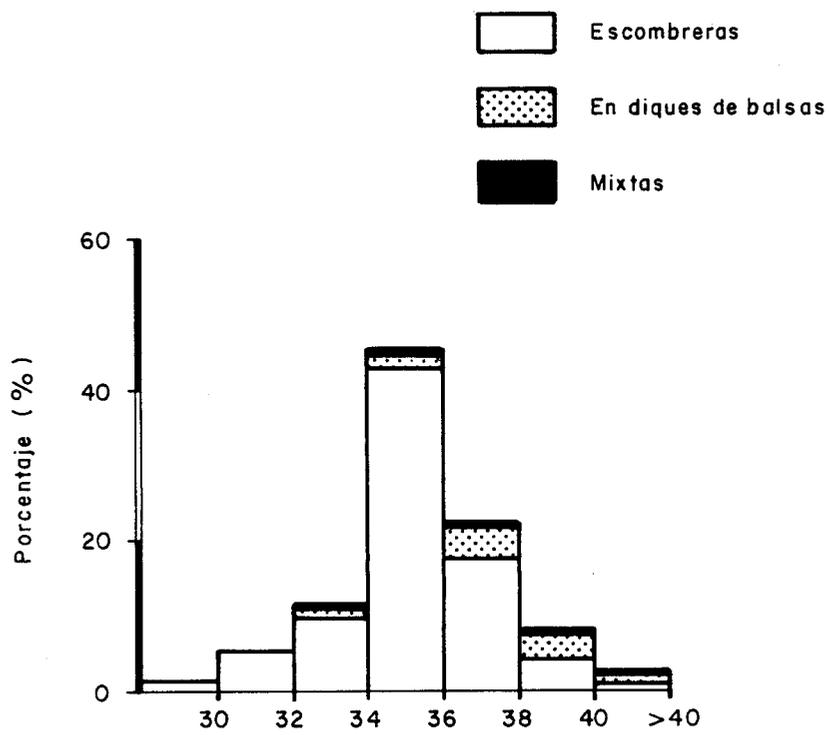


FIG. 6.3.9.- TALUDES DE LOS ESTERILES

6.3.10. Tamaño de los residuos

La distribución porcentual conforme a los tamaños encontrados en escombreras, se han reflejado en el gráfico de la fig 6.3.10

En muchos casos se ha apreciado la existencia de todos los tamaños procedentes, no sólo de la explotación en sí, sino también de los procesos de desbroce vegetal, tratamiento, trituración y clasificación.

TAMAÑO	ESCOMBRERAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
ESCOLLERA	-	-	-	-	-	-
GRANDE	3	1,6	-	-	3	1,9
MEDIANO	84	52,9	3	1,9	87	54,1
FINO	10	6,2	-	-	10	6,2
HETEROMETRICO	59	36,7	2	1,2	61	37,9

El tamaño del esteril datado en todos los casos, de estructura, tipo balsa, ha sido de finas.

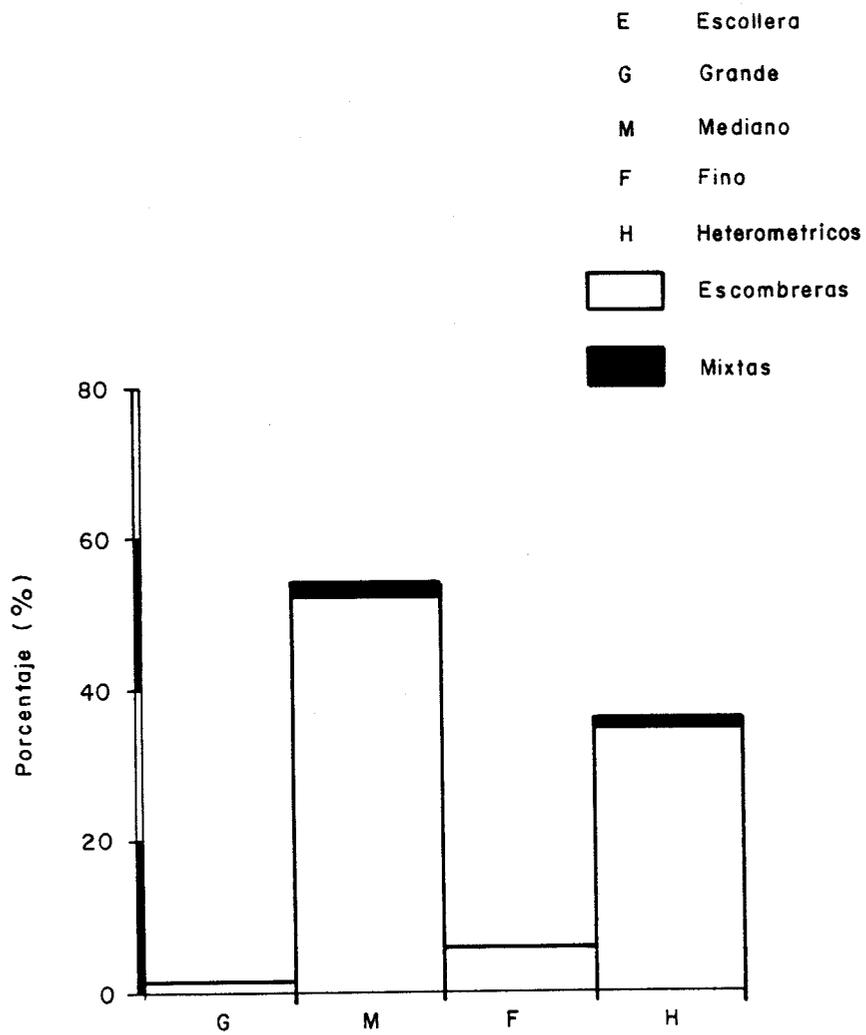


FIG. 6.3.10 - TAMAÑO DE LOS RESIDUOS

7. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

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

Para ello se ha realizado un análisis frecuencial, con los datos recogidos en las fichas de inventario correspondientes a problemas geotécnicos observados en las diferentes estructuras de la provincia.

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

Del conjunto de estructuras con ficha-inventario se han caracterizado las balsas correspondientes a los códigos.

CODIGO 1807-4-3. LA PRADERA, HORMIGONES DE ARIJA, S.A.

CODIGO 1811-4-2. BARBAGATO, HORMIGONES ESTEPAR, S.A.

CODIGO 1811-4-3. BARBAGATO, HORMIGONES ESTEPAR, S.A.

CODIGO 1909-5-1. LA LAVANDERA, AIMS

CODIGO 1909-5-2. LA LAVANDERA, AIMS
CODIGO 1911-2-6. HERRERO TENIÑO
CODIGO 1911-4-5. LAS CARCAVAS, CANTERAS Y HORMIGONES SAIZ
CODIGO 1911-4-10. LAS CARCAVAS, HORMIGONES SAIZ
CODIGO 1911-4-13. LAS CARCAVAS, CANTERAS Y HORMIGONES SAIZ
CODIGO 1911-7-4. JESUS ASENJO
CODIGO 1912-6-3. HORMIGONES GUTIERREZ
CODIGO 1912-5-4. ARPADE, S.A.
CODIGO 1914-6-5. HORMIGONES DE LA CALLE
CODIGO 2007-6-1. LA TESLA, GRANOSA
CODIGO 2009-2-6. LAS VEGAS, JESUS MARTINEZ GOMEZ
CODIGO 2008-7-28. LOS HIELSOS, CANTERAS CANO
CODIGO 2008-7-36. YARRITU, S.A.
CODIGO 2108-7-16. YARRITU, S.A.
CODIGO 2108-7-17. YARRITU, S.A.
CODIGO 2108-7-21. CANTERAS BENGUA
CODIGO 2108-7-23. CANTERAS BENGUA
CODIGO 2113-1-5. OCTAVIO PARA
CODIGO 2208-7-9. MENDIGURI, EUSEBIO ECHAVE, S.A.

Las balsas, por lo general, de construcción muy sedimentara, presentan formas geométricas muy sencillas con predominio de la circular. Sus diques perimetrales, están conformados con materiales sueltos procedentes de las propias explotaciones o plantas de tratamiento, con alturas que no superan los 4 m, salvo en contadas ocasiones.

Como estructuras mixtas se han caracterizado mediante ficha-inventario, cuatro estructuras correspondientes a trabajos de prospección petrolífera, correspondientes a los códigos:

CODIGO 1808-5-1. PLATAFORMA PROSPECCION PETROLIFERA, CHEVRON OIL COMPANY

CODIGO 1908-2-1. PLATAFORMA PROSPECCION PETROLIFERA Nº 1, CHEVRON OIL COMPANY

CODIGO 1908-3-1. PLATAFORMA PROSPECCION PETROLIFERA Nº 2, CHEVRON OIL COMPANY

CODIGO 1908-3-5. PLATAFORMA PROSPECCION PETROLIFERA, SONPETROL

Considerándose, también dentro de este tipo de estructura, el caso de una cantera, con una disposición errática de montones próximos a una pequeña balsa de decantación de lodos:

CODIGO 1809-4-1. CANTERA DEL MUNICIPIO DE VILLADIEGO

En cuanto a las estructuras con ficha, que suponen las de mayor relevancia en el conjunto provincial. La distribución porcentual de los problemas observados es la siguiente:

PROBLEMAS OBSERVADOS

PROBLEMAS	ESCOBRERAS		BALSAS		MIXTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
GRIETAS	9	4,8	-	-	-	-	9	4,8
DESLIZAMIENTOS LOC.	25	13,4	1	0,5	-	-	26	14,0
DESLIZAMIENTOS GEN.	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
SUBSIDENCIAS	1	0,5	-	-	-	-	1	0,5
SURGENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-
EROSION SUP.	42	22,6	1	0,5	2	1,1	45	24,2
CARCAVAS	36	19,4	1	0,5	1	0,5	38	20,4
SOCAVACION PIE	7	3,8	-	-	-	-	7	3,8
ASENTAMIENTO	-	-	-	-	-	-	-	-
SOCAVACION MEC.	21	11,3	-	-	-	-	21	11,3

Si bien, dentro de esta distribución no se han considerado los distintos niveles de intensidad en cada problema.

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

Los fenómenos de deslizamiento local observados, tienen un carácter puntual y las movilizaciones de estéril no alcanzan un

gran volúmen. Se presentan en escombreras con abundancia de finos o son debidos a condiciones particulares de deposición, a socavación mecánica, etc. (foto 7.1.)

En otros casos se han detectado grietas en el borde de los taludes con desarrollo y continuidad variables. Una o ambas formas de inestabilidad, se han recogido en las estructuras siguientes:

CODIGO 1807-3-30. ARENAS DE ARIJA, S.A.
CODIGO 1908-3-3. HUIDOBRO, MINA DE COBRE
CODIGO 1909-1-2. AYUNTAMIENTO
CODIGO 1909-1-4. AINSA
CODIGO 1909-1-7. AINSA
CODIGO 1910-8-5. ATAPUERCA
CODIGO 1910-8-19. HUARBE, S.A.
CODIGO 1911-4-6. HORMIGONES SAIZ, S.A.
CODIGO 1911-4-7. HORMIGONES SAIZ, S.A.
CODIGO 2006-2-1. CANTERAS UNGO-NAVA
CODIGO 2009-7-1. CERAMICA LOS LLANOS
CODIGO 2110-1-1. ESCOMBRERA DEL RIO, CRIMIDESA
CODIGO 2110-1-2. ESCOMBRERA DE VALDEBUÑUELOS, CRIMIDESA
CODIGO 2110-1-3. ESCOMBRERA DE VALDEBACAS-1, CRIMIDESA
CODIGO 2110-1-5. ESCOMBRERA DE VALDEBACAS-3, CRIMIDESA
CODIGO 2113-5-3. CAOLINES DEL NORTE
CODIGO 2208-7-5. EUSEBIO ECHAVE, S.A., MENDIGURI
CODIGO 2208-7-6. EUSEBIO ECHAVE, S.A., MENDIGURI
CODIGO 2208-7-7. EUSEBIO ECHAVE, S.A., MENDIGURI



FOTO 7.1.- DESLIZAMIENTO GENERAL EN FORMA DE COLADA
OBSERVADO EN LA ESTRUCTURA:
(C/190910007)

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

CODIGO 1907-8-1. J.A. ECHEVARRIA GONZALEZ VILLALAIN

CODIGO 1909-1-4. AINSA, LA LAVANDERA

CODIGO 1909-1-6. AINSA, LA LAVANDERA

CODIGO 1909-1-7. AINSA

CODIGO 1910-8-8. ATAPUERCA

CODIGO 1910-8-18. HUARBE, S.A.

CODIGO 1910-8-19. HUARBE, S.A.

CODIGO 1911-4-6. HORMIGONES SAIZ

CODIGO 1911-4-7. HORMIGONES SAIZ, LAS CARCAVAS

CODIGO 1912-4-3. HERRERO TEMIÑO, VICTORIA

CODIGO 1916-2-5. MUNICIPIO: FUENTENEbro

CODIGO 2013-8-23. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2013-8-25. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2012-8-26. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2113-5-3. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2208-7-6. EUSEBIO ECHAVE, S.A.

Las huellas más comunes en las superficies expuestas son los regueros y las cárcavas de intensidad variable. Este tipo de huellas pueden observarse también en algunos muros perimetrales de balsas.

La socavación mecánica da lugar a inestabilidades relacionadas con la forma de llevarla a cabo. Una retirada no controlada del material, puede desestabilizar determinadas zonas de la estructura, con riesgo de los medios humanos y mecánicos. Se ha detectado este tipo de problemas en las estructuras:

CODIGO 1910-3-7. CANTERA POLAR, S.A.

CODIGO 1910-8-18. HUARBE, S.A.

CODIGO 1911-4-6. HORMIGONES SAIZ, S.A., LAS CARCAVAS

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

8. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

8.1. Criterios generales

El constante aumento de las actividades industriales en las últimas décadas, lleva consigo la búsqueda continua de recursos minerales y su explotación para abastecer al mercado de materias primas.

Sin embargo, los trabajos de explotación, manipulación y transformación de esos "todo uno" originales, han desencadenado una amplia gama de alteraciones positivas y negativas de la biosfera, de intensidad variable. Ello ha hecho dudar a algunos, de las ventajas de aplicación de este impulso de aceleración al sistema de desarrollo actual, pues muchas de las alteraciones producidas tienen un carácter irreversible y son de aparición lenta pero duradera.

La postura de los países desarrollados respecto al impacto ambiental producido por todas las actividades mineras o industriales en que se trabaja con materias primas pero también se alteran las condiciones ambientales del entorno, es el de apostar por el desarrollo industrial, principal artífice de una economía saneada.

Pero resulta evidente que es necesario llegar a un equilibrio entre el aprovechamiento de recursos y la propia naturaleza, pero no sólo en lo que concierne a las actividades mineras extractivas, sino que también debe comprender otras realizaciones industriales y civiles.

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

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

8.2. Evaluación global del impacto

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

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

a) Impacto visual y alteración del paisaje

Quizás el impacto sobre el paisaje sea uno de los más notables en minería, cuya alteración se produce desde el inicio de la explotación si no se adoptan las medidas oportunas que las minimicen (foto 8.1.)

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

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

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

Lógicamente la evaluación de la alteración ha de subordinarse a las directrices de conservación de especies, hábitats, normas sobre espacios naturales, etc., que pueden existir en cada implantación concreta. (foto 8.2.)



FOTO 8.1.- IMPACTO VISUAL ORIGINADO POR LAS CANTERAS
DESDE UN CORREDOR DE 1º ORDEN



FOTO 8.2.- ESTRUCTURAS RESIDUALES EN POZA DE LA SAL

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

En los casos evaluados se ha efectuado una estimación de la pérdida de perspectiva y disarmonía que produce la estructura con su entorno y, en ella hay que volver a incidir en el carácter subjetivo de la valoración.

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

CODIGO 1909-1-2. AYUNTAMIENTO

CODIGO 1911-2-3. PIEDRAS Y MARMOLES, S.L.

CODIGO 1911-4-9. HORMIGONES SAIZ

CODIGO 1911-4-10. HORMIGONES SAIZ

CODIGO 2013-8-23. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2013-8-25. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2013-8-26. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2108-7-46. EN EL MUNICIPIO DE MIRANDA DE EBRO

CODIGO 2110-1-2. E. DE VALDEBUÑUELOS, CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-3. E. DE VALDEBACAS-1, CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-4. E. DE VALDEBACAS-2, CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-5. E. DE VALDEBACAS-3. CRIMIDESA

CODIGO 2113-5-3. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2113-5-5. CAOLINES DEL NORTE

CODIGO 2113-5-6. CAOLINES DEL NORTE

b) Alteración atmosférica

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

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

Algunas estructuras que originan esta alteración son:

CODIGO 1909-1-2. AYUNTAMIENTO

CODIGO 2010-3-3. YESOS ALBI, S.A.

CODIGO 2010-3-4. YESOS ALBI, S.A.

CODIGO 2010-3-5. YESOS ALBI, S.A.

CODIGO 2010-3-7. YESOS ALBI, S.A.

CODIGO 2113-5-6. CAOLINES DEL NORTE

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

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

- Para la vegetación

NO_x < 20 ppm

SO_2 < 0,002 %

C_2H_4 < 2 ppm

- Para las personas

CO < 0,01%

CO_2 < 5%

SH_2 < 0,01%

SO_2 < 0,001%

c) Contaminación superficial

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

las aguas superficiales.

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

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

Se han detectado aportes de finos a la red de drenaje natural en algunas estructuras relacionadas con la producción de áridos, yesos y arcillas.

d) Contaminación de acuíferos subterráneos

La alteración contaminante de los acuíferos subterráneos esta condicionada fundamentalmente por dos factores: el grado de disolución de las sustancias activas y por la permeabilidad de los terrenos infrayacentes a la estructura.

Respecto a la disolución de contaminantes, en general, el problema se suele presentar en el caso de las balsas de estériles cuando

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

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

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

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

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

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

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

Componente	Máx. tolerable mg/l	
	D.2.414/61	R.D. 1.423/82
Plomo (expresado en Pb)	0,1	0,05
Arsénico (expresado en As).....	0,2	0,05
Selenio (expresado en Se)	0,05	0,02
Cromo (expresado en Cr hexavalente)...	0,05	0,05
Cloro (libre y potencialmente liberable, expresado en Cl)	1,5	0,35
Acido cianhídrico (expresado en Cn) ...	0,01	0,05
Fluoruros (expresado en F1)	1,50	1,50
Cobres (expresado en Cu)	0,05	1,50
Hierro (expresado en Fe)	0,10	0,20
Manganeso (expresado en Mn)	0,05	0,05
Compuestos fenólicos (expresado en Fe nol)	0,001	0,001
Cinc (expresado en Zn)		5,00
Fósforo (expresado en P)		2,15
(expresado en P ₂ O ₅)		5,00
Cadmio (expresado en Cd)		0,005
Mercurio (expresado en Hg)		0,001
Níquel (expresado en Ni)		0,050
Antimonio (expresado en Sb)		0,010
Radioactividad	100 pCi/l	

CUADRO N° 8.2-2

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

NOTAS AL CUADRO Nº 8.2-2

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

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

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

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

(C) Medidas en cono Imhoff en dos horas.

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

(E) Determinación al bicromato potásico.

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

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

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

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

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

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

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

e) Alteración ambiental de los suelos

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

Sin embargo, como alteración básica a identificar hay que considerar la ocupación irreversible del suelo que afecta tanto a la estructura como a los viales de acceso.

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

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

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

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

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

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

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

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

donde Q_e : Índice de calidad

I : es un factor ecológico

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

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

θ : es un factor topográfico o de pendiente

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

δ : es un factor de alteración de la red de drenaje existente

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

1º) $I = Ca + P$, donde:

Ca : factor de contaminación de acuíferos

P : factor de alteración del paisaje

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La aplicación de los criterios adoptados recogida en el cuadro 8.3.-1, incluido al final de este epígrafe, para el total de las estructuras listadas identificadas por su clave o código correspondiente, permite tener un enfoque orientador de las condiciones de implantación de las estructuras más representativas de la provincia de Burgos.

Como se ha indicado anteriormente, la metodología considera en su evaluación final el factor ecológico o ambiental (I). En el caso de no tenerlo en consideración en el índice de calidad "Qe" de un emplazamiento intervienen sólo factores desde una perspectiva de estabilidad.

Las cualificaciones del emplazamiento obtenidas en el caso de no tomar en cuenta el factor ecológico (I); han sido las que se recogen en el Cuadro nº 8.3.-2.

<u>CALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	<u>NUMERO DE ESTRUCTURAS</u>	<u>PORCENTAJES</u>
OPTIMO	282	50%
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	-	-
ADECUADO PARA ESCOMBRERAS DE VOLUMEN MODERADO	272	48,2%
TOLERABLES	9	1,6%
MEDIOCRES	1	0,2%
MALO	-	-
INACEPTABLES	-	-

**CUADRO Nº 8.3.-2 INDICE DE CALIDAD "Qe" SIN EL FACTOR
AMBIENTAL (I)**

Al considerar el citado factor (I), las calificaciones del emplazamiento pasan a ser las recogidas en el cuadro adjunto 8.3.-3.

<u>CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	<u>NUMERO DE ESTRUCTURAS</u>	<u>PORCENTAJE</u>
OPTIMO	121	21,4%
TOLERABLE PARA ESCOMBRERAS DE GRAN VOLUMEN	-	-
ADECUADO PARA ESTRUCTURAS DE VOLUMEN MODERADO	383	67,9%
TOLERABLES	54	9,6%
MEDIOCRES	5	0,9%
MALO	1	0,2%
INACEPTABLES	-	-

**CUADRO 8.3.-3 CUALIFICACION DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS
ESTRUCTURAS MEDIANTE EL INDICE "Qe"**

Las valoraciones obtenidas sin tener en cuenta el factor ecológico arrojan un total de 282 estructuras calificadas con un emplazamiento óptimo (50%), 272 estructuras con emplazamiento adecuado (48,2%), 9 como tolerables (1,6%) y una con emplazamiento mediocre (0,2%).

Al introducir el factor ecológico, I, los valores obtenidos se modifican obteniéndose 5 estructuras con la calificación de mediocre

(0,9%) y una como "mal emplazamiento" (0,2%)

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

CUADRO 8.3.-1.

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2208-1-11	0,3	0,4	0,7	0,7	1	1	1	0,4	TOLERABLE	ADECUADO
2208-2-26	0,3	0,4	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-3-25	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-3-26	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-3-27	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-3-3	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-6-1	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-6-2	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-6-3	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-7-1	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1,1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-7-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1,1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-7-3	0,4	0,4	0,8	1	0,95	0,90	1,0	0	ADECUADO	ADECUADO
2208-7-4	0,4	0,5	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2208-7-5	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-7-6	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-7-7	0,4	0,4	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-7-8	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2208-7-9	0,3	0,4	0,7	0,7	1	1	1	0,4	TOLERABLE	ADECUADO
2208-7-10	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2113-1-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2113-1-2	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2113-1-3	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2113-1-4	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2113-1-5	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,9	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
2113-5-1	0,5	0,4	0,9	1	0,95	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2113-5-2	0,5	0,4	0,9	1	0,95	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2113-5-3	0,3	0,2	0,5	1	0,9	0,7	1,4	0,2	MEDIOCRE	TOLERABLE
2113-5-4	0,3	0,3	0,6	1	0,9	0,9	1,4	0,2	TOLERABLE	ADECUADO
2113-5-5	0,3	0,3	0,6	1	0,9	0,7	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2113-5-6	0,3	0,3	0,6	1	0,9	0,9	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2113-5-7	0,5	0,5	1	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2112-1-1	0,5	0,5	1	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2112-7-1	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2112-7-2	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2112-8-1	0,5	0,5	1	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2110-1-1	0,3	0,2	0,5	0,7	0,80	0,70	1,7	0,4	MALO	MEDIOCRE
2110-1-2	0,4	0,2	0,6	1	0,80	0,90	1,3	0,3	TOLERABLE	ADECUADO
2110-1-3	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,70	1,3	0,4	MEDIOCRE	TOLERABLE

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2110-1-4	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,70	1,7	0,4	MALO	MEDIOCRE
2110-1-5	0,3	0,2	0,5	1	0,80	0,70	1,3	0,4	MEDIOCRE	TOLERABLE
2110-1-6	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2110-1-7	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2110-1-8	0,4	0,4	0,9	0,7	0,80	1	1,7	0	TOLERABLE	TOLERABLE
2109-4-27	0,3	0,3	0,7	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-1-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2109-1-2	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2109-1-3	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2109-1-4	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2109-1-5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2109-2-1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2109-2-2	0,5	0,5	1	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-3-1	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2109-3-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2109-3-3	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-3-4	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-3-5	0,5	0,5	1	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-3-6	0,5	0,5	1	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2109-4-23	0,5	0,5	1	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-4-24	0,4	0,3	0,7	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-4-25	0,4	0,3	0,7	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2109-4-26	0,4	0,3	0,7	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-7-38	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-39	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	1	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-40	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	1	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-41	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	1	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-42	0,4	0,3	0,7	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-43	0,4	0,3	0,7	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-44	0,4	0,4	0,8	1	0,90	0,95	1,6	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-7-45	0,5	0,2	0,7	1	0,90	0,95	1,6	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-7-46	0,3	0,3	0,6	1	0,90	0,90	1,4	0	TOLERABLE	ADECUADO
2108-7-47	0,5	0,3	0,8	1	0,90	0,90	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-7-48	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-7-49	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-7-50	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2108-8-1	0,5	0,3	0,8	1	0,95	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-2-22	0,5	0,5	1,0	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$
2108-7-22	0,4	0,5	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-23	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-24	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-25	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-26	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-27	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-28	0,4	0,5	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-29	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-30	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-31	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-32	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2108-7-33	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-34	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-35	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-36	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2108-7-37	0,5	0,4	0,9	1	1	0,95	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2014-3-1	0,5	0,3	0,2	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2014-3-2	0,5	0,3	0,8	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-3-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2013-5-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2013-7-25	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-7-26	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-7-27	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-8-23	0,3	0,3	0,6	1	0,8	0,9	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2013-8-24	0,3	0,4	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-8-25	0,3	0,3	0,6	1	0,8	0,9	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2013-8-26	0,3	0,3	0,6	1	0,8	0,9	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2013-8-27	0,3	0,4	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-8-28	0,3	0,4	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2013-8-29	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2012-6-6	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-7	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-8	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-9	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-10	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,9	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-11	0,5	0,5	1	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-12	0,4	0,4	0,8	1	,09	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-6-13	0,5	0,3	0,8	1	0,9	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F. RESISTEN- CIA CIMIENTO	F. TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2012-6-14	0,4	0,4	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-15	0,4	0,4	0,8	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-16	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-17	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-7-1	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-7-2	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-8-1	0,5	0,2	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-8-2	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-8-3	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-1-1	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-1-2	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-1-3	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-1-4	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-1-5	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-1-6	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,7	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2012-2-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-2-2	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-2-3	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-5-1	0,5	0,5	1	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2012-5-2	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-5-3	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-1	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2012-6-2	0,3	0,5	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-3	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-4	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
2012-6-5	0,5	0,4	0,9	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-7-3	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2011-8-1	0,3	0,3	0,6	0,7	1	1	1	0,3	TOLERABLE	ADECUADO
2011-2-19	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-20	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-21	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-22	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-3-1	0,4	0,2	0,6	1	1	0,9	1,2	0,2	TOLERABLE	ADECUADO
2011-3-2	0,5	0,2	0,7	1	1	0,9	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-3-3	0,5	0,2	0,7	1	1	0,9	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-3-4	0,5	0,2	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-3-5	0,5	0,2	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-3-6	0,5	0,2	0,7	1	1	1	1,6	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$
2011-3-7	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-3-8	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-3-9	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-4-1	0,5	0,5	1	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-6-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-7-1	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,9	1	0,2	TOLERABLE	ADECUADO
2011-7-2	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	1	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-2	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-2-3	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-2-4	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-2-5	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-6	0,3	0,3	0,6	1	1	0,7	1,3	0,2	TOLERABLE	ADECUADO
2011-2-7	0,3	0,3	0,6	1	1	0,9	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
2011-2-8	0,4	0,3	0,7	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-9	0,4	0,3	0,7	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-10	0,4	0,3	0,7	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-11	0,4	0,3	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-12	0,4	0,3	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-13	0,3	0,3	0,6	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2011-2-14	0,3	0,3	0,6	1	1	0,7	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2011-2-15	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-16	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-17	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-18	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-1	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-2	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-3	0,3	0,3	0,6	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-4	0,4	0,3	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-5	0,4	0,3	0,7	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-6	0,4	0,2	0,6	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-7	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-8	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-9	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-10	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-11	0,5	0,2	0,7	1	1	1	1,2	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-12	0,4	0,2	0,6	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-13	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-14	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
2011-1-15	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-1-16	0,4	0,2	0,6	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2011-2-1	0,5	0,2	0,7	1	1	0,7	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-3-11	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,90	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-12	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,90	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-13	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,90	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-14	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,90	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-4-1	0,3	0,2	0,5	1	0,8	0,90	1,1	0,4	TOLERABLE	ADECUADO
2010-4-2	0,5	0,4	0,9	1	0,8	0,70	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-4-3	0,5	0,4	0,9	1	0,8	0,70	1	0	TOLERABLE	TOLERABLE
2010-5-1	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2010-5-2	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2010-5-3	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2010-5-4	0,5	0,5	1	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2010-5-5	0,5	0,4	0,9	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2010-5-6	0,5	0,3	0,8	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-5-7	0,5	0,3	0,8	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-7-1	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,70	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-8-1	0,4	0,5	0,9	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \cdot \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
2010-8-2	0,4	0,5	0,9	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2010-1-1	0,5	0,2	0,7	1	1	0,70	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-1-2	0,5	0,5	1	1	0,90	0,95	1,6	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-1-3	0,5	0,5	1	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-1-4	0,5	0,5	1	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-2-1	0,5	0,2	0,7	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2010-2-2	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-2-3	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-1	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-2	0,5	0,4	0,9	1	0,80	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-3	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-3-4	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,70	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-3-5	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,90	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-3-6	0,5	0,4	0,9	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-7	0,5	0,2	0,7	1	0,80	0,90	1,3	0	TOLERABLE	ADECUADO
2010-3-8	0,5	0,2	0,7	1	0,80	1	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-9	0,5	0,4	0,9	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-3-10	0,5	0,4	0,9	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
2010-8-3	0,4	0,4	0,8	1	1	0,90	1	0,2	ADECUADO	ADECUADO
2010-8-4	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1	0,3	ADECUADO	OPTIMO
2010-8-5	0,5	0,4	0,9	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-8-6	0,5	0,4	0,9	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2010-8-7	0,5	0,4	0,9	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2009-2-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2009-2-2	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2009-2-5	0,5	0,4	0,9	0,7	0,90	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2009-2-7	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2009-3-1	0,4	0,5	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2009-3-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2009-3-3	0,4	0,4	0,8	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2009-7-1	0,4	0,3	0,7	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2008-2-1	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2008-4-1	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2008-4-2	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2008-5-1	0,4	0,4	0,8	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2008-5-2	0,4	0,4	0,8	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
2008-5-3	0,4	0,4	0,8	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2008-5-4	0,4	0,4	0,8	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2008-5-5	0,5	0,5	1,0	1	1	0,95	1	0,2	OPTIMO	OPTIMO
2008-5-6	0,4	0,5	0,9	1	1	0,95	1	0,2	ADECUADO	OPTIMO
2008-6-1	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2008-6-2	0,5	0,5	1,0	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2008-7-1	0,5	0,5	1,0	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2008-7-2	0,5	0,5	1,0	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-1-1	0,4	0,5	0,9	0,7	1	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2007-1-2	0,5	0,4	0,9	0,7	1	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
2007-1-3	0,5	0,5	1,0	1	1	0,95	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-2-1	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-2-2	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-2-3	0,4	0,5	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-3-1	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2007-3-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2007-3-3	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2007-3-4	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1,6	0	ADECUADO	ADECUADO
2007-3-5	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
2007-4-1	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	1	OPTIMO	OPTIMO
2007-5-1	0,5	0,5	1,0	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-5-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2007-5-3	0,5	0,4	0,9	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
2007-5-4	0,5	0,5	1,0	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-6-1	0,4	0,5	0,9	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-6-2	0,5	0,5	1,0	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2007-7-1	0,5	0,5	1,0	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
2006-2-1	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1,0	0	ADECUADO	OPTIMO
2006-2-2	0,5	0,5	1,0	1	1	0,9	1,0	0	OPTIMO	OPTIMO
2006-2-3	0,5	0,5	1,0	1	1	0,9	1,0	0	OPTIMO	OPTIMO
2006-2-4	0,5	0,5	1,0	1	1	0,9	1,0	0	OPTIMO	OPTIMO
2006-4-1	0,5	0,5	1,0	1	1	0,9	1,0	1	OPTIMO	OPTIMO
2006-5-1	0,5	0,1	0,6	1	1	0,95	1,0	0	ADECUADO	OPTIMO
2006-5-2	0,5	0,2	0,7	1	1	0,95	1,0	0,2	ADECUADO	OPTIMO
2006-5-3	0,5	0,4	0,9	1	1	0,95	1,0	0	ADECUADO	OPTIMO
2006-8-1	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1,0	0	OPTIMO	OPTIMO
1915-5-1	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1915-6-1	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
1915-6-2	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	1	ADECUADO	OPTIMO
1915-1-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-1-2	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-1-3	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-2-1	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1915-2-2	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-2-3	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-2-4	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1915-2-5	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-2-6	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-3-1	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-3-2	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1915-3-3	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1915-3-4	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1915-3-5	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-3-6	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1915-3-7	0,3	0,3	0,6	0,7	0,8	1	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1915-4-1	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-1-1	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1914-1-2	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1914-1-3	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1914-2-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1914-2-2	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-5-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1914-5-2	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1914-5-3	0,5	0,3	0,8	0,7	0,9	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-5-4	0,4	0,3	0,7	0,7	0,9	1	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1914-6-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1914-6-2	0,5	0,4	0,9	0,7	0,9	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-6-3	0,5	0,5	0,9	0,7	0,9	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-6-4	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-6-5	0,4	0,3	0,7	1	0,9	1	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-6-6	0,5	0,2	0,7	1	0,9	1	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
1914-6-7	0,5	0,2	0,7	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1914-6-8	0,4	0,3	0,7	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1914-6-9	0,4	0,3	0,7	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1913-1-1	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1913-1-2	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1913-1-3	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1913-2-1	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1913-2-2	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1913-2-3	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1912-3-1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1912-3-2	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1912-3-3	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1912-3-4	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1912-3-5	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1912-4-1	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-2	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-3	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-4	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-5	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-6	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-7	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-8	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-9	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-10	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1912-4-11	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-4-12	0,5	0,2	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-5-1	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-5-2	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-6-1	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-6-2	0,5	0,2	0,7	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-6-3	0,4	0,4	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-6-4	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-6-5	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1912-6-6	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-1-1	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-2-1	0,4	0,5	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-2-2	0,4	0,3	0,7	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-2-3	0,3	0,2	0,5	1	0,8	0,9	1,6	0	MEDIOCRE	ADECUADO
1911-2-4	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-2-5	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-2-6	0,4	0,3	0,7	1	0,8	1	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-2-7	0,4	0,3	0,7	1	0,8	1	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-2-8	0,4	0,2	0,6	1	0,8	1	1,1	0	TOLERABLE	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1911-4-1	0,4	0,4	0,8	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-2	0,4	0,4	0,8	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-3	0,5	0,4	0,9	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-4	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-5	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-6	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-7	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,7	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-4-8	0,5	0,4	0,9	1	0,8	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-9	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-10	0,3	0,3	0,6	1	0,8	1	1,3	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-4-11	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-12	0,5	0,3	0,8	1	0,8	0,9	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-13	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,9	1	0,4	TOLERABLE	ADECUADO
1911-4-14	0,5	0,5	1	1	0,8	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-15	0,5	0,4	0,9	1	0,85	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-16	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-4-17	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-6-1	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-7-1	0,5	0,5	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
1911-7-2	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-7-3	0,5	0,3	0,8	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-7-4	0,5	0,5	1	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-7-5	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-7-6	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1,3	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-8-1	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1911-8-2	0,5	0,2	0,7	1	1	0,7	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-8-3	0,5	0,2	0,7	1	1	0,7	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-8-4	0,5	0,2	0,7	1	1	0,7	1,6	0	TOLERABLE	ADECUADO
1911-8-5	0,5	0,5	1	1	1	0,9	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1910-2-1	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-2-2	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-2-3	0,5	0,4	0,9	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-2-4	0,5	0,3	0,8	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-2-5	0,3	0,3	0,6	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-2-6	0,4	0,4	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-8-6	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-7	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-8	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,7	1,2	0	TOLERABLE	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1910-8-9	0,4	0,3	0,7	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-10	0,5	0,5	1	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-11	0,4	0,2	0,6	1	1	1	1,2	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-8-12	0,5	0,5	1	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-13	0,5	0,5	1	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-14	0,5	0,4	0,9	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-15	0,5	0,5	1	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-16	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-17	0,5	0,4	0,9	1	1	0,7	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-18	0,5	0,2	0,7	1	1	0,7	1,2	0	TOLERABLE	ADECUADO
1910-8-19	0,5	0,2	0,7	1	1	0,7	1,2	0	TOLERABLE	ADECUADO
1910-8-20	0,5	0,5	1	1	1	0,7	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-4	0,5	0,4	0,9	1	0,8	0,95	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-5	0,5	0,5	1	1	0,8	0,95	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-6	0,5	0,5	1	1	0,8	0,95	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-7	0,5	0,5	1	1	0,8	0,95	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-8	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,90	1,1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1910-6-9	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,90	1,1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1910-6-10	0,4	0,3	0,7	1	0,8	0,90	1,1	0	TOLERABLE	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1910-7-1	0,5	0,5	1	1	0,85	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-7-2	0,5	0,5	1	1	0,85	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-7-3	0,5	0,3	0,8	1	0,5	1	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-7-4	0,5	0,3	0,8	1	0,85	1	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-7-5	0,5	0,3	0,8	1	0,85	1	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1910-8-2	0,5	0,2	0,7	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-8-3	0,5	0,3	0,8	1	0,90	1	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-4	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-8-5	0,4	0,3	0,7	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-3-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1910-3-2	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1910-3-3	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1910-3-4	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-3-5	0,5	0,3	0,8	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-3-6	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-3-7	0,4	0,4	0,9	1	1	1	1	0,2	ADECUADO	ADECUADO
1910-3-8	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-3-9	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1910-3-10	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1910-3-11	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-4-1	0,5	0,5	1	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-5-1	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-5-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-1	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-2	0,5	0,5	1	1	0,80	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1910-6-3	0,5	0,3	0,8	1	0,80	0,90	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-1	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-2	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-3	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-4	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-5	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-6	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-7	0,5	0,4	0,9	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-1-8	0,5	0,5	1,0	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-2-1	0,5	0,3	0,8	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-3-1	0,5	0,5	1,0	1	0,90	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1909-4-1	0,4	0,4	0,8	0,7	0,95	1	1	0,2	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
1909-5-1	0,3	0,5	0,8	1	0,95	1	1,2	0,2	ADECUADO	OPTIMO
1909-5-2	0,3	0,5	0,8	1	0,95	1	1,2	0,2	ADECUADO	OPTIMO
1909-5-3	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1909-5-4	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1909-6-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1909-6-2	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1909-6-3	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1909-6-4	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1909-7-1	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1908-2-1	0,4	0,5	0,9	1	0,95	0,95	1	0,2	ADECUADO	ADECUADO
1908-2-2	0,5	0,4	0,9	1	0,95	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-2-3	0,5	0,4	0,9	1	0,95	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-3-1	0,5	0,5	1,0	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-3-2	0,5	0,5	1,0	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-3-3	0,5	0,5	1,0	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-3-4	0,5	0,5	1,0	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-3-5	0,5	0,4	0,9	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1908-8-1	0,4	0,5	0,9	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1907-1-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,90	1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1907-1-2	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-1-3	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-1-4	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-2-1	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-3-1	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-3-2	0,5	0,5	1,0	1	1	0,95	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-4-1	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-4-2	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-4-3	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-4-4	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-4-5	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-4-6	0,5	0,5	1,0	1	1	0,90	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-5-1	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-5-2	0,5	0,3	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1907-6-1	0,5	0,5	1,0	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-8-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1,2	0	ADECUADO	ADECUADO
1907-8-2	0,5	0,5	1,0	1	1	0,9	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1907-8-3	0,5	0,4	0,9	1	1	0,9	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1906-6-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,95	1,1	0	ADECUADO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	Ca	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q_E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$	Indice Q_E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta\theta) \eta + \delta$
1906-6-1	0,5	0,4	0,9	1	1	0,95	1,1	0	ADECUADO	OPTIMO
1906-6-3	0,4	0,4	0,8	1	1	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1906-6-4	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1906-6-5	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1906-8-1	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1906-8-2	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1815-4-1	0,5	0,4	0,9	1	0,8	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1815-4-1	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1814-8-1	0,5	0,5	1	1	0,9	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1814-8-2	0,5	0,4	0,9	1	0,9	0,9	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1814-8-3	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1814-8-4	0,5	0,4	0,9	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1814-8-5	0,5	0,3	0,8	1	0,9	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1811-4-1	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-2	0,3	0,3	0,6	0,7	0,80	1	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1811-4-3	0,3	0,3	0,6	0,7	0,80	1	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1811-4-4	0,5	0,4	0,9	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-5	0,5	0,2	0,7	1	0,80	1	1,1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-6	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTENCIA CIMIENTO	F.TOPOGRAFICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico Q _E = I α (βθ) η + δ	Indice Q _E sin factor ecológico Q _E = α (βθ) η + δ
1811-4-7	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-8	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-9	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-10	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-4-11	0,5	0,4	0,9	0,7	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-6-1	0,4	0,2	0,6	1	0,80	1	1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1811-6-2	0,5	0,3	0,8	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-6-3	0,5	0,3	0,8	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-6-4	0,5	0,3	0,8	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-8-1	0,5	0,3	0,8	1	1	0,70	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1811-8-2	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1811-8-3	0,3	0,4	0,7	1	1	0,70	1	1,2	TOLERABLE	ADECUADO
1811-8-4	0,5	0,4	0,9	1	1	0,70	1	1	ADECUADO	ADECUADO
1811-8-5	0,5	0,4	0,9	1	1	1	1	1	ADECUADO	ADECUADO
1810-6-1	0,5	0,3	0,8	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1810-6-2	0,4	0,4	0,8	1	0,90	1	1	0	ADECUADO	OPTIMO
1810-6-3	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1810-6-4	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1810-6-5	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1810-7-1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1810-8-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1809-1-1	0,5	0,5	1	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1809-1-2	0,5	0,5	1	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1809-1-3	0,5	0,5	1	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1809-4-1	0,4	0,4	0,8	1	0,90	0,95	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1809-5-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	1	OPTIMO	OPTIMO
1809-6-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	1	OPTIMO	OPTIMO
1809-7-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	1	OPTIMO	OPTIMO
1808-5-1	0,5	0,5	1,0	1	1	0,95	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1808-7-1	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1808-7-2	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1808-7-3	0,5	0,5	1,0	1	1	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1808-7-4	0,5	0,4	0,9	1	0,95	0,90	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1807-3-30	0,4	0,5	0,9	0,5	0,95	1	1	0	TOLERABLE	TOLERABLE
1807-3-31	0,5	0,4	0,9	0,5	0,95	1	1	0	TOLERABLE	TOLERABLE
1807-3-32	0,5	0,5	1,0	0,5	0,95	1	1	0	TOLERABLE	TOLERABLE
1807-4-1	0,5	0,4	0,9	0,5	0,95	1	1	0	TOLERABLE	TOLERABLE
1807-4-2	0,5	0,4	0,9	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO

CODIGO ESTRUCTURA	FACTOR ECOLOGICO			F. NIVEL FREATICO	F.RESISTEN- CIA CIMIENTO	F.TOPOGRA- FICO	F. ENTOR. HUMANO	DRENAJE	EVALUACION	
	C _a	P	I	α	β	θ	η	δ	Indice Q _E con factor ecológico $Q_E = I \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$	Indice Q _E sin factor ecológico $Q_E = \alpha (\beta \theta) \eta + \delta$
1807-4-3	0,4	0,5	0,9	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1807-4-4	0,5	0,4	0,9	0,7	0,95	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1807-4-5	0,5	0,5	1,0	0,7	0,95	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1807-4-6	0,5	0,5	1,0	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1807-4-7	0,5	0,4	0,9	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1807-4-8	0,5	0,5	1,0	1	0,95	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO
1806-8-22	0,5	0,4	0,9	0,7	0,75	1	1,1	0	TOLERABLE	ADECUADO
1710-3-1	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1710-4-1	0,5	0,5	1	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1710-8-1	0,5	0,4	0,9	1	0,80	1	1	0	ADECUADO	ADECUADO
1709-8-1	0,5	0,5	1	1	0,90	1	1	0	OPTIMO	OPTIMO

9. REUTILIZACION DE ESTRUCTURAS

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

Se deben señalar dos grandes grupos de posibles aprovechamientos:

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

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

9.1. Utilidad de los residuos almacenados

Entre las estructuras inventariadas en la provincia de Burgos y desde la perspectiva de reutilización de los materiales residuales es lógico admitir en un principio, sólo aquellos casos de emplazamiento con un volumen importante de residuos. Sin embargo, en la citada provincia, como se ha podido observar en el apartado 6.2.8. los volúmenes detectados son moderados y en la mayoría de los casos pequeños: el 80,7% está por debajo de los 10.000 m³.

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

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

En relación con las explotaciones de estos últimos materiales, los estériles vertidos proceden de los desmontes y preparaciones de

los frentes de cantera, de los rechazos de clasificación de la propia cantera, y en algún caso de los estériles de las plantas de tratamiento.

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

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

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

Las estructuras de volúmen pequeño limitan el emprender cualquier operación de transformación de sus materiales, aunque estos sean de buena calidad para determinados fines. En estos casos, con los residuos se debe tratar de integrarlos en el entorno, al propio tiempo que se acomete la etapa de restauración de la cantera de la cual proceden.

9.2. Utilidad del espacio físico ocupado

Más importante que el valor intrínseco de los materiales almacenados, que al fin y al cabo has 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 integración en el entorno de las áreas afectadas por las estructuras mineras requiere conocer de antemano el uso futuro de los terrenos, ordenados en función de la utilización del suelo preexistente y de las necesidades futuras.

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

- . También es posible, con un tratamiento más elaborado, la corrección de algunas de las alteraciones ambientales desencadenadas, sobre

todo en climas húmedos, cubriendo las superficies con los materiales más finos y alterables, incluso abonando y añadiendo materia orgánica. Estas actividades son contempladas dentro de las técnicas regenerativas de taludes y superficies que van a ser destinadas posteriormente al aprovechamiento agrícola o forestal.

- . En los casos de actividad se debe acometer la restauración de las escombreras al mismo tiempo que se emprende la restauración de la cantera de que proceden, integrando ambas en su medio natural, y corrigiendo en lo posible las alteraciones ambientales producidas.

10. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN CASOS SINGULARES

La importancia minera de ciertas zonas extractivas de la provincia de Burgos, que dan lugar a depósitos de residuos de medio-gran volúmen, así como la presencia de una serie de canteras especiales en relación a su emplazamiento o a su comportamiento, aconsejan un tratamiento más pormenorizado de sus estructuras residuales, al objeto de reflejar una situación más completa que la obtenida por simple consulta de las fichas del inventario.

Como es conocido, la minería que ha tenido un desarrollo más apreciable durante los últimos años ha sido la de glauberita en la zona de Cerezo del Río Tirón (foto 10.1.)

10.1. Explotaciones de glauberita

El yacimiento de sales sódicas de Cerezo del Río Tirón tiene una gran importancia económica, como lo demuestra el hecho de que al iniciarse la década de los 80, supusiera el 50,3% de la producción nacional de sulfato sódico.

La mineralización forma parte de una secuencia evaporítica-anhidrítica-glauberítica en la que dichos minerales alternan en niveles



FOTO 10.1.- INSTALACIONES DE CRIMIDESA EN CEREZO DEL
RIO TIRON. PLANTA DE TRATAMIENTO Y ES-
TRUCTURAS RESIDUALES

de potencias variables.

El yacimiento de Cerezo se formó por precipitación, destacándose cuatro capas principales de techo a muro:

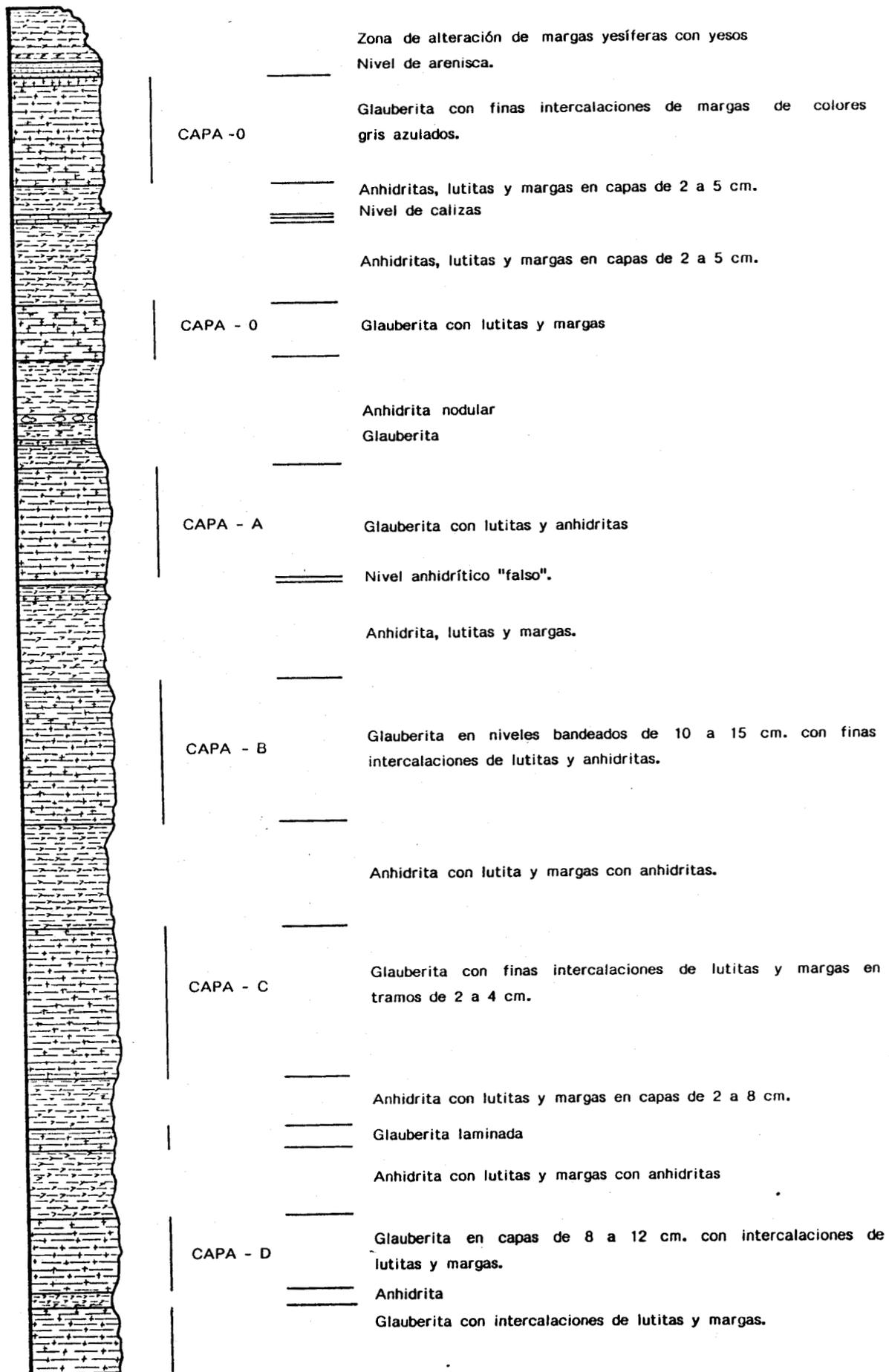
- Techo: calizas micríticas
- Capa A: 2 m de glauberita
- 6 m de lutitas arcillosas y yeso
- Capa B: 8 m de glauberita
- 25-30 m de lutitas arcillosas y anhidrita
- Capa C: 4 m de glauberita
- 8-10 m de lutitas arcillosas y alternancias de anhidrita
- Capa D: 2 m de glauberita que da paso al muro.

Los niveles anhidríticos son conocidos como "falsos" en el lenguaje minero cuando tienen una potencia mayor que la media de los niveles del conjunto. La anhidrita no siempre se presenta como niveles continuos, sino que son muy frecuentes las formas nodulares.

Un bosquejo geológico del yacimiento de Cerezo, se recoge en la fig.10.1 y la columna estratigráfica de la mina en la fig. 10.2

En el área de Belorado, en el momento de realizar este trabajo, comenzaban las labores de desbroce de una nueva corta destinada a la extracción de este tipo de sustancias. No obstante, este **inventario** recoge los primeros vertidos (escombreras) y sus emplazamientos.

FIG. 10.2.- COLUMNA DE LA MINA



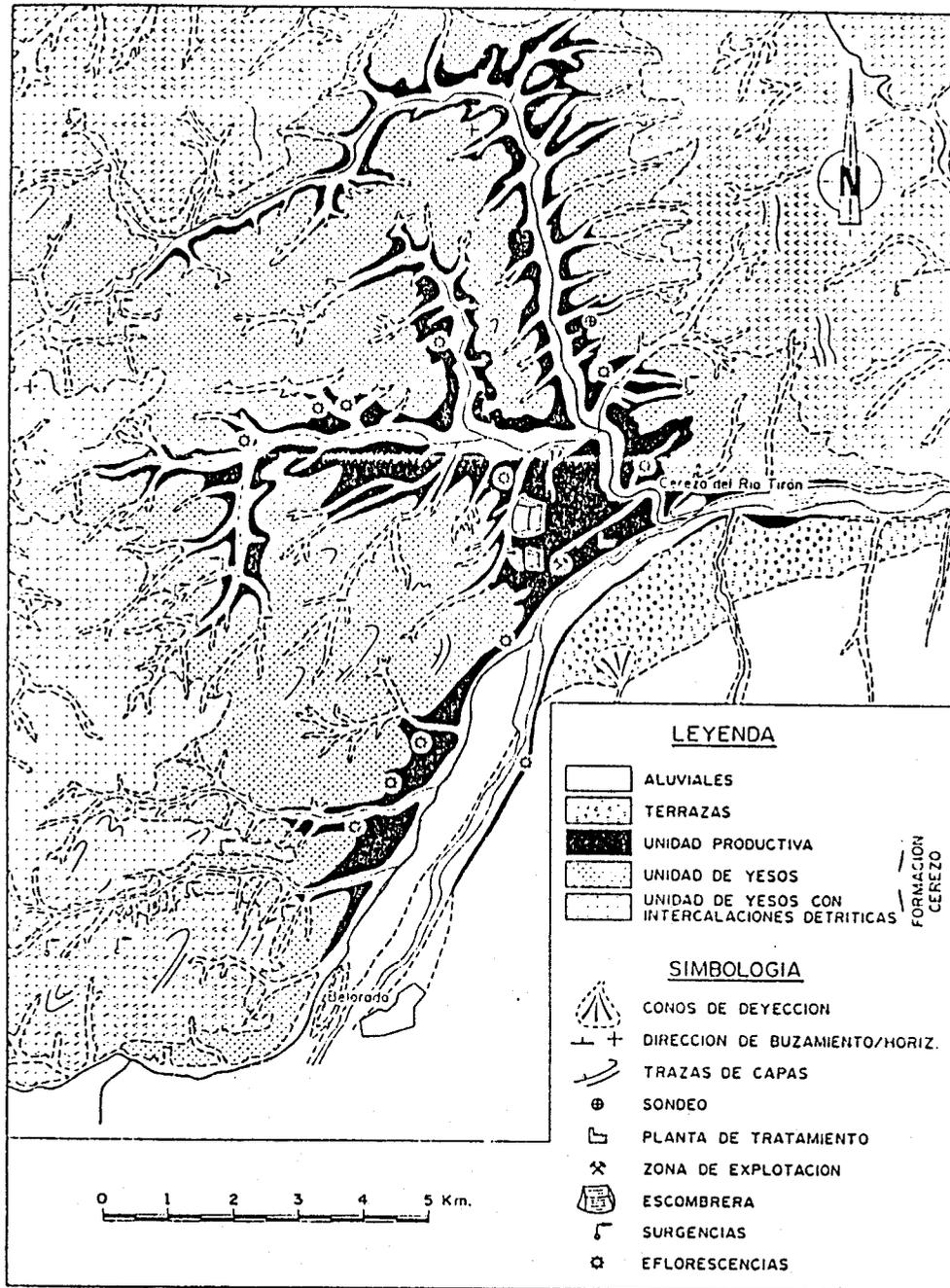


FIG. 10.1.- ESQUEMA GEOLOGICO DEL YACIMIENTO
DEL RIO TIRON

Como puede observarse, el material residual está constituido fundamentalmente por arcillas-margosas y yesos. (foto 10.2.)

Estos residuos, con el tiempo suelen apelmazarse, y en alguna zona podrían fraguar si las condiciones para ello fueran las apropiadas, sobre todo en humedad.

En las escombreras los tamaños que se aprecian son mayoritariamente finos, aunque aleatoriamente también se observan tamaños gruesos,seudolajosos y laminares. Y son precisamente estos finos, en estado de saturación, los potenciales causantes de deslizamientos.

En cuanto a las implantaciones que más predominan, son las de ladera y de vaguada, ocupando generalmente terrenos calificados como de baldíos.

Los taludes suelen ser tendidos ($< 32^\circ$) y cuando son forzados, claramente se aprecian movimientos en los residuos.

Casi todas las escombreras a las que se les ha hecho fichainventario, presentan volúmenes de valoración superior a 10^6 m^3 . (82 %)

Como problemas más importantes concernientes a la estabilidad de alguna de las estructuras, se han observado:

- Grietas
- Deslizamientos locales



FOTO 10.2.- MATERIAL RESIDUAL (YESOS, ARCILLA, ...) DE LA EXPLOTACION DE GLAUBERITA



FOTO 10.3.- VISTA GENERAL DE LAS EXPLOTACIONES Y ESCOMBRES DE CUARZO Y FELDESPATO EN FUENTENEBRO

- Cárcavas, con huellas en contínuo desarrollo por la intensa erosión reinante.

En cuanto a aspectos ambientales, las estructuras inciden en el medio natural, al producirse posibles contaminaciones de cauces, bien químicos, o bien físicos por arrastre de materiales con lluvias torrenciales. Otra alteración que se produce ~~es en el~~ paisaje, en parámetros ambientales tales como volúmen, morfología, y contraste de color con su entorno.

Escombreras pertenecientes a este tipo de minería, a las que se les ha realizado ficha son:

CODIGO 2010-4-1. MINA SANTA MARTA. E.R.T.-CAVOSA

CODIGO 2110-1-1. ESCOMBRERAS DEL RIO. CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-2. ESCOMBRERA DE VALDEBUÑUELOS. CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-3. ESCOMBRERA DE VALDEBACAS-1. CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-4. ESCOMBRERA DE VALDEBACAS-2. CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-5. ESCOMBRERA DE VALDEBACAS-3. CRIMIDESA

CODIGO 2110-1-6. ESCOMBRERA DE NIVELES DE RECUBRIMIENTO.
CRIMIDESA

Merecen también consideración especial el conjunto de estructuras relacionadas con las minerías del feldespató, y de las rocas industriales empleadas en la construcción: calizas, arenas, gravas, caolín, yesos, etc., casi todas ellas con la singularidad de ser de pequeñas

dimensiones. En términos globales, su producción de residuos es baja, y suelen estar próximas a centros de población y vías de comunicación. Ello es causa de unos impactos más notables; aunque en muchos casos los debidos a las propias explotaciones (disposición de los frentes, huecos, polvo, ruidos, etc.). Son superiores, a los generados en las propias estructuras residuales. (foto 10.3) y (foto 10.4)



FOTO 10.4.- EXPLOTACION DE ARIDOS EN ESPINOSA DE JUARROS

11. PROPUESTAS DE ACTUACION

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

Las balsas y las escombreras son estructuras que requieren un proyecto, donde se contemplen además de las posibles alternativas de implantación, los métodos constructivos, a efectos de considerar situaciones de inestabilidad e impacto ambiental.

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

11.1. Problemas de estabilidad en escombreras mineras

Con actuaciones de:

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

neral de la escombrera.

- La recogida de aguas de escorrentía debe realizarse mediante diques de retención o zanjas de intercepción ladera arriba de la escombrera, asegurando su limpieza y mantenimiento en todo momento.
- Las fuentes o surgencias deben captarse y derivarse del entorno de la escombrera.
- Se debe evitar la inundación del pie de las escombreras adoptando medidas de protección y remodelación en aquellas ubicaciones que puedan dar lugar a la intercepción de cursos de agua, bien directamente, o bien por deslizamientos progresivos.
- Evitar la erosión interna de las estructuras por causas imputables a filtraciones.
- Conformar taludes en las estructuras, estables y compatibles con los materiales vertidos y el lugar de emplazamiento.
- Evitar la socavación descontrolada del pie de la escombrera por medios mecánicos.
- Los escombros finos y plásticos o los recubrimientos arcillosos o yesíferos deben depositarse en la escombrera en la forma más discontinua posible no creando una tongada blanda.

11.2. Problemas de estabilidad en balsas

Las medidas correctoras pueden resumirse en:

- Mejorar la estabilidad de los diques, o en su caso, de los muretes perimetrales, donde se constate mediante los estudios adecuados que pueda ser insuficiente.
- Adecuar los drenajes de las balsas a las necesidades de evacuación del agua, en el caso de que las estructuras intercepten cursos o cauces intermitentes.
- Regularizar las zonas de vertido de lodos, impidiendo la formación de bolsadas inestables.
- Reducir las filtraciones o surgencias en el paramento exterior colocando espaldones con propiedades filtrantes y permeables. También se instalarán los oportunos drenes o cunetas de recogida de efluentes y se evacuarán.

11.3. Medidas correctoras de alteraciones ambientales en escombreras y balsas

- Intentar utilizar los materiales residuales, en el caso de escombreras, como relleno controlado del propio hueco de explotación creado. Este aspecto se contempla ya en algunas explotaciones.

- Delimitación de la zona de influencia de la estructura mediante muros, barreras, terraplenes de contención, o similares.
- Restitución y revegetación de las estructuras a efectos de integrarlas en su entorno; para ello se tendrá en cuenta, el tipo de vertido, la litología, la granulometría, el lugar de implantación, las características hidrológicas, los condicionantes climáticos, etc., a efectos de definir una metodología de restauración con el entorno del lugar de implantación de la estructura.
- Un tratamiento mínimo habitual, consiste en el recubrimiento vegetal, cuya aplicación puede realizarse incluso antes del abandono completo de la estructura (foto 11.1.)
- Un método de protección frente a la erosión es la revegetación. Su aplicación, en muchos casos, hace necesaria la corrección del perfil de los taludes respecto a los configurados por simple vertido.
- A efectos de prever una situación desfavorable, en una estructura, conviene habilitar un área de protección al pie de la misma para recoger los eventuales residuos desprendidos.
- Las escombreras con alto contenido en finos no cohesivos conviene que estén al abrigo del viento, para evitar contaminar el entorno. Se recomienda la utilización de pantallas.

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

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

En el caso de estructuras y explotaciones activas que además posean planta de clasificación con aporte de residuos, se recomienda:

- La creación de barreras forestales que oculten en lo posible los frentes de arranque y las acumulaciones de residuos.
- Evitar el vertido de materiales finos procedentes de los procesos de clasificación en lugares que permitan su arrastre por cursos de aguas próximos, o por la escorrentía superficial.

- Las estructuras residuales pueden utilizarse para el relleno parcial de los huecos creados por la extracción del material o bien puede procederse a su integración en el paisaje mediante la plantación de especies vegetales, que minoren el impacto visual, y enmascaren la zona.

En definitiva, se trata de que toda estructura, balsa o escombrera, en actividad o abandonada, cumpla la condición fundamental de: no dar lugar a problemas de estabilidad o contaminación, además de restituir los valores paisajísticos del entorno, para lo que deben llevarse a cabo aquéllas actuaciones que minimicen su posible impacto tanto ambiental como respecto a posibles riesgos.



FOTO 11.1.- DETALLE DE LA INCIPIENTE VEGETACION QUE SE OBSERVA EN UNA DE LAS SUPERFICIES DE LAS - ESCOMBRERAS

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Finalizados los trabajos de Inventario de Balsas y Escombreras mineras en la provincia de Burgos, con la metodología descrita en el epígrafe nº 1.2. de la presente Memoria, los citados trabajos se presentan en los documentos siguientes:

- 1.- Un anejo.- Documento de fichas, donde se han reflejado los datos de situación, implantación, características geométricas, condiciones de estabilidad e impacto ambiental, así como un croquis de situación a escala aproximada 1:50.000, un esquema estructural y unas evaluaciones mineras, geomecánica y ambiental. También a la ficha se le adjunta una foto de la estructura donde puede observarse su estado en el momento de realizarse este inventario.
- 2.- Un Anejo.- Documento donde figura un listado, con la situación y breve descripción de materiales, de aquellas estructuras residuales que, por su escaso volumen o pequeña incidencia en el entorno, no han merecido un análisis más detallado en el momento de efectuarse los trabajos de campo.
- 3.- Un Documento de planos, constituido por:
 - 1 Mapa provincial, a escala 1:200.000, que recoge las estructuras con ficha - inventario, y la relación listada.

- 4.- Un Documento - Memoria, donde se reflejan los aspectos más notables que caracterizan este tipo de trabajos - Inventario.

Las labores llevadas a cabo, pueden resumirse en los puntos siguientes:

- La minería activa y abandonada de Burgos, extrae o ha extraído, fundamentalmente las sustancias de:

- Glauberita.
- Yesos.
- Caolín.
- Arenas y gravas.
- Cuarzo y Feldespato.
- Caliza.
- Arcilla.
- Rocas ornamentales.
- Petróleo.
- Carbón.
- Hierro.
- Manganeso.
- Turba.
- Plomo.
- Cobre.

- * Por tanto, las estructuras residuales datadas son el producto de su laboreo.

- Se han realizado 186 fichas de inventario y en la relación listada figuran un total de 563 estructuras. De todas se reflejan su localización, estado de abandono, actividad o parada, los materiales que la componen y el volumen aproximado del apile.
- Las explotaciones de canteras de caliza, graveras, y otros productos son las que originan un mayor número de vertederos residuales, si bien sus volúmenes son pequeños ($< 10^3 \text{ m}^3$), en la mayoría de los casos.
- El 83,9 (%) de las estructuras con ficha - inventario, corresponden a escombreras, siendo el porcentaje de balsas, relacionadas con la minería del 13,4%. Catalogadas como saturadas mixtas, se han recogido el 2,7%.
- El porcentaje de estructuras calificadas no activas son el 48,4%. Son estructuras abandonadas el 36% y sólo en un 15,6% se ha constatado un estado de intermitencia.
- Los tipos de terrenos utilizados que predominan son los calificados como baldío (38,2%) y como agrícola (28,5%).
- Las tipologías del emplazamiento que predominan son:
 - En el caso de escombreras: tipo llano (33,3%) y tipo llano ladera (27,4%).
 - Para el caso de balsas: tipo llano (10,8%) y tipo llano ladera (2,7%).

- Entre los sistemas de vertido utilizados en escombreras, el más frecuente corresponde al sistema mixto: Pala - Voquete (47,4%) y para las balsas, el sistema Tubería (8,6%).
- La altura de las estructuras, es moderada. El 73,2% de los casos no superan los 10 m. Con alturas notables que superan los 30 m, se han reflejado 6 casos de escombreras.
- El 65,1% de las estructuras presentan volúmenes pequeños, menores a 10.000 m³.
Se registran cinco casos de escombreras que superan los 100.000 m³.
- En el muestreo de taludes, realizado en escombreras, la gama de valores predominantes se encuentra entre los 34º-36º en el 46,2%.
En el caso de taludes en diques de estériles, los valores se encuentran entre los 36º-40º.
- La granulometría de los estériles abarca todo el campo de tamaños. Los medianos con 54,1% y los heterométricos con 37,9%, son los más frecuentes.
- los valores máximos de precipitación corresponden a la Cordillera Cantábrica, donde se superan los 1,600 mm, mientras que en la Ibérica, no se sobrepasan los 800 mm. Los niveles disminuyen claramente a medida que se avanza hacia el SE de la provincia, en cuyo extremo la media normal no supera los 300 mm.

- El número medio de horas anuales de sol oscila en la provincia entre las 2000 h, de las cordilleras de N y E, y la 2.400 h, en el resto del territorio.
- Los vientos dominantes corresponden a la dirección SW - NE. Las intensidades máximas, corresponden al otoño, en que se superan los 50 Km/h.
- Los valores térmicos extremos muestran una fuerte variación anual, especialmente acusada en las depresiones donde se alcanzan mínimas absolutas de -15°C , si bien las máximas son muy moderadas, con valores medios en el centro del estío de 18°C a 20°C .
- La provincia de Burgos viene afectada por la isosista VI, que según la zonificación establecida en la Norma Sismorresistente PDS-1 (1974), delimita las áreas de baja y media sismicidad.
En la zona de intensidad media habrá que considerar el comportamiento dinámico de las estructuras frente a las posibles acciones sísmicas.
En el resto de la provincia, de sismicidad baja, la consideración de este tipo de acciones será aconsejable en casos singulares por la dimensión de la estructura y/o cuantía de riesgo de daños posibles en el caso de colapso.
- En base a los datos recogidos por los trabajos de campo, se han observado, los problemas más frecuentes relacionados con fenómenos de erosión superficial, acarreamiento aparición de grietas de conti-

nidad variable, deslizamientos locales, socavación mecánica, asentamiento gradual, etc. En bastante número de casos será preciso realizar estudios puntuales de calidad, para correlacionar los múltiples parámetros incidentes en un estudio de estabilidad.

- Se ha utilizado para la evaluación del terreno de implantación de las estructuras con ficha-inventario, la fórmula del índice numérico "Qe". La citada expresión engloba los factores de resistencia del terreno, la pendiente, las posibles alteraciones de la red de drenaje y el impacto ecológico, así como, el potencial riesgo sobre personas, servicios o instalaciones. Atendiendo a la evaluación realizada mediante este índice, predominan las implantaciones calificadas como "adecuadas para estructuras de volumen moderado" (67,9%).
- Las principales alteraciones ambientales a que dan lugar estas estructuras se resumen por orden de importancia en los factores ambientales de:
 - Alteración morfológica y de volumen.
 - Alteración del paisaje.
 - Alteración visual con el entorno.
 - Alteración de la vegetación.
 - Alteración de las aguas.
- Teniendo en cuenta el volumen apilado en cada estructura, se han considerado las posibilidades de reutilización de las mismas, desde las perspectivas del espacio ocupado y del valor físico de los residuos almacenados.

- Por último, se proponen una serie de medidas y actuaciones, a efectos de corregir y minorar la incidencia de estas estructuras con su entorno, fundamentalmente en los aspectos de estabilidad y medioambiente.

13. BIBLIOGRAFIA

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

IGME.- Determinación de parámetros geomecánicos con vistas al estudio de estabilidad de Balsas y Escombreras con la minería del carbón. Madrid 1980.

IGME.- Geología de España, J.M. Ríos.

IGME.- Guía para la restauración del medio natural afectado por las explotaciones de canteras. Madrid 1985.

IGME.- Manual para el Diseño y Construcción de escombreras y presas de residuos mineros: Ayala Carcedo F.J., Rodríguez Ortiz, J.M^a. Madrid 1986.

IGME.- Mapas de Rocas Industriales. E 1:200.000 Hojas 11 (REINOSA) Nº 12 (BILBAO) Nº 20 (BURGOS) Nº 21 (LOGROÑO) Nº 30 - (MIRANDA DE EBRO) Nº 31 (SEGOVIA).

IGME.- Mapa geológico nacional. Seire Magna. E: 1/50.000.

IGME.- Mapa hidrogeológico nacional. E:1.000.000.

IGME.- Geología del yacimiento de glauberita de Cerezo del río Tirón.
(Boletín Geológico y Minero).

IGME.- Mapa tectónico de España. E:1/1.000.000.

IGME.- Mapas Metalogenéticos de España. E:1/200.000. Hojas Nº 11 (REI
NOSA) Nº 12 (BILBAO) Nº 20 (BURGOS) Nº 21 (LOGROÑO) Nº
30 (MIRANDA DE EBRO) Nº 31 (SEGOVIA).

IGME.- Plan Nacional de Investigaciones de Aguas Subterráneas. Investi-
gación hidrogeológica de la Cuenca del Duero.

I.N.E.- Censos de población.

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

I.N.E.- Reseña Estadística de Burgos.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA.- Anuarios de estadística Mi-
nera.

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

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

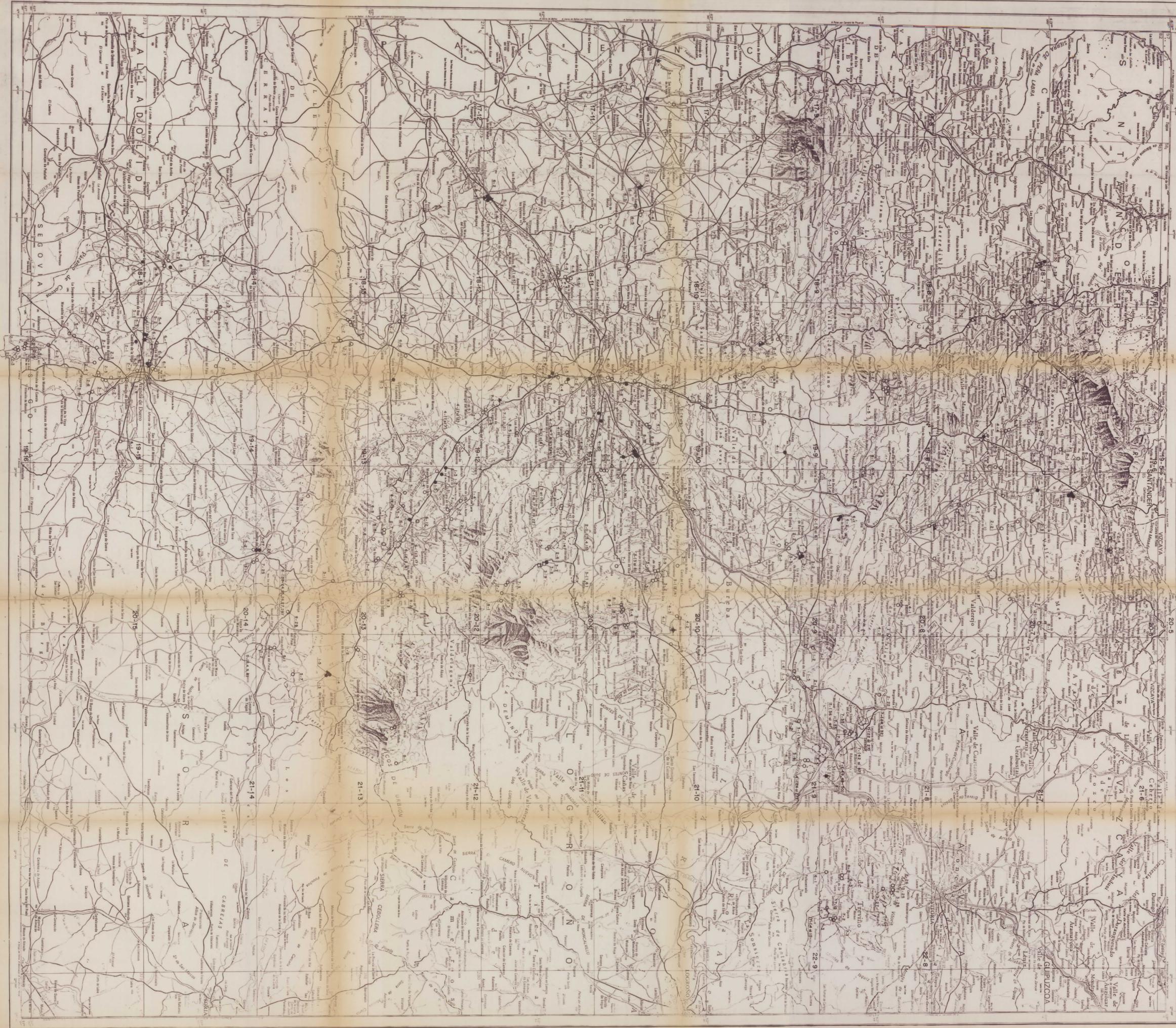
MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES.- Climatología de España y Portugal. Font. Tullot. I. Madrid 1983.

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

SALVAT, S.A.- DE EDICIONES PLAMPLONA.- Conocer España.- Castilla-León. Tomo 9.

ANEJO - PLANO DE SITUACION

PLANO Nº 1.- ESTRUCTURAS EN FICHA-INVENTARIO (E: 1/200.000)



LEYENDA

ESTRUCTURAS	VOLUMEN (m ³)
●	≤ 5.000
○	5.000 - 50.000
◊	≥ 50.000

ESTRUCTURAS	VOLUMEN (m ³)
○	≤ 5.000
◊	5.000 - 50.000
◊	≥ 50.000

ESTRUCTURAS	VOLUMEN (m ³)
○	≤ 5.000
◊	5.000 - 50.000
◊	≥ 50.000

PROYECTO	INVENTARIO DE BALAZAS Y ESCOMBROS	ESCALA	1:50.000
FECHA	1989	PROYECTO	INVENTARIO DE BALAZAS Y ESCOMBROS
ELABORADO POR	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BURGOS	PROYECTO	INVENTARIO DE BALAZAS Y ESCOMBROS
REVISADO POR	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BURGOS	PROYECTO	INVENTARIO DE BALAZAS Y ESCOMBROS
APROBADO POR	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BURGOS	PROYECTO	INVENTARIO DE BALAZAS Y ESCOMBROS

Instituto Tecnológico de Burgos
 Geomática y Cartografía

BURGOS
 INVENTARIO DE BALAZAS Y ESCOMBROS
 PLANO Nº 1